

Capítulo 9

Telefonia por Rede de Pacotes (Voz Sobre IP)

9.1 Introdução

A rede de computadores foi utilizada nos seus primórdios do seu funcionamento, principalmente, para transmitir e receber mensagens eletrônicas (correio eletrônico) e para transferência de arquivos. Depois da sua popularização através da Internet, a rede de computadores está sendo utilizada para várias outras finalidades como práticas de jogos eletrônicos *on line*, *chats* (conversa o escrita em grupo), negócios de vendas de qualquer natureza, sintonias de rádios, transferências de imagens, de músicas e de fotografias, e etc. Atividades antes nunca imaginadas estão sendo viabilizadas graças   flexibilidade da rede de computadores.

A transferência de sinais de voz ou a conversa o entre duas pessoas (telefonia) utilizando a rede de computadores   uma atividade sabidamente possível há bastante tempo, tanto que foram realizados vários experimentos no passado. Entretanto, como a rede de computadores estava no início e não havia roteadores nem enlaces de altas capacidades, os experimentos fracassaram, principalmente devido aos longos atrasos de tempo que a rede introduzia nos pacotes de voz transmitidos, ocasionando dificuldades na conversa o. Com a recente evolu o fantástica nos componentes da rede, principalmente nos roteadores e nos enlaces de altas capacidades, a viabilidade para concretizar a telefonia na rede de computadores está mais próxima.

Neste capítulo, são estudados os principais conceitos envolvidos para viabilizar a telefonia por rede de computadores. Inicialmente, são discutidas as principais partes envolvidas na transmissão e recep o de sinais de voz em uma rede de computadores. A seguir, são apresentadas as principais configura es possíveis de rede para que haja a evolu o e uma melhor acomoda o da telefonia na rede de computadores. Finalmente,   discutido o padrão H. 323, padronizado por ITU-T, para comunica o multimídia ( udio em tempo real, vídeo e dados).

9.2 Voz sobre rede de computadores

A telefonia por rede de computadores se refere ao uso de telefones, de computadores pessoais, PCs (Personal Computers), e a rede de computadores para efetuar uma comunica o de voz. A comunica o de voz em uma rede de computadores em uma configura o simplificada, e somente em uma dire o de transmissão   mostrada na Fig. 9.1.

A primeira parte da figura mostra a fase de conversão dos sinais analógicos de voz do microfone para sinais digitais (conversor A/D), em formatos de bits. Em uma conversa o bidirecional, deve-se providenciar um conversor analógico-digital (conversor D/A) e alimentar o autofalante.

Os sinais digitais são armazenados em uma memória e são codificados. Na codifica o os sinais digitais sofrem o processo de compressão para gerar baixa taxa de bits. Na compressão,   utilizado um conjunto definido de amostras de voz, e cada conjunto   denominado de quadro (frame, em inglês). O comprimento em tempo do quadro que depende do tipo de compressão

pode ser de 5 a 30 ms. Um certo número de quadros é utilizado para formar a parte de informação (dados) em um pacote de voz, e esta parte pode ter comprimento de 60, 120 ou 240 ms.

No processo de empacotamento, um cabeçalho é acrescentado à parte de informação, formando a PDU da camada aplicação. Essa PDU é passada para camadas inferiores, para transmitir na rede de pacotes.

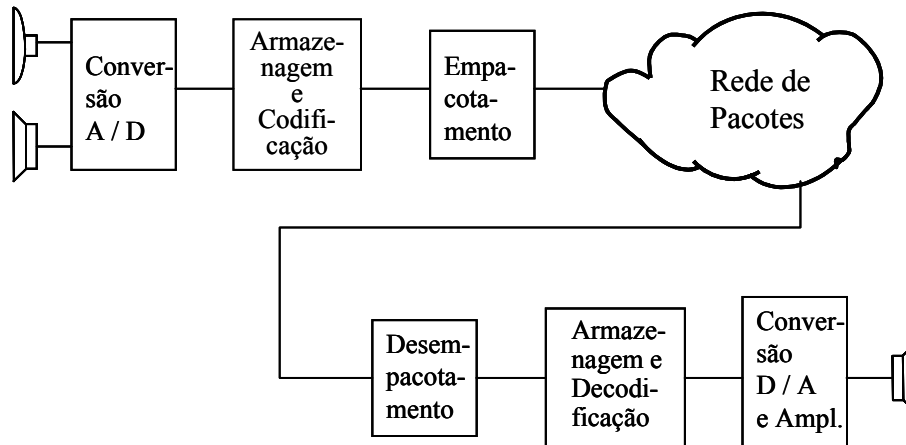


Figura 9.1 Comunicação de voz em uma rede de pacotes.

A rede de pacotes pode ocasionar um atraso variável ao pacote de voz até chegar ao seu destino. Por exemplo, se a rede de pacotes utiliza na camada rede, o protocolo IP, os pacotes podem tomar diferentes caminhos até chegar ao seu destino, portanto, ocasionando atrasos distintos (jitter). Se a rede de pacote introduz um longo atraso ao pacote transmitido, pode ocasionar a falsa impressão de que o interlocutor deixou de responder, dificultando a conversação. A conversação telefônica exige por parte da rede, um tratamento dos pacotes em tempo quase real.

Um outro fator que agrava a conversação telefônica na rede de pacotes é a perda de pacotes. Por exemplo, o IP não garante a entrega dos pacotes; quando há *overflow* do *buffer*, os pacotes são descartados. A perda de pacotes pode ocasionar falsos silêncios.

Quando os pacotes chegam ao destino algumas providências devem ser tomadas antes dos processos de desempacotamento e decodificação. Como os atrasos são variáveis na rede (jitter), deve-se providenciar um *buffer* para armazenar temporariamente os pacotes e retirá-los em intervalos regulares, eliminando assim as variações de tempo, conforme mostrado na Fig. 9.2.

Deve-se, também, reordenar os pacotes que chegam fora de ordem, de tal modo que os quadros cheguem seqüencialmente para a decodificação. Algum algoritmo de preenchimento das amostras de voz deve ser providenciado quando o pacote é perdido. Um algoritmo simples poderia ser a substituição das amostras perdidas por amostras anteriores.

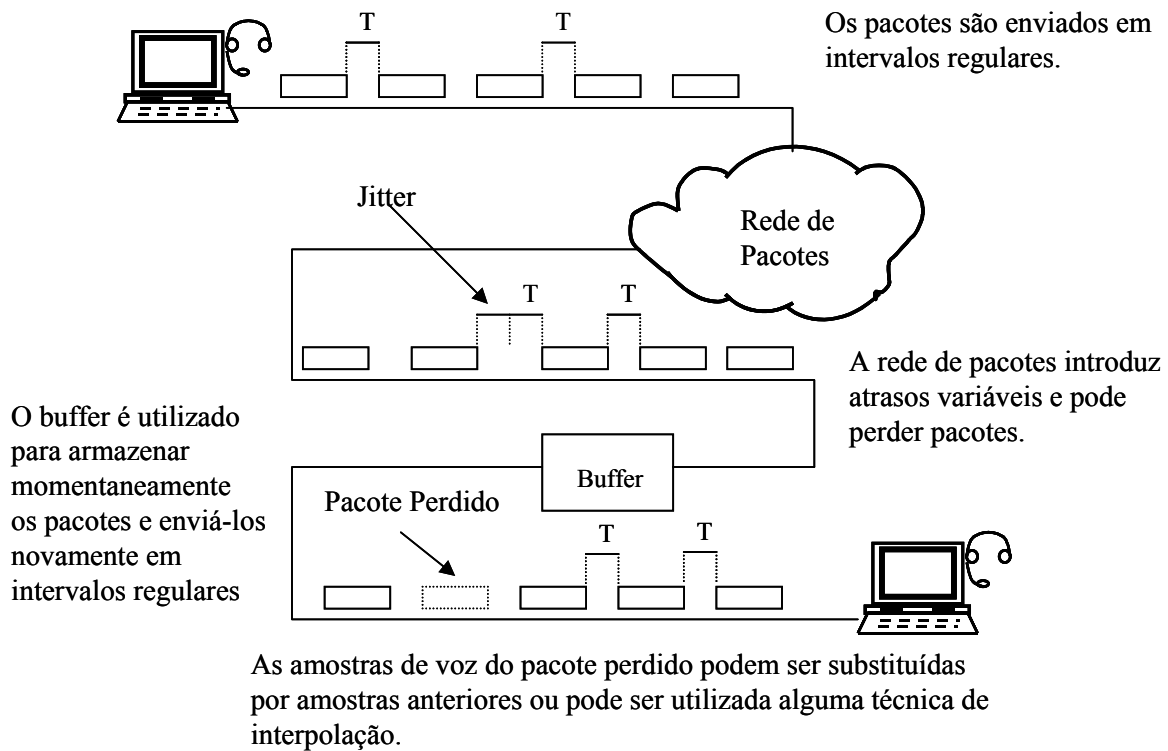


Figura 9.2. Imperfeições introduzidas por rede de pacotes na transmissão de pacotes de voz.

