

Avaliação de Sistemas de Videoconferência

GRACIELA MACHADO LEOPOLDINO¹

EDSON DOS SANTOS MOREIRA²

¹RNP - Rede Nacional de Ensino e Pesquisa

Prédio da EMBRAPA/UNICAMP, caixa postal 6001 - Campinas, SP, Brasil, CEP 13084-971
graciela@rnp.br

²USP - Universidade de São Paulo

ICMC - Instituto de Ciências Matemática e de Computação
Av. do Trabalhador São-Carlense, 400 - São Carlos, SP, Brasil, CEP 13560-970
edson@icmc.sc.usp.br

Resumo. Este artigo apresenta alguns conceitos relacionados à videoconferência e avalia cenários e ambientes dos participantes. Neste projeto foi realizada uma avaliação de sistemas de videoconferência baseando-se em parâmetros que foram estabelecidos de acordo com a recomendação ITU-T F.730. Como resultado, foi possível estabelecer e validar um conjunto mínimo de parâmetros para avaliação que poderá ajudar o usuário escolher um sistema de videoconferência que atenda suas necessidades.

Abstract. This paper aims to present some concepts related to videoconference and to assess scenarios and environments in which the actions take place. In this project an evaluation of videoconference systems based in parameters established under ITU-T F.730 recommendation has been done. As a result, it was possible to establish and validating a minimum set of parameters for evaluation which can help the user to choose a videoconference system that fulfils its needs.

Palavras-chave: sistemas multimídia, videoconferência, cenários e parâmetros de avaliação.

1. Introdução

Atualmente, novas alternativas para as redes de computadores estão surgindo, tais como ReMAVs (Redes Metropolitanas de Alta Velocidade), Internet2, RNP2 e Advanced ANSP (Academic Network at São Paulo), em que alta largura de banda e qualidade de serviço são aspectos fundamentais. Tais redes estão capacitando-se para dar suporte ao tráfego de áudio e vídeo em tempo real com qualidade, o que viabilizará o desenvolvimento de aplicações avançadas que exigem maiores capacidades das mesmas, tais como videoconferência, vídeo interativo, bibliotecas digitais e laboratórios virtuais. Assim, o desenvolvimento destas aplicações favorece tanto a comunidade acadêmica e instituições de pesquisa quanto o setor comercial.

Uma videoconferência, em sua forma mais básica, é a transmissão de imagem e voz entre dois ou mais locais separados fisicamente, utilizando câmeras de vídeo, microfones, monitores de vídeo e caixas de som (Cookbook, 2000). Baseadas neste conceito simples, algumas aplicações podem modificar ou aumentar sua complexidade. Um exemplo é a telemedicina, que possibilita diagnosticar doenças e monitorar pacientes remotamente, representando não apenas uma alternativa de comunicação entre as partes envolvidas, mas

também um meio de participação de profissionais da área, sem que estejam no mesmo local, podendo um paciente ter a sua doença diagnosticada rapidamente. No meio acadêmico, a videoconferência pode ser usada como uma ferramenta alternativa para o ensino e aprendizagem, através de programas para o ensino a distância. Desta forma, as escolas, universidades e bibliotecas podem compartilhar dados e interagir através do intercâmbio de informações, como na realização remota de aulas e palestras. A troca de experiência entre professores e alunos a grandes distâncias pode ser realizada como se estivessem presentes em um mesmo local.

Uma grande variedade de soluções de videoconferência está disponível e cada aplicação, de acordo com seu propósito, pode ter necessidades diferentes com relação a equipamentos, à infra-estrutura de rede e à qualidade de serviço requerida. A combinação destas necessidades gera cenários de videoconferência diferentes.

Este projeto tem como objetivo definir um conjunto mínimo de parâmetros para avaliação de sistemas de videoconferência, baseando-se na recomendação ITU-T F.730 (F.730, 1992) e outras características relevantes no momento da escolha de um sistema, tais como custo, plataformas suportadas e tipo do cenário do ambiente dos participantes.

Além disso, para validar estes parâmetros deve ser efetuado um levantamento de aplicações disponíveis, proprietárias e gratuitas, em que algumas foram selecionadas e avaliadas de acordo com os parâmetros definidos. Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de auxiliar na seleção de sistemas de videoconferência, possibilitando o melhor uso da infra-estrutura disponível e também contribuir para outros projetos em desenvolvimento.

Nas seções seguintes são apresentados conceitos relacionados à videoconferência; as características desejáveis em redes que trafegam dados multimídia; os parâmetros definidos para avaliação e a validação destes através da avaliação de várias aplicações de videoconferência; e as conclusões do projeto.

2. Videoconferência

A videoconferência é uma forma de comunicação interativa que permite que duas ou mais pessoas que estejam em locais diferentes possam se encontrar face a face através da comunicação visual e áudio em tempo real. Reuniões, cursos, conferências, debates e palestras são conduzidas como se todos os participantes estivessem juntos no mesmo local. Com os recursos da videoconferência, pode-se conversar com os participantes e ao mesmo tempo visualizá-los na tela do monitor (telão ou televisão, dependendo dos recursos utilizados), trocando informações como se fosse pessoalmente.

Além disso, é possível compartilhar programas de computador, dialogar através de canais de bate-papo, apresentar slides, vídeos, desenhos e fazer anotações em um quadro-branco compartilhado. Tudo com a ajuda de um sistema de videoconferência. Nos diversos meios de aplicação, a videoconferência tem trazido inúmeras vantagens, despertando cada vez mais o interesse das pessoas em fazer uso desta tecnologia.

No meio educacional, escolas, bibliotecas e universidades procuram fazer uso da videoconferência como uma ferramenta de apoio em seus projetos de ensino e aprendizagem a distância. O compartilhamento de recursos com comunidades distantes, a realização de experiências virtuais, quando as reais não são possíveis; a possibilidade de trazer aos alunos as opiniões de importantes especialistas através de palestras; a aplicação de atividades conjuntas como debates e exercícios em grupo e a perspectiva de trazer uma variedade de

formas novas de aprendizagem com diversas mídias são apenas algumas das vantagens trazidas pelo uso da videoconferência no ensino a distância.

