

AMIR TAUILLE

**UM SISTEMA DE ENSINO A DISTÂNCIA AO VIVO VIA
WEB: LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E
DESENVOLVIMENTO**

FLORIANÓPOLIS - SC

2002

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

AMIR TAILLE

**UM SISTEMA DE ENSINO A DISTÂNCIA AO VIVO VIA
WEB: LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E
DESENVOLVIMENTO**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Roberto Willrich

Florianópolis, setembro 2002

UM SISTEMA DE ENSINO A DISTÂNCIA AO VIVO VIA WEB: LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E DESENVOLVIMENTO

Amir Tauille

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação na Área de Concentração Sistemas de Computação e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

Prof. Dr. Fernando Álvaro Ostuni Gauthier

Banca Examinadora

Prof. Dr. Roberto Willrich (Orientador)

Prof. Dr. Vitório Bruno Mazzola,

Prof. Dr. Rosvelter Coelho da Costa

*Agradeço primeiramente a Deus, que
me deu forças nos momentos tão difíceis para
que eu pudesse concluir mais esta etapa de minha vida.
A minha mulher Gianini um agradecimento muito especial por
me incentivar a todo momento. Ao Prof. Cláudio Von Dokonal
por permitir minha ausência para conclusão de meus trabalhos.*

Agradeço a Escola Técnica Tupy e a UTESC

pelo apoio nos momentos em que precisei.

Ao meu orientador, Professor Roberto

pela atenção que sempre demonstrou ao

me atender nas várias vezes em que solicitei.

ÍNDICE

RESUMO.....	VIII
ABSTRACT	IX
1. INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
2. EAD.....	15
2.1 DEFINIÇÕES DE ENSINO A DISTÂNCIA.....	15
2.2 PONTOS FORTES E FRACOS DO EAD.....	16
2.3 VANTAGENS	16
2.4 DESVANTAGENS	17
2.5 CONCLUSÃO	17
3. VIDEOCONFERÊNCIA.....	18
3.1 BENEFÍCIOS DA MUDANÇA PARA O MODELO DE VIDEOCONFERÊNCIA PESSOAL.....	20
3.2 DESVANTAGENS DA VIDEOCONFERÊNCIA PESSOAL	20
3.3 CONCLUSÃO	21
4. ÁUDIO E VÍDEO	22
4.1 ÁUDIO.....	22
4.1.1 ALGORITMOS DE COMPRESSÃO DE ÁUDIO PADRÕES DE MERCADO	23
4.1.2 PROBLEMÁTICA PARA A TRANSMISSÃO DE ÁUDIO.....	28
4.1.3 O PROBLEMA DA LARGURA DE BANDA.....	28
4.1.4 O PROBLEMA DA TEMPORIZAÇÃO.....	30
4.2 VÍDEO.....	32
4.2.1 COMPRESSÃO DE VÍDEO	32
4.2.2 MÉTODOS DE COMPRESSÃO DE VÍDEO.....	36
4.3 CONCLUSÃO	38
5. INTERNET E A MULTIMÍDIA	39
5.1 DEFICIÊNCIAS DO TCP/IP PARA O TRANSPORTE DE AUDIO E VÍDEO	39
5.1.1 MULTICAST E UNICAST	40
5.2 PROTOCOLOS DE TEMPO REAL.....	41
5.3 MBONE.....	44
5.3.1 LIMITAÇÕES DO MULTICAST	45
5.3.2 O TUNELAMENTO COMO ESTRATÉGIA DE TRANSIÇÃO PARA O ROTEAMENTO IP	45
5.3.3 O PROBLEMA DA CONFIABILIDADE	46
5.4 CONCLUSÃO	47
6. REQUISITOS DO EAD ON-LINE.....	49

6.1	REQUISITOS PARA AMBIENTES DE AULA	49
6.2	REQUISITOS FUNCIONAIS DO EAD	50
6.3	REQUISITOS DE HARDWARE	53
6.4	REQUISITOS A NÍVEL DE SUPORTE DE COMUNICAÇÃO	54
6.5	CONCLUSÃO	56
7.	FERRAMENTAS DE ENSINO A DISTÂNCIA EXISTENTES.....	57
7.1	FERRAMENTAS H.323.....	57
7.1.1	CU-SEEME	57
7.1.2	NETMEETING	63
7.2	FERRAMENTAS MULTIMÍDIA DO MBONE	73
7.2.1	FERRAMENTAS DE ANÚNCIO DE SESSÃO	74
7.2.2	FERRAMENTAS DE ÁUDIO	78
7.2.3	FERRAMENTAS DE VÍDEO	85
7.2.4	FERRAMENTAS DE DOCUMENTOS COMPARTILHADOS.....	87
7.3	SISTEMA IRI	88
7.4	COMPARATIVO ENTRE AS FERRAMENTAS	95
7.5	CONCLUSÃO	98
8.	FERRAMENTA DE ENSINO A DISTÂNCIA PROPOSTA	100
8.1	DESCRIÇÃO DAS FERRAMENTAS UTILIZADAS.....	101
8.2	WINDOWS MEDIA	101
8.2.1	WINDOWS MEDIA TOOLS	102
8.2.2	WINDOWS MEDIA SERVICES	102
8.2.3	WINDOWS MEDIA PLAYER	102
8.3	ASF	102
8.4	INTELLIGENT STREAMING.....	103
8.5	PROJETO	103
8.6	CONCLUSÃO	106
9.	CONCLUSÃO	107
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de avaliar a Web/Internet, juntamente com suas tecnologias associadas, para implementação de sistemas suportando aulas on-line a distância. Além disso, é proposta uma arquitetura de implementação de um sistema de aula a distância ao vivo. Inicialmente, o trabalho introduz Ensino a Distância (EaD) e realiza um comparativo entre EaD e ensino presencial. Em seguida, as tecnologias para a implantação de aulas on-line a distância via Internet são avaliadas. Finalmente, é proposta uma arquitetura de implementação para aulas on-line via Internet e apresentado um protótipo.

ABSTRACT

This work has the objective of evaluate the web/Internet, together with its a associated technologies, for the implementation of systems for distance on-line classes. Furthermore is work proposes an implementation architecture for a system of long distance on-line classes. First, this work introduces a long distance teaching and it accomplishes a comparative among EaD with traditional teaching. After that, it evaluates the technologies to implement long distance on-line classes by internet. Finally, we propose an implementation architecture to on-line classes using Internet and we present a prototype.

Lista de Figuras e Tabelas

Figura 1: videoconferência de sala.....	19
Figura 2: videoconferência pessoal	19
Figura 3: Padrão G.711	26
Figura 4: empilhamento de dados durante a transmissão.	30
Figura 5: relação entre latência e jitter	31
Figura 6: ilustração do skew entre mídias áudio e vídeo	31
Figura 7: Imagem com tamanho normal.....	34
Figura 8: Imagem com tamanho reduzido	34
Figura 9: Imagem com cores	35
Figura 10: Imagem sem cores.....	35
Figura 11: Tunelamento	46
Figura 12: Conferência ponto-a-ponto.....	58
Figura 13: Conferência de Grupo	58
Figura 14: Conferência Cybercast	59
Figura 15: Janela principal do CU-SeeMe	62
Figura 16: Quadro Compartilhado	65
Figura 17: Bate-Papo.....	66
Figura 18: Tela do Diretório Internet	67
Figura 19: Tela para transferência de arquivos	68
Figura 20: Tela para compartilhamento de programas	70
Figura 21: Tela para compartilhamento de programas	71
Figura 22: Tela do certificado de autenticação.....	72
Figura 23: Janela principal da Session Directory.....	76
Figura 24: Janela de informação de uma sessão da Session Directory.....	77
Figura 25: Janela principal da Visual Audio Tool.....	79
Figura 26: Janela menu da Visual Audio Tool.....	80
Figura 27: Janela principal da FreePhone.....	82
Figura 28: Janela menu da FreePhone.....	83
Figura 29: Janela menu da Robust Audio Tool.....	85
Figura 30: Janela principal da Videoconferência.....	86
Figura 31: Janela principal do White Board.....	88
Figura 32: Sessões no IRI	90
Figura 33: Modo Classe.....	92
Figura 34: Página Desenvolvida para EaD	106

1. Introdução

A sala de aula sempre foi o meio convencional e mais antigo para se obter o diploma, entretanto existem outros métodos de continuar ou aprimorar o aprendizado. Um exemplo disso é o Ensino a Distância (EaD). O EaD é uma forma de ensino que contrasta com o modelo tradicional, principalmente na questão presencial. No Ensino a Distância professor e aluno não precisam estar no mesmo local e nem tampouco trocar informações ao mesmo tempo. Há muito tempo este método é utilizado, não através de técnicas modernas, como se conhece hoje, mas através de cursos por correspondência onde o aluno recebia o material e as instruções através dos correios tradicionais. A demora em ver os resultados e até mesmo em receber atualizações do curso neste tipo convencional de ensino a distância, muitas vezes acabava por desestimular o aluno acarretando na sua desistência.

No início, o público alvo era de pessoas que por qualquer motivo interromperam seus estudos ou então buscavam especializações para que tivessem mais oportunidades no mercado de trabalho.

Outros motivos levaram as pessoas a optar por este método de ensino, como por exemplo, a não disponibilidade de tempo em um determinado horário fixo, todos os dias. Com relação a isso o Ensino a Distância sempre demonstrou ser a melhor opção. Existia também a questão de o curso pretendido não estar disponível na região do aluno fazendo com que o aluno optasse mais uma vez pelo Ensino a Distância.

Os avanços da microinformática indicam uma tendência excepcional para a educação, através da multimídia e da realidade virtual, principalmente para o ensino de matérias que requerem exercícios e experiências simuladas. Através do uso das redes, o aluno poderá estar constantemente em comunicação com outros alunos, professores, pesquisadores, ou pessoas da comunidade, proporcionando uma melhor formação educacional e social.

Neste contexto, a Internet consolida-se como principal meio difusor das informações multimídia e reúne num só meio de comunicação as vantagens dos diferentes modos de comunicação, de forma interativa, permitindo que o usuário tenha acesso a informações distribuídas em qualquer lugar desta rede mundial. Entre seus principais serviços tem-se

o correio eletrônico para troca de mensagens, FTP para troca de arquivos, e o talk para conversação síncrona via texto.

Os cursos poderiam, então ser produzidos por uma universidade convencional e remetidos à universidade virtual pela Internet, ficando à disposição dos alunos através de arquivos para serem adquiridos por FTP, ou através de hiperdocumentos. Tradicionalmente, o material destinado ao Ensino a Distância consiste essencialmente em material estático, veiculado através de textos pré-impresos, cassetes de áudio e de vídeo ou programas de rádio e de televisão. O material utilizando tecnologia hipermídia associada, abre novas perspectivas: pode ser desenvolvido em menos tempo, tolera facilmente as alterações e pode ser distribuído de um modo relativamente mais rápido através das redes de comunicação de dados, se comparado com o correio, meio de difusão utilizado no material de estudo a distância tradicional.

Atualmente, são oferecidos cursos a nível superior, através da Internet, para que as pessoas possam estudar, sem a necessidade de sair de casa, e com um nível de atratividade cada vez maior. Isso se deve ao crescimento da Internet e ao aumento do volume de informações que trafegam na rede, abrindo um grande mercado e disponibilizando um maior número de opções para as pessoas que não se sentiam atraídas por essa forma de aprendizado. Desta forma, o número de cursos cresceu gerando a necessidade de tornar os cursos mais atrativos. Mas o recurso que tornaria qualquer curso realmente atrativo seria a presença de vídeos ilustrando os conceitos apresentados e de preferência em tempo real. Isto torna o ambiente parecido com o modelo tradicional de ensino onde a interação aluno-professor transmite maior segurança ao aluno.

1.1 Objetivo da Dissertação

O objetivo desta dissertação é de esclarecer algumas questões referentes ao Ensino a Distância como requisitos de rede para educação on-line usando a Internet como suporte de comunicação, de maneira que não importe se o usuário está em sua casa ou em uma sala de aula ou até mesmo no shopping center estudando o assunto do curso. Outra contribuição é a criação de uma arquitetura de implementação de um sistema de aula a distância ao vivo.

Alguns objetivos específicos são:

Definir o que é ensino a distância segundo a opinião de autores sobre o assunto em questão, bem como as formas existentes de EaD e quais são mais utilizadas atualmente.

Trazer conceitos sobre a viabilidade da videoconferência pessoal como, a largura de banda, softwares necessários à utilização de áudio e vídeo e tecnologias envolvidas no EaD.

Esta dissertação visa encontrar e avaliar estes requisitos bem como criar um ambiente portátil para várias plataformas de hardware e software como demonstração do ensino a distância.

E finalmente será feita a avaliação de ferramentas existentes incluindo o ambiente a ser criado com as ferramentas estudadas.

1.2 Justificativa

Atualmente na proposta do ensino a distância, a figura do professor é fator determinante para o desenvolvimento do curso uma vez que existe a necessidade de algum tipo de contato, seja para explicação do assunto ou simplesmente para que o aluno sinta que não está isolado e que pode recorrer a alguém em momentos de dúvidas.

Este é o tema ao qual este trabalho propõe mostrar. Um estudo prévio sobre Ensino a distância e a viabilidade para estes cursos, com voz e vídeo ao vivo, discutindo as ferramentas utilizadas para isto e se possível criando um protótipo deste ambiente para WEB.

Este documento está organizado na forma que segue: O capítulo 2 apresenta conceitos básicos sobre EAD. Em seguida, o capítulo 3 trata sobre os tipos de videoconferência e apresenta maior destaque para a videoconferência pessoal, o capítulo 4 apresenta conceitos gerais sobre a representação digital de áudio e vídeo, bem como sua transmissão. A problemática do transporte de áudio e vídeo sobre a Internet será tratado no capítulo 5. Na seqüência, o capítulo 6 apresentará os requisitos funcionais para ambientes de aula bem como requisitos de hardware e requisitos a nível de suporte de

comunicação. No capítulo 7 será feita a avaliação de ferramentas existentes, verificando se os requisitos levantados no capítulo 6 são atendidos. O capítulo 8 apresenta o ambiente de ensino a distância proposto. Finalmente, o capítulo 9 apresenta as conclusões deste trabalho.

2. EAD

2.1 Definições De Ensino a Distância

Vários são os autores que já definiram o Ensino a Distância. Perry & Rumble (1987) afirmam que "a característica básica do Ensino a Distância é o estabelecimento de uma comunicação de dupla via, na medida em que professor e aluno não se encontram juntos na mesma sala". Segundo Dohmem [KEE91] a "Educação a Distância é uma forma sistematicamente organizada de auto-estudo onde o aluno se instrui a partir do material de estudo que lhe é apresentado, e onde o acompanhamento e a supervisão do sucesso são levados a cabo por um grupo de professores". Para Peters [KEE91] a "Educação/Ensino a Distância é um método racional de partilhar conhecimento, habilidades e atitudes através da aplicação da divisão do trabalho e de princípios organizacionais, pelo uso extensivo de meios de comunicação (...) É uma forma industrializada de ensinar e aprender". Moore [KEE91] aborda o Ensino a Distância como "a família de métodos instrucionais onde as ações dos professores são executadas a partir das ações dos alunos". Holmberg [KEE91] diz que "o termo Educação a Distância esconde-se sob várias formas de estudo, nos vários níveis que não estão sob a contínua e imediata supervisão de tutores presentes com seus alunos nas salas de leitura ou no mesmo local". Keegan [KEE91] afirma que o termo inclui um conjunto de estratégias educativas referenciadas por: educação por correspondência, utilizada no Reino Unido; estudo em casa (*home study*), na Austrália; Ensino a Distância, na *Open University* do Reino Unido.

De acordo com Keegan,[KEE91] os elementos fundamentais dos conceitos de Ensino a Distância são:

"Separação física entre professor e aluno, que o distingue do presencial; influência da organização educacional (planejamento, sistematização, plano, projeto, organização dirigida, etc.) que a diferencia da educação individual; utilização de meios técnicos de comunicação, usualmente impressos, para unir o professor ao aluno e transmitir os conteúdos educativos; previsão de uma comunicação-diálogo, e da possibilidade de

iniciativas de dupla via; possibilidade de encontros ocasionais com propósitos didáticos e de socialização; e participação de uma forma industrializada de educação".

2.2 Pontos Fortes e Fracos do EaD

Ainda existe um grande preconceito com relação aos EaD, portanto neste ponto serão levantadas algumas vantagens e desvantagens para esclarecer melhor este tema. Segundo Landin(1997) as vantagens e desvantagens do Ensino a Distância são:

2.3 Vantagens

- **Abertura**

A diversificação e ampliação com relação a oferta de cursos criaram oportunidades de formação, adaptada às exigências atuais do aluno, ou seja a conclusão de um curso que não pode ser concluído através da escola tradicional.

- **Flexibilidade**

O fato de não existir a exigência de estar em uma sala de aula com obrigações como presença e horários assim como a eficaz combinação entre seu horário de trabalho e o horário escolhido pelo próprio aluno para construção do seu conhecimento, contribui para um melhor aproveitamento e evita o alto índice de desistências causados por fatores temporais e também geográficos, este para o caso de o aluno residir em locais onde não haja o curso pretendido.

- **Eficácia**

O aluno está sujeito ao seu próprio ritmo de aprendizado com conteúdos instrucionais elaborados por especialistas através de recursos multimídia. Existe ainda a comunicação entre o aluno e professor de forma freqüente garantindo um aprendizado dinâmico.

- **Economia**

Os custos são reduzidos em relação aos ambientes presenciais pois possibilitam o aprendizado sem a locomoção até o local de estudo, eliminando também outros custos decorrentes deste deslocamento.

2.4 Desvantagens

Existe o comprometimento da socialização tão focada nos ambientes presenciais bem como a inexistência de troca direta de experiências entre aluno-professor ou aluno-aluno em momentos durante ou extra aula. O aluno deve ter também um alto nível de compreensão de textos bem como saber utilizar os recursos multimídia que estão à sua disposição.

Existe ainda o perigo da homogeneidade onde todos aprendem o mesmo conteúdo com poucas interações entre aluno-professor. Isto acontece porque mesmo que o professor possa dar atenção quase que exclusiva para sanar dúvidas do aluno, o conteúdo não teve uma interpretação do professor o que faz a diferença em muitos casos.

Em alguns casos existe também uma certa demora na resposta a dúvidas, o que vem sendo diminuído com os novos meios tecnológicos.

A forma de avaliação do ensino a distância está sujeito a fraudes com uma frequência maior do que o ensino presencial, sendo em alguns casos, necessário aplicar as avaliações no formato de encontros presenciais como forma de garantir a confiabilidade e credibilidade do certificado emitido pela instituição responsável pelo curso.

2.5 Conclusão

Neste capítulo foram apresentadas definições de autores para que se tenha uma idéia do que é o conceito de EaD na literatura, bem como procurar esclarecer quais suas aplicações, vantagens e desvantagens. No capítulo a seguir será feita a abordagem ao ambiente de EaD conhecido como videoconferência.

3. Videoconferência

Há muitos estudos sendo feitos sobre o ambiente ideal para o ensino a distância atualmente. Vamos abordar a videoconferência de grupos e a videoconferência pessoal.

A forma de EaD on-line mais adotada é através de videoconferência. Videoconferência é a combinação de áudio e vídeo dedicados e, opcionalmente, documentos digitalizados juntamente com a tecnologia de redes de comunicação para proporcionar aos usuários interação em tempo real.

A videoconferência permite a interação bidirecional entre mestre e aluno, sendo o ambiente mais ativo e interativo conhecido.

A grande vantagem do uso de videoconferência é a possibilidade de o aluno fazer pesquisas, desenvolver teses e ter recursos para demonstrar seus acertos de forma real, mostrando o resultado e eventuais dificuldades por áudio e vídeo. Isto descarta longas apresentações, descrições complexas e a morosidade comum que existe quando se transcreve determinadas experiências para o papel.

A videoconferência pode ser realizada em redes a circuitos (salas de videoconferência) e a pacotes (através da Internet, também chamada de videoconferência pessoal).

No primeiro, vários participantes se reúnem em uma sala especialmente equipada para a conferência sentados ao redor de uma mesa e olhando para monitores que apresentam vídeos de salas semelhantes em sedes distantes; é a videoconferência de sala (*room videoconference*). O custo desse tipo de videoconferência é relativamente alto devido aos equipamentos de ponta e dos circuitos dedicados que são utilizados. Ver figura 1, abaixo.

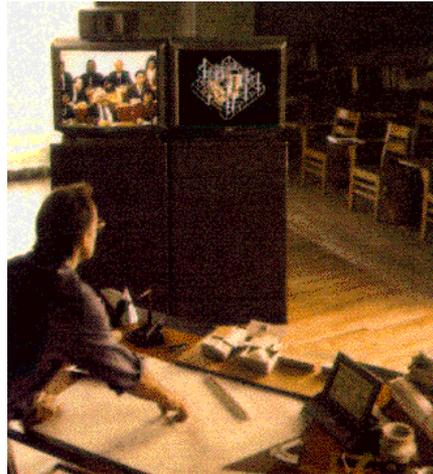


Figura 1: videoconferência de sala

No segundo tipo, participantes sentados em suas próprias mesas conectam-se com outros participantes utilizando seus computadores pessoais de maneira muito similar a uma ligação telefônica (figura 2, abaixo). Os custos, neste caso, são enormemente amortizados pelo fato de se utilizar a barata tecnologia dos computadores pessoais e seus periféricos de baixo custo e, principalmente, por não requerer um sistema de comunicação dedicado, competindo, assim, pela rede de comunicação pública com todas as demais aplicações que dela fazem uso.



Figura 2: videoconferência pessoal

Outra vantagem da videoconferência pessoal é que pode-se agregar a uma sessão todos as aplicações de rede disponíveis em um PC, tais como transferência de arquivos, *whiteboard*, *talk*, *email*, etc.

A videoconferência pessoal vem se tornando um novo paradigma de comunicação. Em breve, uma câmera no topo de um monitor será tão comum quanto hoje é um mouse ao lado do teclado. Atualmente é difícil falar em qualidade de serviço (QoS) nos meios de comunicação à disposição da videoconferência pessoal. Uma melhoria substancial pode

ser conseguida com técnicas de compressão de dados e protocolos específicos para dados sensíveis ao tempo, mas ainda há muito para ser aperfeiçoado se desejar sair do conforto de uma rede local e se aventurar por linha telefônicas ou RDSI.

3.1 Benefícios da mudança para o modelo de videoconferência pessoal

A videoconferência de sala oferece tipicamente áudio e vídeo duplex em tempo real. Além disso, ela consegue enviar imagens paradas de alta definição para *sites* remotos. No entanto, pesquisas realizadas com usuários desse sistema apontaram a necessidade de recursos adicionais, como área de desenho compartilhada, capacidade de se conectar com múltiplos *sites* e maneiras de incorporar aplicações de computadores na conferência. Estas funcionalidades são naturalmente providas pela videoconferência pessoal. Talvez o aspecto mais importante dessa forma de videoconferência seja, não o fato de ser pessoal, mas de ser integrado no ambiente do computador, com o qual o usuário já está familiarizado. Tudo isto abre a possibilidade da conferência de dados, juntamente com a videoconferência.

Além disso, a videoconferência de sala possui problemas de programação e reserva. Os intervalos de tempo às vezes devem ser reservados com bastante antecedência. Com o sistema de videoconferência pessoal, pode haver interações mais extemporâneas e informais. É mais fácil que os usuários lancem mão com mais frequência de um recurso ao qual têm fácil acesso. Por outro lado isto pode constituir uma desvantagem, já que na videoconferência pessoal há mais elementos que atraem a atenção dos participantes (email, telefone, chats paralelos, etc.)

3.2 Desvantagens da videoconferência pessoal

A possibilidade de se trabalhar com vídeo acarreta uma série de conseqüências, tais como a necessidade de câmeras, computadores mais rápidos e com hardware dedicado para a compressão e descompressão do vídeo, larguras de banda maiores para dar vazão a grandes quantidades de dados gerados, etc. Isto certamente significa mais dinheiro, o que pode se tornar em um fator limitante do emprego dessa tecnologia.

Outra desvantagem é que, acostumadas a padrões de qualidade de áudio e vídeo presentes na vida cotidiana – por exemplo, televisão, sistemas estéreo, telefone -, as

peessoas que participam de uma conferência pela primeira vez por meio de seus computadores não conseguem esconder a decepção diante de janelas de vídeo minúsculas de 120X160 pixels e com uma taxa de 8 quadros por segundo. Seguramente trata-se de um problema tecnológico a ser superado em breve, mas, no presente, é uma desvantagem que não pode ser desprezada.

