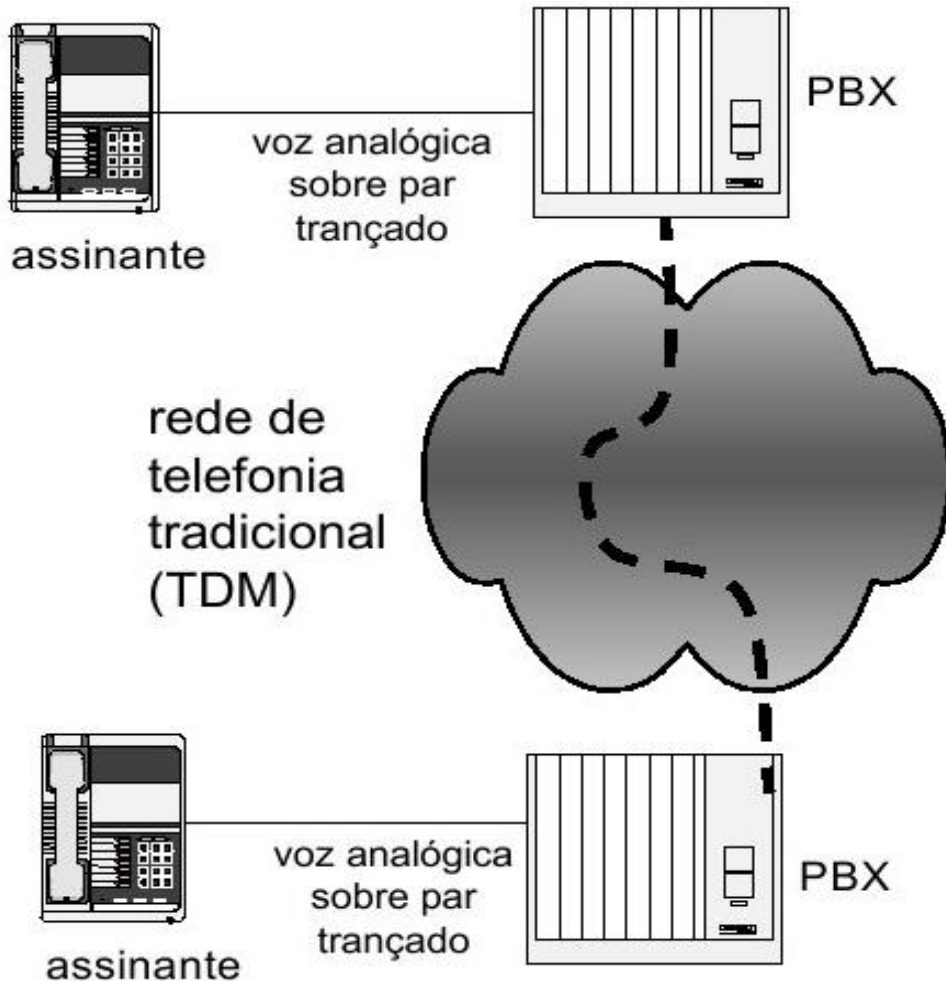


Telefonia IP

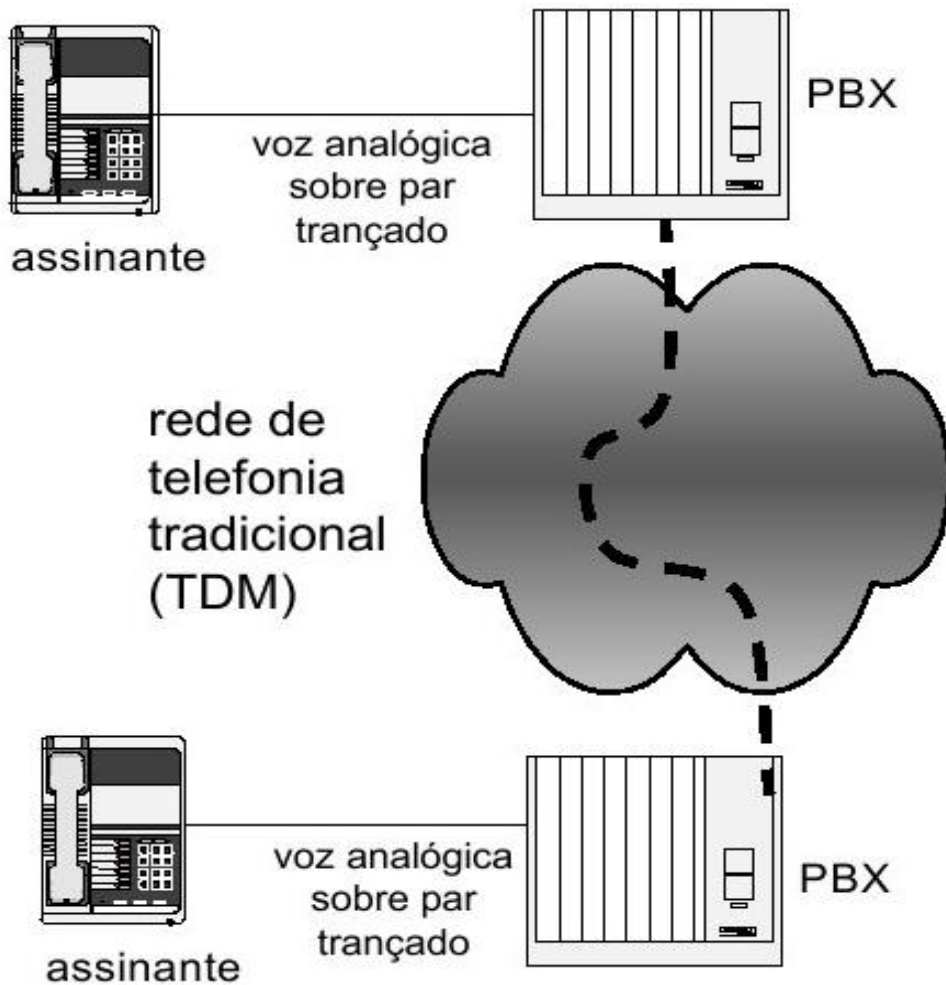
Nelson Fonseca
IC - UNICAMP

Telefonia tradicional



- Conversão analógica-digital nas centrais (PCM G.711)
 - Coleta amostras de voz (1 byte) a cada 125 μ s (frequência de 8 KHz)
 - 8 KHz X 8 bits = 64 Kbps
- Na rede de telefonia tradicional, a voz trafega em um circuito digital dedicado de 64 Kbps
 - Banda alocada completamente para a sessão de voz
 - Sinal digital é convertido novamente em analógico para ser enviado ao assinante
 - Comutação por circuito, sem filas ou atrasos intermediários

Telefonia tradicional



- Os dígitos discados são usados para montar a rota até o destino
- Caso um canal de 64 Kbps não esteja disponível em qualquer enlace intermediário, o estabelecimento da chamada é interrompido e ouvimos o sinal de chamada não completada
- Quando ouvimos o toque de chamada no destino, essa é a confirmação de que um circuito fim-a-fim de 64Kbps foi estabelecido