Estudos realizados por grupos de pesquisa demonstraram que a aplicação de diferentes tipos de mídias como o compartilhamento interativo de documentos, a apresentação de gráficos e o uso de recursos de áudio e vídeo em tempo real fizeram com que assuntos antes cansativos nas salas de aula tradicionais, se tornassem atraentes aos alunos, aumentando a motivação destes no processo de aprendizagem.

Nas empresas, a videoconferência tornou possível a realização de reuniões entre pessoas de filiais distantes, criando um meio para realizar reuniões extraordinárias entre diferentes grupos administrativos, pois a reunião pode ser realizada sem a necessidade de gastos com viagens e estadia. Além disso, a troca de informações e consulta rápida a especialistas e administradores nos momentos de crise fazem da videoconferência um meio indispensável para o sistema de comunicação das grandes empresas.

Willebeek-LeMair & Shae apresentaram uma divisão dos sistemas de videoconferência da seguinte forma (Willebeek-LeMair & Shae, 1997):

- **Baseado em circuito:** utilizam uma conexão dedicada, geralmente RDSI (do inglês, *Integrated Services Digital Network* - ISDN) e padrões codec H.320, não sofrendo interferência do tráfego de outros dados. No entanto, requerem equipamentos adicionais. Unidades de Controle Multipontos (*Multipoint Control Unit* - MCU) são usadas para conectar as partes em uma mesma videoconferência e controlar como o áudio e o vídeo serão distribuídos para todos os participantes.
- **Baseado em pacotes:** utilizam conexão de dados normais para videoconferência, por exemplo, Ethernet, Token Ring e Frame Relay, entre outros. Não necessitam de MCUs, assim todos os participantes recebem todos os dados da videoconferência. Se for este o caso, os próprios participantes devem fazer o papel do MCU e decidir o que querem ver e ouvir. Nestes sistemas, a videoconferência está sujeita a interrupções causadas pelo tráfego de outras aplicações na rede. O *Multicast Backbone* (Mbone) é um exemplo disto.

Em sistemas de videoconferência pode-se citar que os principais elementos são (Bates & Gregory, 1997):

- **Participante:** usuário da conferência com direitos, controlados pelo coordenador, à fala e demais recursos da conferência;
- **Organizador:** indivíduo que tem como tarefa agendar a conferência e, se necessário, divulgar aos participantes a existência da conferência (pode ser um participante, ou não);
- **Coordenador:** participante com direitos especiais sobre todo o controle da conferência (uma conferência pode ser realizada sem a presença deste indivíduo, quando o controle de acessos for realizado pelo próprio sistema);
- **Interlocutor:** participante que detém, em um dado instante, o direito a fala e a alteração dos documentos multimídia/hipermídia (o direito de alteração de documentos pode ser delegado a um secretário);
- **Secretário:** usuário da conferência para quem se delega o direito de escrita nos documentos multimídia/hipermídia da base compartilhada (pode ser um participante ou não);
- **Assento:** dispositivo lógico que pode ser preenchido por um participante ou secretário;
- **Base privada:** sessão de trabalho de um usuário, de acesso e controle restrito a este;
- **Hiperbase ou hiperbase pública:** depósito de documentos persistentes de acesso a todos os usuários da conferência, de acordo com seus direitos;

- **Base compartilhada:** depósito volátil de documentos que possibilita o trabalho cooperativo entre os participantes da conferência (é visível por todos os participantes, mas com controle de alteração realizado pelo sistema).

2.1.Características de Sistemas de Videoconferência

A ITU-T estabelece uma série de características que qualquer sistema de conferência, inclusive sistema de videoconferência pode, opcionalmente, oferecer suporte. As principais são (F.730, 1992):

- **Qualidade de áudio e vídeo:** qualquer sistema de videoconferência deve prover a transmissão das mídias de áudio e vídeo, cuja qualidade define dois tipos de videoconferência:
 - **Básica** - a videoconferência básica fornece uma transmissão de sinais de áudio e vídeo com qualidade reduzida (G.711 e H.261, por exemplo)
 - **Alta qualidade** - a videoconferência de alta qualidade fornece uma qualidade de áudio e vídeo similar à difusão de sinais de televisão (CCIR 601, entre outros).
- **Transmissão de imagens estáticas de alta resolução:** com esta característica o sistema permite a distribuição de imagens de alta definição, como no formato ISO JPEG, por exemplo. Tal característica é desejável em sistemas de diagnóstico médico remoto.
- **Criptografia para garantir privacidade:** essencial em qualquer tipo de serviço de comunicação, esta característica provê mecanismos de segurança que evitam, por exemplo, que intrusos decodifiquem as mensagens trocadas entre os diversos participantes. Esta característica é fundamental em sistemas de comunicação militares.
- **Transmissão de dados em geral:** um sistema de videoconferência pode, por exemplo, ser capaz de manipular dados de bancos de dados ou suportar a troca de informações, como a transmissão de mensagens textuais entre os participantes.
- **Utilização de câmeras auxiliares:** o usuário pode escolher qual das várias imagens ele deseja difundir.
- **Gravação da conferência:** esta operação permite que um usuário seja capaz de assistir uma conferência antiga. Um aluno, p.e., pode assistir às aulas em que estava ausente.
- **Existência de um coordenador (*chairman*):** este indivíduo tem direitos especiais sobre todo o ambiente da conferência, podendo modificar a prioridade na passagem de permissão, desabilitar qualquer função de qualquer usuário ou mesmo expulsar da conferência um usuário.
- **Identificação do interlocutor:** o sistema indica qual dos diversos participantes da conferência é o interlocutor.
- **Facilidade de recuperação de imagens estáticas ou em movimento:** o sistema deve ser capaz de recuperar estas mídias de algum sistema de armazenamento para posterior apresentação aos demais participantes da conferência.
- **Compatibilidade:** um sistema de videoconferência deve ser capaz de trocar informações com outros sistemas. A compatibilidade entre os sistemas de videoconferência é possível através do uso de padrões comuns para a codificação de áudio, de vídeo e estrutura do quadro (*frame*), tais como G.711, H.261 e H.221, respectivamente.
- **Controle de acesso:** o próprio sistema pode implementar um algoritmo para garantir que apenas um usuário fale ou modifique alguma coisa num determinado instante, indicando qual participante pode acessar os recursos da conferência e com quais direitos. Existem dois grandes grupos de recursos: a voz e a manipulação em documentos. Um sistema ideal

deve prover mecanismo de controle de acesso a cada um destes grupos. O controle de acesso pode ser por acionamento de botão ou por detecção de silêncio.