3.3 Conclusão

Neste capítulo a videoconferência foi classificada em videoconferência de grupo utilizando redes a circuito e videoconferência pessoal em uma rede a pacotes, ou seja, utilizando a Internet como meio de transferência de dados multimídia. Foram abordadas as diferenças entre elas bem como as vantagens e desvantagens da utilização da videoconferência pessoal, que tem sido uma tendência devido a popularidade da Internet. Em seguida serão abordados conceitos gerais sobre representação de áudio e vídeo e seus respectivos padrões de compressão para transmissão.

4. Áudio e Vídeo

O objetivo deste capítulo é conceituar áudio e vídeo em conjunto com alguns padrões de compressão e relacionar cada um deles com as organizações onde são referendadas.

4.1 Áudio

A frequência das ondas sonoras é medida em hertz, que exprime o número de vibrações que acontecem em um segundo. Quanto menor a frequência, mais grave é o som e quanto maior, dizemos que o som é mais agudo. Um ouvido humano consegue perceber frequências entre 20 Hz e 20 kHz. Já a voz humana consegue produzir frequências entre 40 Hz (um baixo profundo) e 4 kHz (uma soprano). É importante ter esses limites em mente quando se discute codificação de áudio digital. Os sistemas de videoconferência pessoal são projetados para lidar com áudio na frequência da fala, o que, como se viu, significa uma largura de banda muito menor que a faixa de frequências captadas pelo ouvido humano.

O dado correspondente ao áudio digital é descrito usando três parâmetros: taxa de amostragem, número de bits por amostragem e número de canais, este último, normalmente, 1 para qualidade mono e 2 para estéreo [RET95].

Taxa de amostragem: um sinal de áudio analógico tem valores de amplitude que variam continuamente com o tempo. Para digitalizar esse sinal, mede-se sua amplitude em intervalos regulares, processo esse que chamamos de *amostragem*. De acordo com a teoria de Nyquist de processamento de sinais, para representar-se fielmente um sinal com uma certa frequência, a taxa de amostragem deve ser, no mínimo, o dobro da mais alta frequência presente no sinal. Dessa maneira, a amostragem é dita sem perdas se o sinal original possa ser reconstituído a partir das amostragens.

Usando a teoria de Nyquist, a taxa de amostragem de 8 kHz é suficiente para capturar a faixa de frequência da voz humana (40 Hz a 4 kHz) e 40 kHz é uma taxa suficiente para capturar o espectro da audição humana (20 Hz a 20 kHz).

Número de bits por amostragem: Os valores amostrados que representam a amplitude do sinal no momento da amostragem são quantizados em um número discreto de níveis.

Esse número depende de quantos bits são utilizados para armazenar o valor amostrado. Para o áudio digital, essa precisão geralmente varia de 8 a 16 bits por amostra, que correspondem, respectivamente, a 256 e 65.536 níveis. A quantização induz um erro nos dados, pois é impossível representar um número infinito de valores de amplitude com um número finito de incrementos .

4.1.1 Algoritmos de Compressão de Áudio Padrões de Mercado

Diferentes programas de transmissão de áudio empregam vários esquemas de compressão, alguns dos quais são proprietários e outros são recomendados por diferentes organizações internacionais de padronização. Como exemplo, podemos citar o padrão de áudio mais antigo, o PCM, que é descrito na recomendação G.711 do ITU. Os esquemas de compressão listados a seguir são também referendados por organizações como ITU e ISO além de serem implementados em vários aplicativos diferentes, o que torna possível a comunicação entre usuários de tais programas.

- **GSM:**

O algoritmo GSM (Global System Mobile) é usado na telefonia celular para reduzir os dados em um fator de quase cinco com pouca degradação de qualidade. Um programa que ofereça essa compressão reduz a taxa de dados de 8000 bytes por segundo para 1650 bytes por segundo, o que o tornaria compatível com uma conexão de modem a 28.8 Kbps (na realidade, ele comprime 160 amostras de 13 bits cada, ou seja, 2080 bits, em apenas 260 bits, o que equivale a uma compressão de 8:1)[ROS95].

A desvantagem é que a codificação GSM é um processo um tanto complexo e, se o computador não é rápido o suficiente, ele não será capaz de acompanhar a velocidade com que o áudio chegará. Assim, o que se ganhou com a redução da largura-de-banda necessária deve ser compensado por uma CPU mais veloz.

- **ADPCM:**

A compressão ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation - recomendação G.726 do ITU) reduz pela metade a taxa de dados, gerando, portanto, um fluxo de 4.000 bytes por segundo. Este esquema requer muito menos poder de processamento que o

GSM. Assim, ele é a melhor escolha se o computador é muito lento para o GSM e se esta taxa de compressão (1:2) é adequada ao link.

- **LPC:**

Já a compressão LPC (Linear Predictive Coding - recomendado pelo US DoD e NATO) chega a reduzir a taxa de dados por um fator acima de 12. Ele oferece, assim, um dos maiores graus de compressão, mas, como o GSM, requer um poder computacional considerável. Este algoritmo executa muitos cálculos em ponto flutuante; portanto, se a máquina não possuir um co-processador matemático, ela certamente não conseguirá fazer a compressão e descompressão em tempo real. Outra característica é que este esquema de compressão é extremamente sensível a ruídos de alta frequência ou nível de entrada do sinal muito alto. Devido a estas e outras restrições, o LPC é um opção a ser utilizada somente quando outros esquemas falham - no caso de larguras de banda realmente estreitas.

- **CELP**

O padrão CELP (Code Excited Linear Predictor) compara a voz com um modelo analítico do trato vocal e computa os erros entre a fala original e o modelo e, então, transmite tanto os parâmetros do modelo como uma representação extremamente comprimida dos erros (esta representação é, na realidade, um índice de "livro de código" compartilhado pelo codificador e decodificador). Com esse esquema de compressão, pode-se obter uma qualidade de áudio compatível com um stream de 32 Kbps do ADPCM utilizando uma taxa de apenas 4,8 Kbps.

A tabela a seguir mostra uma comparação de alguns codecs de áudio descritos em relação à utilização da CPU (em %) e de largura de banda necessária para a recepção dos respectivos *streams*. Esta tabela foi elaborada por Alfano[ALF96], que utilizou o software de audioconferência na Internet *vat* (Visual Audio Tool), do Lawrence Berkeley National Laboratory, rodando em uma estação Sparc5TM da Sun.

Compressão	%CPU	Largura de Banda(Kbps)
PCM	< 1	68
DVI	~1	38
GSM	~26	15
LPC	~11	7

Tabela 1: CODECs de áudio, utilização da CPU e largura de banda

- **Recomendação G.711**

Embora o nome seja videoconferência, é o áudio a parte mais importante. Há uma frase em inglês que resume bem essa afirmação: "*Se o vídeo falha, você fala; se o áudio falha, você caminha*". O ITU especifica uma série de métodos de compressão de áudio, entre os quais, os mais importantes para videoconferência são o G.728, que comprime áudio de 3,3 kHz em 16Kbps, o G.722, que comprime áudio de 7 kHz em 64 Kbps e o G.711, o mais básico, que comprime áudio de 3,3 kHz em 64 Kbps.

O padrão G.711 é a codificação básica de áudio digital da telefonia. A faixa de frequências disponíveis nas linha de telefone vai de 300Hz a 3.400Hz. Tal limitação, que corta as frequências mais altas, é responsável pela baixa qualidade de áudio do sistema telefônico, mas é uma direta consequência do projeto existente das redes de telefonia. Da perspectiva do projeto de rede, a largura de banda compreende a escala 0 - 4.000Hz, permitindo, portanto, uma margem de segurança quando *streams* de áudio forem multiplexados juntos. A taxa de amostragem usada é 8.000Hz.

Experimentos mostram que 12 bits são necessários para gerar uma representação da fala aceitável; porém, foi descoberto também que o ouvido humano é muito mais tolerante a distorções em altos volumes do que em baixos. Isto pode ser explorado ao se utilizar

uma função de tradução não-linear de amplitude para a representação digital, o que resulta na necessidade de apenas oito bits por amostra.

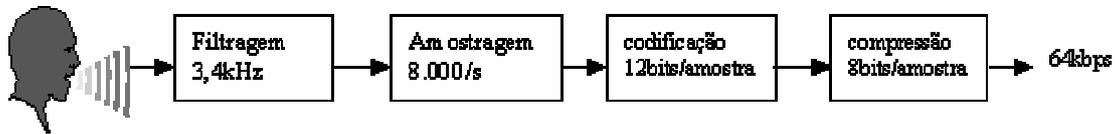


Figura 3: Padrão G.711

Esta transformação é aproximadamente logarítmica; ela não pode ser exatamente logarítmica porque os logaritmos de números menor que 1 são negativos e a transformação deve apresentar um valor zero para amplitude zero. Infelizmente existem duas funções de transformação não-linear: nos EEUU utiliza-se o μ -law e na Europa, um esquema ligeiramente diferente chamado A-law. Ambas funções usam o primeiro bit de código para indicar a polaridade da amostra, mas o A-law inverte bits alternados para evitar seqüências de zero, enquanto que o μ -law inverte todos os bits, pela mesma razão.

A combinação de 8.000 amostras por segundo a 8 bits/amostra resulta em 64kbits/s, padrão de *stream* de áudio PCM.

- **Recomendação G.722**

A intenção do padrão G.722 era possibilitar uma fala de alta qualidade em uma largura de banda de 64kbits/s. A fala humana contém muito pouca energia acima da frequência de 7kHz e, de acordo com o padrão, é amostrada a 16kHz e então digitalizada a 14bits/amostra, gerando uma largura de banda de 224kbits/s. O *stream* digital é filtrado em duas bandas, uma para a faixa 50 Hz– 4kHz e outra para a faixa 4 – 7kHz.

Cada banda é então sub-amostrada de sua largura de banda de 16kHz para 8kHz – as duas bandas são então codificadas usando a técnica ADPCM, alocando-se 6 bits para a banda de baixa frequência (onde está a maior parte da energia) e 2 bits para a banda de alta frequência. Os dois *streams* são posteriormente multiplexados para produzir uma taxa composta de 64kbits/s.

- **Recomendação G.728**

A recomendação G.728 do ITU-T define um método de codificação da fala que usa uma técnica conhecida como predição linear excitada de baixo atraso. O resultado é um *stream* de dados que ocupa apenas 16 kbits/s.

As principais ferramentas de áudio existentes atualmente na Internet não requerem nenhum hardware adicional. Em computadores do tipo PC, são necessários apenas uma placa de som, um microfone e caixas acústicas. Existem vários métodos de compressão de áudio usados pelas ferramentas. O tipo de compressão varia de método para método, sendo que uns apresentam qualidade melhor do que outros, mas, em contrapartida, utilizam mais intensamente a CPU do que outros métodos; uns conseguem comprimir os dados de áudio mais do que outros, mas a qualidade é menor e/ou a CPU é utilizada mais intensamente. O melhor método de compressão é aquele que melhor se adapta às características do equipamento e da conexão de rede utilizadas. A seguir são mostrados os principais métodos de compressão utilizados nas ferramentas de áudio, com suas respectivas taxas de transmissão geradas:

Padrão de compressão de áudio	Taxa de transmissão Gerada
PCM	De 64 a 78 Kbps
CVSD	De 9 a 64 Kbps
IDVI	Cerca de 46 Kbps
ADPCM	Cerca de 36 Kbps
VADPCM	Variável
GSM	Cerca de 18 Kbps
Delta-Mod	Cerca de 16 Kbps
LPC	Cerca de 9 Kbps

Tabela 2:- Principais métodos de codificação de áudio e suas taxas de bits geradas.

A partir da tabela acima, pode-se concluir que, para a transmissão de áudio através de uma rede, utilizando-se por exemplo a codificação PCM, é necessário a conexão de rede possuir, pelo menos, uma velocidade superior a 78 Kbps. Mas, como existe ainda o tráfego gerado pelas demais aplicações, é recomendável que para se obter uma boa qualidade de áudio e evitar perdas de pacotes, que a conexão de rede esteja dimensionada de tal forma que suporte o tráfego de áudio e também todo o demais tráfego, e ainda apresente uma certa "folga", para que em momentos que ocorrerem rajadas de tráfego na rede, a conexão consiga ainda ter uma boa vazão.

4.1.2 Problemática para a transmissão de áudio

Dois são os problemas principais a serem resolvidos quando se resolve enviar som por um sistema de comunicação digital: a largura de banda limitada e o descompromisso com a exigência de temporização do tráfego isócrono por parte de alguns sistemas, dando origem a latências e jitter. O primeiro problema é resolvido por esquemas de compressão que reduzem significativamente a quantidade de dados lançados na rede e será visto logo em seguida. Já o problema da temporização depende em grande parte do protocolo de comunicação empregado e do próprio meio físico. As principais conseqüências de uma temporização deficiente –latência e jitter- serão expostos logo a seguir.

4.1.3 O Problema da Largura de Banda

Como visto, o principal problema a ser resolvido pelo programa de videoconferência em relação à mídia áudio é o da compressão do tráfego gerado por esta mídia. Isto que vem a ser um fator determinante para o sucesso da videoconferência devido à restrita largura de banda disponível em redes públicas. Quando se está confinado a uma rede local, esse problema não chega a preocupar, pois a maioria das LANS consegue transmitir a taxas da ordem de milhões de bytes por segundo. Quando, no entanto, se deixa o conforto da rede local para se aventurar na Internet, em que poucos usuários têm conexão superior a 64kbps - na realidade, a maioria usa modems que operam a 56 Kbps -, um esquema de compressão eficiente pode ser a diferença entre uma boa ou uma precária comunicação - ou às vezes nenhuma comunicação.

Por exemplo, para se transmitir um sinal de áudio de baixa qualidade (4kHz) sem compressão, necessita-se de uma taxa de 64kbps (na modulação PCM). Para uma

comunicação serial assíncrona, a taxa de dados em bytes por segundo é um décimo da velocidade em bits por segundo - contando com o start bit e o stop bit. Assim, fica claro que mesmo uma linha de 64 Kbps não consegue transportar som de baixa qualidade - 8.000 amostras por segundo- sem a devida compressão.

Em 1996, foi iniciado o trabalho de adaptação de esquemas de codificação perceptivos de áudio para a Internet, aproveitando um trabalho que já havia sido iniciado em áreas como áudio digital (Minidiscos da Sony) e transmissão de televisão (sistema de satélite DirectTV). Foi assim que foram desenvolvidos algoritmos como o AC-3 da Dolby e o MPEG Audio layer 3, usados por produtos como o Netshow, ShockWave e RealAudio.

Embora os algoritmos perceptivos representem uma evolução significativa em relação aos algoritmos antigos, os sinais de áudio com baixa taxa de bits gerados por tais algoritmos - necessários em ligações via modem - apresentam um desempenho sofrível nas frequências altas e nos níveis de ruído e distorção.

A baixa fidelidade do áudio na Internet, porém, existe e não pode ser vista como surpresa: algoritmos compatíveis com conexões de modem de 28,8 Kbps reduzem o dado gerado em 50 vezes ou mais, e isto não pode ser alcançado sem uma perda da qualidade do som. O padrão MPEG Layer 3, para uma qualidade comparável ao de um micro system, necessita de uma banda duas vezes maior, 56 Kbps, ou mesmo de 128kbps, se deseja uma qualidade de áudio similar à de um Compact Disc. Em mais alguns meses, no entanto, o aumento na velocidade das redes de longa distância e o aperfeiçoamento dos codecs de áudio permitirão que se tenha na Internet áudio com qualidade semelhante ao das rádios.

Atualmente existe uma quantidade considerável de métodos de codificação de áudio implementados nas ferramentas existentes no mercado atualmente e, uma vez que cada uma destas geram taxas que variam entre 9 Kbps a 78 Kbps, percebe-se que transmitir áudio é menos dispendioso que a transmissão de vídeo, e possui ainda a flexibilidade quando se deparar com conexões lentas, pois é só trocar o método para um outro que necessite de uma banda passante menor. É claro que poderá ocorrer uma perda de qualidade na substituição de método por outro, pois geralmente quanto mais comprimido

são os dados de áudio, mais informações provavelmente foram descartadas na codificação/compressão. Atualmente, tanto no Mbone (PCM - cerca de 78 Kbps) quanto no CU-SeeMe (IDVI - cerca de 46 Kbps), são utilizados os métodos de codificação de áudio que geram a maior consumo de banda passante, pois são os que apresentam a melhor qualidade em comparação aos demais.

4.1.4 O Problema da Temporização

A largura de banda, que é a capacidade de lidar com volume de dados por segundo, não é o único requisito a ser satisfeito em uma comunicação. A **latência**, que representa o atraso imposto pelo *link* de comunicação, é igualmente importante em um trabalho colaborativo (como a videoconferência) porque ele afeta o fluxo natural de informação entre as pessoas. O efeito de uma alta latência é bem ilustrado por chamadas internacionais de telefones, via satélite, onde atrasos excessivos confundem os usuários e pode ser visualizada em na figura 4, que mostra pacotes espaçados irregularmente.

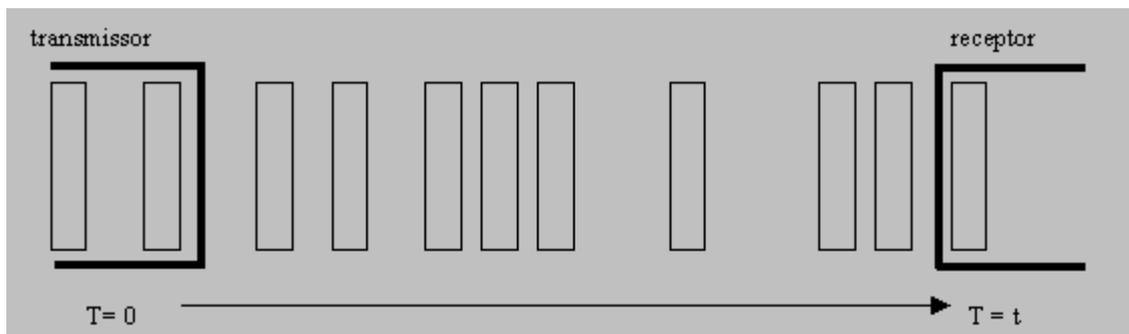


Figura 4: empilhamento de dados durante a transmissão.

Contudo a latência não é suficiente para caracterizar redes, já que o desempenho destas pode não ser constante, sendo a latência, pois, apenas um atraso médio esperado. Portanto é necessário definir um parâmetro adicional para representar flutuações na latência, o qual chamaremos *jitter*. A figura 5 representa melhor esta definição:

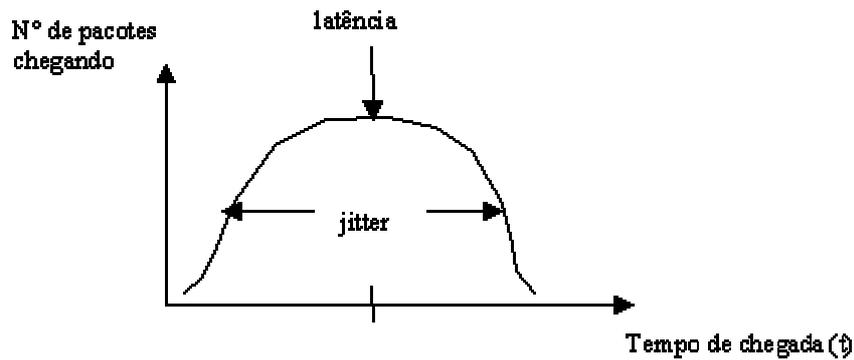


Figura 5: relação entre latência e jitter

Os *streams* de dados multimídia apresentam frequentemente dependências temporais críticas de uns em relação aos outros. Um exemplo é a sincronização dos *streams* de áudio e vídeo associado a um locutor: o vídeo dos lábios se movendo possuem uma relação no tempo crítica com o áudio resultante. Outro exemplo é a sincronização necessária entre o áudio explicativo dos detalhes de uma figura e a seta percorrendo essa mesma figura. Para medir a diferença entre os tempos de apresentação de objetos que deveriam estar sincronizados definimos outro parâmetro: o *skew*. A figura 6 abaixo ilustra este caso.

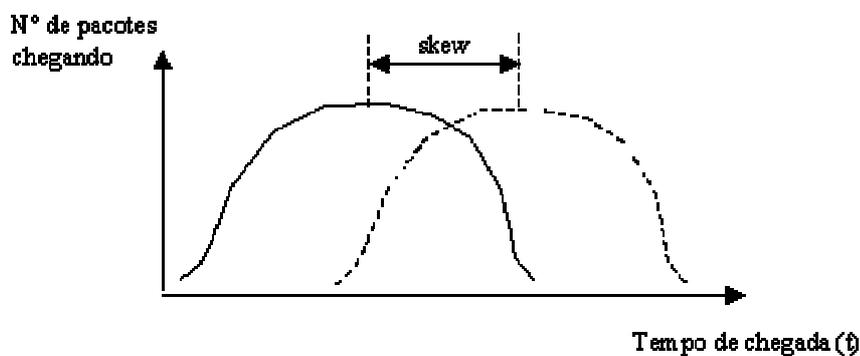


Figura 6: ilustração do skew entre mídias áudio e vídeo

A latência de vídeo parece ser menos crítica do que a de áudio. A sincronização dos lábios é muito importante e é interessante notar que o cérebro é menos tolerante em relação a um áudio que chega antes do que a um que chega após o vídeo. Isto se deve ao fato de que normalmente o áudio ocorre frações de segundo mais tarde, já que o som viaja mais lento do que a luz.

4.2 Vídeo

Vídeo nada mais é do que uma seqüência de imagens estáticas. Quando estas imagens (quadros) são apresentadas em seqüência a uma considerável velocidade, tem-se a ilusão de movimento. Atualmente, os cinemas são apresentados a 24 quadros por segundo (qps) e a televisão é apresentada a 30 qps. Uma qualidade de vídeo aceitável em ferramentas de videoconferência baseada em computador, fica em torno de 6 quadros por segundo. A esta taxa (6 qps), já se consegue perceber movimentos e expressões de pessoas do outro lado da rede. Taxas superiores a 6 qps tornarão a qualidade da apresentação ainda melhor, enquanto que taxas abaixo de 6 qps poderão comprometer a qualidade da videoconferência.

4.2.1 Compressão de Vídeo

Através da aplicação de métodos de compressão, percebe-se uma sensível remoção do gargalo da videoconferência, porém, se a compactação dos dados suaviza o problema da largura de banda, por outro lado cria um outro problema. A execução de algoritmos de compressão pode levar muito tempo, além de às vezes requerer hardwares adicionais encarecendo a implantação do sistema de videoconferência. Quanto melhor a taxa de compressão, mais tempo se levará para executar o algoritmo, além de que para aplicar altas taxas de compressão como as vistas anteriormente, é necessário usar um aparelho chamado CODEC, que pode ser muito caro [TRE97].

Com a crescente evolução dos processadores que equipam os computadores pessoais e com a existência de poderosas estações de trabalho, o uso de um CODEC pode não ser obrigatório, ficando a cargo do computador realizar a tarefa de compressão dos dados. O importante é saber que os métodos de compressão são realmente indispensáveis para o atual cenário da videoconferência, ficando a critério do usuário optar por aquele que mais se adapta as condições da rede, do software a ser utilizado e dos requisitos de hardware envolvidos.

4.2.1.1 DIMINUIÇÃO DA QUALIDADE DO VÍDEO E DO ÁUDIO

A busca de uma solução para as limitações impostas pela banda passante, está concentrada na tentativa de diminuir a quantidade dos dados gerados pela videoconferência, procurando economizar largura de banda de todas as formas possíveis.

Uma solução alternativa em busca desta economia, é degradar sensivelmente a qualidade das imagens e dos sons gerados pela videoconferência. Diferentes tipos de softwares de videoconferência, permitem diferentes níveis de degradação da qualidade das imagens e dos sons.

- **Diminuição do Tamanho das Janelas de Vídeo**

Levando em conta que quanto menor for o tamanho de uma janela de vídeo, menor será o tamanho da imagem em bytes, diminuir o tamanho desta janela pode ser uma boa saída. Em contrapartida, é bom lembrar que o tamanho da janela de vídeo tem uma relação inversa à qualidade das imagens. Quanto maior a janela, melhor será a percepção dos detalhes da imagem, entretanto, se diminuirmos progressivamente o seu tamanho, podemos perceber que a imagem proporcionalmente também perderá qualidade. Conforme o mencionado acima, considerando que, quanto maior for a imagem, maior será o seu tamanho em bytes, a transmissão de quadros de imagens grandes resultará em um vídeo mais "arrastado", com uma baixa taxa de quadros por segundo. Por outro lado, dimensionando a janela de vídeo a um tamanho tal que não prejudique a sua visualização e ao mesmo tempo diminua o seu tamanho em bytes, será possível aumentar a taxa de quadros por segundo, o que resultará em um vídeo mais fluido, proporcionando conseqüentemente uma videoconferência de melhor qualidade.