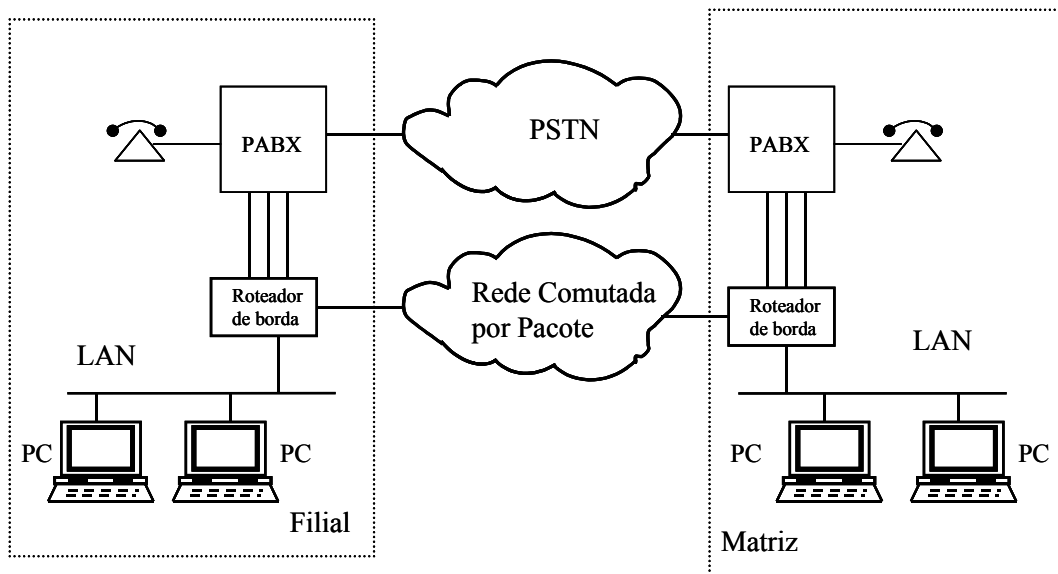
9.3 Telefonia por Rede de Pacotes: Configurações Típicas

Várias configurações de rede são possíveis para transportar os sinais de voz na rede de pacotes. A configuração mais simples é aquela em que os aparelhos telefônicos convencionais se interconectam diretamente a um roteador denominado de roteador de borda, como mostrado na Fig. 9.3. De um lado, o roteador de borda deve estar preparado para trocar informações de sinalização com o telefone, ter as funções de conversões A/D e D/A, de empacotamento e desempacotamento e todas as funções de controle para uma conexão telefônica. De outro lado, o roteador deve estar preparado para encaminhar os pacotes de voz através da rede comutada por pacotes.



Figura 9.3 Configuração com os telefones conectados diretamente ao roteador de borda.

Uma configuração muito importante para uma empresa privada é aquela mostrada na Fig. 9.4. É uma configuração que pode minimizar o custo das conexões telefônicas. A matriz e a filial de uma empresa possuem *PABXs*, para conexões telefônicas e redes locais para conexões de dados. As conexões telefônicas podem ser feitas utilizando a rede pública comutada de telefonia PSTN (*Public Switched Telephone Network*) ou através da rede comutada por pacote (rede IP ou rede *Frame Relay*).



PSTN - Public switched Telephone Network
 LAN - Local Area Network
 PC - Personal Computer

Figura 9.4 Configuração para uso otimizado das conexões telefônicas.

Em geral, uma empresa contrata o serviço de dados, por ex., o *Frame Relay*, por uma taxa de pico e uma taxa média de pacotes. Portanto, o custo será o mesmo utilizando essas taxas ou não. Assim, a rede de pacote pode ser utilizada para minimizar o custo total da empresa em termos de comunicações telefônicas e de dados. As ligações telefônicas podem ser encaminhadas, inicialmente, para a rede comutada por pacotes. Quando as linhas telefônicas entre o *PABX* e o roteador ficam todas ocupadas, as novas chamadas podem ser encaminhadas para a rede tradicional de telefonia, em que as tarifas são cobradas por conexão.

Uma outra configuração, que é uma combinação das configurações anteriores é mostrada na Fig. 9.5. A filial é uma empresa de dimensão modesta e os poucos telefones que possui estão conectados diretamente ao roteador de borda. Neste caso, o roteador da filial possui mais funções, inclusive funções de *PABX*, para conectar com a *PSTN*. O roteador controla toda as conexões de dados e também as conexões telefônicas.

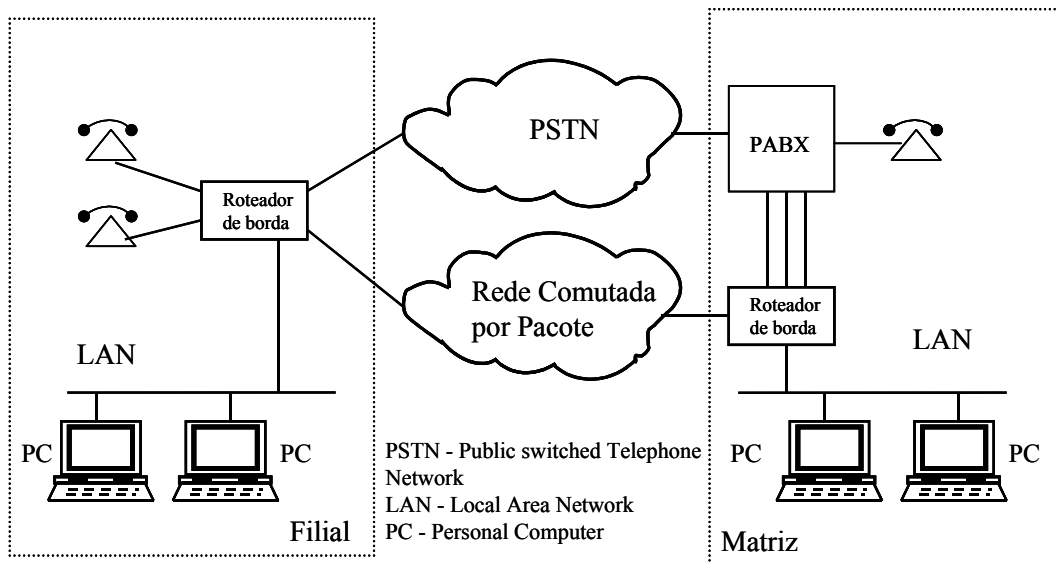


Figura 9.5 Configuração combinada. O roteador da filial possui funções de PABX.

A configuração mostrada na Fig. 9.6, é uma configuração que pode utilizar terminais em conformidade com o padrão H. 323, especificado por ITU-T (*International Telecommunication Union, Telecommunication Sector*). Esse padrão que será estudado na próxima seção especifica os componentes, os protocolos e as interfaces de rede que serão utilizados na comunicação de voz em rede comutada por pacote. Na configuração da Fig. 9.4, os terminais H.323 podem estar espalhados em áreas residenciais e também em redes locais. Os telefones convencionais também ficam espalhados em áreas residenciais, e nas empresas, ficam conectados aos PABXs.