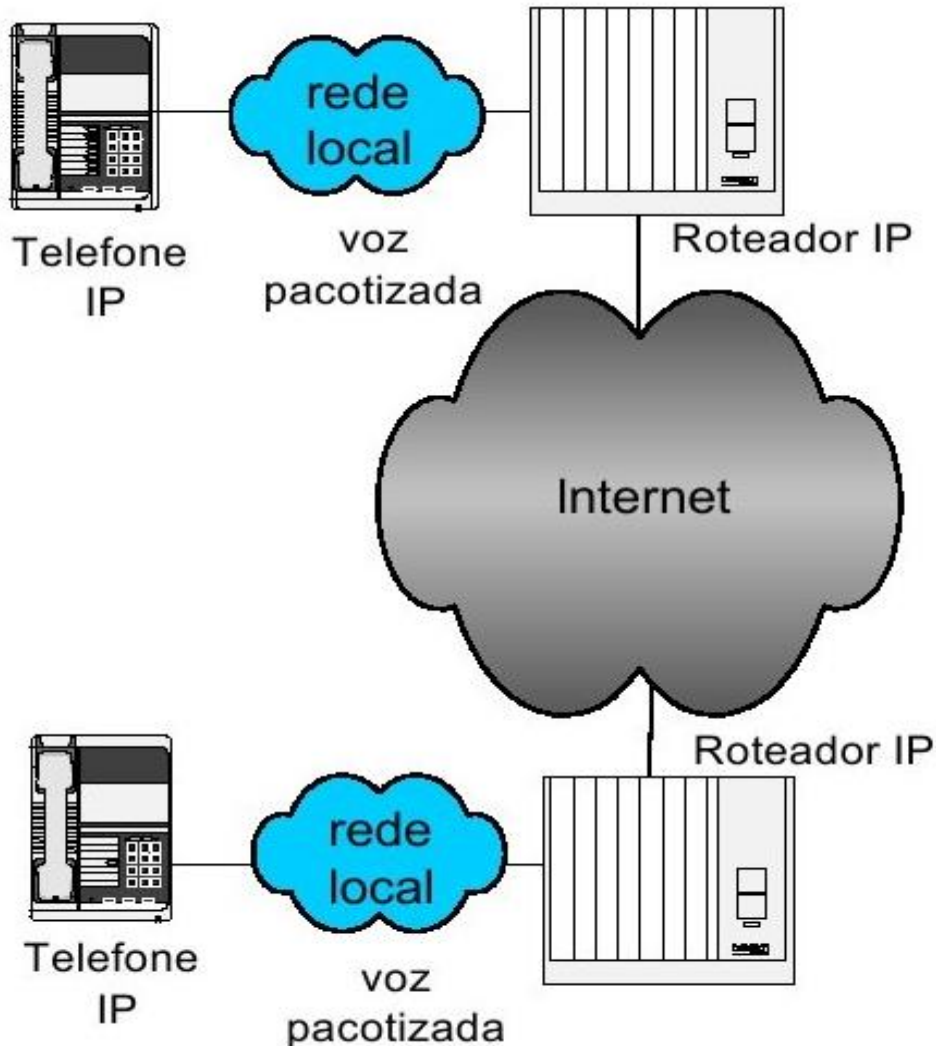
Telefonia tradicional

- **Serviços complementares no PBX**
 - Chamada em espera
 - *Call forward*
 - *Call transfer*
 - Serviço de secretária eletrônica
 - *Call conference*
 - *Call ID* (BINA)
- **Usuários realmente fazem uso corrente destas facilidades? Essenciais ou estratégicas?**

Telefonia tradicional

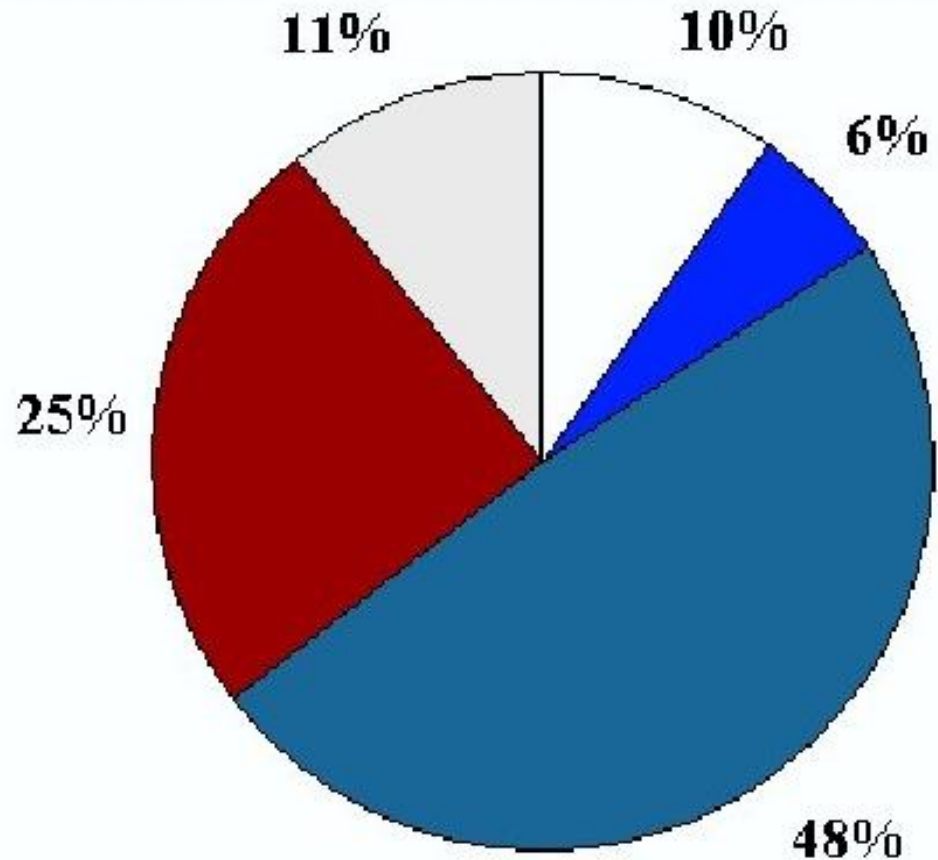
- Disponibilidade/Confiabilidade
 - Os cinco noves
 - $99,999\% = \text{MTBF}/(\text{MTBF}+\text{MTTR})$
- Base de qualidade
 - Qualidade da ligação
 - Percentagem de chamadas completadas

Telefonia IP



- Amostras de voz são acumuladas em pacotes IP e enviadas pela Internet
 - Pode ser enviada sem compressão, resultando em taxa de voz de 64 Kbps
 - Pode ser comprimida, resultando em taxas de voz até 5,3 Kbps
 - Intervalos de silêncio podem ser suprimidos, economizando banda adicionalmente
- Problemas
 - Atrasos, variações de atraso (*jitter*) e perdas de pacotes podem comprometer a qualidade da ligação

Custos de telefonia



□ **Infra-Estrutura**

■ **Comutação e Transmissão**

■ **Desperdício**

■ **Acesso**

□ **Operação e Suporte**

Serviços na telefonia IP

- Voice mail
- Lógica chamada programável pelo usuário
- Mensagens curtas - instantâneas
- Agendamento de chamadas
- Adiciona/Remove parceiros
- Utensílios Internet
- Segurança em casas, webcams
- Jogos interativos