Nas imagens a seguir, nota-se que diminui o tamanho de cada arquivo a medida em que as imagens são menores em pixels.



Figura 7: Imagem com tamanho normal

Tamanho em pixels: 160 X 120

Tamanho do arquivo: 6,69 Kbytes



Figura 8: Imagem com tamanho reduzido

Tamanho em pixels: 120 X 90

Tamanho do arquivo: 4,39 Kbytes

Analisando os dados apresentados, podemos verificar que neste caso, a imagem menor com cerca de 57 % do tamanho da original, apresentou um tamanho em bytes perto de 35 % a menos que a imagem inicial.

Todavia, é importante salientar, que somente o usuário originador do vídeo poderá realizar este tipo de configuração [TRE97].

- **Coloração das Imagens de Vídeo**

Outro fator importante relacionado à configuração das imagens, é relacionado a sua coloração. Imagens em tons de cinza carregam menos informações que imagens em cores, como pode-se observar nas figuras abaixo.



Figura 9: Imagem com cores

Tamanho em pixels: 300x200

Quantidade de cores: 8350 tons diferentes de cores.

Tamanho do arquivo: 54 Kbytes.



Figura 10: Imagem sem cores

Tamanho em pixels: 300x200

Quantidade de cores: 519 tons diferentes de cinza.

Tamanho do arquivo: 36 Kbytes.

comparando os dados acima, vimos que a figura em tons de cinza, mesmo possuindo um tamanho em pixels igual a da imagem colorida, tem um tamanho em bytes cerca de 33 % menor. Esta diferença poderia ser maior se houvesse um número menor de tons de cinza na figura. O único problema é que na medida em que se diminui os tons de cinza, perde-se proporcionalmente qualidade da imagem.

4.2.2 Métodos de Compressão de Vídeo

Enquanto os métodos Motion JPEG, MPEG-1 e MPEG-2 são usados exclusivamente para compressão de vídeo, a recomendação H.261 do ITU-T descreve um padrão de compressão para a transmissão de áudio e vídeo. O H.261 apresenta uma boa performance, mas infelizmente requer o uso de um hardware adicional. É devido a isto que algumas empresas estão empregando algoritmos de compressão proprietários, que por vezes não oferecem interoperabilidade, sendo esta um grande objetivo ainda a ser alcançado.

- **Motion JPEG**

JPEG é um padrão de codificação para imagens estáticas desenvolvido pelo Joint Photographic Experts Group. Apesar de ser designado para imagens estáticas, com hardware especial, é possível codificar e decodificar uma série de imagens JPEG em tempo-real para gerar vídeo em movimento. Este uso de codificação JPEG é tipicamente referenciado como "Motion JPEG" ou MJPEG. Entretanto, não existe um padrão oficial para MJPEG.

JPEG utiliza uma técnica de compressão espacial denominada codificação DTC (Discrete Cosine Transform). Esta técnica é usada por outros métodos de codificação como H.261. Os passos básicos da codificação são baseados na codificação DTC.

A codificação JPEG tipicamente produz compressão da ordem de 10:1 a 20:1. Entretanto, altas taxas de compressão resultam em uma baixa qualidade de imagem.

- **MPEG-1**

Padrão MPEG-1 é um esforço comum da ISO (International Standardization Organization) e IEC (International Electrotechnical Commission) para a padronização de uma representação codificada de vídeo e áudio. MPEG-1 é utilizado para armazenamento digital com taxa de 1,5 Mbps e também é usado para armazenamento de filmes em CD-ROM.

O algoritmo de compressão do MPEG-1 utiliza as seguintes técnicas:

- ✓ Redução da resolução espacial e subamostragem de crominância;
- ✓ Compensação de movimento - utiliza predição baseada no passado, ou baseada no passado e futuro;
- ✓ Erros de predição são transformados em DCT (Discrete Cosine Transformation), sendo removido a redundância espacial;
- ✓ Os vetores de movimento são combinados com a informação residual DCT.

- **MPEG-2**

Padrão MPEG-2 foi originalmente projetado para comprimir vídeo em sistemas de difusão, a taxas de 4 a 6 Mbps, e seria apropriado em canais de difusão NTSC ou PAL. Mais tarde, MPEG-2 foi expandido para suportar altas resoluções, incluindo HDTV (High Definition TV). Originalmente foi criado MPEG-3 para HDTV, mas o projeto foi cancelado, e MPEG-2 incorporou a televisão de alta definição nos seus objetivos.

Os princípios básicos de MPEG-1 e MPEG-2 são similares, mas os detalhes são diferentes. Para uma primeira aproximação, MPEG-2 é um super conjunto de MPEG-1, com características adicionais, formatos de quadros e opções de codificação. É provável que MPEG-1 domine filmes para CD-ROM e MPEG-2 domine a transmissão de vídeo em redes de longa distância.

- **Recomendação ITU-T H.261**

O recomendação ITU-T H.261 é um padrão de compressão de vídeo designado para larguras de banda entre 64 kbps e 2Mbps, medidos em intervalos de 64 kbps. Esta técnica é também referenciada como px64, onde p varia de 1 a 30.

H.261 utiliza a codificação espacial intraframe e interframe. Uma compressão espacial baseada em DTC é usada no modo de codificação intraframe. Uma compensação de movimento é executada no modo de codificação interframe, calculando as diferenças entre frames. Essas diferenças, normalmente de pequena magnitude, são então codificadas usando DTC.

Dois formatos de figura são definidos: CIF (Common Intermediate Format) e QCIF (Quarter CIF). A operação QCIF é mandatória, enquanto que a operação CIF é opcional. QCIF é usualmente usada para baixas taxas, com $p=3$. As imagens são compostas em três componentes de cor: Y e duas diferenças de cor, Cb e Cr (YCbCr correspondem à transformação do espaço YUV).

A codificação intraframe funciona essencialmente como JPEG. Blocos de 8x8 são transformados usando DCT, quantizados e codificados com "run-length/entropy". Uma predição para blocos no frame corrente é feita baseada no frame anterior, no modo de codificação intraframe.

Codificadores H.261 ajustam o valor de quantização para assegurar uma taxa constante. Se o buffer de transmissão está cheio, o passo de quantização irá ser aumentado, diminuindo a quantidade de informação a ser codificada e uma qualidade de imagem pobre. Se o buffer não está cheio, o passo de quantização é diminuído, aumentando a quantidade de informação a ser codificada e melhorando a qualidade da imagem. Devido a este ajuste de quantização, cenas mudando rapidamente produzirão uma qualidade de imagem mais pobre do que imagens estáticas.

4.3 Conclusão

Os conceitos básicos sobre a representação digital do áudio bem como a explicação sobre os algoritmos de compressão de áudio padrões no mercado, auxiliam na compreensão de como funciona a transmissão do áudio em uma rede. Também é possível verificar em que situações de rede cada algoritmo de compressão melhor se adequa, levando em conta também a largura de banda disponível. As comparações com o tamanho das imagens são bastante claras, de forma a demonstrar técnicas utilizadas para diminuir o tamanho das mesmas, colaborando para melhorar a transmissão da videoconferência. No capítulo a seguir serão abordados alguns conceitos gerais sobre o Internet em relação à multimídia.

5. Internet e a Multimídia

A Internet foi projetada originalmente para a transmissão de dados e seus protocolos funcionam muito bem nesse contexto. Contudo, o tráfego multimídia possui características diferentes que requerem novos protocolos para os serviços necessários. Neste capítulo serão abordados aspectos gerais da problemática do transporte de áudio e vídeo na Internet.

5.1 Deficiências do TCP/IP para o transporte de áudio e vídeo

O protocolo IP fornece um serviço de transmissão de pacotes do tipo melhor esforço sendo que nenhum recurso é reservado para a comunicação entre os computadores. No caso de uma sobrecarga, a rede pode descartar pacotes, sendo que para a aplicações de vídeo e principalmente para aplicações de áudio não se pode tolerar o atraso ou o reenvio de pacotes. Por isso o protocolo UDP deve ser utilizado em vez do protocolo TCP. O motivo é que não devem existir retransmissões para pacotes de áudio e vídeo de forma a reduzir os atrasos.

Em uma sessão de videoconferência, se um receptor tiver que esperar por uma retransmissão TCP, poderá haver um atraso perceptível – e inaceitável – na reprodução de um vídeo, áudio ou qualquer outro dado sensível a atrasos. Além disso, os mecanismos de controle de congestionamento do TCP - *slow start* e *multiplicative decrease* - podem interferir na taxa de reprodução de um vídeo ou áudio.

Outro problema do protocolo TCP/IP é que, como não há um caminho fixo entre transmissor e receptor para os datagramas percorrerem, pois a rota de um dado pacote é calculada instantaneamente – e nada garante que o próximo pacote seja enviado pela mesma rota, não há como assegurar uma largura de banda adequada e, conseqüentemente, a qualidade de serviço. Finalmente, o TCP não fornece informações de temporização, requisito crítico para um tráfego multimídia[EST96]. Esta seção aborda os esforços dos responsáveis pelo desenvolvimento da Internet no sentido de torná-la mais amigável em relação ao tráfego gerado por programas de videoconferência, explica conceitos relacionados à videoconferência na Internet e lista alguns dos aplicativos disponíveis para esse propósito, descrevendo os mais populares.

Partindo do pressuposto que a rede pública é e ainda será por um bom tempo limitada em largura de banda, cabe aos desenvolvedores do TCP/IP dotá-lo com recursos que diminuam a quantidade de dados jogados no sistema de comunicação. Uma redução significativa, como se viu, é conseguida pelos próprios programas aplicativos ou por hardware utilizando-se esquemas de compressão de vídeo e áudio. Por seu lado, o protocolo TCP/IP contribui para essa redução com a implementação da transmissão multicast, através do Mbone.

Outra parcela de esforços vai na direção de fazer com que exigências de temporização por partes do tráfego de áudio e vídeo sejam respeitadas. Para este caso, são sugeridos padrões adicionais ao protocolo TCP/IP (como o RTP, o RTCP e o RSVP), embora alguns programas utilizem preferencialmente soluções proprietárias para resolver o problema da temporização.

5.1.1 Multicast e Unicast

A capacidade multicast de um sistema de comunicação normalmente passa despercebida para o usuário comum da Internet, mas é responsável por uma imensa economia de largura-de-banda do sistema. Imaginem-se 10 pessoas participando de uma conferência por meio da Internet. Teoricamente, existem três maneiras diferentes de um dos participantes enviar vídeo para os outros nove. Uma delas é mandar nove vezes o mesmo stream, modificando, a cada nova vez, apenas o endereço dos participantes; uma segunda maneira seria enviar o vídeo apenas uma vez para toda a Internet - e deixar para todos aqueles que não estiverem interessados a tarefa de descartar os pacotes indesejados -; um terceiro modo consiste em mandar apenas uma vez o vídeo para um determinado endereço e contar com a ajuda do sistema de comunicação para entregá-lo apenas para as pessoas que estejam "sintonizadas" nesse endereço, ou seja, apenas as pessoas que fazem parte da conferência. A primeira maneira denomina-se unicast, a segunda, broadcast, e a terceira, multicast.

Com o multicast consegue-se uma economia de banda no sistema. A razão é que um pacote pode alcançar todas as estações de uma rede de uma só vez. Assim, um fluxo (stream) de vídeo de 128Kbps usa a mesma largura-de-banda, seja ele endereçado a uma

máquina ou a vinte. Além disso, esse mesmo pacote multicast é impedido de atravessar limites da rede, como roteadores e pontes. As razões para esta restrição são óbvias: se um pacote multicast, que pode alcançar todas as máquinas de uma rede, pudesse "saltar" de rede em rede, toda a Internet rapidamente ficaria saturada por estes pacotes.

Para implementar o multicast na Internet, que é uma rede essencialmente unicast, concebeu-se o Mbone[CAS94], detalhado a seguir. Várias aplicações que utilizam esta funcionalidade já estão disponíveis. Por outro lado, um exemplo bem sucedido de conferência unicast na Internet é o software CU-SeeMe[SAT95], da Universidade de Cornell, responsável por uma imensa popularização da videoconferência na Internet. Para permitir uma comunicação multiponto, ele utiliza um esquema diferente: o refletor. Este é apenas um programa que recebe pacotes vindos dos clientes e os redistribui para os demais participantes - um de cada vez, num esquema parecido com o da aplicação IRC.

5.2 Protocolos de Tempo Real

As aplicações multimídia podem normalmente prescindir da complexidade do TCP e utilizar um protocolo de transporte mais simples. A maioria das reproduções de vídeo e áudio lida melhor com dados perdidos ou fora de ordem do que os longos atrasos gerados pelas retransmissões. Dessa maneira, uma série de protocolos foram desenvolvidos para otimizar a Internet em relação aos fluxos de tempo real.

Abaixo são apresentados os protocolos que acrescentam as características de tempo real à Internet, o RTP, RTCP, RSVP e RTSP. Eles foram projetados para ser usados tanto em sistemas unicast como multicast.

- **RTP (Real Time Transport Protocol - RFC 1889)**

O Protocolo de Transporte em Tempo Real (RTP - Real Time Transport Protocol) é a tentativa de padronização de um protocolo de temporização e que está sendo desenvolvido pelo Grupo de Trabalho de Transporte de Áudio e Vídeo do IETF.

O RTP é executado fazendo uso do User Datagram Protocol (UDP) e IP e fornece serviços de temporização e seqüenciamento, o que permite às aplicações adaptar e aplainar erros e retardos inseridos pela rede. O resultado final é que, mesmo com aplicações críticas como as que envolvem áudio, os participantes percebem a conversação como se fosse em tempo-real, embora haja um pequeno atraso de armazenamento (buffering), necessário para sincronizar e seqüenciar os pacotes.

O RTP não prevê nenhum mecanismo que assegure a entrega no tempo certo (na realidade ele sequer garante a entrega dos datagramas) nem garante a qualidade de serviço. Algumas aplicações não requerem tais garantias, mas, para aquelas que fazem essa exigência, o RTP deve ser acompanhado por outros mecanismos que forneçam os serviços de reserva de recursos e de entrega confiável.

- **RTCP (Real-time Control Protocol)**

O RTCP é o protocolo de controle que trabalha conjuntamente com o RTP. Os pacotes de controle RTCP são enviados periodicamente por cada participante para todos os outros participantes. As informações retornadas podem ser utilizadas para controlar o desempenho da rede bem como para propósitos de diagnóstico.

O RTCP executa as seguintes funções:

Provê informações para a aplicação: Esta é sua função primordial. Cada pacote RTCP contém informações (tais como número de pacotes enviados, número de pacotes perdidos, etc.) que serão úteis às aplicações. Por exemplo, de posse dessas estatísticas, o transmissor pode modificar a taxa de transmissão, o receptor pode determinar se o problema é local ou global e o administrador da rede pode avaliar o desempenho de sua rede para distribuição multicast.

Identifica a fonte RTP: Essa função é utilizada para manter-se informado sobre os participantes de uma sessão RTP.

Controla o intervalo de transmissão RTCP: Para impedir que o tráfego de controle sature a rede quando o número de participantes aumenta muito, limita-se a , no máximo, 5% do

tráfego total da sessão, ajustando-se o número de pacotes transmitidos em função do número de participantes.

Transmite informações de controle de sessão: Opcionalmente o RTCP pode ser usado para transmitir informações mínimas para todos os participantes de uma sessão, como, por exemplo, o nome que identificará um participante na tela dos demais.

- **RSVP (Resource Reservation Protocol)**

Como se viu anteriormente, ainda se faz necessário um protocolo que garanta uma qualidade de serviço (QoS) para uma sessão. O RSVP é um protocolo de reserva de recursos do qual as aplicações fazem uso para requisitar uma qualidade de serviço para seu fluxo de dados.

Uma solicitação de reserva RSVP consiste em uma especificação de uma qualidade de serviço desejada (por exemplo, largura de banda máxima e média e atraso máximo) e uma definição do conjunto de pacotes de dados a receber a QoS. O RSVP inclui três tipos de serviços – atraso garantido, atraso previsto e atraso controlado – além do já conhecido "melhor esforço".

No caso de um ambiente multicast, uma estação envia mensagens IGMP para juntar-se a um grupo e então envia mensagens RSVP para reservar recursos ao longo do caminho de entrega desse grupo. Uma desvantagem do RSVP aparece neste momento: como roda por cima de um protocolo não orientado a conexão - IP -, uma mudança na rota pode causar uma alteração na qualidade de serviço experimentado por um determinado fluxo. É necessário algum tempo para que os fluxos no RSVP sejam atualizados e não há garantia de que a nova rota possa fornecer a qualidade de serviço necessária.

O RSVP vem sendo defendido pela Internet Engineering Task Force (IETF) em contraposição ao ATM, defendido pelo ATM Forum, como uma solução barata para tráfegos sensíveis ao tempo, já que ele roda em backbones Ethernet. Segundo o IETF, os usuários não serão obrigados a implementar o ATM - baseado em comutação de células - para obter níveis de serviços múltiplos. Embora o RSVP seja uma solução mais barata,

uma real garantia nos níveis de QoS só pode ser realmente obtida pelo ATM, que, ao contrário do seu oponente, é orientado a conexão.

- **RTSP (Real Time Streaming Protocol)**

Este protocolo tem como objetivo controlar sessões com múltiplos dados e escolher o meio de entrega mais apropriado (UDP, TCP, IP multicast e RTP). Ele quebra o dado em muitos pacotes com o tamanho apropriado para a largura de banda disponível entre transmissor e receptor. Após o cliente ter recebido um número suficiente de pacotes, o software pode começar a tocar um pacote, descomprimir um outro e continuar recebendo os demais. Com isso, o usuário pode começar a escutar um arquivo antes que o mesmo tenha sido totalmente recuperado.

A transmissão de vídeo é, atualmente, a maior responsável pelo consumo de banda passante. Vídeo transmitido sobre uma rede de computadores, com uma qualidade aceitável (taxas em torno de 6 qps), necessita em torno de 128 Kbps. As ferramentas VIC e IVS do Mbone, por empregar o método de compressão H.261, conseguem atingir taxas maiores de quadros por segundo, sem consumir grande quantidade a mais de banda passante. Porém, neste caso, é imperativo que a compressão do vídeo esteja ocorrendo em um computador com capacidade de processamento adequada para tal. A maioria das ferramentas de vídeo permitem definir o consumo máximo de banda passante. Então, nada impede de se transmitir vídeo sobre conexões de redes lentas limitando bastante a banda passante, adequando-a a velocidade da rede. Porém, nestes casos, a qualidade será prejudicada.

5.3 Mbone

A capacidade multicast existe há vários anos em redes locais como Ethernet e FDDI. Contudo, com o Protocolo Internet de Endereçamento Multicast (IGMP) na camada de rede, a comunicação grupal pode ser estabelecida através da Internet e, com isso, passa-se a poder utilizar-se dos benefícios da comunicação multicast em todas as redes que suportem IP, incluindo Assynchronous Transfer Mode (ATM), frame relay, dial-up e até links de satélite.

O Mbone é uma rede virtual formada por roteadores multicast. Virtual porque compartilha o mesmo meio físico que a Internet, embora precise usar um sistema paralelo de roteadores que ofereçam suporte multicast (por exemplo, estações dedicadas funcionando com kernels modificados e múltiplas interfaces) acrescido dos túneis.

5.3.1 Limitações do Multicast

Tem-se claro a limitação da Internet em termos de largura de banda, mas apesar disto ela é utilizada como plataforma de testes para algoritmos e protocolos que suportam o multicast.

A vantagem do multicast sobre o unicast ou broadcast é o número de chamadas sensivelmente menor, mas em contrapartida o tráfego gerado é muito alto. O número de chamadas no MBONE (o Backbone Multicast da Internet) é de apenas 1% porém o tráfego é de aproximadamente 40% do total.

Portanto, devido as limitações da largura de banda, a maior parte da Internet não participa do MBONE, mesmo porque os protocolos de encaminhamento multicast utilizados no MBONE não são compatíveis com as aplicações de tempo real que possuem requisitos de qualidade de serviço que devem ser satisfeitos.

Como alternativa para solucionar as limitações do multicast na Internet (multicast IP), deve-se considerar a hipótese de utilizar redes ATM para transportar o multicast IP, não só pela sua capacidade para disponibilizarem a largura necessária às aplicações multimídia, como também por garantirem a qualidade de serviço necessária às aplicações de tempo real, o que deve ser encarado como uma contribuição para ultrapassar as limitações do multicast IP.

5.3.2 O tunelamento como estratégia de transição para o roteamento

IP

O tunelamento no contexto do multicast refere-se ao encapsulamento de pacotes multicast em um datagrama IP (isto é, pacotes unicast) para permitir o roteamento através de uma inter-rede, como a Internet, que não suporte roteamento multicast. A demonstração mais conhecida de tunelamento multicast é o Mbone juntamente com o

DVMRP. O encapsulamento é inserido na entrada do túnel e removido na saída. A figura abaixo, retirada do artigo *Introduction to IP Multicast Routing* (<http://www.ipmulticast.com/>), ilustra melhor essa afirmação:

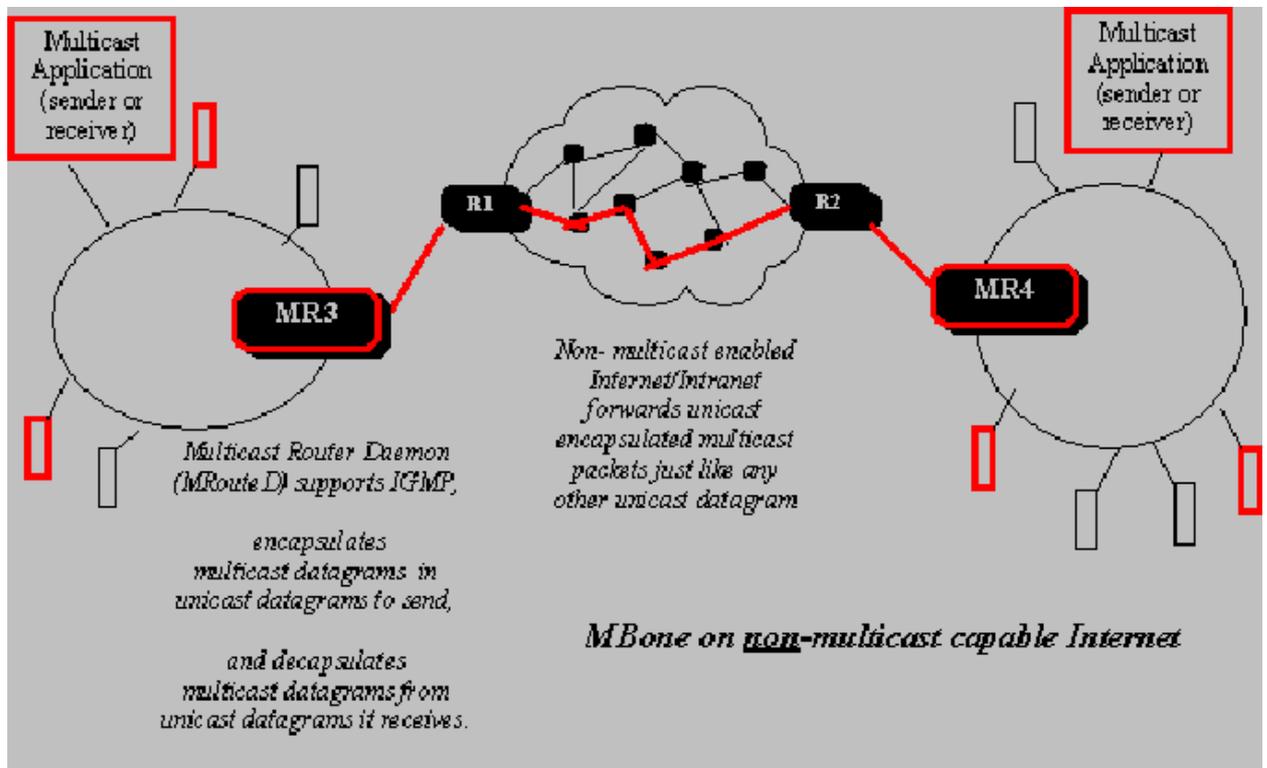


Figura 11: Tunelamento

5.3.3 O problema da confiabilidade

A confiabilidade torna-se um problema no ambiente multicast, porque não existe necessariamente um caminho bidirecional do servidor para o usuário, elemento fundamental para a retransmissão de pacotes perdidos. Mesmo que existisse, uma enxurrada de pacotes perdidos poderiam criar tráfego de retorno suficiente para anular a economia de banda do multicast. Por esta razão o TCP não pode ser usado com este propósito. Na realidade, todas as aplicações IP multicast rodam em cima da camada de transporte UDP, que apenas detecta o erro (mas não o corrige).