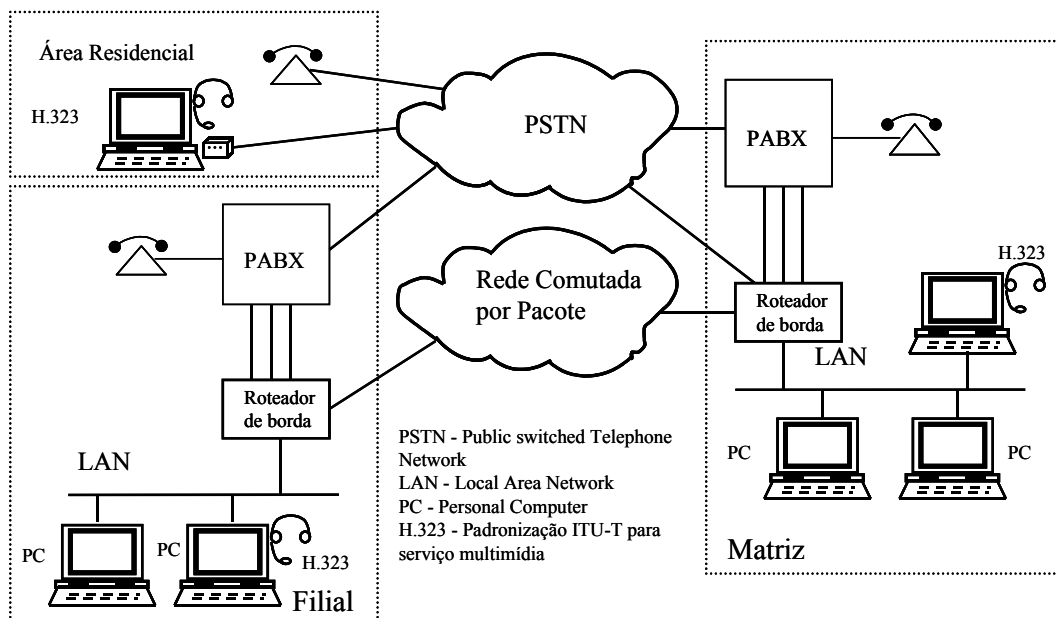


Figura 9.6 Configuração de rede com terminais H.323.

Nesta configuração, um telefone convencional pode conectar a qualquer outro telefone convencional ou a qualquer terminal H.323. Por sua vez, o terminal H.323 se comunica com qualquer outro terminal H.323 ou a qualquer telefone convencional.

Finalmente, a configuração mostrada na Fig. 9.7, representa uma configuração que faz concorrência direta com a rede tradicional de telefonia. Todo o transporte dos sinais de voz será feito através da rede comutada por pacote. A rede tradicional de telefonia será utilizada somente para o acesso ao provedor de serviço.

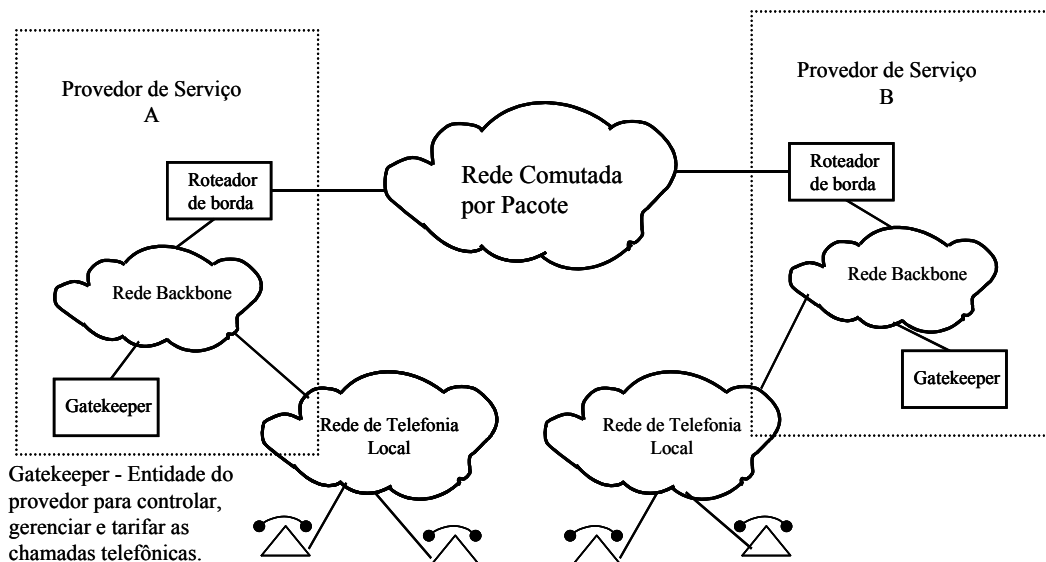


Figura 9.7 Configuração sem utilização da PSTN. A rede de telefonia local é utilizada somente para o acesso ao provedor.

9.4 O Padrão H.323

H.323 é um padrão que especifica os componentes, os protocolos e os procedimentos de uma comunicação multimídia (áudio em tempo real, vídeo e dados) através de uma rede comutada por pacotes. O padrão H.323 é parte da família H.32x especificada pelo ITU-T. Os outros padrões da família são:

- H.324, é uma padronização de serviço multimídia através da rede comutada por circuito.
- H.320, é uma padronização de serviço multimídia através da rede RDSI (Rede digital de serviços integrados) de faixa estreita.
- H.321, é uma padronização de serviço multimídia através da rede RDSI-FL.
- H.322, refere-se ao serviço multimídia através da LAN com garantia de qualidade de serviço.

A padronização H.323 é relativamente recente, sendo que a primeira versão apareceu em outubro de 1996 com a denominação de Multimídia em LAN. Toda a especificação é baseada na suposição de que não há garantia de qualidade de serviço. A segunda versão apareceu em janeiro de 1998, proporcionando comunicação entre PC-fone (terminal H.323) e o telefone da rede tradicional. A terceira versão inclui a transmissão de Fax através da rede de pacotes e comunicação entre *gatekeeper* e *gatekeeper*. Outras versões estão em andamento.

O padrão H.323 especifica quatro tipos de componentes que possibilitam comunicação multimídia ponto a ponto e também ponto a multiponto. Os componentes são:

1. Terminais
2. Gateways
3. Gatekeepers
4. Unidade de Controle Multiponto - MCU (Multipoint Control Unit)

Os componentes são mostrados na estrutura genérica da Fig. 9.8. Um terminal H.323 é um dispositivo que está no ponto-final da rede, equipado com toda capacidade para comunicação multimídia. O *gatekeeper* é um componente que controla toda uma conexão de chamada, verificando por ex., se o assinante que está querendo fazer a conexão está cadastrado. A unidade de controle multiponto (MCU) possibilita uma conferência a três ou mais terminais. O *gateway* tem a função de comunicar uma rede H.323 com outras redes existentes.

O padrão H.323 define o terminal, a MCU e o *gatekeeper*, genericamente, como pontos finais (*endpoints*). Um ponto final pode iniciar e receber uma chamada. Além disso, ele gera e termina fluxo de informações. O padrão define, também, uma zona H.323 como uma coleção de todos os terminais, os gateways e as MCUs, gerenciados por um único *gatekeeper*. Uma zona deve incluir no mínimo um terminal e pode incluir *gateways* ou MCUs. Uma zona pode ser independente da topologia de rede e pode ser composta de múltiplos segmentos de redes que são interconectados através de roteadores ou de outros dispositivos.