- **Manipulação cooperativa de documentos:** durante uma videoconferência, os participantes devem dispor, por exemplo, de ferramentas que permitam a manipulação fácil e eficiente dos documentos compartilhados. Tal característica deve incluir, adicionalmente, um completo mecanismo de controle de alterações no documento de forma a evitar inconsistências.
- **Minimização na utilização do sistema de comunicação:** um sistema de videoconferência deve prover mecanismos para minimizar o uso da banda passante do meio, uma vez que as mídias utilizadas, principalmente áudio e vídeo, requisitam muitos recursos do sistema de comunicação. Entre tais mecanismos podem ser citadas técnicas como *multicasting* e o uso de MCU.

2.2.Procedimentos para Videoconferência

Para a realização de uma videoconferência existem alguns procedimentos desejáveis, dentre eles pode-se citar:

- **Reserva de mecanismo:** que aloca equipamentos e salas para a realização da conferência.
- **Conexão do cliente:** esta etapa consiste na inicialização do software cliente no desktop e início da participação do usuário na sessão de videoconferência.
- **Gerenciamento da conferência:** pode ser orquestrado ou não orquestrado. Se orquestrado, um usuário é escolhido para ser o coordenador da conferência. Por outro lado, se não orquestrado, nenhum dos terminais tem prioridade sobre os demais.
- **Muting:** cada participante deve poder desabilitar as funções de áudio e vídeo na sua sessão de trabalho. Tal desabilitação é ainda mais indicada quando a videoconferência utiliza esquema de detecção de nível de fala para seleção da imagem a ser difundida.
- **Pré-conferência:** um sistema ideal deve implementar uma etapa anterior à conferência. Nesta etapa, o organizador configura o ambiente da conferência, agenda a conferência, a divulga aos seus componentes, determina quais participantes terão acesso à mesma, quais os acessos que cada participante possui, quem é o coordenador (se existir um) e informações para o algoritmo de controle de acesso, dentre outras informações. As informações de uma conferência devem poder ser alteradas em qualquer instante anterior à realização da mesma, devendo ser os participantes notificados das alterações ocorridas. Por exemplo, no caso de adiamento de uma determinada conferência.
- **Início e Término da Conferência:** a conferência deve inicializar-se, de acordo com o agendamento estabelecido e no momento em que o coordenador determinar. O término dá-se quando o último participante se desconectar da mesma (voluntariamente ou pelo sistema), ou quando se esgotar o tempo previsto na pré-conferência. Quando um participante deixa uma conferência, os demais participantes (ou, pelo menos, o coordenador) devem ser informados. Um participante deve ser capaz de sair de uma conferência e retornar a qualquer instante, bastando que os participantes, ou o coordenador, sejam informados, e este assim o permita.
- **Gerenciamento da Conferência:** tudo o que o organizador configurar antes do início da conferência deve poder ser alterado, em tempo de execução, pelo coordenador da mesma. Através desta característica, o coordenador seria capaz de incluir novos participantes, excluir algum participante inconveniente, alterar a configuração de acesso de cada usuário, além de intervir no algoritmo de controle de acesso implementado pelo sistema.

2.3.Cenários do Ambiente de Videoconferência

Nesta subseção, serão apresentadas algumas considerações sobre o ambiente dos participantes, sobre salas de videoconferência e, por fim, alguns cenários do ambiente de videoconferência.

2.3.1. Ambiente dos Participantes

Para uma videoconferência entre até três participantes, computadores pessoais equipados com uma câmera de baixo custo é suficiente. Neste caso, focar um participante ou objeto com a câmera é o ponto chave. No entanto, se há a necessidade de mostrar outros objetos (ou pessoas) na sala, ou de controlar a câmera à distância, então uma câmera com mais recursos (por exemplo, ajuste de foco e zoom) pode ser mais indicada. Uma câmera que pode autofocar e ser controlada remotamente possibilitará que detalhes de objetos sejam aumentados se necessário, ou mesmo, que seja reposicionada caso tenha recurso para detectar áudio e mover-se na direção de onde vem o som. Para salas de conferências ou auditórios, uma câmera com mais recursos é essencial e também pode-se ter câmeras auxiliares (Cookbook, 2000).

Uma segunda e igualmente importante consideração para o ambiente são os microfones e caixas de som. Para um participante que utiliza computador pessoal, um microfone preso à cabeça e um fone de ouvido (*headset*) pode ser ideal para eliminar qualquer eco geralmente encontrado em sistemas de desktop. Para sistemas com pouco eco (por exemplo, um que tenha implementado "cancelamento de eco"), usar os microfones e autofalantes fornecidos será suficiente. Para sistemas que têm um cancelamento de eco pobre ou inexistente, um fone de ouvido para evitar o barulho pode ser adquirido como um item separado. Para conferências em salas, vários microfones remotos podem melhorar a qualidade da videoconferência. Ter vários microfones de desktops para uma conferência com várias pessoas ao redor de uma mesa previne a necessidade de elevação de vozes durante a videoconferência (Cookbook, 2000).

Nas salas de videoconferência, dependendo do tipo de aplicação, pode ser interessante ter um quadro branco (*whiteboard*). Existem *whiteboard* simples, por exemplo, uma aplicação que abre uma janela na qual qualquer um dos participantes pode escrever algo através do teclado ou realizar riscos com o mouse e todos os participantes remotos conseguem visualizar as alterações no quadro; e também sofisticados, com um custo conseqüentemente mais alto, como, por exemplo, um dispositivo que pode ser colocado na parede da sala de aula. O professor, neste caso, com um pincel ou caneta especial, pode fazer anotações, e estas são capturadas por um sistema e armazenadas em disco ou transmitidas para os desktops dos participantes remotos.