Para contornar esse problema, algumas estratégias podem ser consideradas, conforme abaixo:

- **Aceitar a perda do pacote e fazer com que o decoder de áudio ou vídeo mascarem o efeito da perda.**

Deixar para o decoder a solução do problema seria uma ótima solução se pudesse ser factível. Infelizmente, devido à extrema compressão de dados necessária para encolher os *streams* que percorrem a rede, cada pacote encerra uma quantidade enorme de informações, tornando sua perda difícil de se compensar

- **Transmitir dados redundantes para posterior correção de erros**

Adicionar dados redundantes aumenta o desempenho consideravelmente; combinada com entrelaçamento (interleaving), pode ser uma boa estratégia, mas requer mais largura de banda para uma qualidade específica. Isto infelizmente é uma barreira para conexões via modem, em que se necessita desesperadamente de toda a banda que se possa conseguir.

- **Alocar e garantir largura de banda suficiente para que nenhum pacote seja descartado.**

Para garantir a entrega através de uma rede, já existem protocolos de reserva de banda (como o RSVP, descrito na próxima seção) que permitem aos usuários solicitar uma dada qualidade de serviço para um fluxo de dados em particular. Assim, os usuários podem especificar a largura de banda necessária e o retardo máximo tolerável para sua aplicação. Com isso, cada dispositivo de rede entre servidor e cliente deixa reservada a largura de banda solicitada ou, na impossibilidade de satisfazer o pedido de reserva, sinaliza negativamente.

5.4 Conclusão

A Internet não foi criada para transmissão multimídia e portanto não seria adequada a este fim caso não surgissem soluções que permitissem tráfego de áudio e vídeo, tão sensíveis ao atraso da transmissão. A compressão do áudio e vídeo foi uma das necessidades para tornar possível a videoconferência pessoal, além disso outros

protocolos foram desenvolvidos para auxiliar e minimizar a deficiência do TCP/IP. São eles: RTP, RTCP, RSVP, RTSP. Estes protocolos de tempo real fornecem informações que o TCP/IP não dispunha para o transporte multimídia.

Também a rede Mbone utilizando o tunelamento como estratégia de pacotes multicast em um datagrama IP, portanto Unicast, possibilitou a videoconferência pessoal na estrutura atual da WEB de forma experimental mas ainda não ideal devido as limitações de tráfego gerado. Seria portanto necessário utilizar redes ATM para viabilizar transmissões multicast em tempo real.

A seguir serão abordados os requisitos funcionais para o ambiente de EaD on-line bem como os requisitos de hardware e a nível de suporte de comunicação.

6. REQUISITOS DO EAD ON-LINE

O uso dos recursos da informática enriquecem os ambientes de aprendizagem, pela interação entre o aluno e o computador, ou seja, cada estudante é um sujeito ativo, e através destes recursos pode obter informações e esclarecer suas dúvidas mais rapidamente. O desenvolvimento das atividades, neste ambiente, busca incentivar o questionamento, a reflexão sobre as próprias ações e, principalmente, a cooperação entre os agentes do processo de ensino-aprendizagem.

O objetivo deste capítulo será levantar os requisitos para os cursos on-line através de comparação com o ensino presencial levando em consideração a metodologia e os recursos utilizados para este ambiente.

6.1 Requisitos Para Ambientes de Aula

Em um ambiente de sala de aula no formato tradicional, vários são os recursos utilizados para ministrar as aulas de forma que os alunos obtenham a máxima assimilação do conteúdo. Entre os mais comuns estão o quadro negro onde as informações são passadas para o grupo, assim como retroprojetores onde as transparências ilustram o conteúdo das aulas, fitas de videocassete que trazem informações que não seriam possíveis vivenciar senão através deste dispositivo.

Novas tecnologias estão sendo incorporadas as salas de aula, como por exemplo canhões projetores de imagens, que ainda são um recurso caro para utilização em sala de aula de forma massiva e muito utilizados em apresentações e palestras. A televisão tem sido o recurso mais utilizado por instituições pelo seu baixo custo em relação ao canhão de projeção e também devido a sua adaptabilidade aos computadores atuais, sendo possível demonstrar conteúdos de forma mais dinâmica aliando recursos de multimídia oferecidos pelos microcomputadores.

A voz é o principal instrumento de trabalho de um professor do modelo presencial que dependendo do tamanho da sala e do número de alunos pode utilizar um microfone para aumentar sua capacidade de comunicação. A utilização de todos estes recursos não seria

possível sem a estrutura física de uma sala com suporte para estes dispositivos. Neste ambiente o professor define o ritmo e a quantidade de informação a ser ministrada utilizando critérios próprios sobre o avanço da turma como um todo e de eventuais alunos que não consigam acompanhar o ritmo da turma.

6.2 Requisitos Funcionais do EaD

Os requisitos mínimos a serem atendidos para que a transmissão de dados multimídia torne o ensino a distância uma realidade são muito diferentes da atual estrutura disponível na Internet. Como já comentado anteriormente, a Internet não foi criada para este fim e portanto seriam necessárias algumas implementações que disponibilizem uma largura de banda maior, protocolos que permitam transmissões em tempo real e que não são suportados pelo protocolo TCP/IP, máquinas com poder de processamento para comprimir e descomprimir os dados sem que o atraso médio prejudique a interatividade da aula.

Os protocolos com características de tempo real necessárias foram abordadas no capítulo 5.2, e são os seguintes:

- RTP (Protocolo de transporte em tempo real)

Utiliza o protocolo UDP e IP e acrescenta os serviços de temporização e sequenciamento tendo como resultado final a percepção do áudio como se fosse em tempo-real, mesmo havendo um pequeno atraso de armazenamento (buffering).

Para as aplicações que exijam portanto, serviços de reserva de recursos de entrega confiável, deve-se utilizar mecanismos que forneçam estes serviços acompanhados do protocolo RTP.

- RTCP (Protocolo de controle em tempo real)

O RTCP trabalha em conjunto com o RTP enviando periodicamente pacotes de controle de cada participante para todos os outros participantes. As informações retornadas são utilizadas para controlar o desempenho da rede e também para fins de diagnóstico.

Algumas funções do RTCP compreendem:

- Informar o número de pacotes enviados

- Número de pacotes perdidos

Estas informações permitem a aplicação recalculer a taxa de transmissão e também verificar se o problema é local ou em toda a rede e permite também ao administrador fazer uma avaliação de como está o desempenho da rede para distribuição multicast.

- Identifica a fonte RTP de forma a saber quais são os participantes de uma sessão RTP.

- Controla o intervalo de transmissão RTCP para impedir que o tráfego de controle sature a rede caso o número de participantes aumente muito.

- Transmite informações sobre o controle de sessão como nomes que identificarão os participantes nas telas dos demais.

- RSVP (Protocolo de reserva de recursos)

Este protocolo é responsável pela qualidade de serviço (QoS) para uma sessão. Este protocolo reserva recursos para que as aplicações possam garantir a qualidade de serviços para seu fluxo de dados. A reserva de recursos diz respeito a largura de banda máxima e média e atraso máximo. O RSVP inclui três tipos de serviços além do conhecido melhor esforço:

- ◆ Atraso garantido

- ◆ Atraso previsto

- ◆ Atraso controlado

No caso de um ambiente multicast, uma estação envia mensagens IGMP para juntar-se a um grupo e então envia mensagens RSVP para reservar recursos ao longo do caminho de entrega desse grupo. Uma desvantagem do RSVP aparece neste momento: como roda por cima de um protocolo não orientado a conexão - IP -, uma mudança na rota pode causar uma alteração na qualidade de serviço experimentado por um determinado fluxo.

É necessário algum tempo para que os fluxos no RSVP sejam atualizados e não há garantia de que a nova rota possa fornecer a qualidade de serviço necessária.

- RTSP (Real Time Streaming Protocol)

Este protocolo tem como objetivo controlar sessões com múltiplos dados e escolher o meio de entrega mais apropriado (UDP, TCP, IP multicast e RTP). Ele quebra o dado em muitos pacotes com o tamanho apropriado para a largura de banda disponível entre transmissor e receptor. Após o cliente ter recebido um número suficiente de pacotes, o software pode começar a tocar um pacote, descomprimir um outro e continuar recebendo os demais. Com isso, o usuário pode começar a escutar um arquivo antes que o mesmo tenha sido totalmente recuperado.

A transmissão de vídeo é, atualmente, a maior responsável pelo consumo de banda passante. Vídeo transmitido sobre uma rede de computadores, com uma qualidade aceitável (taxas em torno de 6 qps), necessita em torno de 128 Kbps. As ferramentas VIC e IVS do Mbone, por empregar o método de compressão H.261, conseguem atingir taxas maiores de quadros por segundo, sem consumir grande quantidade a mais de banda passante.

Porém, neste caso, é imperativo que a compressão do vídeo esteja correndo em um computador com capacidade de processamento adequada para tal. A maioria das ferramentas de vídeo permitem definir o consumo máximo de banda passante. Então, nada impede de se transmitir vídeo sobre conexões de redes lentas limitando bastante a banda passante, adequando-a a velocidade da rede. Porém, nestes casos, a qualidade será prejudicada.

A largura de banda é outro requisito funcional que deve ser analisado. A largura de banda depende do número de usuários conectados. Como os dados precisam alocar recursos da rede, ou seja, reservá-los de forma a atender as condições mínimas de transmissão e QoS, um grande número de usuários conectados simultaneamente criaria um tráfego que tornaria inviável uma aula em tempo real. Considerando que ensino a distância não deve ser feito de forma totalmente aberta, com um número ilimitado de alunos por curso, uma linha ISDN de 128 Kbps para aproximadamente 40 usuários

deveria ser utilizada. Isto se deve ao fato de haver a necessidade de reservar os recursos de rede suficientes para a transmissão de dados multimídia. Para um número maior de usuários conectados simultaneamente, o ideal seria a utilização de estruturas ATM que permitiriam uma largura de banda de até 622Gbps.

6.3 Requisitos de Hardware

Em se tratando de videoconferência e principalmente através da Internet, deve-se possuir a melhor configuração de equipamento possível, pois a qualidade das imagens e do som também dependerá da estação pessoal e não apenas do tráfego no momento da transmissão. Mas para obter parâmetros de comparação para o mínimo recomendado será necessário:

Para receber imagens e sons será necessário um PC com processador Pentium 233MMX ou superior, placa de som e caixas de som, modem 56 kbps ou estar conectado a uma rede local.

Para enviar áudio e vídeo será necessário além do que foi citado acima, microfone separado ou headphone para uma melhor impressão na conversação e uma webcam para transmissão das imagens.

O hardware necessário é tratado de forma separada com, somente receber imagens e áudio ou, receber e enviar imagens e áudio, pois o aluno não precisa necessariamente, em uma aula não presencial, transmitir sua imagem. Isto melhora o desempenho de seu equipamento e a qualidade da videoconferência, principalmente se o hardware disponível não for de ponta. Mas para o professor a configuração de hardware deve ser a melhor possível, pois em sua estação estarão conectados os alunos e é altamente recomendado que haja transmissão de imagens aos participantes da videoconferência.

Atualmente todos os PCs a disposição para aquisição, vem com os requisitos de hardware necessários à transmissão multimídia bastando para isso apenas adaptar alguns equipamentos que melhoram a qualidade da videoconferência. Um exemplo é o headphone citado anteriormente que melhora a qualidade de transmissão de voz e evita o

conhecido "eco" quando se utiliza um microfone separado das caixas de som. Já é realidade também a inclusão de hardware como, barramentos de alta velocidade (USB) e webcams na venda dos PCs.

Como forma de parâmetro será mostrada a configuração do servidor do CEFET do Rio Grande do Sul que utiliza o Software Teleduc para ministrar aulas a distância em um equipamento Pentium 500 com 512 MB de memória RAM, disco SCSI de 9 GB em um link de 256 K.

6.4 Requisitos a Nível de Suporte de Comunicação

O áudio é mais sensível ao atraso do que o vídeo, portanto alguns requisitos que o sistema de transporte deve atender seria a utilização de algoritmos de compressão de dados. São vários os esquemas de compressão utilizados pelos diversos programas de transmissão de áudio. Entre os padrões podemos citar o algoritmo GSM(Global System Mobile) utilizado na telefonia celular e que reduz os dados em uma escala de quase 5 tornando compatível com uma conexão de 28.8kbps. O APDCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation), reduz pela metade a taxa de dados sendo a melhor escolha para computadores muito lentos e seu esquema de compressão (1:2) se adequa ao link. O algoritmo LPC (Linear Predictive Coding) precisa de computadores com coprocessadores matemáticos, caso contrário não conseguirá fazer a compressão-descompressão em tempo real.

Apesar das principais ferramentas de áudio não requererem nenhum hardware específico necessitando em computadores do tipo PC apenas uma placa de som, um microfone e caixas acústicas. Para cada método de compressão, aqueles que apresentam maior qualidade consomem mais cpu e largura de banda.

Como visto no capítulo 4 é levado em conta para cada padrão, a utilização de CPU bem como a taxa de dados gerada sendo necessário portanto largura de banda maior que a taxa de cada padrão. Por exemplo, o padrão PCM precisa de velocidade superior a 78kbps, pois deve-se pensar no tráfego gerado por outras aplicações. Este método é utilizado pelo Mbone, já o CU-Seeme utiliza o IDVI que necessita de cerca de 46 kbps.

Deve-se pensar portanto no problema da largura de banda, que é responsável pelo sucesso da videoconferência, assim como nas exigências de temporização do tráfego isócrono de alguns sistemas, gerando latências e jitters.

O vídeo também requer compressão, mas sua qualidade não é tão requisitada quanto a qualidade de vídeo. Por isso esquemas diversos são utilizados para transportar vídeo pela rede.

Os métodos Motion Jpeg, Mpeg, Mpeg2 descrevem métodos de compressão apenas para vídeo, já a recomendação H.261 descreve um padrão de compressão de áudio e vídeo.

O vídeo nada mais é do que um número de imagens estáticas transmitidas a uma determinada velocidade. Quanto mais quadros por segundo, maior a qualidade de imagens. Mas para obter uma imagem de qualidade, maior a largura de banda exigida e maior poder de processamento se faz necessário no PC.

Como sabe-se, a Internet não possui requisitos para transmissão com qualidade, portanto técnicas como diminuir a janela da imagem e a quantidade de quadros por segundo, são utilizadas por programas de videoconferência, sendo possível ajustar a qualidade da imagem em pixel de acordo com o processamento do computador.

Outro detalhe que deve ser levado em consideração é a utilização do protocolo UDP para transmissão dos dados na Internet. Uma sessão de videoconferência poderia sofrer atrasos perceptíveis e inaceitáveis caso a retransmissão de pacotes perdidos ou danificados do TCP fosse utilizada.

Outra característica desejável para o transporte de áudio e vídeo, seria a utilização de transmissões multicast que permitem o envio do pacote uma única vez para um determinado endereço pertencente à classe D de endereços IP. Apenas aqueles sintonizados a este endereço poderiam receber os pacotes.

6.5 Conclusão

A utilização de recursos muito semelhantes no EaD, aos já conhecidos no ensino tradicional são de extrema importância. O ensino não presencial não pretende substituir o ensino atual, mas servir como uma opção que permita levar o conhecimento a lugares onde seria inviável montar uma estrutura educacional. Por isso neste capítulo foi feito um levantamento dos requisitos para uma aula tradicional, requisitos funcionais do EaD bem como a necessidade de hardware imposta por este tipo de aula a distância. Também foram levantados os requisitos que o sistema de transporte deve atender.

No capítulo a seguir serão avaliadas algumas ferramentas desenvolvidas para videoconferência em redes que utilizam o TCP/IP. São ferramentas que utilizam o padrão H.323.

7. Ferramentas de Ensino a Distância Existentes

Será apresentado a seguir as duas principais tecnologias existentes, de domínio público, para dar suporte à videoconferência baseada em computadores sobre redes TCP/IP. Também serão avaliadas as ferramentas Mbone e o Sistema IRI utilizado para EaD.

7.1 Ferramentas H.323

Conforme o padrão do ITU-T série H para a videoconferência e seus respectivos níveis, o H.323 refere-se à qualidade de Videoconferência sobre IP/Ethernet. A seguir a avaliação de algumas ferramentas deste padrão.

7.1.1 CU-SeeMe

CU-SeeMe é uma ferramenta de videoconferência que permite enviar e receber vídeo e áudio em tempo real, através de redes usando TCP/IP. Atualmente, esta ferramenta encontra-se disponível para as plataformas PC/Windows e MacIntosh. CU-SeeMe provê uma conexão de vídeo em tempo real, de um-para-um, ou seja, somente dois, e não mais que dois computadores rodando o software CU-SeeMe poderão se comunicar. Porém, com o intermédio de um refletor, é possível realizar videoconferências de um-para-muitos ou muitos-para-muitos, dependendo das necessidades e das capacidades de hardware e principalmente da rede. Para receber vídeo no CU-SeeMe basta apenas um computador pessoal, do tipo PC ou MacIntosh, com um monitor de vídeo VGA ou superior e uma conexão com a uma rede TCP/IP. Para receber e enviar áudio, é necessário uma placa de som, onde estarão conectados os alto-falantes e o microfone. O alto-falante interno, que vem de fábrica na maioria dos computadores do tipo PC, não funciona para emitir som no CU-SeeMe. Para enviar vídeo através do CU-SeeMe, são necessárias as mesmas ferramentas de quando se está recebendo imagens no CU-SeeMe, mais uma câmara de vídeo e uma placa de captura de vídeo.

7.1.1.1 TIPOS DE CONFERÊNCIAS

Uma conferência pode utilizar comunicação através de vídeo, áudio, texto e gráficos. O CU-SeeMe permite que os usuários se comuniquem através de vários tipos de conferências [WHI99]:

- **Conferência ponto-a-ponto**

Esta ocorre quando um usuário se comunica diretamente com outro usuário. Eles podem se conectar através da Internet ou de uma rede privada como uma LAN ou WAN.

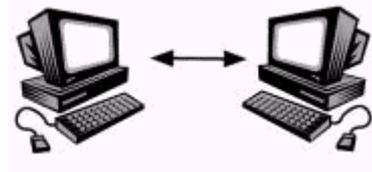


Figura 12:- Conferência ponto-a-ponto

- **Conferência de Grupo**

Este tipo permite um ambiente colaborativo onde seus usuários podem participar de uma única conferência. A maneira mais comum de participar de uma conferência de grupo é através de uma conexão a um computador que esteja rodando um software servidor de conferência, como o MeetingPoint ou o WhitePine Refletor. Qualquer informação de vídeo, áudio, texto ou gráfico que algum usuário transmite é recebida pelo servidor de conferência, que então a retransmite para todos os usuários participantes.



Figura 13:- Conferência de Grupo

- **Conferência Cybercast**

Esta é semelhante a uma transmissão de TV por difusão. Um computador, rodando o software servidor de conferência, transmite áudio e vídeo para todos os usuários que a ele estão conectados. Os usuários individuais não podem enviar informações de vídeo, áudio, texto ou gráficos. Ele pode apenas receber dados.



Figura 14: Conferência Cybercast

- **Conferência Multicast**

Aqui são enviados streaming de vídeo, áudio e dados de controle através da rede para vários usuários simultaneamente. O procedimento para fazer parte de uma conferência multicast é semelhante ao de se conectar a um servidor de conferência. Após a criação de uma conferência multicast, qualquer usuário pode participar desta através da seleção da conferência no PhoneBook. Existe também a alternativa de participar através de uma conexão tipo ponto-a-ponto a qualquer participante que já faz parte da conferência.

Esta conferência é fracamente acopladas, o que significa que os participantes podem entrar ou sair a qualquer momento. Mesmo se o criador da conferência se desconectar a conferência continuará existindo se dois ou mais usuários ainda fizerem parte dela. Apenas quando todos os participantes saírem da conferência ela será terminada.

7.1.1.2 CODECS DE ÁUDIO E VÍDEO

O CU-SeeMe usa codecs especiais para enviar áudio e vídeo mais eficientemente pela rede. É possível escolher dentre vários codecs aquele que mais se adequa ao tipo de computador e de conexão deste à rede.

O Cu-SeeMe oferece as seguintes alternativas de codecs de vídeo[WHI99]:

White Pine M-JPEG

Oferece vídeo de alta qualidade em LANs e RDSIs. Ele também funcionará com modem, entretanto é necessário configurar o software para baixar a qualidade cerca 15% a 20%. Ele trabalha com cores de 8, 16 e 24 bits (true color)

White Pine H.263

Este é um bom codec para uso geral em LANs e WANs, entretanto requer mais uso de CPU que os outros codecs. Este codec não é recomendado para uso com modem, devido ao baixo desempenho destes. Como este codec é padrão, ele pode ser reconhecido por outros produtos de videoconferência padrão H.323, como o NetMeeting.

Cornell CU-SeeMe Gray

Este codec envia imagens somente em diferentes tonalidades de cinza (gray-scale). Os outros permitem o uso de cores. Ele é indicado para usuários com modem assim como usuários de LANs e WANs.

O Cu-SeeMe oferece as seguintes opções de codecs de áudio[WHI99]:

Codec	Modem	RDSI	LAN
Voxware (2,4Kbps)	x	x	X
G.723.1 (5,3 Kbps)	x	x	x

G.723.1 (6,4 Kbps)	x	x	x
DigiTalk (8,5 Kbps)	x	x	x
Delta-Mod (16 Kbps)		x	x
Intel DVI (32 Kbps)		x	x

Tabela 3: Codecs em conexões de rede

Os codecs de áudio DigiTalk, Vaxware e G.723.1 funcionam bem em bandas estreitas, e portanto são utilizáveis com a maioria dos modems. Enquanto que todos os codecs de áudio foram inicialmente projetados para voz, o DigiTalk e o G.723.1 (6,4 Kbps) permitem transmitir tanto voz quanto música através de modems. O codec Voxware permite o envio apenas de voz. Devido a sua baixa taxa de bits, o codec G.732.1 é mais indicado para usuários com modem que o DigiTalk, produzindo um áudio de melhor qualidade. Embora os codecs Delta-Mod e Intel DVI poderem ser reconhecidos por qualquer usuário CU-SeeMe, eles requerem maiores quantidades de banda de rede, e conseqüentemente podem diminuir o desempenho global do CU-SeeMe.

O envio de áudio e vídeo simultâneo requer uma grande quantidade de banda de rede. Se a conexão é de baixo desempenho, como no caso de modems, é possível congelar a imagem de vídeo, para aumentar a disponibilidade de recursos de rede para o áudio.

7.1.1.3 O REFLETOR CU-SEEME

O Cu-SeeMe permite iniciar e aceitar uma sessão de videoconferência ponto-a-ponto entre dois usuários. Um refletor provê a possibilidade de se criar uma sessão de videoconferência multiusuário. Ele permite que todos os usuários sejam vistos e escutados por todos os usuários participantes, e simultaneamente. Para isto o CU-SeeMe abre uma janela para cada usuário participante da conferência. Esta facilidade não existe no NetMeeting, onde apenas um usuário é visto e escutado de cada vez.