Novos serviços



Telefone IP



Estação de
conferência

VoIP X POTS

- **Serviço datagrama** - Menos overhead
- Sinalização inband
- Customização de serviço
- Separa transporte de bit de serviço

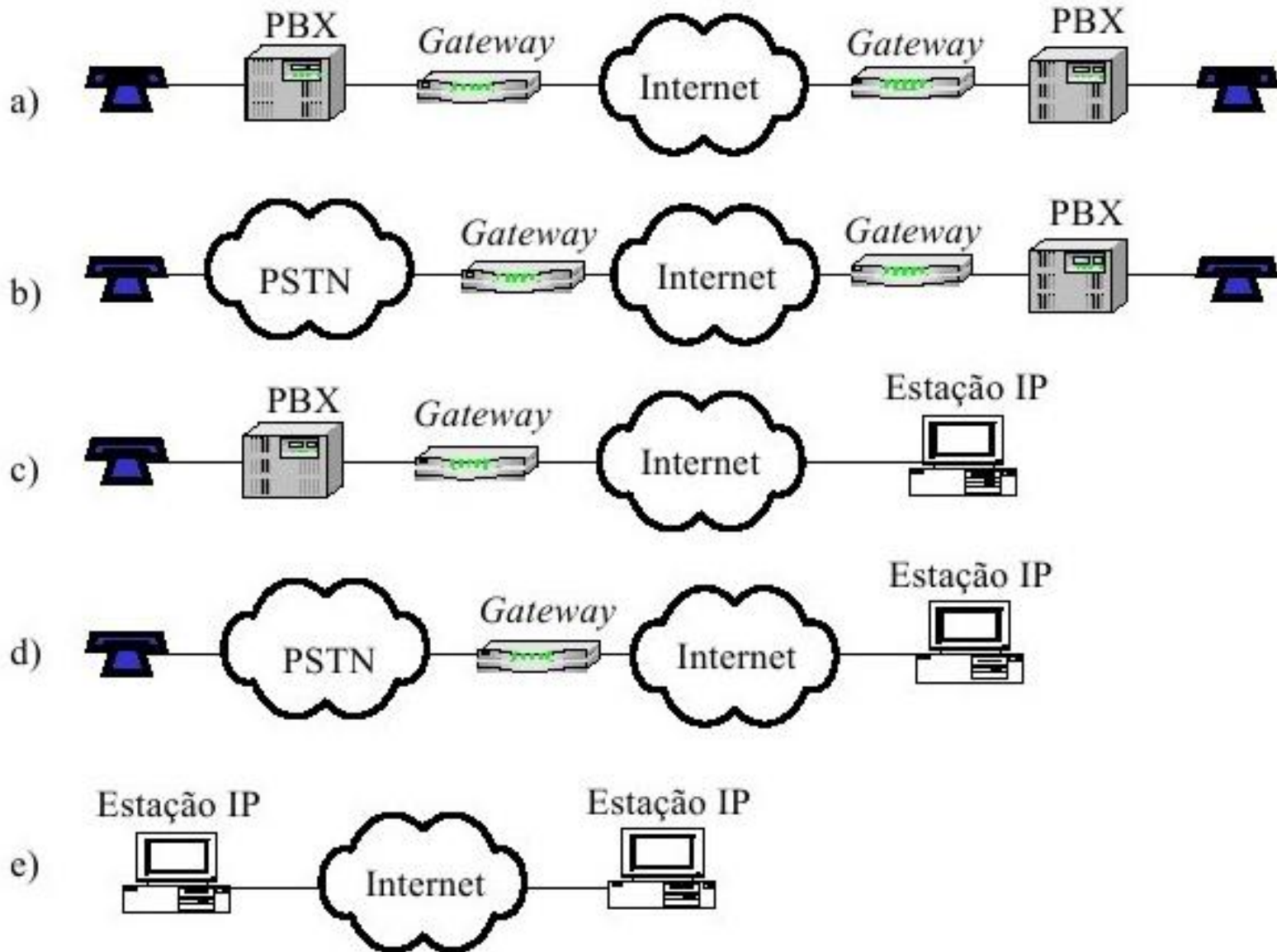
Vantagens - Usuário

- Compressão variável
- Segurança
- Identificação de chamadas
- Interface amigável
- Não tem taxa de acesso
- Vídeo, *whiteboard*