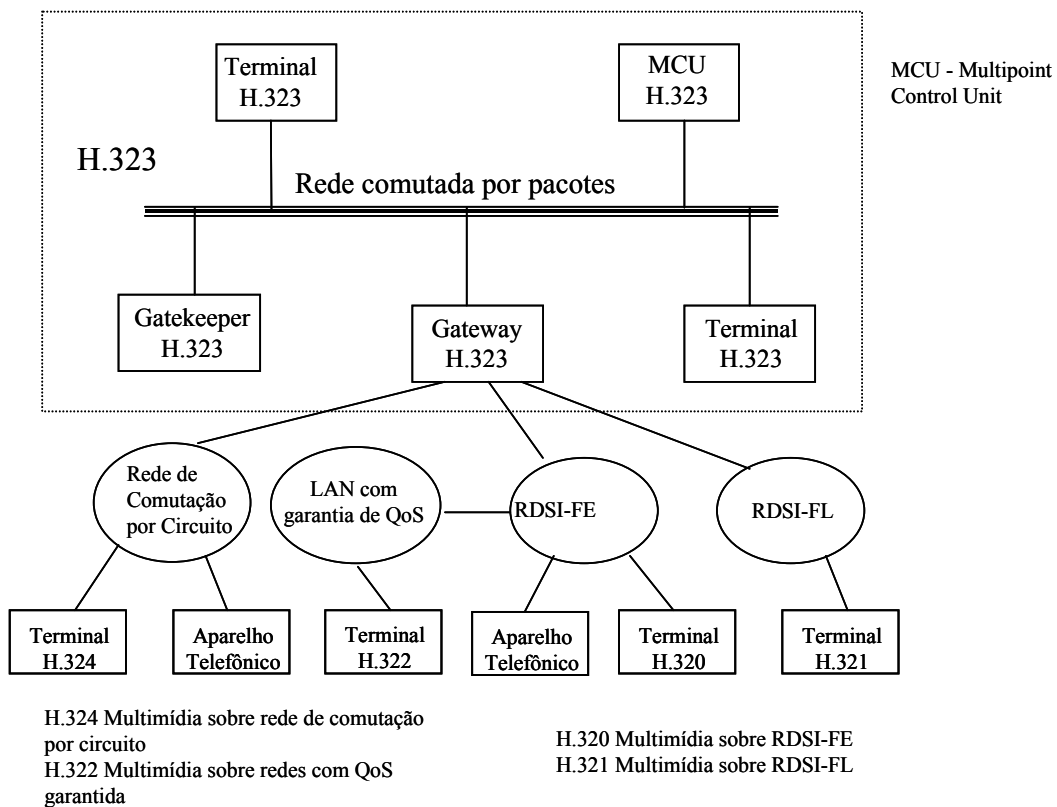
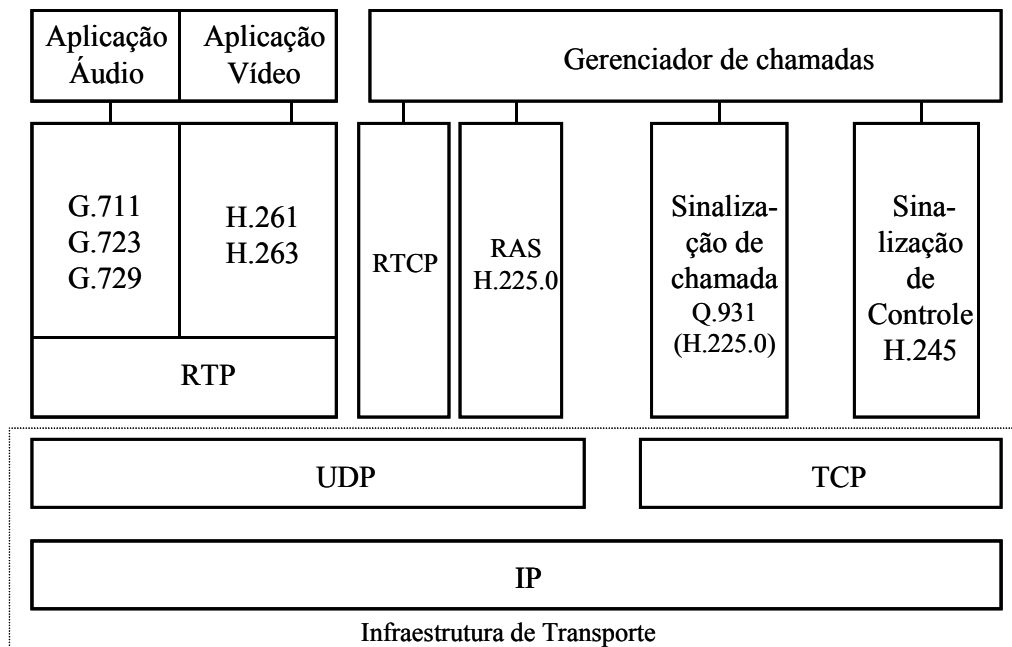


Figura 9.8 Os componentes de uma rede H.323.

A seguir cada componente será detalhado.

Terminal H.323

As funções de um terminal H.323 podem ser estruturadas em camadas, como mostrado na Fig. 9.9. A sua infraestrutura de transporte pode ser baseada na Internet, a maior rede de dados em operação, atualmente. A Internet utiliza o protocolo de encaminhamento IP (Internet Protocol) e o protocolo de transporte TCP (Transmission Control Protocol) (veja detalhes no capítulo 6, seções 6.6 e 6.7) . O IP é um protocolo para encaminhar um pacote de um nó inicial da rede até o nó destino final, e o protocolo TCP permite o controle de erro e o controle de fluxo dos pacotes transmitidos. Uma rede que utiliza os protocolos TCP e IP é conhecida como rede TCP/IP. Como se observa na Fig. 9.9, o H.323 pode utilizar, na camada transporte, o protocolo TCP assim como o protocolo UDP (User Datagram Protocol). No caso do protocolo TCP, a transmissão é confiável, pois é feita a conexão lógica e, também, o tratamento de erro dos pacotes transmitidos. No caso do protocolo UDP, nem é feita uma conexão lógica nem o tratamento de erro, dessa maneira, não é uma conexão confiável, mas permite uma transferência de pacotes mais rapidamente através da rede.



G.711, G.723, G.729 - CODEC para voz RAS - Registration, admission, and status
H.261, H.263 - CODEC para vídeo TCP – Transmission Control Protocol
RTP - Real time protocol UDP – User Data Protocol
RTCP - Real time control protocol IP – Internet Protocol

Figura 9.9 Funções de um terminal H.323 estruturadas em camadas.

Os pacotes de sinalização de chamada (Q.931) e de sinalização de controle (H.245), que necessitam confiabilidade na entrega, são transmitidos através das conexões TCP. Os pacotes de voz que utilizam o protocolo RTP, os pacotes de controle de qualidade (RTCP) assim como mensagens RAS, são transmitidos em conexões UDP. O protocolo IP é comum para todos os pacotes transmitidos.

De modo geral, as funções de um terminal podem ser divididas em duas partes. A primeira parte é relativa a tipo de aplicação e está relacionada com a fase de conversação propriamente dita, e a outra parte está relacionada com o gerenciamento da conexão.

Se a aplicação for áudio, os padrões de codificadores que poderão ser utilizados são o G. 711, o G. 723, o G. 729 e etc. Se a aplicação for vídeo, os padrões de codificadores são o H. 261 o H. 263 e etc. O protocolo RTP suporta os dois aplicativos. A seguir, este protocolo será detalhado.

RTP - Real Time Protocol

É um protocolo que proporciona um serviço de entrega fim-a-fim para dados com características de tempo real como o áudio e vídeo. Não contém mecanismos para entrega em tempo adequado, nem garante qualidade de serviço. Também, não garante a entrega e nem uma seqüência ordenada de entrega. Permite aplicações tais como armazenagem de dados contínuos, simulação interativa distribuída, medições, controle e etc.

O protocolo suporta a transferência de dados para os diversos participantes de uma sessão. Uma sessão é uma associação lógica entre duas ou mais entidades do protocolo, e que é mantida por duração da transferência de dados. O processo de iniciação de uma sessão é feito através do protocolo Q.931 (veja detalhes no capítulo 8, seção 8.3).

Além de permitir comunicação em um sentido (unicast), o protocolo RTP tem habilidade para proporcionar comunicação entre três ou mais entidades (multicast). Para essa finalidade, o cabeçalho da unidade de dados contém um identificador de fonte que especifica qual membro do grupo gerou aqueles dados. O cabeçalho inclui, também, informação de tempo (timestamping) para que o receptor possa recriar o relógio de tempo.

O protocolo permite o uso de dispositivos intermediários para modificar a formatação dos dados. O dispositivo intermediário atua tanto como receptor assim como fonte. A necessidade desse intermediário é quando um transmissor não consegue, por alguma razão, atingir diretamente o receptor. O intermediário, dessa maneira, recebe os dados, faz as modificações necessárias, e envia para o destino. Há dois tipos de intermediários: o tradutor e o misturador.