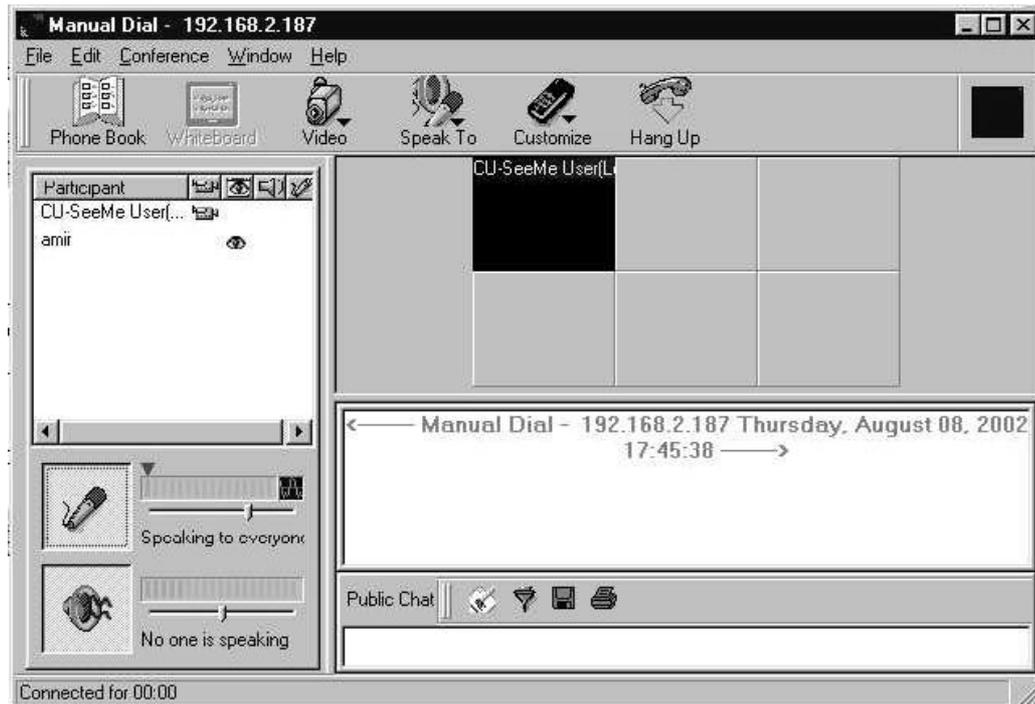


Figura 15:- Janela principal do CU-SeeMe

O refletor pode trabalhar nos seguinte modos de operação [SAT95]:

Many-to-many

Esta é a configuração mais comum, onde várias pessoas participam de uma conferência simultaneamente.

One-to-many

Menos comum, mais ainda popular, nesta configuração o operador do refletor seleciona informações que serão distribuídas por difusão para uma audiência. A habilidade de concatenar refletores e de interoperar com o MBone, permite ao operador do refletor atingir uma audiência dispersa globalmente.

Multicast-to-Unicast

O refletor pode receber uma conexão multicast e refletir os pacotes multicast em pacotes unicast, para aqueles usuários que não possuem a capacidade multicast.

Unicast-to-Multicast

O refletor pode receber uma streaming de áudio e vídeo unicast gerada por um usuário e produzir pacotes multicast para vários participantes, ou outros refletores.

O refletor CU-SeeMe pode também refletir conferências apenas de áudio, pois pode ser que alguns usuários não possuem a capacidade de transmitir vídeo.

7.1.2 Netmeeting

Em uma conferência de áudio e vídeo várias são as funcionalidades do Netmeeting. Seus recursos para videoconferência serão comentados a seguir.

7.1.2.1 CONFERÊNCIA DE ÁUDIO E VÍDEO

- Compartilhar idéias, informações e aplicações usando áudio e vídeo enviar e receber imagens de vídeo em tempo real, usando equipamentos compatíveis com o Windows.
- Enviar áudio e vídeo para um usuário que não possui hardware para transmitir vídeo.
- Usar uma videocâmera para instantaneamente visualizar itens garantir que as pessoas o escutem através do ajuste da sensibilidade do microfone.
- Alterar o tamanho da janela de vídeo que você está enviando para outro usuário durante uma videoconferência.
- Estabelecer remotamente um compromisso entre velocidade de transmissão de vídeo e qualidade da imagem.

Como enviar e receber vídeo através do Netmeeting:

- Para receber vídeo, chame alguém que você quer ver/ouvir. No menu Ferramentas, selecione Vídeo e então clique em Receber.
- Se você possui uma câmera de vídeo, poderá enviar imagens para a pessoa que você está chamando.

- Para enviar vídeo, chame alguém que você quer ver/ouvir, clique no botão  Enviar Vídeo.

- A transmissão de vídeo pode ser alternada entre Quadro dentro de quadro  ou somente uma das imagens.

7.1.2.2 QUADRO DE COMUNICAÇÃO COMPARTILHADO

Com o quadro de comunicação do Netmeeting pode-se compartilhar informações sendo muito útil para demonstrações ao grupo, como por exemplo, o desenvolvimento de uma equação matemática ou um gráfico previamente construído e salvo no próprio quadro. A seguir estão os recursos de um quadro compartilhado.

- Revisar, criar e atualizar informações gráficas.
- Manipular conteúdos clicando, arrastando e soltando informações no quadro de comunicação com o mouse.
- Recortar, copiar e colar informações no quadro de comunicação a partir de qualquer aplicação baseada no Windows.
- Usar ponteiros de diferentes cores para diferenciar facilmente os comentários dos participantes.
- Salvar o conteúdo do quadro de comunicação para futura referência.
- Carregar páginas salvas do quadro de comunicação, permitindo que você prepare informações antes de uma apresentação e então incluí-las no quadro de comunicação durante uma reunião.

NOTA: O quadro de comunicação do Netmeeting é compatível com o protocolo T.126 e interoperável com outros quadros de comunicação compatíveis com T.126. O NetMeeting 3.0 também inclui o quadro de comunicação do NetMeeting 2.1, o qual

pode ser usado em conferências onde um ou mais participantes utilizam a versão 2.1 do NetMeeting.



Figura 16: Quadro Compartilhado

7.1.2.3 BATE-PAPO

Durante uma reunião, os participantes podem falar uns com os outros simultaneamente através do recurso de Bate-papo.

Como o Netmeeting permite que somente duas pessoas estabeleçam uma conexão de áudio ou vídeo, o bate-papo é útil em uma reunião porque permite que todos participem.

Quando alguém envia uma mensagem de bate-papo, esta mensagem aparece na janela de bate-papo.

Para enviar uma mensagem:

1. Clique no botão  para abrir o Bate-papo

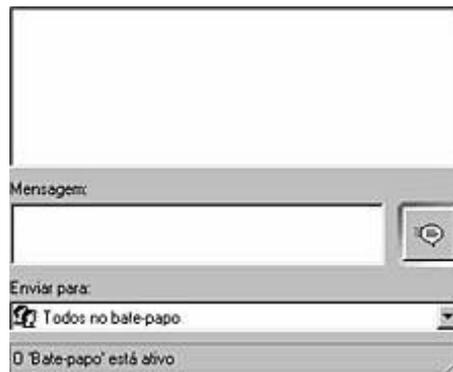


Figura 17: Bate-Papo

2. Em "Mensagem", digite a mensagem que pretende enviar e então escolha entre uma das seguintes alternativas:
 - Para enviar para todos os participantes, em "Enviar para", clique em "Todos no bate-papo".
 - Para enviar uma mensagem somente para uma pessoa, em "Enviar para", clique no nome da pessoa.



3. Clique no botão  para enviar a mensagem.

7.1.2.4 DIRETÓRIO INTERNET

Depois que o Netmeeting está rodando, o próximo passo é realizar uma chamada. Para encontrar outros usuários do NetMeeting:

1. Clique no botão  para ter acesso ao Diretório Internet. Surgirá a tela denominada "Encontrar alguém"
2. No campo Selecionar um diretório, selecione o diretório.
3. Na janela principal, surgirá a lista das pessoas conectadas no diretório selecionado. Digite o nome desejado na janela "Digite um nome" ou selecione diretamente da lista

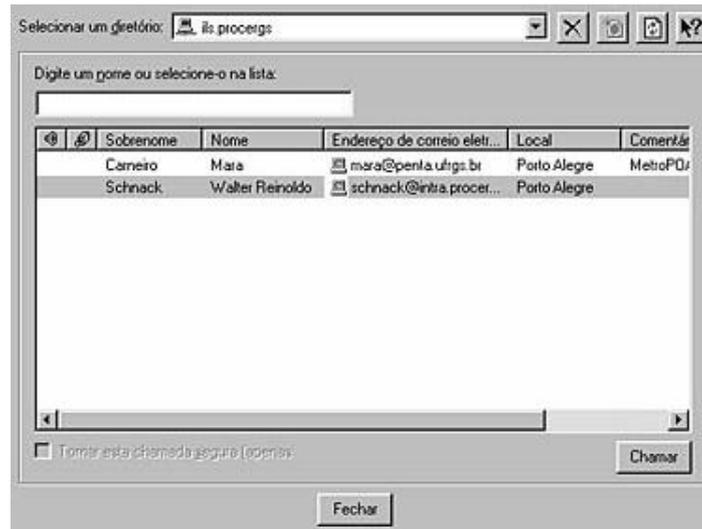


Figura 18: Tela do Diretório Internet

- Quando a pessoa escolhida aceitar sua chamada, você estará apto a usar os demais recursos do NetMeeting (bate-papo, compartilhamento de aplicativos, transferência de arquivos, etc.).

7.1.2.5 TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS

Com a opção Transferência de Arquivos (File Transfer) pode-se:

- Enviar um arquivo para os participantes da conferência.
- Enviar um arquivo para todos os presentes na conferência ou um ou mais participantes selecionados.
- Aceitar ou rejeitar arquivos transferidos.

Para enviar um arquivo

1. Clique no botão  ou na opção Ferramentas/Transferência de arquivo
2. Na caixa de diálogo Transferência de Arquivo, clique no botão Adicionar Arquivo e selecione os arquivos que deseja enviar.

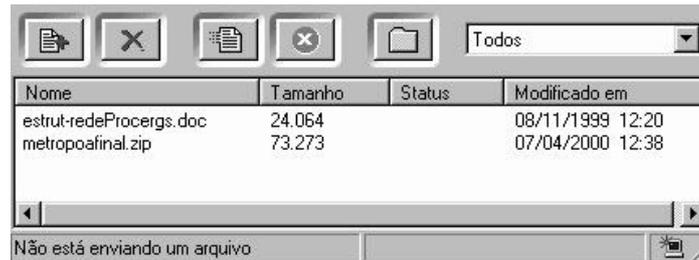


Figura 19: Tela para transferência de arquivos

3. Clique no nome da pessoa para quem deseja enviar o arquivo ou clique no botão



para enviar para todos os participantes da reunião.

Observações:

- Para cancelar a transferência de um arquivo, antes de concluída, clique no botão



Cancelar Transferência.

- Para remover um arquivo da lista, clique no botão Remover Arquivo.
- Você só pode enviar uma vez um arquivo listado. Para reenviá-lo, clique no botão



Adicionar Arquivos e selecione novamente o arquivo.

- Se um arquivo foi criado enquanto o grupo estava trabalhando em um programa compartilhado, somente a pessoa que compartilhou o programa é que pode distribuí-lo.

- Para verificar os arquivos recebidos, clique em



7.1.2.6 COMPARTILHAMENTO DE ARQUIVOS

Com este recurso pode-se não somente compartilhar arquivos mas também compartilhar aplicativos e permitir que os participantes da videoconferência utilizem este aplicativo como se estivesse instalado em sua própria máquina. Eis as características deste recurso:

- Ver programas compartilhados em um quadro, o que torna mais fácil a distinção entre as aplicações compartilhadas e locais em sua área de trabalho.
- Minimizar a janela do programa compartilhado e realizar outro trabalho se você não precisa trabalhar no programa de conferência atual.
- Alternar entre os programas compartilhados com facilidade.
- Escolher quem vai trabalhar no programa compartilhado.
- Aprovar solicitações dos participantes a conferência para trabalhar no programa que você introduziu.
- Permitir ou prevenir que outros trabalhem em um programa através da janela de diálogo.

Para compartilhar um aplicativo:

1. Clique no botão  Compartilhar Programa
2. Na janela de diálogo apresentada, clique no nome do programa que pretende compartilhar.

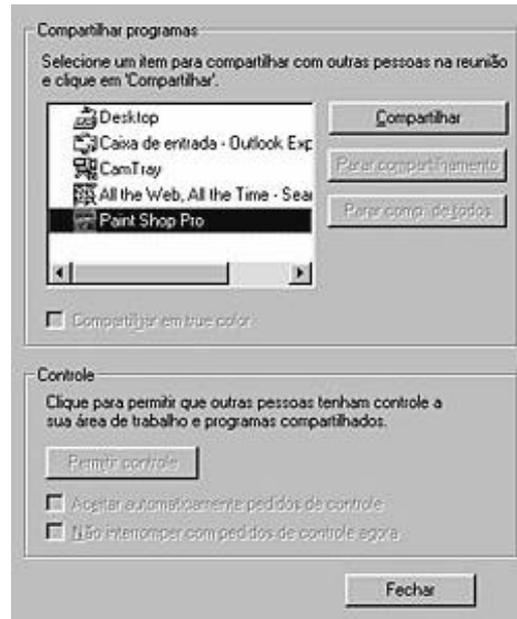


Figura 20: Tela para compartilhamento de programas

3. Clique em Compartilhar.

Alguns cuidados devem ser observados. Se você compartilhar uma janela do Windows Explorer, como Meu Computador, Painel de controle ou uma pasta em seu computador, você estará compartilhando todas as janelas que estiverem abertas em seu computador.

Também, se você compartilhou uma janela, cada programa que você abrir, enquanto estiver utilizando o Netmeeting será compartilhado automaticamente com os outros participantes.

Clicando no ícone do NetMeeting na área de status de sua barra de tarefas, aparece o menu com o botão para compartilhamento de programas.

Você pode compartilhar mais de um programa de cada vez e várias pessoas podem compartilhar programas simultaneamente.

Participantes com NetMeeting versão 2.1 ou anterior não serão capazes de ver as áreas compartilhadas de participantes com NetMeeting 3.0.

Para permitir que os outros usuários colaborem:

1. Clique no botão Permitir controle. Isto permitirá que os outros usuários utilizem o aplicativo compartilhado, como se este estivesse instalado em seu computador.



Figura 21: Tela para compartilhamento de programas

Para encerrar, clique em Parar compartilhamento.

7.1.2.7 COMPARTILHAMENTO REMOTO

Este recurso do Netmeeting permite operar seu computador do escritório em casa ou vice-versa, usar uma conexão segura e uma senha para acessar o computador remoto, arquivos e programas e proteger seu computador enquanto usa o compartilhamento remoto com um protetor de tela com senha.

7.1.2.8 SEGURANÇA

O NetMeeting usa codificação de dados, autenticação do usuário e senha de proteção para garantir sua segurança.

Através da codificação de dados, pode-se:

- Codificar a troca de dados entre programas compartilhados, arquivos transferidos, bate-papo e quadro de comunicação.

- Especificar se todas as chamadas seguras serão codificadas.
- Garantir conferências seguras onde todos os dados são codificados (e áudio e vídeo são desabilitados).

Com autenticação do usuário, pode-se:

- Solicitar um certificado NetMeeting (gerado automaticamente durante a instalação).
- Solicitar um certificado pessoal fornecido por uma autorização externa ou um servidor de certificados da intranet.
- Agendar conferências seguras, o que exige que todos os participantes tenham um certificado.
- Verificar a identidade dos participantes através da requisição dos certificados de autenticação.

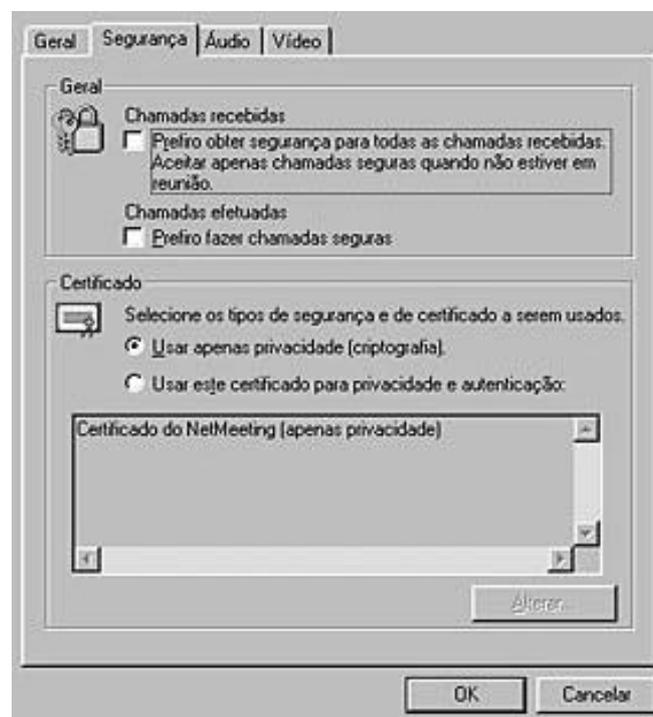


Figura 22: Tela do certificado de autenticação

Com a senha de proteção, pode-se:

- Realizar uma reunião que requer uma senha.
- Usar o compartilhamento remoto para controlar o computador do escritório a partir de casa ou vice-versa.

7.1.2.9 CHAMADAS AVANÇADAS

O recurso do NetMeeting para realizar chamadas avançadas propicia a possibilidade de enviar uma mensagem de correio eletrônico para um usuário do NetMeeting ou iniciar uma chamada do NetMeeting diretamente a partir de sua lista de endereços de correio eletrônico.

Através deste recurso, pode-se:

- Escolher pessoas para chamar a partir de servidores de diretório corporativos, janelas do Livro de Endereços, uma lista de pessoas que fez chamadas para você ou a partir do Microsoft Internet Directory.
- Realizar uma chamada diretamente a partir da interface do NetMeeting.
- Usar o livro de endereços do NetMeeting para realizar chamadas se sua organização usa um gateway ou gatekeeper.

7.2 Ferramentas Multimídia do Mbone

O MBone (Multicast Backbone) é uma rede experimental que se utiliza da Internet e que se superpõe a ela. O MBone é uma rede baseada em uma extensão do protocolo IP chamado IP multicast. Utilizando multicast em WAN's, consegue-se o envio e recebimento de pacotes utilizando um mínimo de largura de banda. Por isso, o multicast é o método mais indicado para a difusão de dados em tempo real para um número grande de destinatários que se encontram esparsos em uma rede. Pode-se antecipar que as sessões MBone trarão um grande benefício no entendimento e compreensão de como a infra-estrutura de futuras redes usando multicast e capacidades em tempo real, serão usadas para permitir o oferecimento de uma série de tele-serviços dentre os quais o ensino a distância é dos mais relevantes. O MBone, diferentemente do CU-SeeMe (que

possui todas as ferramentas integradas em um só pacote), possui uma série de ferramentas, sendo que os usuários podem optar por aquelas que mais lhe convier. Atualmente, as ferramentas mais utilizadas pelos participantes são: VIC (ferramenta de vídeo), VAT (ferramenta de áudio), WB (ferramenta de quadro-branco compartilhado) e SDR (anúncio de sessão).

A seguir serão descritas as ferramentas de multimídia mais comuns utilizadas nas sub-redes que fazem parte da rede virtual Mbone. A maioria destas aplicações é implementada para UNIX e MS-Windows. Uma vez instalado um roteador de difusão seletiva que conecta a sub-rede ao MBone, podem ser utilizadas estas aplicações, em estações desta sub-rede que suportem difusão seletiva IP.

Atualmente, existem poucas classes de aplicações no MBone, que se concentram especialmente em áudio, vídeo e documento compartilhado [TRE97]. Entretanto, antes que se possa realizar uma conferência, é necessário criar, reservar e anunciar uma sessão de difusão seletiva para transmitir o evento desejado. Para isto, são utilizadas ferramentas de anúncio de sessão.

Neste capítulo, serão brevemente vistas algumas das principais aplicações de cada uma das classes: anúncio de sessão, áudio, vídeo e documento compartilhado.

7.2.1 Ferramentas de Anúncio de Sessão

As ferramentas de anúncio de sessão são utilizadas para, criar, reservar e anunciar uma sessão de difusão seletiva que será utilizada para transmitir um evento.

No momento da criação, é reservado um ou mais endereços de difusão seletiva para o evento, podendo ser um endereço para cada classe por onde o evento será transmitido ou um endereço e várias portas, sendo uma porta para cada classe. Estes endereços ficam reservados para o evento por um período de tempo determinado no momento da criação, sendo liberados quando o período de transmissão do evento se encerra.

Além de serem utilizadas pelos criadores de uma sessão, estas ferramentas também são utilizadas pelos usuários que desejam participar de grupos específicos. A ferramenta anuncia todos os eventos que estão sendo transmitidos no momento, identificando-os

pelos seus nomes, e fornece informações sobre eles, apresentando uma descrição do evento, o período da transmissão, os diversos tipos de mídia utilizados pelo evento e os endereços e portas reservados para cada um destes. De posse destas informações, o usuário pode escolher de que grupos deseja participar e se associar, automaticamente pela ferramenta, bastando solicitar que os grupos das mídias desejadas sejam ativadas.

Existem diversas ferramentas deste tipo no Mbone, como o Session Directory (SDR) e a Multimedia Conference Control (MMCC). Será apresentado aqui o Session Directory, um dos mais utilizados.

- **Session Directory (SDR)**

A ferramenta SDR [KUM95] é uma substituição para a ferramenta utilizada anteriormente, o SD. Permite que sejam reservados canais de difusão seletiva de áudio, vídeo e quadro branco para conferências, e que se participe nos diversos grupos anunciados.

A ferramenta possui uma janela principal que mostra quais as sessões estão sendo transmitidas no momento, fornecendo informações sobre elas e executando, caso desejado, as ferramentas de áudio, vídeo, quadro branco e texto nos grupos vinculados ao evento automaticamente. A figura abaixo apresenta alguns dos eventos sendo transmitidos:

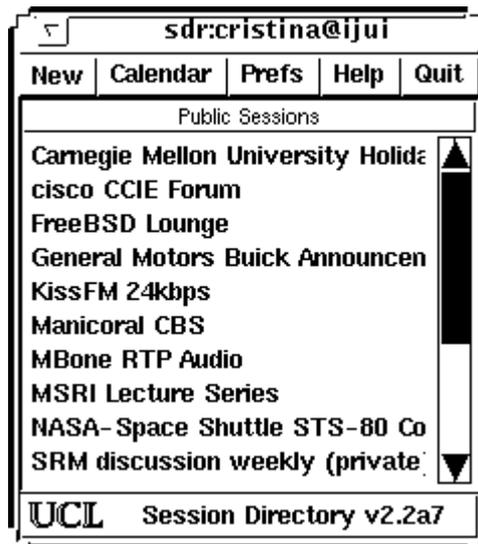


Figura 23: Janela principal da Session Directory

Como pode ser visto, existe uma série de eventos anunciados no momento da captura da janela da figura anterior. Alguns eventos são constantes, estão sempre acontecendo, como o MBone RTP Audio e o Radio Free Vat (que não aparece nesta porção da janela), por exemplo, que são grupos como estações de rádio do MBone onde todos podem ser disk jockeys. Já outros eventos acontecem temporariamente, transmitindo congressos, apresentações, ou eventos que estão ocorrendo temporariamente. É o caso dos eventos cisco CCIE Forum, Manicoral CBS, NASA-Space Shuttle STS-80 Coverage, e de muitos outros.

Entre as informações da sessão estão os tipos de mídia sendo transmitidos, o endereço classe D utilizado por cada uma destas mídias, o nome e endereço eletrônico originador, o TTL inicial dos datagramas, etc. Estas informações são obtidas clicando-se sobre o evento desejado, que apresenta uma janela como a da figura abaixo.

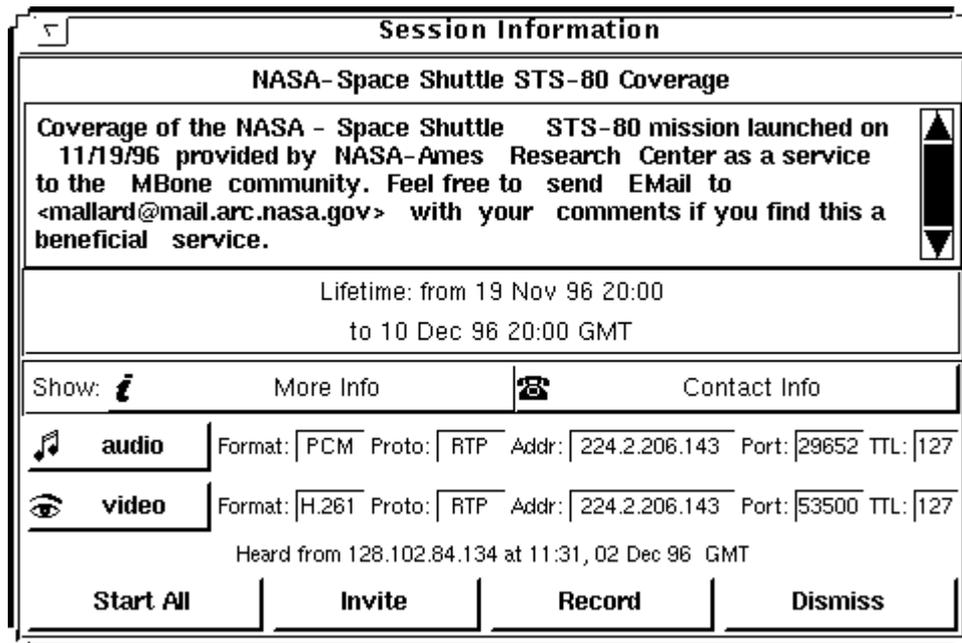


Figura 24: Janela de informação de uma sessão da Session Directory

Nesta figura, estão sendo mostrados os dados do evento NASA-Space Shuttle STS-80 Coverage, uma cobertura da missão de uma estação espacial da NASA, que está sendo transmitida em áudio e vídeo com o endereço 224.2.206.143 utilizando, respectivamente, as portas 29652 e 53500 para cada serviço. Para associação em qualquer um destes, basta escolher os botões áudio, vídeo ou Start All, que automaticamente acionarão as aplicações de áudio e vídeo para este grupo.