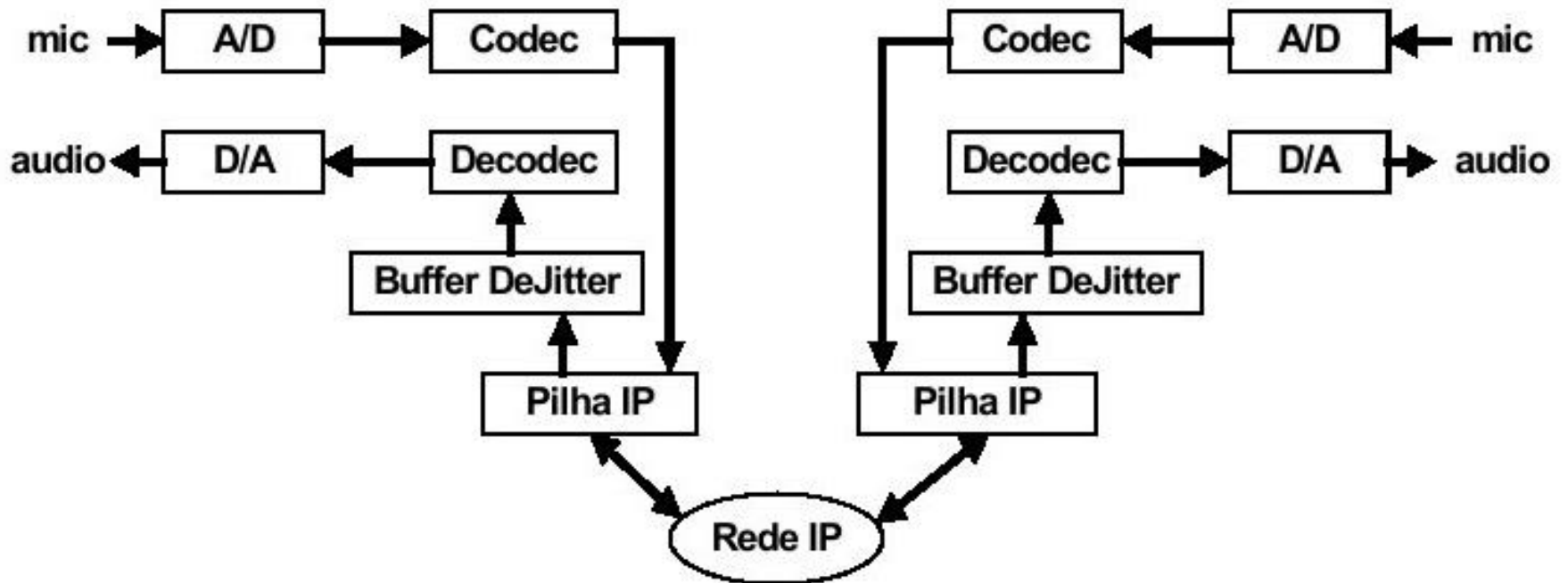
Vantagens - Companhias

- Supressão de silêncio
- Recursos compartilhados
- Serviços avançados
- Operacional simplificado
- *Switching* mais barato
- Investimento inicial incremental
- Qualquer um com acesso a Internet pode prover o serviço

Cenários



VOIP



Codificadores de voz

- Codecs, coders, voice coders
- Codificar amostragens de voz PCM em um certo número de bits (quadros) de forma a ser robusto a erros no enlace e *jitter*
- No receptor os quadros são decodificados de volta para PCM e o sinal analógico reproduzido
- **Três tipos de codificadores**
 - Forma de onda (*waveform*)
 - *Vocoding*
 - Codificador híbrido

Codificador forma de onda

- Reproduz o melhor possível
- Produz amostras de alta qualidade
- Alta taxa de bits
- **Ex.:** ITU-T G.711 (PCM) - 64Kbps