2.3.2. Salas de Videoconferência

As salas de videoconferência são projetadas para uma utilização interativa em rede. Além disso, por serem um serviço corporativo dinâmico, o ideal é que sejam de uso exclusivo para videoconferência. O serviço de videoconferência exige a utilização de salas adequadas, dotadas de características operacionais necessárias à sua utilização, atendendo a critérios recomendados por organismos internacionais que tratam do tema. Estes critérios são citados a seguir (Neto, 1999):

- Dimensionamento
 - É normalmente definido a partir do *layout*.

- As salas de videoconferência são, geralmente, para um público de cerca de 20 pessoas, com dimensões aproximadas de 7m X 10m, podendo ocorrer variações conforme o caso.
- Localização
 - Deve ser distante de fontes de ruído, pois o áudio, no interior das salas, pode ser prejudicado por variadas fontes.
 - São exemplos de fontes de ruídos: salas de estações de rádio, de aula ou de telefonistas, corredores onde ocorra grande circulação de pessoas, casa de máquina do sistema de ar condicionado, eventos esportivos, vias de passagem de veículos automotores, áreas de expedição e/ou recepção de materiais, outros.
 - A importância de se evitar fontes de ruído está diretamente relacionada com a redução dos custos referentes ao tratamento acústico.
- Iluminação
 - A qualidade das imagens geradas na sala está diretamente associada à iluminação ambiente.
 - Deve-se evitar, sempre que possível, uma sala com janelas. Não sendo possível, o uso de cortinas torna-se imprescindível para neutralizar fontes externas de luz. Não deve-se utilizar persianas, pois estas não oferecem um bloqueio de luz eficiente.
 - A sala deve ser iluminada através de fontes de luz homogêneas, preferencialmente lâmpadas fluorescentes do tipo "luz do dia". Não devem ser usadas lâmpadas incandescentes ou luz externa do dia (janela) misturadas à iluminação fluorescente.
 - A sala deve ser uniformemente iluminada, ou seja, não deve existir áreas de sombreamento em qualquer extensão da sala. Para tanto, as luminárias devem ser guarnecidas com lentes difusoras (tampas plásticas) translúcidas na cor branca, além de estarem distribuídas ao longo do teto conforme normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) de iluminação.
- Acústica
 - É a solução utilizada quando não se consegue evitar interferências (internas e externas) para garantir a qualidade do áudio.
 - Pode ser feito um isolamento acústico para reduzir a influência de fontes externas de ruídos no ambiente interno da sala, garantindo segurança, assegurando o sigilo da informação e dificultando a escuta externa de assuntos abordados na sala.
 - Se as janelas precisarem de tratamento acústico, podem ser utilizadas cortinas pesadas ou pregueadas.
 - O nível máximo admissível de ruído em uma sala de videoconferência recomendado por empresas especializadas na montagem de tais salas não deve ultrapassar 50 dB-SPL (decibéis - *Sound Pressure Level*).
- Decoração
 - A sala não deve conter objetos decorativos pois eles podem desviar a atenção dos participantes durante a sessão de videoconferência.
 - As cores utilizadas em todo o ambiente (móveis, parede, material de tratamento acústico, cortinas e piso) devem ser suaves, neutras e claras (branco-gelo, creme, cinza-claro, azul-claro ou verde-claro).
 - A sala pode conter pequenos quadros de avisos desde que sejam colocados fora do campo visual da câmera.
 - As superfícies das paredes, pisos e móveis devem ser foscas (não reflexivas).

- *Layout*
 - Refere-se à ocupação do espaço no interior da sala.
 - Deve atender aos critérios de posicionamento e circulação dos participantes, naquilo que diz respeito aos equipamentos de videoconferência.
 - A sala deve ser livre de colunas no seu interior, pode ser revestida com material anti-ruído e as paredes devem ser livres de irregularidades (sem saliências ou reentrâncias).
 - Define as áreas de circulação de pessoas sem o risco de obstrução da visada da câmera. Em algumas salas pode ser necessária a construção de pisos elevados para atender o critério de desobstrução de visada.
 - Define a dimensão da sala segundo à finalidade a que se destina.
 - Define o posicionamento das mesas e das cadeiras de modo a que os participantes tenham uma visão livre e confortável dos monitores de vídeo.
 - Define o posicionamento dos equipamentos em relação aos participantes, obedecendo a uma distância mínima para tomada de notas, de áudio e para visualização de imagens.
- *Mobiliário*
 - Essencial a toda sala de videoconferência. Por exemplo, mesa para impressora, mesa para computador, mesa em formato de U com estrutura em madeira ou metal com tampo em madeira de lei clara, sem vidro. As cadeiras e/ou poltronas devem ser confortáveis, com encosto e apoio de braço (com tampo para escrita dependendo da necessidade), podem ser giratórias e com altura ajustável.
 - As quantidades devem ser definidas de acordo com a sala.
- *Infra-estrutura (energia, aterramento e cabeamento para conexão à rede)*
 - A sala deve ser dotada de tomadas de energia, tipo três (3) pinos, com alimentação de 110 V ou 220 V (de acordo com o projeto a ser definido), localizados conforme o caso em estudo.
 - As tomadas devem informar a carga máxima possível.
 - O terceiro pino das tomadas deve ser conectado à malha de aterramento da instalação e isolado do pino "neutro".
 - O cabeamento de acesso à rede deve terminar em algum ponto atrás do *rack* da estação de videoconferência.
 - A sala deve dispor de terminais privilegiados da rede telefônica, para o serviço de fax e telefonia, conforme projeto.