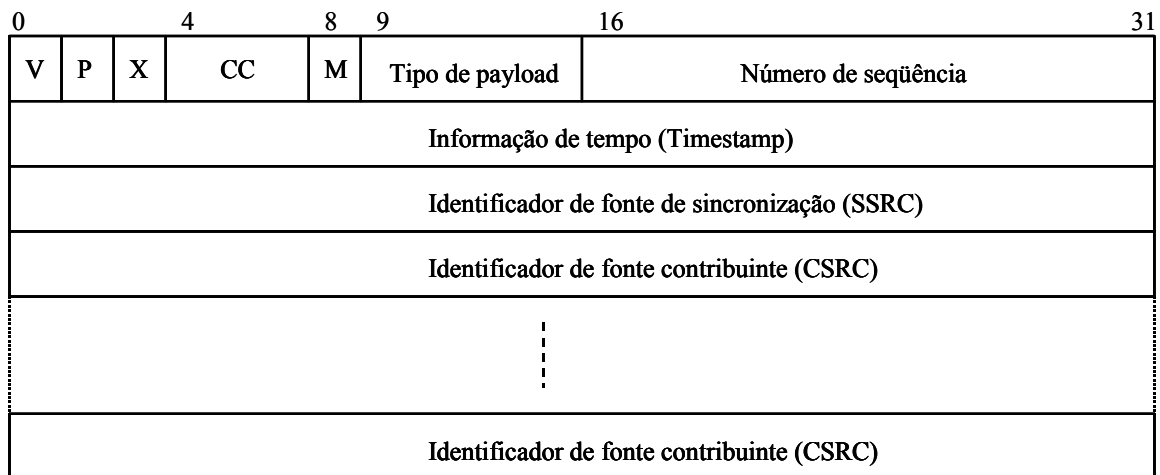
O tradutor é um dispositivo simples que produz um ou mais pacotes RTP de saída para cada pacote RTP de chegada. O tradutor pode mudar o formato de dados de um pacote ou usar um outro protocolo de camada inferior conveniente para transferir de um domínio para outro. Um exemplo de necessidade de tradutor é quando um receptor não é capaz de processar um sinal de vídeo de alta velocidade vindo de outros participantes. O tradutor, neste caso, converte o vídeo em formato de baixa qualidade, compatível com taxa de baixa velocidade.

O misturador é um intermediário que recebe fluxos de pacotes RTP de uma ou mais fontes, combina esses fluxos e envia um novo fluxo de pacotes RTP para um ou mais destinos. O misturador pode mudar o formato de dados ou simplesmente desempenhar a função de misturar. Como as múltiplas entradas não são sincronizadas, o misturador fornece as informações de tempos e as identificações de fontes em cada pacote de fluxo combinado.

Um exemplo de utilização de um misturador é quando uma área em que seus membros utilizam acessos de alta velocidade, coexiste com uma outra área em que seus membros têm acesso de baixa velocidade. O misturador que fica perto da área de baixa velocidade, resincroniza os pacotes que chegam, em intervalos regulares transmitidos pelas fontes, mistura esses pacotes em um único fluxo, submete-os ao codificador de qualidade reduzida e então retransmite aos membros de acesso de baixa velocidade.

Formato de Cabeçalho

O formato de cabeçalho que compõe o protocolo RTP é mostrado na Fig. 9.10.



V = Versão
 P = Preenchimento
 X = Extensão
 CC = Contagem de CSRC
 M = Marcador

Figura 9.10 Formato de cabeçalho do protocolo RTP

O cabeçalho de cada pacote RTP inclui uma parte fixa e pode incluir campos adicionais para aplicações específicas. Os primeiros 12 octetos estão sempre presentes e os significados dos campos são:

- **Versão (2 bits):** Indica a versão do protocolo
- **Preenchimento (1 bit):** Indica se os octetos de preenchimento aparecem no final da carga útil (payload). Se estiverem presentes, o último octeto da carga útil contém uma contagem do número de octetos de preenchimento. O preenchimento é usado, se a aplicação requer que a carga útil seja um múltiplo inteiro de algum comprimento, por exemplo, de 32 bits.
- **Extensão (1 bit):** Se ativado (binário 1), existe uma extensão de cabeçalho logo a seguir ao cabeçalho fixo. É utilizado para extensões experimentais do protocolo.
- **Contagem de CSRC (4 bits):** É um número que indica quantos identificadores de CSRCs seguem o cabeçalho fixo.
- **Marcador (1 bit):** A interpretação desse bit depende do tipo de carga útil. É usado para indicar a fronteira em fluxo de dados. Para vídeo, se ativado (binário 1), indica o final de quadro. Para áudio, se ativado, marca o início de surto de voz.
- **Tipo de Carga Útil (Payload, 7 bits):** Identifica o formato da carga útil, que se segue ao cabeçalho.
- **Número de Seqüência (16 bits):** Cada fonte começa com um número seqüencial aleatório, que é incrementado por um a cada pacote de dados RTP enviado. Pode ser usado pelo receptor para detectar pacote perdido e para restaurar a seqüência de pacotes.
- **Informação de Tempo (Timestamp, 32 bits):** É a informação de tempo do instante da amostragem do primeiro octeto de um pacote de dados RTP. O valor do tempo deve ser gerado de um relógio local da fonte. Um certo número de pacotes consecutivos pode ter uma mesma informação de tempo, se os pacotes são logicamente gerados ao mesmo tempo. Um exemplo é os vários pacotes pertencentes ao mesmo quadro de vídeo.

- **Identificador de Fonte de Sincronização (SSRC, 32 bits):** Um valor gerado aleatoriamente que identifica a fonte dentro de uma sessão.

Seguindo o cabeçalho fixo, pode haver um ou mais campos CSRCs:

- **Identificador de Fonte Contribuinte (CSRC, 32 bits):** Identifica uma fonte contribuinte da carga útil. Esse identificador é fornecido pelo misturador.

O campo "Tipo de Carga Útil" identifica o tipo de mídia da carga útil e o formato de dados, incluindo o uso de compressão e de criptografia. Em um estado estacionário, uma fonte deve utilizar apenas um tipo de carga útil durante uma sessão, mas pode mudar o tipo de carga útil em resposta as condições de mudança, definidas pelo protocolo RTCP (Real Time Control Protocol).

RTCP - Real Time Control Protocol

O RTCP [RFC 1889] é um protocolo utilizado para proporcionar realimentação à fonte e também aos participantes de uma sessão, dos dados enviados em pacotes RTP. O RTCP opera em um modo multicast, utiliza a mesma plataforma de transporte que o RTP (em geral o UDP) e usa um número separado de porta. O RTCP tem as seguintes quatro funções:

- **Controle de Qualidade de Serviço e de Congestionamento:** RTCP proporciona realimentação da qualidade da distribuição de dados. Como os pacotes RTCP são do tipo *multicast*, cada um dos membros da sessão pode avaliar como os outros membros estão atuando e recebendo. Os relatórios dos transmissores possibilitam aos receptores estimar taxas de dados e a qualidade da transmissão. Os relatórios dos receptores indicam quaisquer problemas encontrados pelos receptores, incluindo pacotes perdidos e excessivos *jitters*. Por exemplo, uma aplicação áudio-vídeo pode decidir reduzir a taxa de transmissão em enlaces de baixas velocidades se a qualidade de tráfego nesses enlaces não for suficientemente alta para suportar a atual taxa. A realimentação dos receptores é, também, importante no diagnóstico da distribuição de falhas. Monitorando os relatórios de todos os receptores da sessão, um gerente de rede pode dizer se o problema é específico a um único usuário ou mais espalhado.
- **Identificação:** Os pacotes RTCP transportam uma descrição textual da fonte RTCP. Isso proporciona mais informação da fonte de pacotes de dados do que o identificador aleatório SSRC, e possibilita a um usuário associar múltiplos fluxos de diferentes sessões. Por exemplo, podem estar em progresso, sessões separadas de áudio e de vídeo.
- **Estimativa do Tamanho da Sessão e Escala:** Para executar as duas primeiras funções descritas acima, todos os participantes enviam pacotes RTCP periodicamente. A taxa de transmissão desses pacotes deve ser diminuída na proporção que o número de participantes aumenta. Em uma sessão com poucos participantes, os pacotes RTCP são enviados a taxa máxima de um pacote a cada cinco segundos. O algoritmo, que cada participante limita a sua taxa, é baseado na população total da sessão [RFC 1889]. O objetivo é limitar o tráfego RTCP a menos de 5% do total de tráfego da sessão.
- **Controle da Sessão:** O RTCP pode opcionalmente fornecer, a mínima informação de controle de sessão. Por exemplo, fornecer somente a identificação de um participante para ser exibida na interface do usuário.