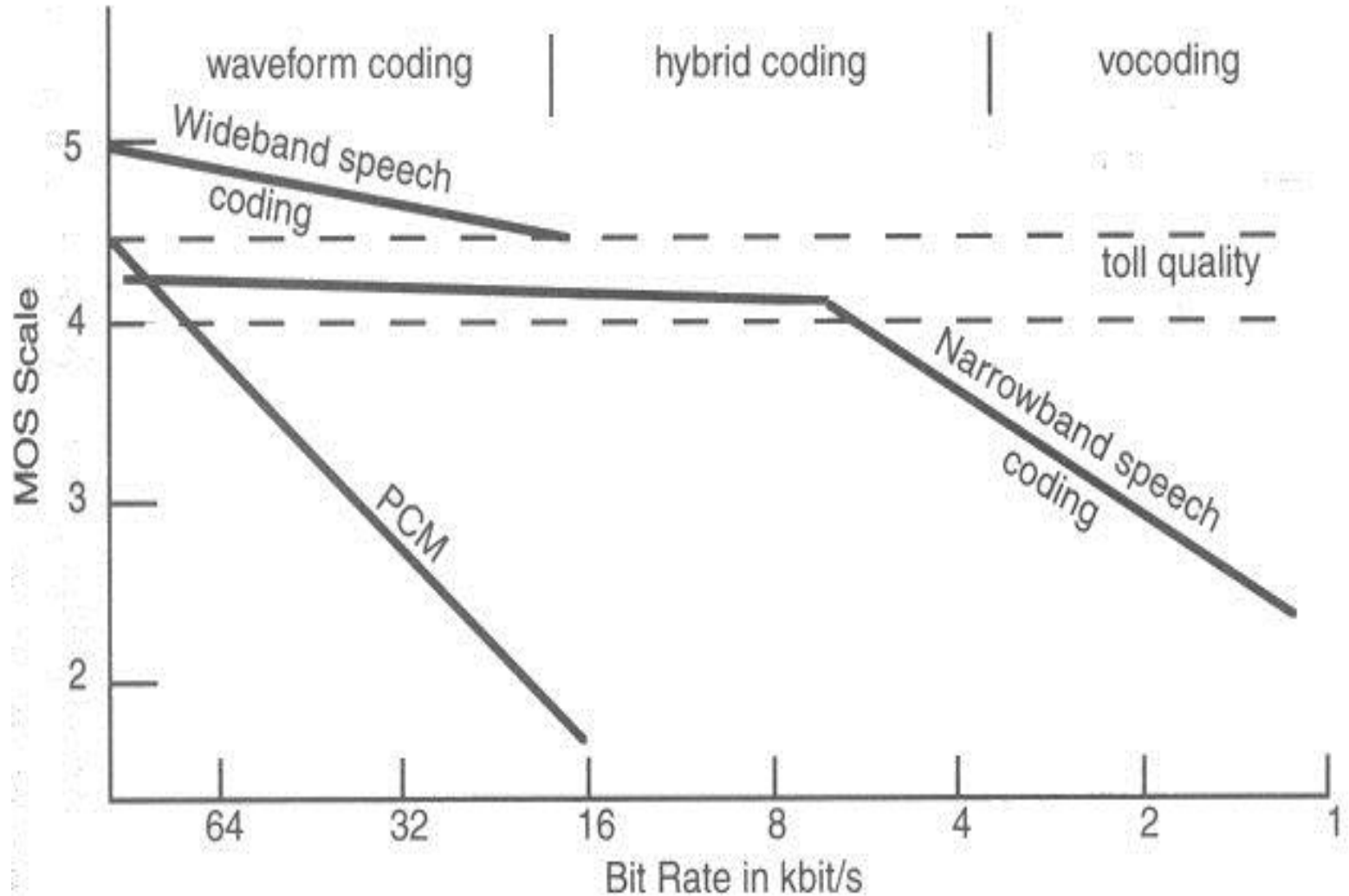
Vocoders

- Envia ao receptor um conjunto de parâmetros para que possa reproduzir
- Codificação por predição linear (*linear prediction coding - LPC*) usada para derivar parâmetros
- Boa qualidade para telefonia

Codificadores híbridos

- Pontos positivos de ambos
- Baixíssima taxa de bits (4 a 16 Kbps)
- Usam a técnica *analysis-by-synthesis*

Comparação



MOS

- *Mean Opinion Score* - Média de opinião
- Ouvintes comparam amostra com amostra de referência
- Uma frase (2 segundos), silêncio (0,5 segundo), frase (2 segundos)

Excelente	5
Boa	4
Regular	3
Insatisfatória	2
Ruim	1

CODECS

Standard	Coding type	Bit rate kbit/s	MOS	Complexity	Delay (ms)
G.711	PCM	64	4.3	1	0.125
G.726	ADPCM	32	4.0	10	0.125
G.728	LD-CELP	16	4.0	50	0.625
GSM	RPE_LTP	13	3.7	5	20
G.729	CSA-CELP	8	4.0	30	15
G.729A				15	
G.723.1	ACELP	6.3	3.8	25	37.5
	MP-MLQ	5.3			
US Dod FS1015	LPC-10	2.4	synthetic	10	22.5

Problemática VoIP

- Qualidade de voz impactada por perda, atraso e variação de atraso (*jitter*)
 - Perda (ideal < 1%, < 2% aceitável)
 - *Jitter*
 - Se for alto, pacote atrasado é considerado perdido
 - Atraso
 - Para conversa interativa, atraso máximo fim-a-fim deve ser inferior a 150 ms (ITU-T)
 - Valores de 200 ms ainda toleráveis na prática
- *Tráfego de voz deve ter tratamento prioritário sempre nas filas de transmissão!*
- Eco

Eco

- **Eletrônico**

- Conversão dos 2 fios dos telefones dos assinantes para 4 fios que fazem a conexão das centrais de longa distância (*hybrid*)
- Normalmente não se percebe este eco, confundindo-o com o som da própria voz
- Em caso de atrasos superiores a 30 ms, circuitos canceladores de eco devem ser utilizados

- **Acústico**

- Fração do sinal acústico é realimentada entre alto-falante e microfone
- Solução: Usar *headset*

Atraso

- Componentes de atraso
 - Atrasos nos codificadores de voz
 - 25 ms (G.729a), até 100 ms (G.723.1)
 - Envolve *lookahead* do algoritmo, supressão de eco, supressão de ruído, etc
 - Buffer de compensação de *jitter*
 - 30 a 60 ms, configurável
 - Atrasos nas filas dos elementos de rede (variável)
 - Atrasos de propagação no meio físico
 - 10 ms/ 1000 km
 - Atrasos de serialização