A ferramenta apresenta também um calendário dos eventos do MBone já anunciados, mostrando os eventos agendados para cada dia. O calendário é acessado a partir do botão Calendar na janela principal. Existe também um site na Internet, denominado MBone Agenda [MBO99], onde podem ser anunciados previamente os eventos que serão transmitidos em datas futuras, e podem também ser convertidos automaticamente os horários de uma transmissão para os horários locais, já que os horários são anunciados segundo a hora local de cada lugar de origem.

Como já foi dito, a SDR pode ser usada também para criação de uma sessão. O processo é simples, bastando selecionar, a partir da janela principal, o botão New, que acionará uma janela onde devem ser informadas quais mídias serão utilizadas, o nome e descrição do evento, o responsável, o escopo do alcance da sessão (definido pelo TTL), o dia, o

horário e a duração. A ferramenta alocará um endereço livre por aquele período de tempo, e a sessão será criada.

7.2.2 Ferramentas de Áudio

As ferramentas de áudio do Mbone podem ser utilizadas facilmente, necessitando apenas de um alto-falante ou caixas de som para serem utilizadas em estações receptoras. Para transmissão, requerem um microfone conectado à estação transmissora.

Entre as ferramentas de áudio podemos citar a Visual Audio Tool (VAT), a Network Voice Terminal (NeVoT), a INRIA Videoconferencing System (IVS), o FreePhone, o Rendez-Vous e RAT (Robust-Audio Tool). Estas ferramentas suportam diversos padrões de compressão de áudio, tais como o Pulse Code Modulation (PCM), o Adaptative Differential Pulse Code Modulation (ADPCM), o General Special Mobile (GSM) e o Linear Predictive Coder (LPC).

- **Visual Audio Tool (VAT)**

A Visual Audio Tool (VAT) foi desenvolvida por Van Jacobson e Steve McCanne, no Lawrence Berkeley Labs da University of California, em Berkeley [KUM95].

Através de sua janela principal, permite que sejam identificados os membros participantes do grupo e o membro transmissor (identificado por um sinal na esquerda do membro) e que seja controlada a ativação do microfone e alto-falante, permitindo regular o volume para ambos. Oferece ainda informações como nome, endereço eletrônico e última transmissão enviada dos membros participantes, obtidas através de um clique sobre o membro. A figura abaixo mostra a sessão de áudio do evento NASA - Space Shuttle STS-80 Coverage, com diversos membros participantes:

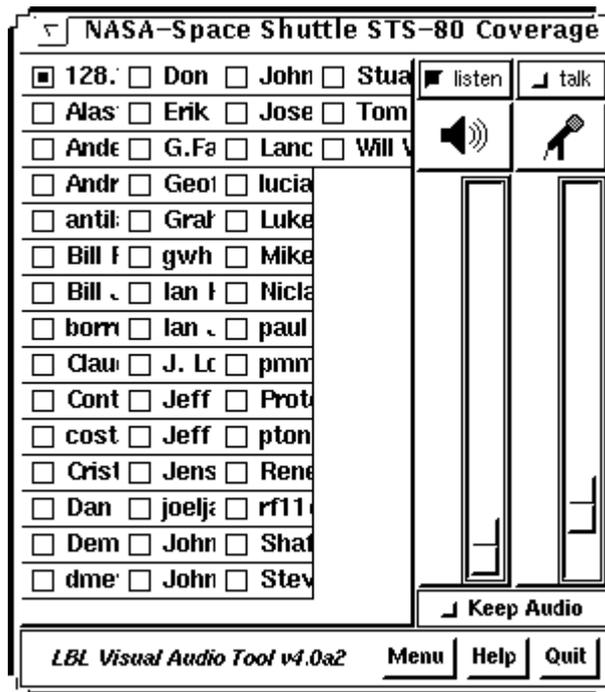


Figura 25: Janela principal da Visual Audio Tool

Esta ferramenta oferece uma série de opções de transmissão, permitindo que sejam selecionados o padrão de compressão de dados (PCM, PCM2, PCM4, DVI, DVI2, DVI4, GSM e LPC4) e a prioridade da transmissão, que a sessão seja criptografada e acessada apenas pelos usuários que possuam sua senha, etc. Estas opções são configuradas na janela Menu, apresentada na figura a seguir:

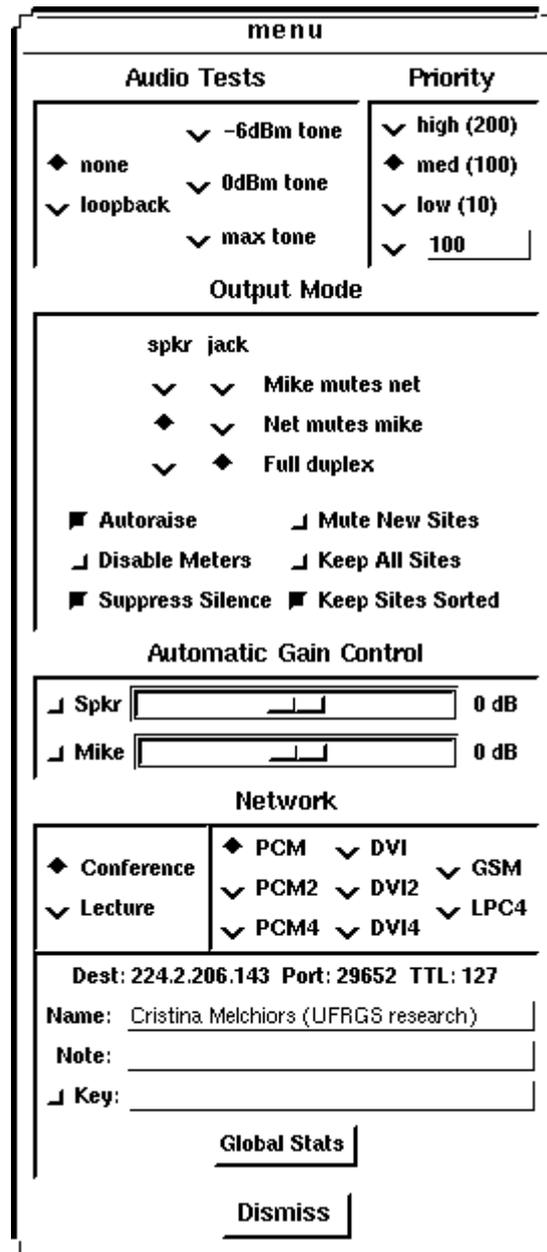


Figura 26: Janela menu da Visual Audio Tool

- **INRIA Videoconferencing System (IVS)**

O IVS [INR96] é um dos primeiros programas que apareceram para videoconferência, datado de julho de 1992, e foi escrito por Thierry Turletti e Christian Huitema do INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique), na França.

O IVS é uma ferramenta feita para suportar conferências de áudio e vídeo sobre a Internet. Ele inclui uma codificação em software com um mecanismo de controle de admissão, e um protocolo para gerenciar os participantes em uma videoconferência.

Os seus codecs de áudio implementam os padrões PCM e ADPCM. O codec de vídeo segue o padrão H.261, e é implementado por software.

Ela usa um algoritmo de compressão mais sofisticado que o nv, uma implementação em software dos formatos CIF e QCIF descritos na recomendação H.261. IVS produz uma taxa de dados baixa, mas devido a demanda de processamento, a taxa de frames é mais baixa que o nv e o atraso é maior.

O IVS também usa um esquema de controle de erros para tratar perda de pacotes. Desde a versão 3.3 o IVS um esquema de controle da taxa de transmissão, que permite o processo de codificação da imagem a adaptar-se às condições atuais de tráfego de rede. Este controle é feito pelo retorno de informações sobre medidas de perdas de pacotes enviadas dos decoders de volta aos coders.

Hoje o IVS está sendo substituído pelas aplicações Rendez-Vous e o FreePhone.

- **Rendez-Vous**

O Rendez-Vous [LYO99] é uma aplicação nova desenvolvida por Frank Lyonnet no INRIA. Este suporta multimídia sobre IP multicast ou unicast, utilizando o protocolo RTP.

Os codecs de vídeo são compatíveis com o padrão H.261 e os de áudio com os padrões ADPCM, PCMU e VADPCM (com suporte HiFi).

- **FreePhone**

O FreePhone foi desenvolvido pelo IP Audio Freaks no INRIA. O FreePhone é capaz de gerenciar várias sessões multicast e unicast simultâneas. Portanto, não há necessidade de se carregar várias instâncias da ferramenta simultaneamente.

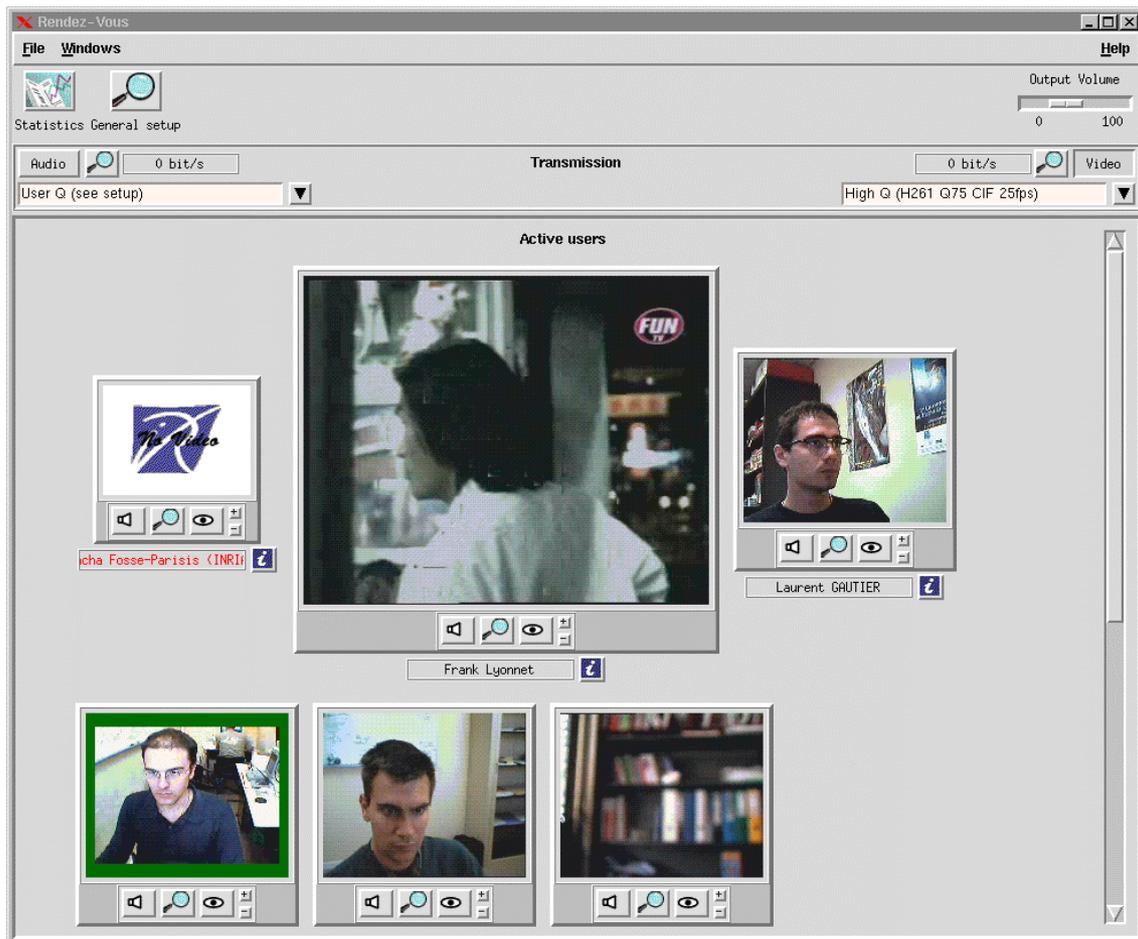


Figura 27: Janela principal da FreePhone

O FreePhone além de implementar o protocolo RTP, possui um protocolo de sinalização para contatar parceiros remotos. Por exemplo, através do uso do botão "Call" e da inserção de um endereço de e-mail, como person@xxx.inria.fr, é possível entrar em contato com "person" no INRIA. O protocolo de sinalização também notifica se a chamada foi aceita ou rejeitada.

Suporta taxa de amostragem que vão desde 8 KHz a 48 KHz. As taxas altas de amostragem como 44 KHz e 48 KHz correspondem a qualidade de áudio de CD e DAT respectivamente. Diferentes participantes de um grupo multicast podem usar diferentes taxas de amostragem de maneira transparente para os usuários.

A aplicação possui um mecanismo de redundância para reconstrução de pacotes. Este mecanismo tem mostrado melhora na qualidade de áudio especificamente quando a taxa

de perda de pacotes é alta. Esta quantidade de informação de redundância incluída em cada pacote pode ser escolhida de maneira manual, semi-automática e automática.

O FreePhone suporta os seguintes padrões áudio: PCMU, VADPCM, ADPCM, GSM e LPC. Uma das vantagens deste software é que ele é compatível com outras aplicações para o Mbone, como o RAT. Ele é compatível com o VAT desde que não se use as facilidades de redundância e alta qualidade de áudio. As figuras 27 e 28 apresentam telas do FreePhone.



Figura 28: Janela menu da FreePhone

- **Network Voice Terminal (NeVoT)**

NeVoT [SCH96a] é um agente que provê comunicação de voz sobre IP em uma rede de dados. Ele opera tanto em ambientes unicast como multicast, usando os protocolos vat ou RTP. O NeVoT faz parte do sistema de conferência SPOKES [SCH96b], que permite a criação de aplicações de multimídia flexíveis a partir de componentes independentes. O NeVoT é dividido em módulos básicos, que rodam como processos Unix independentes:

nevo ou **nevotd**: responsável pelo envio e recepção de dados de áudio da rede.

isc: possui o painel de controle que permite a criação de novas sessões

pmm: é um comando replicador que distribui comandos e mensagens de status entre os agentes.

Esta divisão em módulos simplifica a criação de aplicações multimídia integradas. O NeVoT permite a transmissão de áudio em mono ou estéreo e possui mecanismos de substituição de pacotes perdidos, suportando os seguintes padrões para áudio:

64 Kbps mu-law PCM G.711

32 Kbps ADPCM G.721

32 Kbps Intel/DVI ADPCM

24 Kbps ADPCM G.723

13 Kpbs GSM 06.10

4,8 Kbps LPC

5.9.2.6. Robust Audio Tool (RAT)

O RAT é uma ferramenta de áudio que permite aos usuários participarem em conferências de áudio na Internet. Esta pode ser entre dois participantes diretamente, ou entre um grupo de participantes em um grupo comum de multicast. Não há necessidade de características especiais para usar o RAT no modo ponto-a-ponto, mas em conferências multiponto, todos os participantes devem estar localizados em uma região da Internet que suporta IP Multicasting. O RAT é baseado nos padrões IETF, usando RTP sobre UDP/IP como protocolo de transporte.

O RAT possui mecanismos para minimizar as perdas no envio e técnicas de compensação de perda de pacotes na recepção, bem como adaptação a carga como uma resposta ao desempenho do host. Ele roda em várias plataformas, como: FreeBSD, HP-UX, IRIX, Linux, NetBSD, Solaris, SunOS e Windows 95/NT. O seu código fonte é

público e está disponível para portabilidade para outras plataformas, bem como para sofrer modificações pelos usuários. O RAT usa os codecs de áudio padrão ADPCM [UCL99] e G.726.

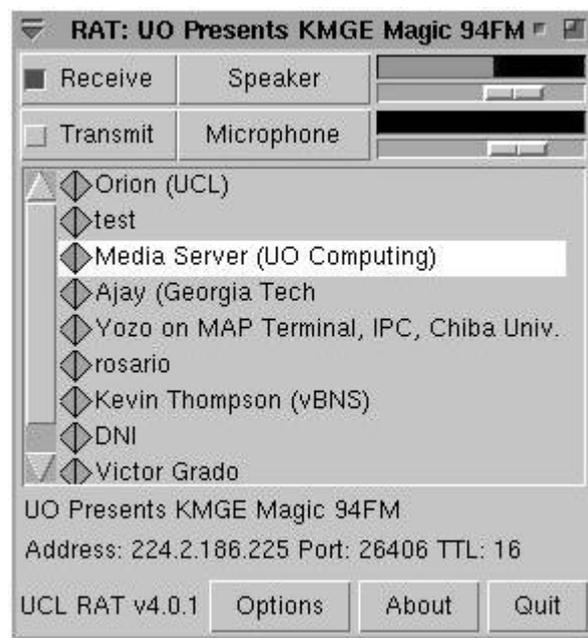


Figura 29: Janela menu da Robust Audio Tool

7.2.3 Ferramentas de Vídeo

As ferramentas de vídeo não necessitam de nenhum equipamento adicional na estação para receber vídeo. Utilizam vários algoritmos de compressão, que comprimem os quadros de vídeo de forma bastante significativa numa taxa de até 20:1 [TRE97].

Entre as ferramentas de vídeo, podemos citar a VideoConference (VIC), a NetVideo (NV) e a INRIA Videoconferencing System (utilizada também para áudio).

- **VideoConference (VIC)**

A ferramenta VideoConference foi desenvolvida com arquitetura flexível e extensível para suportar ambientes e configurações heterogêneas [KUM95]. É baseada na versão 2 do protocolo RTP, e esta disponível para a maioria das plataformas Unix, incluindo PCs rodando Linux e BSD/386.

Esta ferramenta apresenta, na janela principal, a imagem em vídeo sendo transmitida, que pode ser aumentada com um clique sobre ela. São fornecidas informações sobre o evento, como originador, taxa de quadros sendo transmitidos e velocidade. As figuras abaixo apresentam a janela principal e a janela aumentada de imagens capturadas durante a transmissão da NASA:

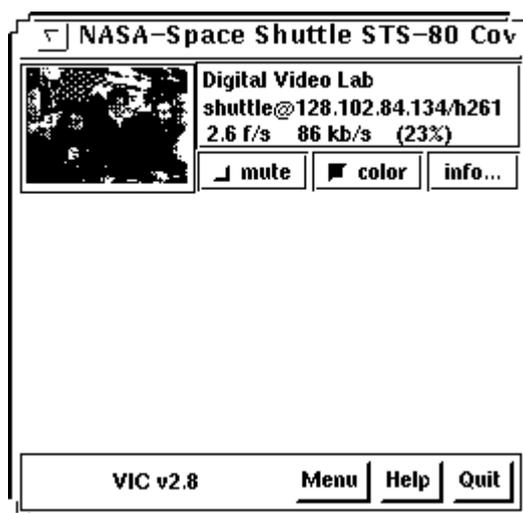


Figura 30: Janela principal da Videoconferência

A ferramenta oferece diferentes esquemas de compressão, utilizando no modo padrão (sem alterações) o esquema de compressão H.261 e o RTPv2 como o mecanismo de transporte da aplicação. Oferece ainda controle da banda de transmissão e possibilidade de criptografia. Estas alterações são feitas na janela Menu, que é acessada com um clique no botão Menu da janela principal.

- **NetVideo (NV)**

O NV utiliza um algoritmo de compressão de vídeo desenvolvido especialmente para atingir baixa vazão de dados e alta vazão dos quadros, e o protocolo RTP versão 1 no nível de transporte da aplicação.

Assim como na VIC, a janela principal apresenta uma imagem reduzida do vídeo e informações sobre a sessão, tais como nome do originador e TTL inicial dos datagramas. Com um clique sobre a imagem, a janela aumentada da aplicação é disparada.

O software decodifica também quadros de vídeo da estratégia multimídia CU-SeeMe codificados no formato CUSM.

7.2.4 Ferramentas de Documentos Compartilhados

As ferramentas de documentos compartilhados permitem que os membros da sessão compartilhem documentos em tempo real, podendo ser efetuadas anotações sobre estes a qualquer momento. São especialmente indicados para transmissões de conferências e aulas de ensino a distância, já que podem ser utilizados como um retroprojeter virtual, onde cópias de transparências de uma apresentação para o público local também podem ser apresentadas para os membros virtuais [TRE97].

Entre as principais ferramentas desta classe podem ser citadas a WhiteBoard (WB) e o Shared Mosaic.

- **WhiteBoard (WB)**

A aplicação WhiteBoard foi desenvolvida por Van Jacobson e Steve MacCanne no Lawrence Berkeley Labs da University of California, em Berkeley. É uma ferramenta que pode ser executada mesmo em condições de baixa quantidade de largura de banda da Internet, atingindo uma vazão muito menor que as aplicações de áudio e vídeo [KUM95].

A WB permite que várias estações compartilhem documentos em tempo real, podendo ser utilizados documentos em texto ASCII, desenhos, anotações a mão livre e páginas em PostScript.

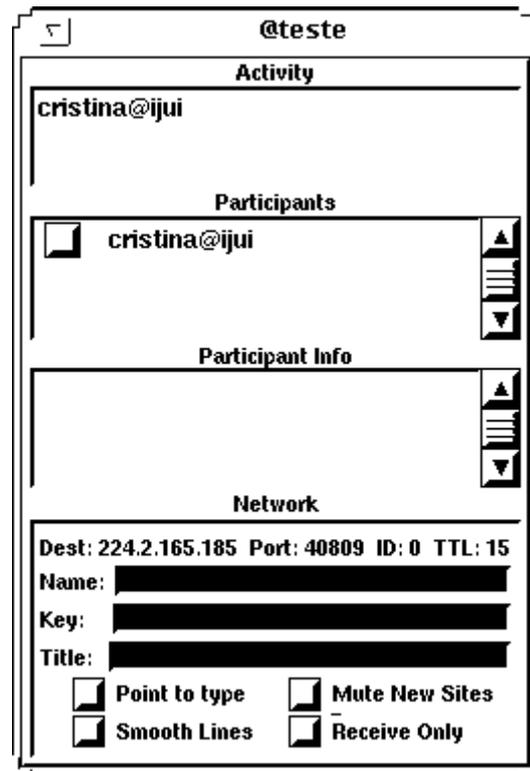


Figura 31: Janela principal do White Board

O controle da sessão é informal, onde todos os participantes podem fazer alterações digitando texto, desenhando gravuras ou fazendo anotações a mão livre sobre a sessão compartilhada. Existem, porém características especiais da ferramenta que fornecem algum controle sobre a sessão, como a capacidade de criar uma sessão no modo de conferência (Lecture mode), que garante que nenhuma das alterações efetuadas por estações diferentes da transmissora será transmitida para os outros participantes. É oferecido também esquema de criptografia para a sessão.

A ferramenta possui a janela principal, onde é apresentado o documento da sessão, e uma janela adicional que fornece informações sobre o evento tais como participantes, membro que está interagindo no momento, informações sobre os participantes, etc. A janela de informações da ferramenta é apresentada na figura 27.

7.3 Sistema IRI

O IRI é implementado em uma Intranet, uma rede onde o acesso é controlado a fim de garantir a performance do sistema.

Muitos sistemas dizem ser interativos mas poucos oferecem realmente envio de vídeo de forma bidirecional e aplicativos compartilhados.

Algumas características do IRI:

Resolução do vídeo: O IRI oferece imagens com resolução de 1159x900 pixels.

Suporta vídeo de forma assimétrica: No IRI, tanto instrutor como estudante tem uma janela para uma sala de aula virtual, ou seja, cada participante pode visualizar a imagens dos outros participantes de forma que todos têm as mesmas experiências.