Os seguintes tipos de pacotes são definidos em RFC 1889:

- Relatório do transmissor (SR, Sender Report)
- Relatório do receptor (RR, Receiver Report)
- Descrição da fonte (SDS, Source Description)
- Adeus (BYE, Goodbye)
- Específico de aplicação

Q.931 Sinalização (H.225 Sinalização de chamada)

É um protocolo utilizado na fase de sinalização para conexão inicial de dois pontos finais (*endpoints*). A troca e o transporte das mensagens de sinalização são feitos através de um canal confiável (Por ex., conexão TCP). A troca de mensagens de sinalização pode ser feita diretamente entre dois pontos finais (por ex., dois terminais H.323) ou pode ser encaminhada através de um *gatekeeper*. A escolha é feita por *gatekeeper*, durante a fase de cadastramento (RAS). O padrão H.225.0, correspondente a sinalização de chamada, utiliza um subconjunto da sinalização Q.931, padronizada para RDSI-FE (veja capítulo 8 seção 8.6). A primeira versão do H.323 define somente os procedimentos básicos para estabelecimento de conferências multimídias. A partir da versão 2 do H.323, serviços suplementares foram acrescentados no topo de Q.931, como mostrado na Fig. 9.11.

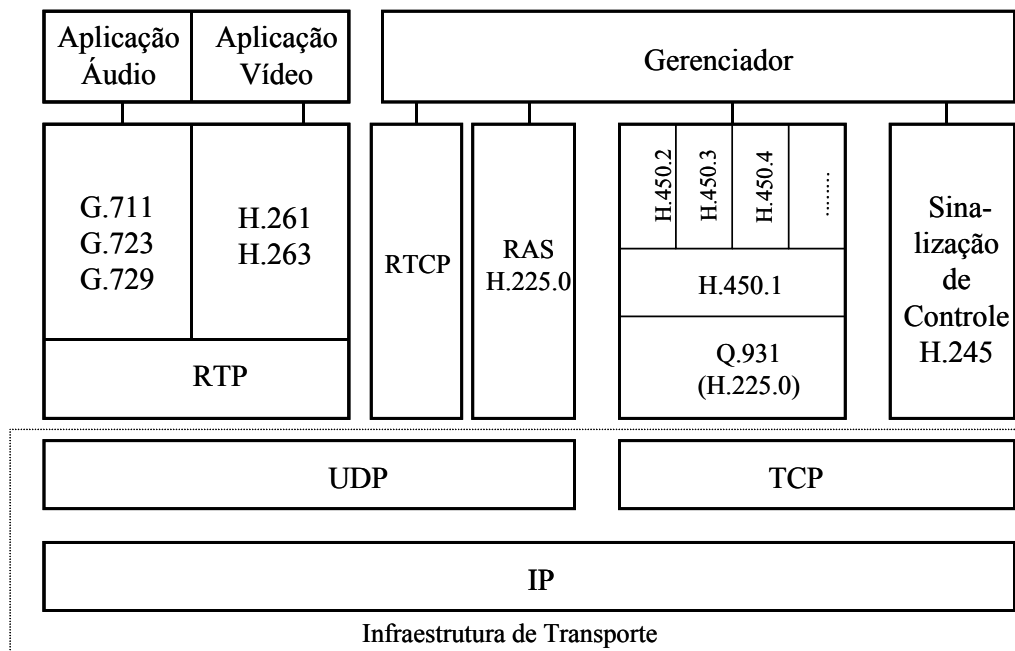


Figura 9.11 Estrutura em camadas do padrão H.450 para serviços suplementares.

H.450.1 define um protocolo funcional genérico para todos os serviços suplementares. Os outros H.450 definem os protocolos para cada tipo de serviço suplementar. O H.450.2 especifica os procedimentos para transferência de chamada, o H.450.3 para o desvio de chamada, o H.450.4 para retenção de chamada, e assim por diante.

H. 245 Sinalização de Controle

É um protocolo utilizado para troca de informações entre dois pontos finais para abrir e fechar canais lógicos e ajuste de capacidade dos terminais. Cada canal lógico é utilizado para transportar informações de um transmissor para um ou mais receptores, e é identificado por um número de canal lógico. Esse número é único em cada direção de transmissão. Mais adiante é mostrado um exemplo de estabelecimento de canais lógicos. Outras funções do protocolo H.245 são transportar mensagens de controle de fluxo, comandos gerais e indicações.

RAS (H.225) - Registration, Admission and Status

É um protocolo utilizado entre os pontos finais e *gatekeepers* para executar as seguintes funções:

- Descobrir, no caso em que existam vários *gatekeepers*, em qual *gatekeeper* o ponto-final se deve registrar. O descobrimento de *gatekeeper* pode ser feito estaticamente ou dinamicamente. No descobrimento estático, o ponto-final conhece, a priori, o endereço do seu *gatekeeper*. No método dinâmico de descobrir o *gatekeeper*, o terminal transmite uma mensagem de descobrimento no modo *multicast*, perguntando: "Quem é o meu *gatekeeper*?" Um ou mais *gatekeepers* pode responder com a mensagem: "Eu posso ser o seu *gatekeeper*".
- Registrar o ponto-final. É o processo de um ponto-terminal se juntar a uma zona e informar o seu endereço *alias* (endereço mnemônico).
- Localizar o ponto-final. É processo em que o endereço de transporte de um ponto final é determinado, obtendo o endereço *alias* ou o endereço E.164 (numeração telefônica).
- Controlar o acesso de terminais (controle de admissão). O controle de admissão é utilizado para restringir o acesso de terminais a uma zona, para, por ex., evitar o congestionamento.

As mensagens do protocolo RAS são transportadas através de canais não confiáveis, por exemplo, conexão UDP. Dessa maneira a troca de mensagens RAS pode estar associada a temporizadores e contagem de retransmissões.

Exemplo 9.1 Conexão e Desconexão

Para a utilização dos protocolos discutidos anteriormente, são mostrados exemplos de conexão e de desconexão. A Fig. 9.12 mostra o exemplo de uma conexão sem interferência de *gatekeeper*, isto é, uma conexão entre dois terminais H.323.

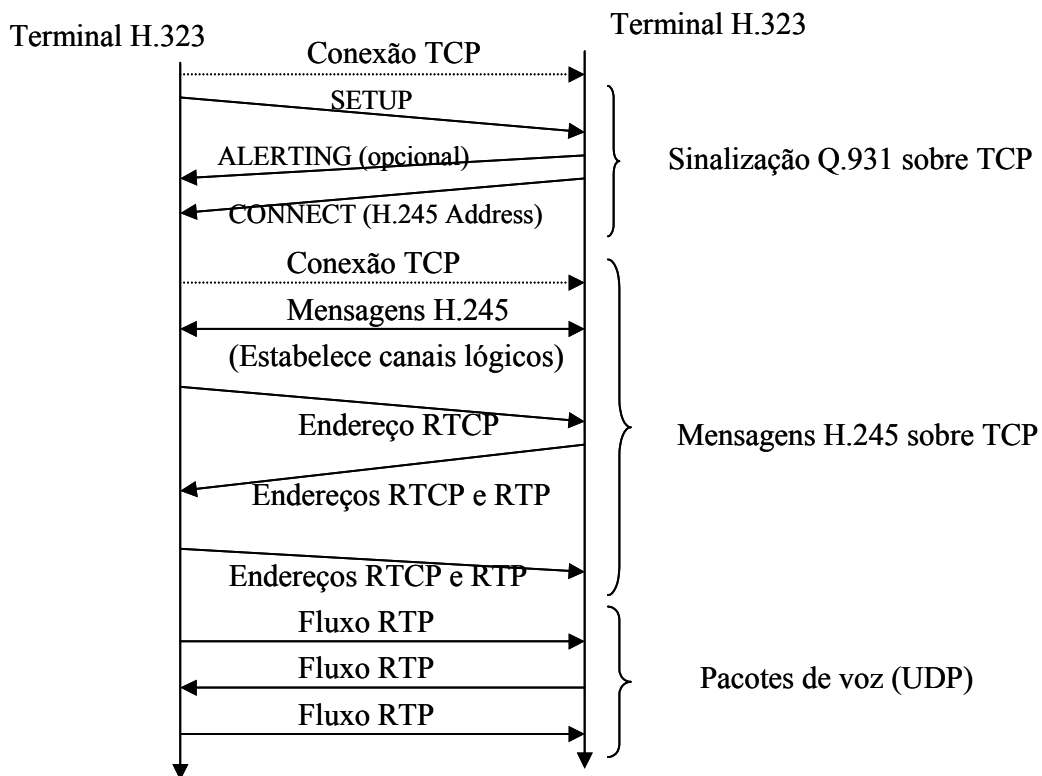


Figura 9.12 Exemplo de conexão entre dois terminais H.323 sem interferência de gatekeeper.