Perda de Pacotes

- **Causada por congestionamentos ou atrasos**
 - Dependendo do CODEC, o impacto da perda é maior ou menor, em função da distribuição da perda
- **Mecanismos de *Forward Error Correction* (FEC) ou redundância de caminho podem ser usados**
 - Aumentam o tráfego na rede
 - Somente suportados por codecs mais recentes
- **Alternativas de recuperação podem ser baseadas na exploração do pacote anterior ou interpolação**
- **Usar priorização para o tráfego de voz, nas camadas de enlace e rede para diminuir/eliminar perda e atraso**

Duas Visões

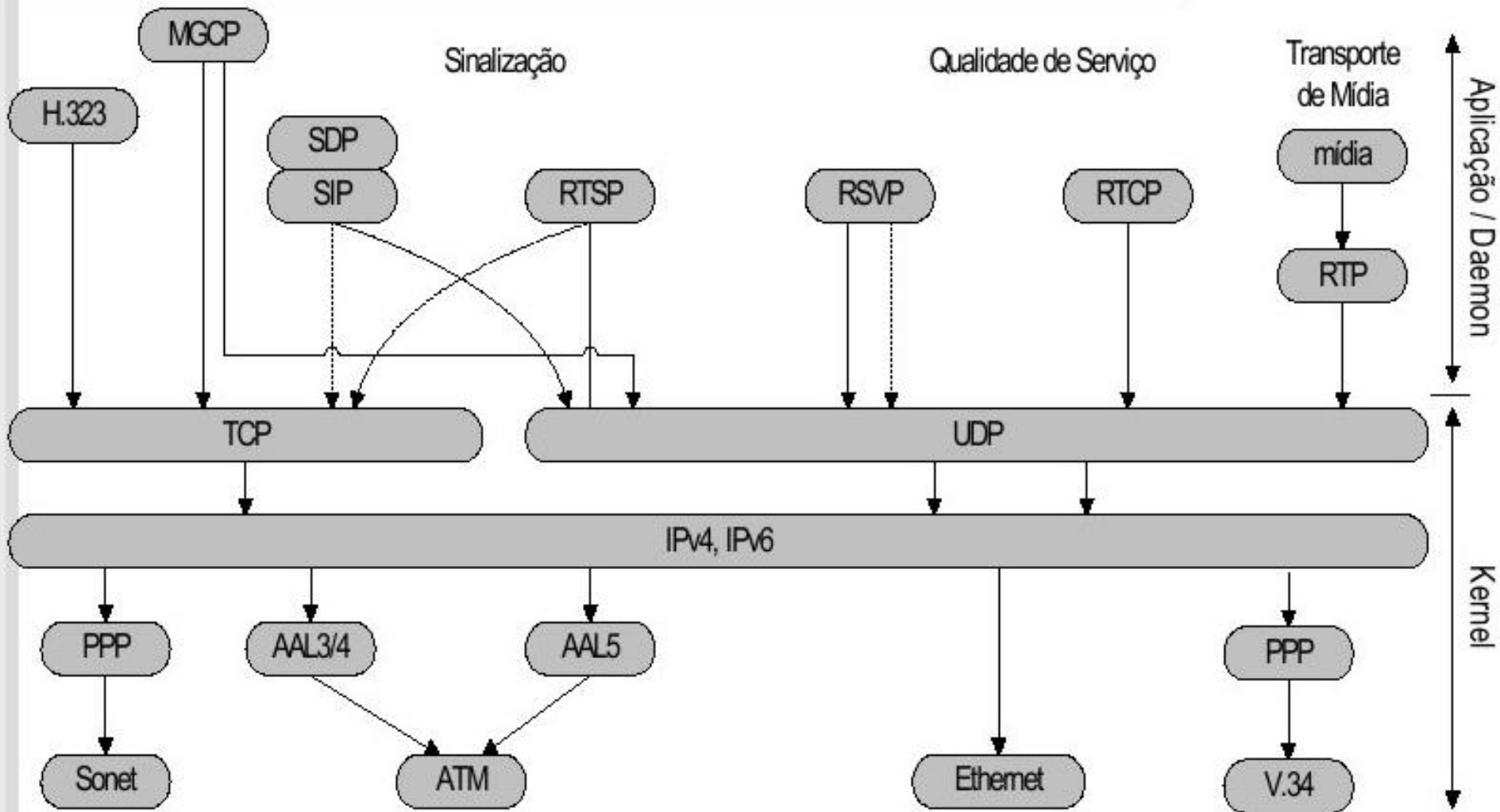
Internet TELEPHONY

- Serviços de voz
- Arquitetura tradicional - Pilha de sinalização ISDN
- Interoperabilidade SS7 ou migração SS7 para Internet

INTERNET Telephony

- VoIP - Mais um serviço
- Voz: Pequena fração do tráfego
- SS7 para a borda
- Integração de serviços multimídia e a web