2.3.3. Cenários

Um cenário é formado por uma ou mais salas e por objetos do ambiente de videoconferência (microfones, câmeras, *whiteboards*, etc) compostos de acordo com o tipo de encontro desejado entre os participantes, ou seja, quantas pessoas podem estar participando da sessão de videoconferência e de que forma (sozinhas ou em grupos). A seguir serão apresentados os tipos sugeridos por (Cookbook, 2000) e (Kuo *et al*, 1998):

- **Cenário A:** é aquele no qual a comunicação se dá entre duas pessoas apenas, sendo que cada uma utiliza um computador pessoal devidamente equipado de acordo com a discussão apresentada no item 2.3.1. Geralmente, quando o cenário utilizado é deste tipo, a comunicação estabelecida é ponto a ponto. A **Figura 2.1** apresenta um esboço deste tipo de cenário, chamado nesta dissertação, de cenário A. Este cenário é o que requer menor custo com equipamentos e preparação do ambiente dos participantes.

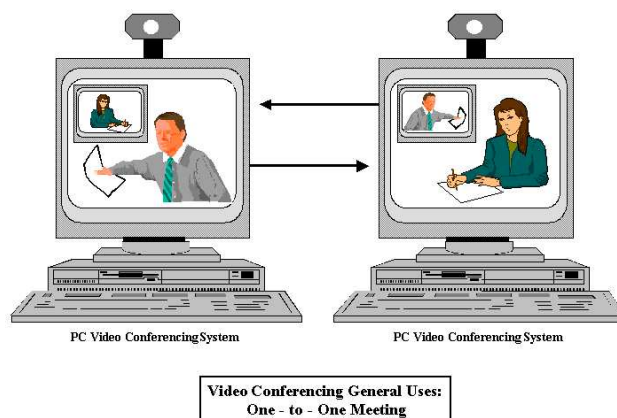


Figura 2.1. Cenário A

- **Cenário B:** é aquele no qual a comunicação se estabelece entre uma pessoa e um grupo. O cenário B, que é mostrado na **Figura 2.2**, é semelhante ao anterior, podendo ter um custo um pouco mais elevado devido à necessidade de ter-se uma sala de videoconferência para comportar o grupo, e considerando que esta será devidamente equipada de acordo com as recomendações descritas no item 2.3.1. Como este cenário envolve um grupo de pessoas em um dos lados, pode ser exigida das sessões de videoconferência um pouco mais de qualidade que no cenário anterior o que justificaria uma seleção mais minuciosa do sistema.

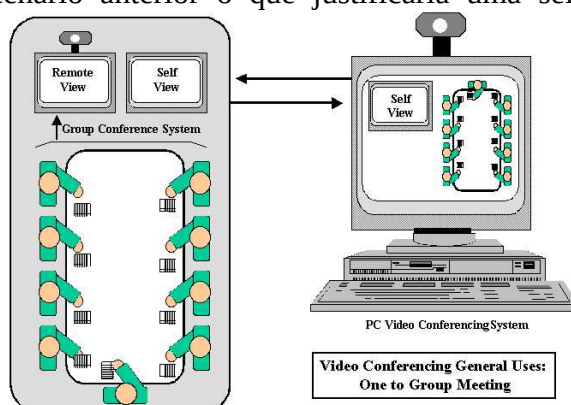


Figura 2.2. Cenário B

- **Cenário C:** envolve comunicação entre grupos, sendo apresentado na **Figura 2.3**. Em termos de comunicação é semelhante aos dois anteriores, mas exige um sistema de videoconferência com mais recursos. O ideal é que os dois grupos utilizem salas devidamente equipadas para sessões de videoconferência.

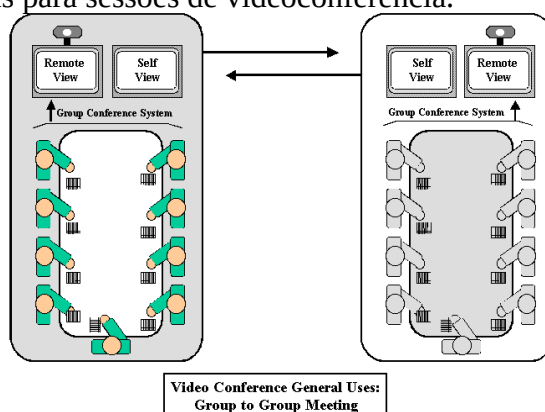


Figura 2.3. Cenário C

- **Cenário D:** este cenário é utilizado na comunicação entre várias pessoas, sendo que cada uma usa um computador pessoal devidamente equipado, e também um grupo que participa em uma sala de videoconferência. A diferença deste cenário para o cenário B é que neste existem mais de dois participantes, justificando a necessidade de um sistema com um controle de acesso mais rigoroso. Quanto maior o número de participantes em pontos remotos, mais difícil se torna o controle de "quem" estará ativo em um determinado instante da sessão. Um esboço deste tipo de cenário é apresentado na **Figura 2.4**.

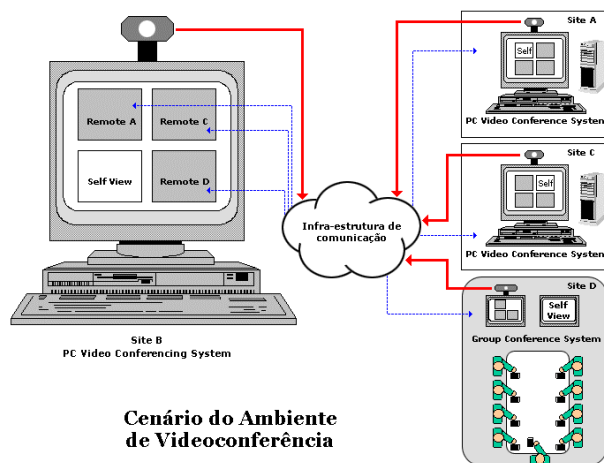


Figura 2.4. Cenário D

- **Cenário E:** a **Figura 2.5** mostra um cenário no qual a comunicação, apesar de ser também entre grupos, representa um outro tipo de aplicação de videoconferência que é utilizado para aulas remotas. Neste caso, na maior parte do tempo existe um participante ativo e demais passivos. Um tipo de sistema indicado para este cenário é aquele que, por exemplo, disponibiliza aos alunos remotos um método de acesso por texto, através do qual possam enviar perguntas ao professor. Uma janela aparece na tela do professor com a pergunta, e ele tem a escolha de rejeitá-la ou respondê-la oralmente. Um recurso bastante interessante em cenários deste tipo é o uso de câmeras que, baseadas na detecção de voz, focalizam o interlocutor automaticamente.