O aplicativo de um terminal irá solicitar serviço de conexão para uma conversação telefônica. A camada logo abaixo do aplicativo é acionada para enviar mensagens de sinalização telefônica. Para enviar mensagens de sinalização, é necessário um canal confiável, dessa maneira, solicita à camada transporte para abrir um canal lógico confiável. Quando o canal lógico TCP é estabelecido (veja a Fig. 9.12), as mensagens de sinalização são trocadas entre dois terminais. Antes da conversação propriamente dita, é estabelecido um outro canal lógico TCP para troca de mensagens H.245 para ajustar as capacidades dos terminais e estabelecer os endereços lógicos para as mensagens RTCP e RTP. Após essa fase, começa a conversação propriamente dita, com a troca de fluxos de pacotes RTP, através da conexão UDP.

A Fig. 9.13 mostra um exemplo de desconexão. Através da troca de mensagens H.245, os canais lógicos são liberados e também a sessão é encerrada. Um dos canais lógicos TCP é desconectado, é feita a liberação completa da ligação telefônica e o outro canal lógico TCP é também desconectado.

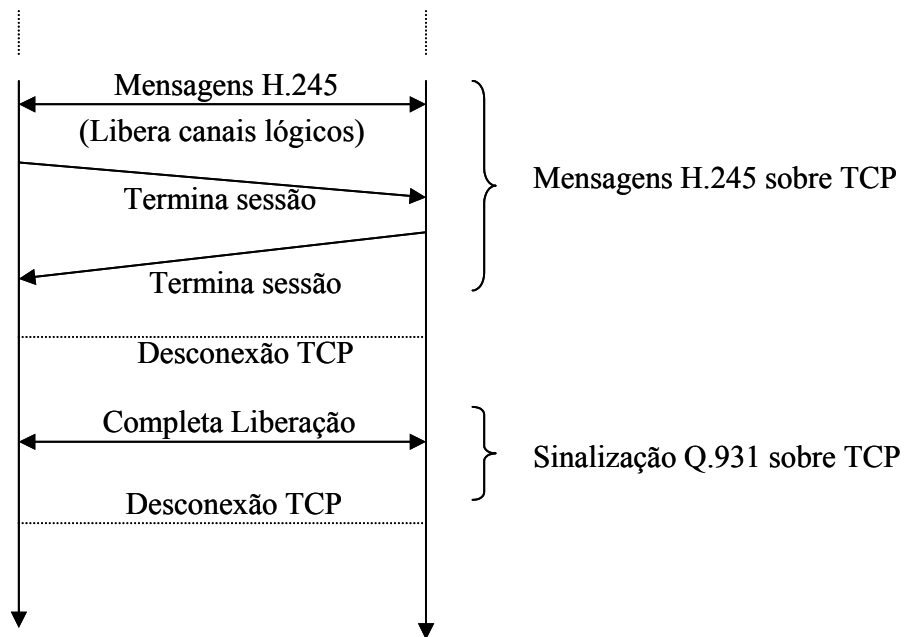


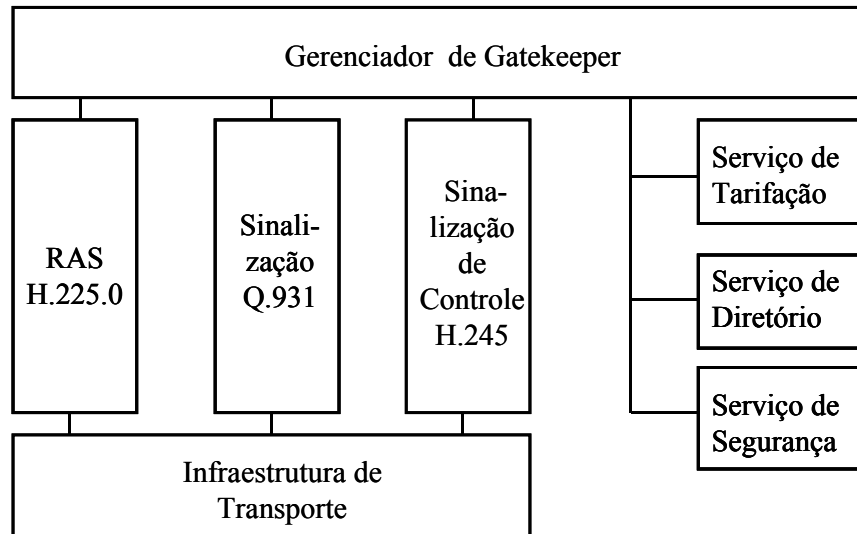
Figura 9.13 Exemplo de desconexão.

Gatekeeper

O *gatekeeper* é utilizado para a função de controle de chamadas, executando tarefas como tradução de endereços e gerenciamento de banda. O *gatekeeper* é opcional em uma rede H.323. Entretanto, se ele estiver presente na rede, os terminais e os *gateways* devem utilizar os seus serviços. Para a operação do *gatekeeper*, são utilizados os protocolos RAS, sinalização de chamada e o H.245, como mostrado na Fig. 9.14.

O padrão H.323 define as funções que um *gatekeeper* deve necessariamente conter e, também, especifica as funções opcionais. As funções obrigatórias de um *gatekeeper* são:

- Tradução de endereço. Chamada originada dentro de uma rede H.323 pode usar um *alias* para endereçar o terminal destino. Chamada originada fora da rede H.323 e recebida por um *gateway*, pode usar uma numeração telefônica (E.164) para endereçar o terminal destino. O *gatekeeper* deve traduzir esse número telefônico para um endereço de rede.
- Controle de admissão. O *gatekeeper* pode controlar a admissão dos pontos finais na rede H.323. Ele utiliza as mensagens RAS para desempenhar essa finalidade. Essas são: solicitação de admissão (ARQ), confirmação (ACF) e rejeição (ARJ). O controle de admissão pode ser uma função nula, significando que todos os pontos finais são admitidos na rede H.323.



RAS - Registration, admission, and status

Figura 9.14 Componentes de um *gatekeeper*.

- Controle de banda. O *gatekeeper* fornece suporte ao controle de banda usando as seguintes mensagens RAS: solicitação de faixa (BRQ), confirmação (BCF), e rejeição (BRJ). Por exemplo, se o gerenciador de rede especificou um limiar para um número simultâneo de conexões em uma rede H.323, o *gatekeeper* pode negar a fazer mais conexões, se o limiar foi atingido. A idéia é limitar o total de banda alocado para uma fração do total disponível, deixando o resto da banda para aplicações de dados. O controle de banda pode, também, ser uma função nula, significando que aceita qualquer solicitação de mudança de banda.
- Gerenciamento de zona. As funções acima definidas são serviços oferecidos por um *gatekeeper* aos terminais, aos *gateways* e às MCUs localizados dentro de uma zona.

As funções opcionais de *gatekeeper* são:

- Controle de Sinalização de chamada. O *gatekeeper* pode encaminhar as mensagens de sinalização de chamada entre os pontos finais H.323. Em uma conferência ponto a ponto o *gatekeeper* pode processar as mensagens de sinalização de chamada H.225. Alternativamente, o *gatekeeper* pode permitir que os pontos finais enviem mensagens de sinalização de chamada, diretamente um ao outro, sem passar pelo *gatekeeper*.
- Autorização de chamada. Quando um ponto final envia mensagens de sinalização de chamada ao *gatekeeper*, o *gatekeeper* pode aceitar ou rejeitar a chamada. As razões para rejeição podem ser restrições de acesso ou de tempo.
- Gerenciamento de chamada. O *gatekeeper* pode ter informações de todas as chamadas ativas, gerenciando, assim, a banda e o balanceamento de carga.