Interatividade: No IRI todos participam seja utilizando uma tela para fazer anotações que todos podem compartilhar ou através de colaboração em projetos de grupo.

Apoio do instrutor: O IRI auxilia o instrutor a preparar e planejar suas aulas de forma que ele possa guiar a apresentação à classe. O instrutor pode ainda selecionar um estudante em particular para participar da aula.

Simulações de computador: No IRI os alunos podem comprovar suas habilidades manipulando diretamente uma simulação durante a apresentação.

O ambiente de sala de aula virtual suporta uma variedade de sessões, como mostra a figura abaixo.



Figura 32: Sessões no IRI

O instrutor administra a classe durante o tempo de conferência. O estudante é a pessoa que se registra e toma seu lugar na classe virtual.

Ainda temos o administrador que configura o hardware e registra os estudantes. Normalmente quem conduz a classe é o instrutor mas pode ser qualquer membro da classe. O instrutor conduz a discussão utilizando ferramentas colaborativas, ou seja, que permitem a todos participarem de aplicações e seus resultados simultaneamente.

Tipos de sessão:

Conferência: As sessões podem ser ao vivo ou gravadas. Selecionando "class" começa uma sala de aula virtual interativa no conjunto das estações definidas pelo administrador daquela classe. Selecionando "class with recording" a aula é gravada para ver mais tarde.

Revisão: Neste tipo de sessão, estudantes podem rever o material gravado no modo "class with recording".

Planejamento da aula: Neste tipo de sessão o responsável pelo planejamento da aula identifica recursos ou ferramentas (tal como software de aplicação ou arquivos) que estará utilizando na próxima sessão de aula.

Adição de recurso: Neste tipo de sessão, o usuário (instrutor ou estudante) identifica os recursos necessários para uma aula, tal como testes, estudos, graus, designações, projetos e programas. IRI copia esta informação e arquiva dentro de pastas apropriadas mantidas com o material de curso. As pastas tornam-se parte de um WebBook, um recurso do IRI disponível aos estudantes com acesso a Internet de qualquer localização (casa, por exemplo) e um browser Netscape igual 2.0 ou superior. Assim, os estudantes podem acessar a aula agendando o tempo através da intranet. WebBook contém instruções de anotações, assim como se as notas do estudante fossem tomadas durante a aula.

Durante a aula

A figura abaixo mostra a tela do computador durante o modo classe.

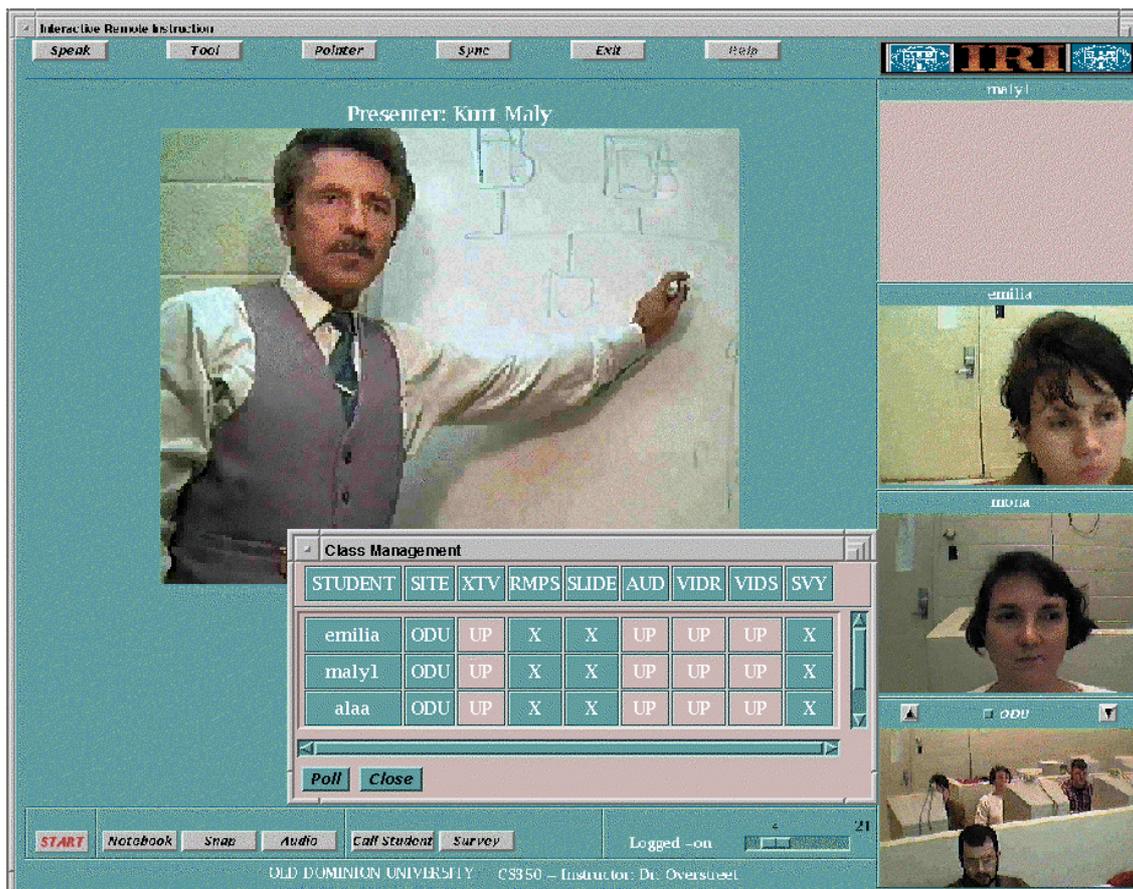


Figura 33: Modo Classe

A figura mostra também grupos de discussão. No lado direito são imagens de vídeo de estudantes participando de uma discussão. Estudantes podem também unir-se a grupos de discussões selecionando imagens de vídeo, ou o próprio instrutor pode criar grupos de discussão escolhendo seus usuários.

O áudio é livre e nenhum botão deve ser pressionado para não descontinuar a conversa. O áudio pode também ser desligado pelo aluno.

No centro da tela da figura 33 temos uma lista de participantes da aula, suas localizações e a condição de suas estações na sala de aula virtual. Isto permite ao instrutor invocar um aluno de forma individual. A condição da estação de trabalho é útil para identificar problemas de rede e por vezes o instrutor pode reiniciar a sessão para resolver algum eventual problema.

Compartilhando ferramentas:

O ambiente IRI oferece 3 tipos de ferramentas:

Common X Windows: Inclui ferramentas como Netscape, acroread, Matlab, gdb debugger.

IRI Multiuser: Estas ferramentas foram escritas para explorar o ambiente de rede compartilhado da arquitetura IRI.

IRI single-user: São ferramentas usadas por um único usuário em uma estação.

Funções compartilhadas vs. funções particulares

Usuários do IRI devem saber distinguir entre o que se está compartilhando e o que é particular. Todos os recursos públicos são identificados em uma barra de recursos no topo da área de trabalho. As funções particulares, como controles do usuário da estação, estão no fundo da tela. O IRI identifica o controlador de cada recurso compartilhado para que todos possam ver. Guarda também um registro da janela compartilhada com sua posição e dimensiona os conferencistas na tela. O conferencista pode usar um botão de sincronização para forçar que todas as telas mostrem a mesma imagem.

Ambiente IRI de sala de aula virtual não emula unicamente uma sala de aula tradicional, mas reuniões com o desafio de criar recursos de sala de aula tradicionais fáceis para acessar.

- É Capaz de executar qualquer aplicação (Matlab, debugger, Netscape) em modo colaborativo. Cada estudante pode controlar a aplicação e traz informação de várias mídias à tela.

- Habilita estudantes para assimilar mais informação e aprender mais facilmente. Com as sessões WebBook, class with recording e Review, estudantes podem acessar detalhes da aula sem estar presentes. Eles podem absorver não unicamente a conferência, mas toda a interatividade que não absorveram em algum ponto da aula.

- Suporta o processo ensino-aprendizagem completo, incluindo preparação de conferência, planejamento da aula, apresentações, testes, exames, dever de casa, estudos, projetos, etc.
- Estudantes com níveis diferentes de conhecimento em computador. Estudantes com somente um pequeno conhecimento de computador são capazes de explorar recursos avançados do computador, utilizando o IRI.
- Dá ao conferencista um mecanismo de retorno que dá a situação do sistema e a classe.

Reliable Multicast Protocol server

O RMP usa um protocolo associado a um protocolo desenvolvido pela Universidade de California no Berkeley e Universidade Do Virginia De Oeste.

O servidor cria um processo para tratar a comunicação necessária para cada grupo do multicast.

Processos de Áudio

Processos de Áudio tratam dados de voz. Um canal de áudio é reservado ao instrutor para usar a qualquer momento, enquanto estudantes compartilham um canal de áudio.

Quando um estudante deseja falar, o processo envia os dados de áudio capturado para um canal livre. IRI usa detecção de silêncio no áudio para alocar ou desalocar o sinal dos canais áudios.

Processos de Vídeo

Vídeo processa captura e exibição de imagens do conferencista e estudantes assim como a imagem do site selecionado pelo instrutor. Novamente, um canal de vídeo é reservado ao conferencista, mas (correntemente) os canais existentes são divididos dentre os estudantes e os vídeos do site de sala de aula. O processo enviado captura e envia a imagem do conferencista em 30 frames por segundo (fps) e dos estudantes em 10 fps.

Versão do IRI 1.0 tem dois canais de vídeo do estudante e um canal de vídeo do site. Em versões futuras, IRI deverá ser capaz de monitorar as condições de rede e ajustar as janelas de vídeo individuais em resposta às cargas de rede.

IP multicast

IP multicast é utilizado para transmitir áudio e dados de vídeo. Para enviar dados para um canal particular, o processo enviado (áudio ou vídeo) envia mensagens UDP ao grupo do IP multicast correspondente.

Arquitetura De Hardware

A arquitetura de hardware está em essência a utilização da intranet com alta largura de banda.

Alguns recursos do IRI são:

Quando o aluno quer fazer alguma pergunta e pressiona o botão “atenção” e o conferencista ao reconhecer o sinal, verifica quem é o aluno que quer perguntar e o mesmo pode então fazer a pergunta.

Sua principal aplicação é o ensino a distância, mas extensões de sua aplicação estão voltadas para o treinamento industrial. As três condições para que isto ocorra é possuir uma intranet de alta performance, estações multimídia e o software iri. O IRI reduz o tempo e custos para treinamentos.

As sessões podem ser registradas para futuros treinamentos.

7.4 Comparativo entre as ferramentas

Neste capítulo serão abordados os pontos de cada ferramenta aqui demonstrada.

De acordo com os estudos sobre o Cu-SeeMe, pôde-se levantar suas principais características, sendo que sua utilização é simples e intuitiva. Entre seus recursos podemos citar a utilização do protocolo TCP/IP o que o torna popular por ser o mesmo

protocolo da Internet, tem implementações para sua utilização em windows e MacIntoch, sua comunicação é basicamente um-para-um.

Outra funcionalidade desta ferramenta é a possibilidade de se utilizar um refletor, que o torna uma ferramenta capaz de transmitir em um-para-muitos ou muitos-para-muitos.

O refletor pode receber uma conexão multicast e refletir os pacotes multicast em pacotes unicast, para aqueles usuários que não possuem a capacidade multicast.

O refletor pode receber uma streaming de áudio e vídeo unicast gerada por um usuário e produzir pacotes multicast para vários participantes, ou outros refletores.

O refletor CU-SeeMe pode também refletir conferências apenas de áudio, pois pode ser que alguns usuários não possuem a capacidade de transmitir vídeo.

São várias as funcionalidades que tornam o Cu-SeeMe uma ferramenta de grande aceitação, sendo que a mesma concentra todos os requisitos para aulas em tempo real como transmissão de áudio, vídeo, quadro branco, compartilhamento de arquivos e bate-papo, embora sua maior utilização seja para videoconferências na Internet. O Cu-SeeMe tem muitas vantagens sobre o Netmeeting, uma vez que com o recurso do refletor é possível obter uma transmissão um-para-muitos e muitos-para-muitos, o que não acontece com o Netmeeting que apesar de também concentrar recursos de áudio vídeo, quadro branco e compartilhamento de arquivos, permite apenas a comunicação de áudio e vídeo um-para-um. O recurso de bate-papo permite que os participantes conectados comuniquem-se entre si, mesmo não podendo receber áudio e vídeo. Neste contexto a melhor escolha seria o Cu-SeeMe.

Em seguida será feita a comparação entre o Mbone e o Cu-SeeMe.

O Mbone não é uma ferramenta, mas uma rede experimental que roda sobre a Internet utilizando ip multicast e roteadores específicos para transmissão multicast.

São várias as ferramentas que fazem parte do Mbone o que é um diferencial em relação ao Cu-SeeMe que concentra ferramentas de áudio, vídeo e outras funcionalidades em

uma única ferramenta. Desta forma o Mbone permite que se utilize a ferramenta que melhor lhe convier. As ferramentas mais utilizadas são: VIC, VAT, WB, SDR.

- **Ferramenta de anúncio de sessão**

O SDR é uma ferramenta de anúncio de sessão e é utilizada para criar, reservar e anunciar uma sessão de difusão. SDR reserva canais de áudio, vídeo e quadro branco, permitindo que o tráfego gerado seja isolado somente entre os participantes das sessões. Também possui uma janela principal com sessões para aquele momento. Ao se clicar em um dos eventos pode-se obter informações como TTL, endereço classe D da transmissão, portas utilizadas entre outras informações. Outra ferramenta de anúncio de sessão é o MMCC, que pode ser utilizada em substituição ao SDR.

- **Ferramenta de áudio**

Entre as ferramentas de áudio pode-se citar: VAT, NetVoT, IVS, Freephone, Rendez-Vous, RAT.

Os padrões de áudio suportados pelo VAT: Suporta os padrões de áudio: PCM, PCM2, PCM4, DVI, DVI2, DVI4, GSM, LPC4.

O IVS suporta áudio e vídeo para Internet sendo os padrões de áudio suportados o PCM e o ADPCM. O padrão de vídeo é o H.261. Uma grande vantagem desta ferramenta é a utilização de um esquema de controle de erros que permite adaptar-se as condições atuais de tráfego na rede.

O Rendez-vous suporta IP Multicast ou Unicast com o protocolo RTP. É compatível com os protocolos ADPCM, PCMU, VADPCM e o padrão H.261.

Freephone gerencia várias sessões de multicast e unicast e utiliza o protocolo RTP, suporta ainda PCMU, VADPCM, ADPCM, GSM e LPC sendo ainda compatível com o VAT citado anteriormente.

RAT é uma ferramenta de áudio que permite aos usuários participarem de conferências de áudio na Internet. Pode ser entre dois participantes diretamente ou entre um grupo

comum multicast. Uma das grandes vantagens desta ferramenta é que seu código fonte é público além de rodar em diversas plataformas.

- **Ferramentas de Vídeo**

A ferramenta VIC é baseada também no protocolo RTP com padrão de compressão H.261 e RTP2. NetVideo decodifica quadros de vídeo do Cu-SeeMe.

- **Ferramenta de documentos compartilhados**

O Whiteboard tem as mesmas funcionalidades do quadro branco do Cu-SeeMe e do Netmeeting.

Observando a lista de opções das ferramentas Mbone bem como suas funcionalidades e compatibilidades, pode-se dizer que a vantagem do Mbone sobre o Cu-SeeMe está no leque de opções de ferramentas a ser escolhido conforme suas necessidades e ou compatibilidades com padrões de áudio e vídeo. Mas como o Mbone ainda é uma rede experimental e ainda não acessível a grande parte dos usuários o Cu-SeeMe pode ser considerado a melhor opção para a estrutura de Internet atual. Com a mudança do cenário através da adição de roteadores multicast, futuramente pode-se pensar em aplicações de ensino a distância desenvolvidas sobre Mbone.

O sistema IRI é um sistema de ensino a distância completo, mas restrito a uma Intranet, o que limita o raio de atuação desta ferramenta. Suas funcionalidades são ideais para o ensino a distância mas como o objetivo é o de levantar os requisitos para WEB, o mesmo não será levado em consideração para comparação e escolha de uma ferramenta.

7.5 Conclusão

Neste capítulo foram abordadas ferramentas para transmissão de áudio e vídeo como Cu-SeeMe, Netmeeting, Mbone e IRI e suas respectivas características, procurando através de comparação entre seus pontos fortes e fracos, verificar qual seria a melhor escolha para se utilizar, através dos recursos atuais da WEB, chegando-se a conclusão que, dentre elas a que reúne características aceitáveis para a estrutura atual é o Cu-SeeMe.

Através da análise do sistema IRI percebe-se que a ferramenta é um excelente ambiente para aulas a distância, sendo que uma de suas principais características é o compartilhamento de aplicações. O canal de comunicação bidirecional é uma característica essencial para o EaD. Sistema IRI permite também que o instrutor crie e gerencie suas aulas. Também é possível gravar as aulas dadas para análise de pontos que não ficaram claros durante a apresentação, embora o aluno possa entrar em contato com o professor durante a aula, mas este recurso permite que uma análise mais profunda seja feita além de auxiliar para futuros treinamentos. Mas esta opção não foi escolhida devido ao fato de limitar-se a uma Intranet como forma de preservar seus recursos de transmissão.

A seguir será apresentado o desenvolvimento do projeto proposto para esta dissertação visando ministrar uma aula a distância usando recursos multimídia.

8. Ferramenta de Ensino a Distância Proposta

Nos capítulos anteriores foram descritos sistemas de transmissão de dados multimídia já desenvolvidos e testados. Alguns disponíveis para mais de um sistema operacional como o CU-SeeMe, outros que funcionam apenas em um respectivo sistema operacional como o Netmeeting e o Sistema IRI que foi desenvolvido para atender as necessidades particulares de uma universidade. O objetivo deste capítulo é selecionar um conjunto de ferramentas e através delas desenvolver um protótipo de um sistema de ensino a distância.

O projeto a seguir foi desenvolvido utilizando as ferramentas integradas ao Windows Media. A escolha foi feita procurando encontrar um conjunto de ferramentas que fossem multiplataforma para o cliente e que permitisse o acesso com uma configuração mínima de hardware.

As ferramentas encontradas no Windows Media permitem que ajustes sejam feitos de forma a melhorar o desempenho em máquinas que não tenham a configuração das tecnologias de hardware disponíveis no mercado atualmente. É possível através do Windows Media, melhorar as taxas de transmissão dos arquivos ASF (Advanced Streaming Format) informando a taxa de transmissão desejada, adequando-se assim a taxa disponível no momento.

O computador onde será transmitida a aula ao vivo deverá ter instalado o Windows Media que é composto por três componentes:

Windows Media Tools, Windows Media Services e o Windows Media Player.

Como o projeto prevê a utilização da Internet como meio de transmissão, as pesquisas indicaram que o Windows Media seria o mais indicado, por ser capaz de se adaptar as condições de transmissão. Em caso de congestionamento na rede, pacotes deixariam de ser transmitidos, pois não seriam recebidos pelo usuário.

A utilização do Windows como sistema operacional se deve ao fato de que este conjunto de ferramentas foi desenvolvido pela Microsoft, embora esta escolha venha coincidir com

a decisão de utilizar a linguagem ASP (Active Server Pages) para construção de páginas web dinâmicas.

Através das ferramentas aqui abordadas pode-se desenvolver um ambiente totalmente multimídia e interativo, embora o sistema aqui desenvolvido seja apenas um protótipo como o tema propõe desde o início.

8.1 Descrição das ferramentas utilizadas

O ambiente a seguir foi desenvolvido utilizando a tecnologia ASF em conjunto com programação ASP. O objetivo aqui é o de criar um ambiente que sirva para ministrar aulas a distância utilizando as várias formas de mídia conhecidas. Com a tecnologia ASF, foi adicionado o vídeo em conjunto com o áudio em tempo real, e com conhecimentos em html e programação ASP foi desenvolvido o chat onde o aluno deve ter um usuário e senha para poder conectar-se a este ambiente. Uma vez conectado seu usuário servirá para identificá-lo no bate-papo enquanto permanecer na sessão. Isto é possível devido ao armazenamento de seu usuário em uma variável de sessão da linguagem ASP.

A apresentação em Power Point se dá de forma simples convertendo todos os slides em imagens e sendo acessados no ambiente através de links comuns da formatação html.

Antes de demonstrar o funcionamento do ambiente criado para esta dissertação será abordada a ferramenta utilizada para construção do mesmo.

8.2 Windows Media

A tecnologia Windows Media é um conjunto de softwares com os quais é possível criar soluções completas na área de streaming media. Ao contrário de outros tipos de aplicações, o streaming envolve uma diversidade de softwares cada qual com características bem distintas e definidas.

A tecnologia é composta por três componentes que são Windows Media Tools, Windows Media Services e o Windows Media Player. Estes três componentes juntos oferecem uma solução completa para streaming que vai desde criação e disponibilização até reprodução de conteúdo multimídia.

8.2.1 Windows Media Tools

Composto por programas e plug-ins para criação de conteúdo. Com estas ferramentas é possível efetuar a conversão de outros formatos para o formato Windows Media chamado ASF (Advanced Streaming Format).

8.2.1.1 WINDOWS MEDIA ENCODER

Pode ser utilizado para disponibilização ao vivo de conteúdo em uma rede. Com este componente foi possível enviar vídeo ao vivo para uma página WEB.

8.2.1.2 WINDOWS MEDIA AUTHOR

Pode ser utilizado para a criação de apresentações ilustradas utilizando elementos gráficos e comandos de script.

8.2.1.3 WINDOWS MEDIA INDEXER

Utilizado para edição de material multimídia em formato Windows Media (ASF).

Windows Media On-Demand Producer: utilizado para editar, processar e decodificar conteúdo multimídia, além de adicionar marcadores e comandos de script.

8.2.2 Windows Media Services

É composto pelo Windows Media Server e seus componentes, um conjunto de serviços com a finalidade de distribuir conteúdo multimídia, que pode estar em forma de arquivo ou live stream.

8.2.3 Windows Media Player

Utilizado para reproduzir conteúdo multimídia em ASF ou outros formatos.

8.3 ASF

O ASF (Advanced Streaming Format) é o formato utilizado pela tecnologia Windows Media para arquivos. Os dados são fragmentados em pequenos pacotes numerados contendo cada um parte da informação. O servidor Windows Media é capaz de se

adaptar às condições de transmissão, por exemplo, em caso de congestionamentos na rede, ele deixa de enviar pacotes que não seriam recebidos pelo usuário.

8.4 Intellingent Streaming

Intelligent Streaming é um conjunto de dispositivos da solução Windows Media que é capaz de automaticamente detectar as condições de uma rede e ajustar as propriedades de um vídeo stream visando um ganho de qualidade. Por exemplo, o usuário de um Laptop pode conectar-se a um provedor de acesso a Internet via DSL a 300 Kbps em casa, conexão T1 a 1.5 Mbps no trabalho ou modem de 56 Kbps.

A solução Windows Media é um sistema baseado em arquitetura cliente/servidor, tal característica permite comunicação direta entre o cliente e o servidor para estabelecer o throughput da rede e definir os ajustes para maximizar a qualidade do stream diante das condições atuais de transmissão.

O fato de uma conexão ser de alta velocidade não garante que a largura de banda suporte a taxa de bits de uma transmissão. Na verdade, a largura de banda é determinada pelas condições atuais da rede. Como o tráfego numa conexão Internet é bastante variável, um stream sofre constantes alterações ou até mesmo interrupções.

Para garantir uma apresentação contínua o Intelligent Streaming envia o stream na largura de banda apropriada e dinamicamente ajusta a taxa de bits de acordo com as alterações na largura de banda.

8.5 Projeto

Estamos acostumados a verificar se o software foi desenvolvido para uma determinada plataforma antes de instalá-lo. Se o usuário possui um microcomputador com sistema operacional linux, seus softwares devem ser desenvolvidos especificamente para linux. Com base nisso pensou-se em desenvolver algo que pudesse ser acessado em qualquer microcomputador com qualquer sistema operacional e a idéia de desenvolver a ferramenta baseada em um browser para ser executada, parecia ser a mais próxima do que se procurava fazer. Em seguida foi projetados a página com um layout agradável ao usuário de forma que a página descarregada pelo browser não ficasse muito carregada,

mas com o mínimo exigido para uma transmissão multimídia. Foram acrescentadas as seguintes tecnologias para desenvolver o site para ministrar aulas a distância:

Asp: Para a criação do chat. Por ser uma linguagem que permite desenvolver sites com muita flexibilidade e com uma interação maior do usuário. A escolha baseou-se também na facilidade de criação de recursos como senha para acesso e identificação dos usuários/alunos presentes no chat. A função principal do chat na página é de permitir maior participação do aluno em relação a aula ministrada. O aluno poderá fazer perguntas a qualquer momento pela página para tirar eventuais dúvidas a qualquer momento durante a apresentação. O usuário que não estiver cadastrado não poderá participar da aula uma vez que deve estar cadastrado em um banco de dados access controlado pelo professor.