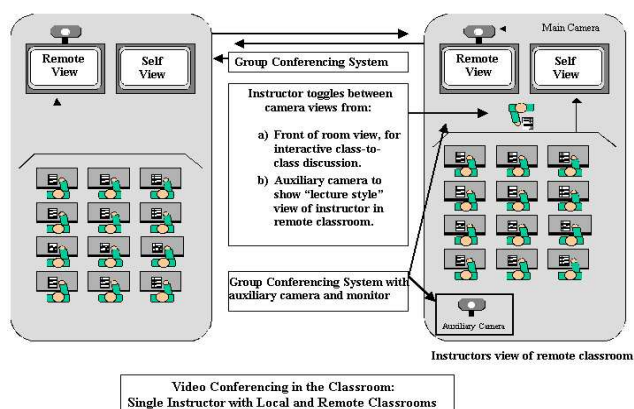


Figura 2.5. Cenário E

2.4. Padrões para Transmissão de Videoconferência

Em aplicações de videoconferência os padrões mais utilizados são H.323 e *Session Initiation Protocol* (SIP).

O H.323 é um padrão que faz parte da família de recomendações ITU-T (*International Telecommunication Union Telecommunication Standardization sector*) H.32x, que define como dados multimídia são transmitidos através de redes. Além disso, estabelece padrões para codificação e decodificação de fluxos de dados de áudio e vídeo, garantindo que produtos baseados no padrão H.323 de um fabricante interoperem com produtos H.323 de outros fabricantes. É amplamente utilizado em aplicações de voz sobre IP, videoconferência em desktop, computação colaborativa, ensino a distância, aplicações de *helpdesk* e suporte, e shopping interativo.

Por outro lado, o SIP é concebido na Universidade de Columbia e depois submetido para aprovação do IETF. Assim como outros protocolos dominantes na Internet (HTTP, FTP, SMTP), o SIP é baseado em texto. O SIP foi aprovado como *Request For Comment* (RFC) e publicado como RFC 2543 (Schulzrinne, 1999).

O SIP preocupa-se com a sinalização e não tenta definir qualquer aspecto de comunicação multimídia, como o H.323 faz. Conseqüentemente, ele pode ser documentado em menos que 130 páginas de leitura relativamente fácil. O SIP reutiliza algumas características de outros protocolos, como por exemplo, os cabeçalhos, erros e regras de codificação do HTTP. Por outro lado, o padrão H.323 é mais complexo e sua composição, incluindo todas as subrecomendações, resulta em mais de 700 páginas (Crowcroft et al, 1999).

3. Contexto Tecnológico

A transmissão de aplicações multimídia na rede envolve a transmissão de vídeo e áudio entre dois computadores apenas, ou entre clientes e servidores. Para que a entrega de dados ocorra com sucesso, existem alguns componentes que devem ser considerados na infra-estrutura para tráfego de aplicações multimídia de rede em ambientes de LAN e WAN:

- **Largura de Banda** – qual a quantidade de largura de banda que as aplicações multimídia de rede precisam e qual a quantidade de largura de banda que a infra-estrutura de rede pode prover?
- **Qualidade de Serviço** – quais níveis de serviço a aplicação multimídia de rede requer e podem ser satisfeitas através da rede?
- **Multicasting** – a aplicação de rede multimídia utiliza técnicas *multicasting* para economizar largura de banda e *multicasting* pode ser suportado através da rede?

3.1.Requisitos de Largura de Banda

Os requisitos de largura de banda para aplicações multimídia podem estender-se de 100 Kbps à 70 ou 80 Mbps. O tipo de aplicação tem um impacto direto sobre a quantidade de largura de banda necessária na LAN ou WAN. Assumindo que a largura de banda é limitada, pode-se selecionar uma aplicação de vídeo com qualidade menor que trabalhe dentro da largura de banda disponível, ou considerar modificações na infra-estrutura de rede para prover uma maior largura de banda global.

Como videoconferência demanda muita largura de banda, o uso de *multicasting* habilita a distribuição de dados para múltiplos usuários sem redundância do fluxo de dados nas conexões de rede, evitando que as conexões tornem-se congestionadas.

3.2.Requisitos de Qualidade de Serviço

As aplicações de dados multimídia possuem requisitos de qualidade de serviço diferentes de aplicações tradicionais de serviços de dados *best-effort*, como, por exemplo, *File Transfer*

Protocol (FTP) ou *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP), nas quais a variação na latência da transmissão é imperceptível. Os dados de áudio e vídeo são úteis somente se entregues dentro de um período de tempo específico. A entrega atrasada destes prejudica a utilidade destas informações no fluxo, sendo a latência e o *jitter* os fenômenos principais que geram o atraso de dados de áudio e vídeo.

A latência ocorre em aplicações interativas e de tempo real, tais como videoconferência, por serem sensíveis ao atraso. A rede contribui para latência de várias formas:

- **Atraso de propagação:** é o tempo que a informação leva para viajar a distância da linha. Além disso, este fator de atraso não é afetado pela tecnologia de rede em uso;
- **Atraso de transmissão:** é o tempo gasto para enviar o pacote através da mídia dada. É determinado pela velocidade da mídia e o tamanho do pacote;
- **Atraso de armazenamento e reenvio:** é o tempo gasto em um dispositivo de rede (por exemplo, roteador) para enviar um pacote que ele recebeu;
- **Atraso de processamento:** é o tempo requerido pelo dispositivo de rede para melhorar o roteamento (*route lookup*), mudar o cabeçalho, e outras tarefas de chaveamento. Em alguns casos, o pacote deve também ser manipulado. Cada um destes passos pode contribuir para o atraso de processamento.