MCU - Unidade de Controle Multiponto

A MCU é utilizada para atender conferências entre três ou mais pontos finais. A MCU consiste de um controlador de multiponto MC (Multipoint Controller) e de processadores multipontos MP (multipoint processors). O MC é um dispositivo necessário e o MP pode ser zero ou mais. A função do MC é fazer negociação entre todos os terminais para determinar a capacidade comum de processar sinais de áudio e de vídeo, utilizando mensagens H.245. O MC,

também, controla os recursos da conferência, determinando quais dos fluxos de áudio e de vídeo devem ser enviados aos terminais, simultaneamente (multicast). O MC não trata diretamente os fluxos de mídia. Isso é a função do MP que mistura, comuta e processa os bits de áudio, vídeo e de dados.

Uma conferência multiponto pode ser do tipo centralizado, descentralizado, misto ou híbrido. No caso da conferência centralizada há a necessidade da existência de uma MCU, como mostrado à direita da Fig. 9.15. Todos os terminais enviam os fluxos de áudio, de vídeo e de controle para a MCU no modo ponto a ponto. O MC gerencia a conferência usando as mensagens H.245 e define também a capacidade de cada terminal. O MP tem as funções de misturar áudio, distribuir dados e comutar/misturar vídeo, que são necessárias para a conferência multiponto, e envia os fluxos resultantes aos terminais.

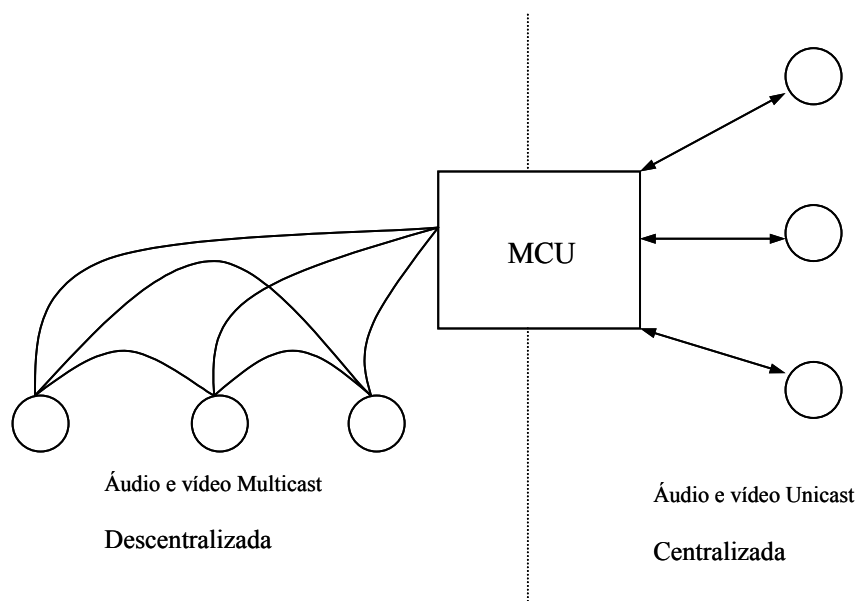


Figura 9.15 Conferências centralizada, descentralizada e mista.

Em uma conferência descentralizada (parte à esquerda da Fig. 9.15), os terminais H.323 fazem o uso da técnica multicast, e enviam os dados de áudio e de vídeo para todos os terminais participantes, sem enviar para a MCU. Entretanto, as mensagens de controle H.245 continuam sendo no modo centralizado, e são transmitidas no modo ponto a ponto ao MC. Neste caso, não há necessidade de MP.

Uma outra configuração possível é misturar os modos centralizado e descentralizado (veja a Fig.9.15). De um lado, a MCU opera no modo centralizado, e do outro lado, funciona no modo descentralizado.

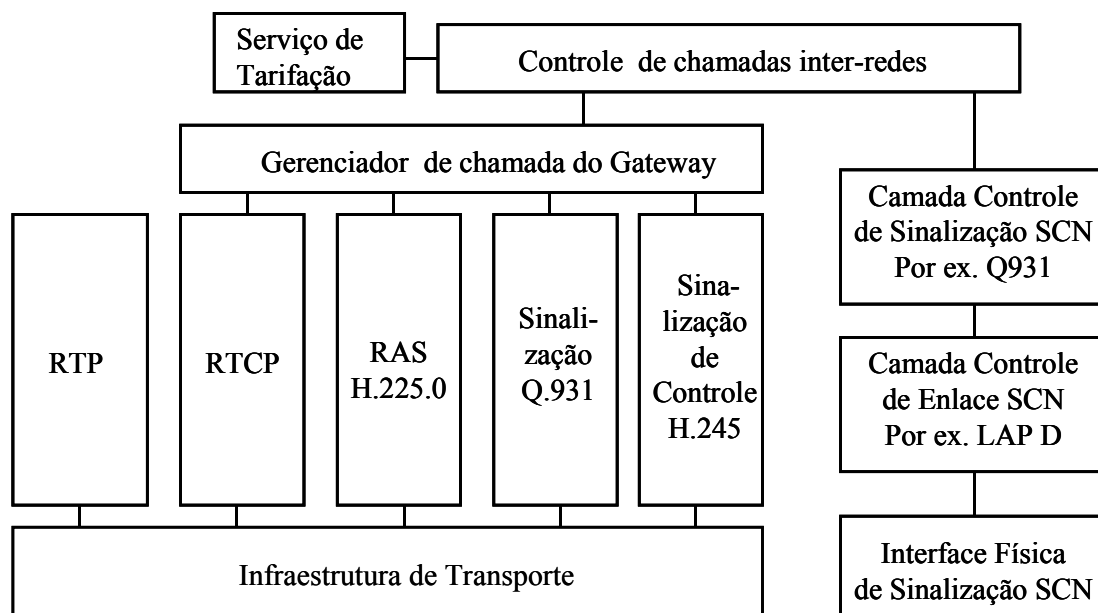
Em uma conferência híbrida com áudio centralizado, os terminais enviam os fluxos de vídeo diretamente aos terminais usando multicast e enviam os fluxos de áudio para o MP, onde é feita a mistura, e enviados de volta aos terminais.

Em uma conferência híbrida com vídeo centralizado, os terminais enviam os fluxos de áudio diretamente aos terminais usando multicast e enviam os fluxos de vídeo para o MP, onde é feita a comutação ou mistura, e enviados de volta aos terminais.

Gateway

As funções de um *gateway* são tradução de protocolos de conexão e de liberação de chamadas, conversão de formatos de mídia entre diferentes redes e transferência de informações

entre uma rede H.323 e uma rede não H.323. A Fig. 9.16 mostra a estrutura em camadas de um exemplo de um gateway em que a rede H.323 se interconecta a uma rede comutada por circuito (SCN, Switched Circuit Network).



RTP - Real time protocol

RTCP - Real time control protocol

RAS - Registration, admission, and status

SCN - Switched Circuit Network

Figura 9.16 Um exemplo de gateway para interconectar uma rede H.323 a uma rede comutada por circuito.

Do lado da rede H.323, os protocolos utilizados são RAS para registro e controle de admissão, sinalização de chamada H.225 e sinalização de controle H.245 para troca de informações de capacidade dos terminais. Do lado da rede de comutação por circuito, os protocolos utilizados são sinalização de chamada, por exemplo, Q. 931, controle da camada de enlace, por exemplo, LAP D (Link Access Protocol D) e a camada física.

Os terminais se comunicam com o *gateway* utilizando os protocolos de sinalização de chamada H.225 e de sinalização de controle H.245. O *gateway* traduz esses protocolos para os protocolos correspondentes do lado da rede de comutação por circuito e vice-versa. A função do *gateway* é também estabelecer e terminar uma chamada em ambas as redes. Uma outra função que pode ser exercida pelo *gateway* é conversão de formatos de mídia. Se ambos os terminais têm modos comuns de comunicação, essa função não será necessária. Por exemplo, se ambos os terminais utilizam a codificação G. 711, não há necessidade de conversão. O *gateway* tem características de um terminal H.323 no lado da rede H.323, e de um terminal não H.323 do outro lado da rede.

REFERÊNCIAS