As apresentações de transparência foram criadas no power point onde utilizou-se o recurso de converter as apresentações em imagens com extensão gif.

A página é composta portanto de uma apresentação simulando o power point, transmissão de vídeo gravado ou on-line e um chat para que o usuário/aluno interaja com a apresentação.

Vantagens desta Ferramenta

- Aluno não precisa dispor de uma câmera pois apenas a transmissão do professor é enviada pela rede;
- Não é necessário um grande investimento em hardware por parte do aluno pois com um equipamento Pentium 100 com configurações básicas contendo um browser do Iexplorer versão 5.5 ou Netscape e caixas de som, é possível acompanhar as aulas;

Desvantagens

Por se tratar de uma transmissão através da web o desempenho dependerá do tráfego no momento da transmissão;

A transmissão se dá através de broadcast. Uma aula a distância teria como requisito desejável uma transmissão multicast;

O windows media tools deve estar instalado na máquina onde a aula será ministrada e portanto será a partir desta máquina que o usuário/aluno deve acessar para visualizar a página. Esta máquina deve ter uma configuração de hardware muito melhor que a dos alunos e possuir uma conexão com banda larga.

O equipamento desejável seria um Pentium 500 com 256 MB de memória RAM, câmera, microfone do tipo headphone.

A figura a seguir demonstra a página que tem um funcionamento simples e intuitivo ao usuário. Para ter acesso ao site o endereço é:

<http://www.joinvillefacil.com.br/mestrado/login.asp>

Usuário: convidado

Senha: convidado

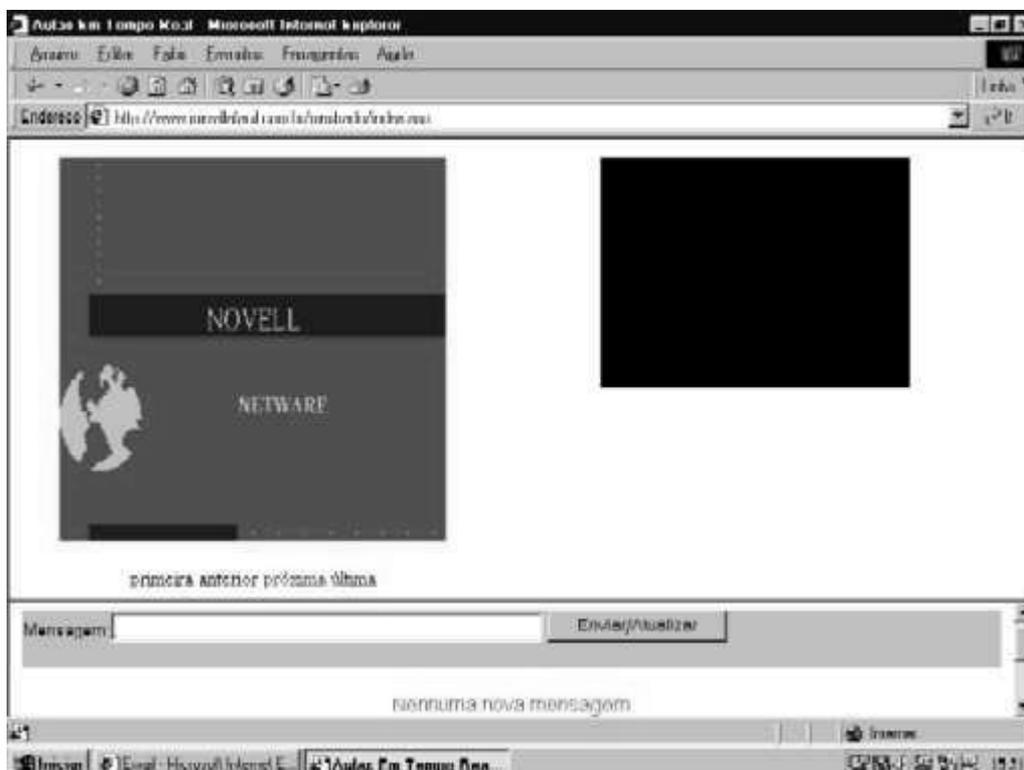


Figura 34: Página Desenvolvida para EaD

8.6 Conclusão

O projeto acima foi desenvolvido apenas para se ter a noção da complexidade de modelar um sistema para EaD. Vários outros fatores devem ser levados em consideração como foi o caso do Sistema IRI, que permite um ambiente realmente interativo e multimídia. Apesar de parecer uma simples página com envio de vídeo e áudio, várias ferramentas foram estudadas para que o projeto fosse construído. Seria desejável também que neste projeto o professor tivesse um controle maior sobre as páginas, não permitindo que os alunos avançassem para outros slides. Isto seria possível utilizando applets Java. Este recurso permitiria que todos os alunos conectados àquela aula estivessem em sincronia com a mesma e sob total controle do professor.

São muitas as tecnologias e ferramentas disponíveis para ministrar aulas a distância mas poucas oferecem um ambiente onde o usuário possa comparar com o ensino tradicional e sentir que muitas das ferramentas são perfeitamente substituídas sem maiores problemas.

9. Conclusão

O ensino a distância já passou por várias transformações no decorrer dos anos. Embora só agora o tema esteja em evidência, com outros nomes já fez com que muitos alunos obtivessem sua certificação em ambientes dispersos geograficamente. Vários foram os autores que conceituaram o EaD de forma a esclarecer sua importância.

O objetivo de ensinar a distância ainda é o mesmo do proposto nos primeiros modelos, o que mudou foram as formas de comunicação que antes demoradas, agora são transmitidas ao vivo para os alunos. Os alunos têm atrativos para participar dos cursos EaD agora oferecidos, pois a possibilidade de ver o professor, tirar suas dúvidas no momento da aula, poder acompanhar a comunicação não apenas de áudio mas de movimentos, considerados tão importantes no entendimento humano; “Uma imagem vale mais que mil palavras”, este ditado parece ter sido criado para o ensino a distância.

O que permitiu esta interatividade foi a tecnologia crescente das redes de computadores aliada aos softwares criados para a finalidade de ensinar através de recursos como envio de áudio e vídeo e aos recursos como compartilhamento de aplicações de forma colaborativa.

No início os requisitos de rede eram muito mais exigentes e dispendiosos do que atualmente. Redes ATM eram a opção para teleconferências, pois as mesmas oferecem um serviço de rede orientado a conexão e uma grande largura de banda, que são requisitos ideais e essenciais para transportar dados tão grandes como vídeo e áudio.

A WWW inicialmente foi criada para transportar dados que não fossem sensíveis ao atraso como é o caso do vídeo e principalmente do áudio. Para este fim a grande rede estava servindo bem aos propósitos, mas com o crescente aumento dos PCs conectados a Internet, muitas empresas voltaram seus esforços para a criação de softwares que permitissem o tráfego de vários tipos de mídias em uma rede orientada a pacotes. Neste contexto surgiram softwares que diminuía o tamanho dos arquivos através de algoritmos de compressão, permitindo que conexões com velocidades muito baixas tivessem acesso a estes dados. A resolução do vídeo não é a esperada e muitos

decepcionaram-se com as imagens, pois estão acostumados com uma quantidade maior de quadros por segundo.

Tecnologias de rede como Mbone transportando dados sobre IP através do tunelamento, permitiram mudar esta realidade, outros softwares permitiram ao usuário alterar as configurações de conexão e resolução para obter maior velocidade. As redes ATM prometiam ser o futuro, mas seu alto custo inviabilizou este projeto para usuários comuns. Com o Gigabit Ethernet soluções mais baratas, e que não necessitavam uma mudança total do cabeamento da empresa, permitiram que investimentos fossem dedicados às tecnologias que envolvem o ensino a distância. Como exemplo de sucesso pode ser citado o Sistema IRI que fornece um grande número de recursos através de uma Intranet de alta velocidade.

Os estudos sobre aulas ao vivo passam obrigatoriamente por um estudo profundo sobre áudio e vídeo. Sabe-se que transmitir dados de áudio e vídeo, não depende apenas da largura de banda ou de equipamentos com alto poder de processamento mas sim de esquemas de compressão que permitam a transmissão de forma a não congestionar a rede e também que usuários de computadores com hardware menos avançados tenham acesso a estas transmissões.

Entre os padrões pesquisados encontra-se o PCM, que é o padrão de áudio mais antigo. O padrão GSM é utilizado na telefonia celular e tem uma boa taxa de compressão de 8000 bytes por segundo para 650. Mesmo com uma boa taxa de transmissão, não é amplamente utilizado por necessitar de hardware que acompanhe a velocidade com que o áudio chegará. Isto significa que mesmo economizando largura de banda deve-se ter a compensação de uma cpu muito veloz. Entre outros padrões podemos citar:

ADPCM: Reduz pela metade a taxa de dados, gerando portanto um fluxo de 4000 bytes por segundo com menos poder de processamento.

LPC: Oferece um dos maiores graus de compressão. Utiliza muitos cálculos com pontos flutuantes e a máquina deve ter um excelente co-processador matemático. É

extremamente sensível a ruídos de alta frequência ou nível de entrada de sinal muito alto. Deve ser utilizado quando os outros esquemas falham.

Podemos citar também a Recomendação G.711 (Codificação básica de sistema de telefonia), e a Recomendação G.722 (Possibilita fala de alta qualidade em largura de banda de 64 Kbps).

Com tantos esquemas de compressão a única afirmação que se pode fazer é que o melhor método de compressão é aquele que melhor se adapta às características do equipamento e da conexão utilizada.

Também foi realizado um estudo sobre Streams de áudio e vídeo onde o vídeo dos lábios se movendo possuem relação de tempo crítica com áudio resultante, pois não é agradável ao ser humano que o som venha antes do movimento dos lábios.

Para transmissão de vídeo, a qualidade aceitável é de 6 quadros onde já é possível perceber movimentos e expressões de pessoas. Mesmo assim as taxas de compressão de vídeo devem ter um maior cuidado pois quanto melhor a taxa de compressão de vídeo mais tempo levará para executar o algoritmo. As soluções auxiliares, encontradas para melhorar a transmissão de vídeo são a diminuição da qualidade e a degradação das imagens do vídeo. Foram efetuados testes de forma a diminuir o tamanho da janela do vídeo. O tamanho da janela tem relação inversa à qualidade das imagens. Também foi alterada a coloração das imagens do vídeo onde percebeu-se que tons cinza carregam menos informação que em cores. Os métodos de compressão de vídeo utilizados nos teste foram o Jpeg, Mpeg-1 e Mpeg-2.

O desafio deste estudo se encontra no fato de a internet ter sido criada para transmissão de textos. O Tráfego multimídia possui características diferentes que requerem novos protocolos. Aplicações de vídeo e principalmente de áudio não podem tolerar atraso ou reenvio de pacotes, portanto usam o protocolo UDP. Algumas das diferenças do UDP em relação ao TCP se devem aos fatos de que atrasos perceptíveis, mecanismos de controle do Top/slow start e multiplicative decrease podem interferir na taxa de reprodução de um vídeo ou áudio. O TCP também não utiliza caminhos fixos.

As Ferramentas H.323 seguem o padrão ITU-T série H para a videoconferência sobre IP/Ethernet. O padrão H.323 refere-se a qualidade da videoconferência sobre IP/Ethernet. Entre as ferramentas que utilizam este padrão estão o Cu-seeme. O Cu-SeeMe é uma ferramenta que permite o envio e recebimento de áudio e vídeo em tempo real. Este software permite que haja conexão de vídeo em tempo real de um-para-um. Isto significa que somente dois computadores rodando o Cu-SeeMe podem se comunicar. Existe uma implementação chamada refletor que permite a interação um-para-muitos. Esta característica não é encontrada em softwares como o Netmeeting. Outra funcionalidade do Cu-SeeMe, é a possibilidade de congelar a imagem ao transmitir áudio e vídeo simultaneamente de forma a aumentar os recursos de rede para o áudio.

Netmeeting é uma ferramenta que permite o envio de áudio e vídeo para um usuário que não possui hardware para transmitir vídeo. Entre seus controles de transmissão podemos citar a possibilidade de controlar a velocidade de envio de vídeo assim como a qualidade da imagem a ser enviada. Pode-se ainda alterar o tamanho da janela de vídeo a ser enviada a outro usuário durante a videoconferência. Estas funções permitem um melhor desempenho no envio de dados multimídia.

Após os testes efetuados com as ferramentas netmeeting, o cu-seeme e os estudos feitos sobre Mbone, pode-se ter uma idéia de como construir o ambiente de ensino a distância, mesmo que sejam soluções já prontas e que não foram desenvolvidas com o objetivo específico de ensinar a distância e sim de permitir a comunicação entre dois ou mais computadores. As versões aqui avaliadas são disponibilizadas gratuitamente, com exceção do refletor do Cu-SeeMe que possui um custo pois permite interação de um-para-muitos entre os participantes.

Para o modelo proposto na dissertação foram escolhidas as ferramentas encontradas no Windows Media, pois as mesmas permitiam que ajustes fossem feitos de forma a melhorar o desempenho em máquinas de alunos que não tivessem configuração com tecnologias de hardware atuais.

Entre as características pesquisadas podemos citar o controle do número de quadros enviados. Quanto menor o número de quadros, mais rápido será recebido e processado o

vídeo, mas em contrapartida sua nitidez de movimentos será prejudicada. Esta não é a maior das preocupações uma vez que o mais importante em uma transmissão é que o áudio seja priorizado, pois a perda de um ou mais pacotes podem tornar a comunicação incompreensível. O Windows Media também foi considerado como o mais indicado para a construção deste modelo por permitir que em caso de congestionamento da rede sua capacidade de se adaptar as condições de transmissão melhorem o desempenho das máquinas receptoras. Isto se dá através do Intelligent Streaming que é um conjunto de dispositivos capaz de detectar as condições de uma rede e ajustar as propriedades de um vídeo stream visando um ganho de qualidade. Um exemplo claro disso seria um usuário com um laptop com uma conexão via DSL a 300 Kbps, conexão T1 a 1.5 Mbps no trabalho ou modem de 56 Kbps. Em todas as situações o intelligent Streaming se adaptaria as condições da rede. Isto é possível, pois a solução Windows Media possui um sistema baseado em uma arquitetura cliente/servidor o que permite a comunicação direta entre cliente e servidor.

Já a escolha do Windows como sistema operacional servidor se deve ao fato de que o conjunto de ferramentas foi desenvolvido pela Microsoft e também pelo fato de a linguagem utilizada na construção do site ser ASP (Active Server Pages), que permite o desenvolvimento de páginas dinâmicas. Páginas dinâmicas permitem a interação entre o usuário e o site. Esta interação se dá através de ambientes de bate-papo onde o aluno pode se comunicar com o professor ou com outros colegas bem como enviar e receber informações. Todas estas interações se dão em uma comunicação ao vivo. A linguagem ASP permite também que dados multimídia sejam enviados e recebidos.

O Windows Media Tools é uma ferramenta composta por plug-ins para criação de conteúdo. Para disponibilizar o conteúdo ao vivo em uma rede foi utilizado o componente Windows Media Encoder. Para criar e editar arquivos em formato Windows Media (ASF) foi utilizado o Windows Media Indexer.

O Windows Media Services é um conjunto de serviços que permite distribuir conteúdo multimídia, que pode estar em forma de arquivo, ou seja uma aula multimídia já gravada ou live stream que é a transmissão de dados multimídia ao vivo.

A utilização do Windows Media Player tem como objetivo transformar conteúdo multimídia ASF em outros formatos.

Utilizando-se então das características do Windows Media acima abordadas, contruiu-se uma solução com as seguintes características:

Envio de áudio e vídeo ao vivo ou gravado, apresentações de transparências e área para trocar informações entre os participantes da aula, também conhecida popularmente com bate-papo.

Neste ambiente procurou-se desenvolver o mínimo de segurança para manter a integridade do sistema. Esta segurança se obteve utilizando um banco de dados Access com usuários e senhas. Ao conectar-se ao sistema o usuário é identificado pelo seu login durante toda a sessão, o que permite que todos sejam identificados em qualquer ação efetuada durante a aula. A senha não fica exposta, pois é armazenada em uma variável de sessão (Linguagem ASP) que não é acessível ao usuário final. Este recurso só é possível porque a variável de sessão é visível apenas para o servidor, enquanto que, a página que o usuário tem acesso foi montada de acordo com sua requisição a este mesmo servidor. Esta é, portanto mais uma vantagem da linguagem ASP para desenvolver páginas dinâmicas: O código não é exposto ao usuário. Apenas o código HTML gerado é disponibilizado.

O fato de utilizar-se de ferramentas Microsoft não impede que o ambiente seja portátil para qualquer tipo de sistema, pois o usuário deve ter apenas um navegador que suporte os plug-ins necessários para a recepção dos dados multimídia.

Através do sistema proposto não se impôs a necessidade de o aluno possuir uma câmera para transmissão de dados multimídia o que permite uma melhor performance por parte do recebimento dos dados multimídia. Também não se faz necessário um grande investimento por parte do aluno uma vez que o ensino a distância tem como uma das características o custo menor em relação ao ensino tradicional. Ainda assim encontramos dificuldades como o tráfego da rede no momento da transmissão e o fato de a transmissão utilizar broadcast (os pacotes são enviados repetidamente conforme o

número de participantes) para o envio das informações onde o ideal seria a transmissão multicast (apenas uma transmissão seria enviada para um determinado endereço) onde, todos os usuários que estivessem sintonizados a um endereço receptor poderiam obter acesso aos pacotes. Infelizmente este processo não é possível em larga escala, pois a Internet não está preparada para suportar o multicast em sua totalidade.

Em análise aos ambientes acima estudados e testados e também através do protótipo desenvolvido, pode-se afirmar que é possível construir um ambiente de ensino a distância ao vivo com as ferramentas utilizadas no modelo proposto. Pode-se ainda melhorar em muitos aspectos o modelo atual, mas como a proposta inicial sugeria, o ambiente construído seria apenas um protótipo para demonstrar as funcionalidades das ferramentas utilizadas. A transmissão será melhor ou pior de acordo com as condições reunidas pelo usuário que irá participar da aula. As variáveis envolvidas são o hardware, o algoritmo de compressão e a conexão utilizada pelo usuário, assim como o equipamento servidor que deverá reunir condições para que pelo menos 40 alunos obtenham acesso. Deve-se lembrar também que pelo fato das aulas serem ministradas pela internet, o número de usuários deve ser restrito. Uma idéia que tem sido interpretada de forma errada é que o fato das aulas serem ministradas pela internet permitiria que um número indefinido de pessoas pudesse fazer o mesmo curso simultaneamente. Neste ponto a qualidade do ensino a distância não é muito diferente do ensino tradicional. Quanto menor o número de alunos, melhor será a atenção dispensada pelo professor em relação aos mesmos, além de exigir que os recursos de rede fossem multiplicados de tal forma que tornaria inviável financeiramente a realização do curso.

Os estudos realizados apontam portanto para a possibilidade e viabilidade do ensino a distância ao vivo, com qualidade muito próxima ao ensino tradicional, desde que utilizadas as tecnologias de forma correta. Várias universidades já utilizam este tipo de ensino e atualmente existem também universidades virtuais que permitem que pessoas obtenham formação acadêmica sem que para isso seja necessário freqüentar um ambiente físico da forma como conhecemos no ensino tradicional.

Como sugestão para trabalhos futuros recomenda-se que o protótipo aqui apresentado seja desenvolvido utilizando todos os recursos do Windows Media e criando controles

com applets Java que permitam ao professor controlar e gerenciar o andamento da aula de acordo com o andamento da turma. Também seria desejável a possibilidade de gravar estas aulas. Desta forma um aluno não participou da apresentação ao vivo poderia acessar comentários e explicações que ocorreram durante a aula.

Finalmente o ambiente poderia ser testado com uma turma e os resultados obtidos poderiam ser analisados e comparados a este estudo. Isso possibilitaria confrontar as informações aqui abordadas avaliando as reais condições de uma ambiente de ensino a distância.

Referências Bibliográficas

- [ALF96] Marco Alfano, "A Cooperative Multimedia Environment with QoS Control: Architectural and Implementation Decisions". Disponível na internet: <http://www.icsi.berkeley.edu/ftp/global/pub/techreports/1996/tr-96-040.pdf>
- [BOR00] Bordignon, Márcio Rodrigo. Implementando Aplicações de Videoconferência em Redes de Computadores. Disponível na Internet: <http://www.networkdesigners.com.br/Artigos/video/video.html>
- [CAS94] Casner, S. Major MBONE Routers and Links, May 1994. Disponível na Internet: <ftp://ftp.isi.edu/mbone/mbone-topology.ps>
- [CHE00] Chermann, M. e Bonini, L. M. Educação a distância: novas tecnologias em ambientes de aprendizagem pela Internet. São Paulo. Universidade Brás Cubas. 2000.
- [CUS02] Cu-See-Me Pro. Disponível na Internet: <http://www.cuseeme.com>
- [EST96] Protocol Independent Multicast Sparse-Mode (PIM-SM): Protocol Specification. D. Estrin, D. Farinacci, A. Helmy, D. Thaler, S. Deering, M. Handley, V. Jacobson, G. Liu, P. Sharma, L. Wei, Setembro 1996
- [INR96] INRIA; Rendez-Vouz, the next generation videoconferencing tool; <http://www-sop.inria.fr/rodeo/ivs.html>
- [IRI02] Interactive Distance Learning over Intranets. Disponível na Internet: <http://www.cs.odu.edu/~tele/iri/index.html>

- [KEE91] Keegan, S.D., Holmberg, B., Moore, M., Peters, O., Dohmen, G., Distance education international perspectives. London: Routledge, 1991.
- [KUM95] Kumar, V., Mbone: INTERACTIVE MULTIMEDIA ON THE INTERNET, Indianapolis: New Riders Publishing, 232p. 1995.
- [LYO99] "Rendez-Vous", the next generation videoconferencing tool. Disponível na Internet: <http://www.lyonnet.org/IVStng/ivstng.html>
- [MBO99] Mbone Agenda. Disponível na Internet: <http://www.cilea.it/Mbone/agenda.html>.
- [NET02] NetMeeting. Disponível online. <http://www.microsoft.com/windows/netmeeting>
- [ORA01] Oram, Andrew. Peer-to-Peer, O Poder Transformador das Redes Ponto-a-Ponto. Primeira Ed. São Paulo: Berkeley, 2001. 447 p.
- [PER87] Perry, W.; Rumble, G. (1987). A short guide to distance education. Cambridge: International Extension College.
- [RET95] Rettinger, L. (1995) Desktop Videoconferencing: Technology and Use for Remote Seminar Delivery. Disponível na Internet: http://www2.ncsu.edu/eos/service/ece/project/succeed_info/larettin/thesis/tit.html
- [ROS95] Ross, K. W. Multiservice Loss Models for Broadband Telecommunication Networks, 1995.
- [SAT95] Sattler, M. CU-SeeMe CU-SeeMe Desktop Videoconferencing. Disponível na Internet: <http://physics.hallym.ac.kr/resource/CU-SeeMe/msattler>.

- [SCH96a] Schulzrinne, Henning, et al. "RTP: A Transport Protocol for Realtime Applications", Internet RFC 1889, Internet Engineering Task Force, Jan.1996.
- [SCH96b] Schulzrinne, Henning. "RTP Profile for Audio and Video Conferencing with Minimal Control", Internet RFC 1890, Internet Engineering Task Force, Jan. 1996.
- [SOA95] Soares, Luiz Fernando Gomes; LEMOS, Guido; COLCHER, Sergio. Redes de Computadores: das LANS, MANS e WANS as redes ATM. Segunda Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1995. 705 p.
- [TAN97] Tanenbaum, Andrew S. Redes de Computadores. Terc. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 923 p.
- [TRE97] Trentin, Marco Antônio S.; TAROUÇO, Liane M. O. Dissertação de Mestrado, CPGCC-UFRGS. Porto Alegre, mar. 1997.
- [UCL99] UCL Mbone Tools Page. Disponível na Internet: <http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software>
- [WHI99] White Pine Software. Cu-SeeMe. 1999. Disponível na Internet: <http://www.wpine.com>