O *jitter* é introduzido quando a rede entrega pacotes ou células com uma latência variável, prejudicando principalmente a comunicação de áudio porque pode causar *pops* (estouros) e *clicks* (sons rápidos). As aplicações multimídia têm que ser projetadas com o mínimo de *jitter*. A técnica mais comum é armazenar os pacotes que chegam em um *buffer*, no qual o software usado para visualização ou o hardware buscam os pacotes. Outras técnicas consistem em aumentar a largura de banda ou filas de prioridade para melhorar o uso da infra-estrutura de rede existente.

3.3.Requisitos de Multicast

As aplicações multimídia possuem requisitos de *multicast* porque estes fazem parte da infra-estrutura necessária para se prover qualidade de serviço para aplicações multimídia. Com a utilização do *multicast* em redes de comunicação, o processo de transmissão simultânea para um grande número de receptores é beneficiado. Em uma rede *multicast*, pode-se enviar um único pacote de informação de um computador para diversos outros computadores, ao invés de se enviar um pacote para cada um dos computadores destino. Dessa forma, a largura de banda é conservada, provendo uma importante otimização no desempenho sobre transmissão ponto a ponto.

Na Internet, a forma de transmissão *multicast* é amplamente conhecida. Um exemplo disto é o *Multicast Backbone* (Mbone), onde uma mensagem é enviada com o endereço de um grupo e é recebida por todos os membros deste grupo, desde que estes estejam acessíveis pela rede Mbone.

4. Avaliação

A metodologia utilizada neste projeto inicializou-se com um levantamento dos fatores envolvidos em videoconferência que foi abordado na seção 2, sendo as características desejáveis dos sistemas de videoconferência e os cenários descritos, os pontos fundamentais. A partir destes conceitos apresentados foi possível definir um conjunto de parâmetros, suficientes para avaliar as aplicações e escolher a que mais se adeque às necessidades do usuário.

4.1. Parâmetros da Avaliação

O projeto "Avaliação de Sistemas de Videoconferência" avaliará sistemas de videoconferência de acordo com parâmetros que são revelantes para os usuários deste tipo de sistemas no momento da escolha de uma aplicação de videoconferência com o intuito de facilitar o trabalho de implantação de sistemas deste tipo. Além disso, na escolha destes parâmetros, foram consideradas algumas definições apresentadas da recomendação F.730 da ITU-T. Os parâmetros estabelecidos são mostrados a seguir:

- **Recursos disponíveis:** avaliar os sistemas quanto aos recursos que disponibilizam. Os principais são áudio, vídeo e dados, além de outros como chat, transferência de arquivos, controle remoto de desktop. Apesar de não existir explicitamente na recomendação F.730, é uma característica importante dos sistemas de videoconferência.
- **Qualidade de áudio e vídeo:** avaliar os sistemas quanto a qualidade do áudio e vídeo de acordo com a característica básica de sistemas de videoconferência apresentado no item 2.1, classificando os sistemas com qualidade "básica" ou "alta".
- **Controle de acesso:** como atua em cada um e quais as formas disponíveis - por detecção de silêncio ou outra forma. Este parâmetro está relacionado com a característica "implementação do controle de acesso".
- **Modelo de comunicação:** existe software que apresenta um melhor desempenho quando utilizado em modelo centralizado, enquanto outros suportam apenas o modelo descentralizado, e todos podem ser utilizados em conjunto, suportando o modelo híbrido. Este parâmetro está relacionado ao gerenciamento da conferência descrito na recomendação F.730, podendo o gerenciamento ser centralizado ou descentralizado de acordo com o modelo de comunicação. Com relação a este parâmetro, o software será classificado como centralizado e/ou descentralizado.
- **Plataformas suportadas:** levantamento de quais sistemas operacionais são suportados por cada software. Atualmente, com a grande variedade de sistemas operacionais disponíveis, é importante saber quais plataformas o software suporta.
- **Licença:** este parâmetro avaliará se o software é gratuito ou proprietário. Esta informação pode ajudar quem estiver pretendendo implementar uma solução de videoconferência de baixo custo.
- **Cenário:** baseando-se na descrição dos cenários apresentados na seção 2.3 será avaliado para cada software quais os cenários (A,B,C,D,E) que melhor se adequam. Este parâmetro foi escolhido pelo fato do tipo de cenário estar relacionado ao tipo de comunicação. Assim, para cada tipo de comunicação existe(m) o(s) cenário(s) que melhor se adequa(m).

Durante o desenvolvimento do projeto de mestrado, além das pesquisas e estudos teóricos, várias ferramentas foram analisadas. Como os parâmetros já foram apresentados, então, algumas aplicações serão comentadas, discutindo suas principais características e avaliando-as quanto aos parâmetros definidos.

4.2. Comentários sobre a Avaliação

Atualmente existem diversas soluções para sistemas de videoconferência, sendo de fundamental importância o estabelecimento de alguns parâmetros que direcionem a escolha do sistema que mais se adequa às necessidades dos usuários.

Para a validação do conjunto mínimo de parâmetros estabelecidos na subseção 4.1 foram avaliadas várias ferramentas e os resultados da classificação podem ser visualizados na **Tabela 4.1**. Logo após a apresentação da tabela serão feitos comentários sobre a avaliação.

Por Mbone, entenda as várias aplicações que são utilizadas para prover videoconferência utilizando-o. Foram avaliadas algumas ferramentas gratuitas e outras proprietárias.

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

Tabela 4.1. Avaliação das aplicações

Com base nos parâmetros definidos, pôde-se chegar à tabela acima, onde estão relacionadas as aplicações avaliadas e ressaltadas suas principais características e funcionalidades. Sendo assim, partindo da **Tabela 4.1**, o usuário pode realizar a seleção com base nas suas necessidades.

Primeiramente, o usuário deve ter claro o tipo de comunicação desejada, pois este fato está diretamente relacionado com os cenários do ambiente de videoconferência e seus vários tipos, apresentados na seção 2. Por exemplo:

- Se o tipo de comunicação for uma reunião entre grupos remotos, sem a presença de participantes usando desktop, a descrição do cenário C é a mais adequada;
- Se for uma reunião entre um grupo e um participante remoto usando desktop, a descrição do cenário B é a mais indicada. E, se em vez de um participante remoto utilizando desktop, existirem vários, isto exige um software com controle de acesso mais rigoroso, passando a ser mais indicado o cenário D;
- Se a comunicação se dá entre duas pessoas apenas, cada uma utilizando um desktop, é mais indicado o cenário do tipo A;
- E, por fim, se a comunicação se dá entre grupos remotos, mas na maior parte do tempo o mesmo participante permanece ativo e os demais passivos (aula remota, por exemplo), o cenário E é o mais indicado.

O fato do usuário conseguir enquadrar sua necessidade de comunicação em um dos cenários, ajuda-o a determinar os tipos de recursos que ele necessitará para o ambiente, para a sala de videoconferência e as funcionalidades que o software deverá disponibilizar. Levando-se em consideração apenas o parâmetro cenário, pode não ser possível o usuário fazer a escolha de uma das aplicações analisadas neste capítulo, já que todas possuem os cenários A, B e D em comum.

Sendo assim, um segundo parâmetro deve ser levado em consideração para a escolha da aplicação, tal como seus "recursos disponíveis". No entanto, este parâmetro pode também não ser suficiente para a seleção de uma aplicação.

Com base em informações decorrentes da determinação do tipo de cenário, o usuário pode precisar de um tipo de comunicação com um controle de acesso mais rigoroso (por exemplo, cenário D), então, neste caso, deve-se considerar a possibilidade de utilizar um modelo centralizado que prove vários recursos de gerenciamento/controle das sessões. Por outro lado, se o tipo de cenário mais indicado é o E, a disponibilidade de um recurso de controle de acesso por botão pode ser interessante. E ainda, se o tipo de cenário for o C, no qual teremos comunicação entre grupos remotos, a qualidade de áudio e vídeo pode ser um parâmetro fundamental para se disponibilizar um software com alta qualidade de áudio e vídeo para os participantes.

Os parâmetros comentados, tipo de cenário, recursos disponíveis, modelo de comunicação, mecanismos de controle e qualidade de áudio e vídeo poderiam ser suficientes para selecionar o software que melhor atenda as necessidades da aplicação do usuário se não fosse o fator econômico. Nem todos os usuários dispõem dos mesmos recursos financeiros para a implantação do sistema. Este fato pode influenciar na seleção das ferramentas, por isto foi incluído os parâmetros "licença" e também "plataformas suportadas". Sendo assim, não se avaliaram soluções que atendessem as necessidades do tipo de cenário C por não se ter os recursos disponíveis.

5. Conclusões

Sistemas de videoconferência existem há muitos anos e diversas aplicações desenvolvidas por pesquisadores e empresas estão surgindo com recursos diferentes. E, a cada dia, mais e mais usuários desejam fazer uso deste recurso, deparando-se, conseqüentemente, com a necessidade de escolher uma aplicação que lhe seja a ideal. Esta escolha é, contudo, facilitada

quando são levados em consideração alguns parâmetros para avaliação de tais aplicações e foi para auxiliar na definição desses parâmetros que este trabalho foi realizado.

Assim, o projeto teve como meta a definição de alguns parâmetros para auxiliar a análise de aplicações de videoconferência, e teve como base o padrão da ITU-T F.730 e outras características relevantes. Ao utilizar os parâmetros definidos, o usuário pode escolher a aplicação que melhor se adeque às suas necessidades.

Esta escolha deve ser realizada partindo do parâmetro "cenário" e em seguida o parâmetro de "recursos disponíveis". Após as aplicações que oferecem subsídios a tais parâmetros terem sido escolhidas, "modelos de comunicação", "controle de acesso" e "qualidade de áudio e vídeo" são parâmetros auxiliares que permitirão um refinamento da escolha. Por fim, "licença" e "plataformas suportadas" também possuem um papel importante no momento da seleção da aplicação, por estarem relacionados a fatores econômicos. Sendo assim, pode-se concluir que, escolher uma aplicação que seja a ideal, dependerá deste conjunto de parâmetros.

E por fim, para se projetar uma solução completa de videoconferência, além de se considerar a aplicação e suas características funcionais, são também relevantes as capacidades tecnológicas da rede e foi pensando nisto que discutiu-se sobre o contexto tecnológico de comunicação em que sistemas deste tipo estão inseridos. Com os problemas da Internet atual, conhecer novas tecnologias, o que elas proporcionam e os protocolos utilizados na Internet2 podem contribuir para melhorar a qualidade das sessões de videoconferência, amenizando problemas, tais como congestionamento de rede e sincronismo das mídias.

Referências

- (Bates & Gregory, 1997) BATES, R.J. and GREGORY, D. **Voice and Data Communications Handbook**, McGraw-Hill Series on Computer Communications, 1997;
- (Cookbook, 2000) Cookbook, **Video Conferencing Cookbook**. Disponível no site <http://www.vide.gatech.edu/cookbook2.0>, June 2000;
- (Crowcroft *et al*, 1999) CROWCROFT, J., HANDLEY, M., WAKEMAN, I. **Internetworking Multimedia**, Taylor & Francis - Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, California, 1999;
- (F.730,1992) F.730, International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector, **Telematic, Data Transmission, ISDN Broadband, Universal, Personal Communications and Teleconference Services: Operation and Quality of Serviço - Videoconference Service - General**, ITU-T Recommendation F.730, agosto de 1992;
- (Kuo *et al*, 1998) KUO, F., EFFELSBERG, W. e GARCIA-LUNA-ACEVES, J.J. **Multimedia Communications: Protocols and Applications**, Prentice Hall, 1998.
- (Neto, 1999) NETO, C. C. **Salas de Videoconferência**. Disponível no site <http://www.cciencia.ufrj.br/educnet/salavide.htm>, 1999;
- (Schulzrinne, 1999) SCHULZRINNE, H. **The IETF Internet Telephony Architecture and Protocols**. Disponível no site <http://computer.org/internet/telephony/w3schrosen.htm>, 1999;
- (Willebeek-LeMair & Shae, 1997) WILLEBEEK-LEMAIR, M.H. & SHAE, Z. "Distributed video conferencing systems" **Computer Communications**, vol. 20, pp. 157-168, 1997;