Pilha de protocolos



Arquiteturas

Descentralizadas

- H.323 e SIP
- Dispositivos na borda podem ser gateways VoIP, fones IP, *media servers*
- Inteligência distribuída entre dispositivos de controle e dispositivos na borda

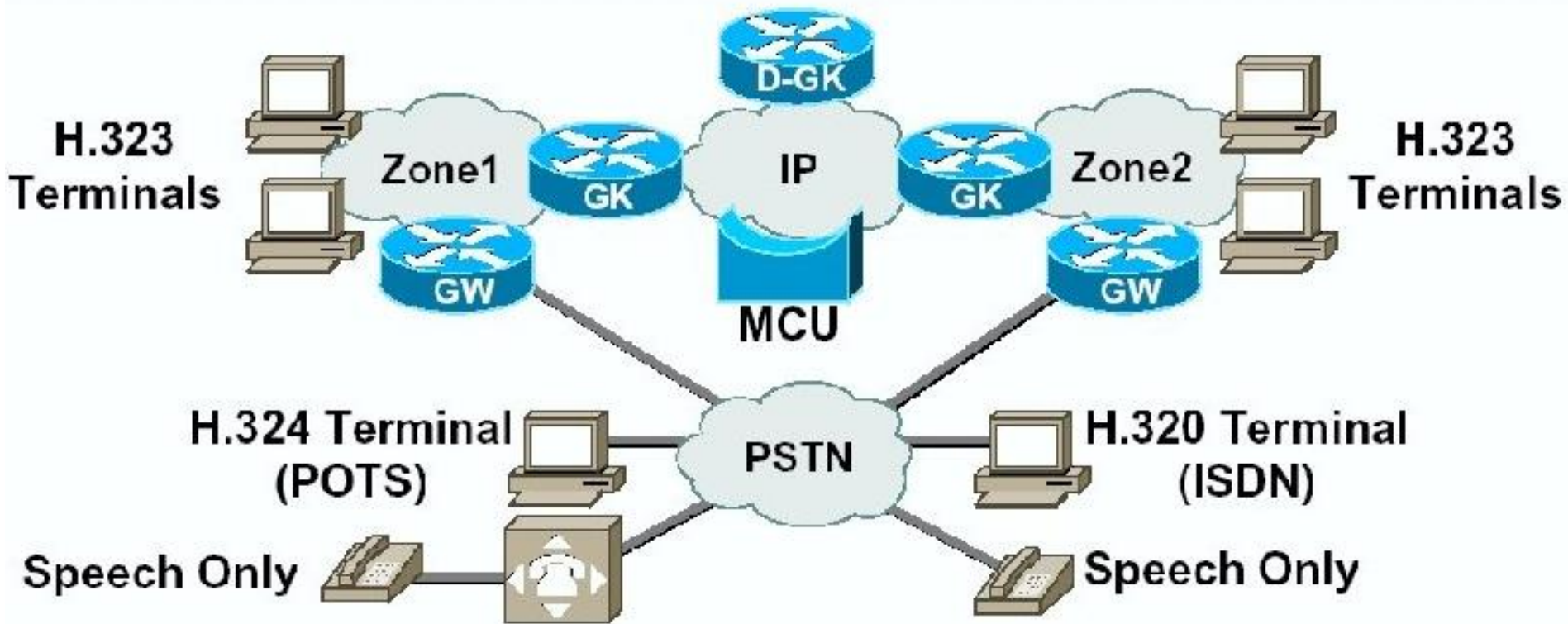
H.323

- Especificação guarda-chuva: H.245, H.225, Q.931, RTP
- Herança da telefonia tradicional

Elementos do H.323

- Gateway
- Multipoint Control Unit (MCU)
- Terminal
- Gatekeeper

Elementos do H.323



Gateway H.323

- Interconexão com outros dispositivos - redes heterogêneas
 - Controle de chamadas (Q.931, H.225)
 - Protocolo de controle (H.245)
 - Métodos de codificação (G.711, G.729)
 - etc

MCU H.323

- **Sessões - Múltiplos participantes**
 - Multipoint Controller (MC) - Controle da conferência e negociação (H.245)
 - Multipoint Processor (MP) - Manipula fluxos multimídia

Terminal H.323

- Iniciam e finalizam chamadas ou conferências multiponto
- Pontos terminais

Gatekeeper H.323

- Centraliza, administra e monitora chamadas H.323 em uma zona
- Resolução de chamadas
- Admissão de chamadas

Gatekeeper H.323

- **Tradução de endereços** (alias, apelidos, e-mails) para endereços IP
- **Controle de admissão** - Controla configuração de chamadas entre terminais e gateways
- **Gerenciamento da banda**
- **Gerenciamento de zona**
- **Sinalização de chamadas** - Atua como proxy de sinalização (suporte a protocolo de chamada) ou simplesmente como ponte inicial da chamada

Protocolos H.323

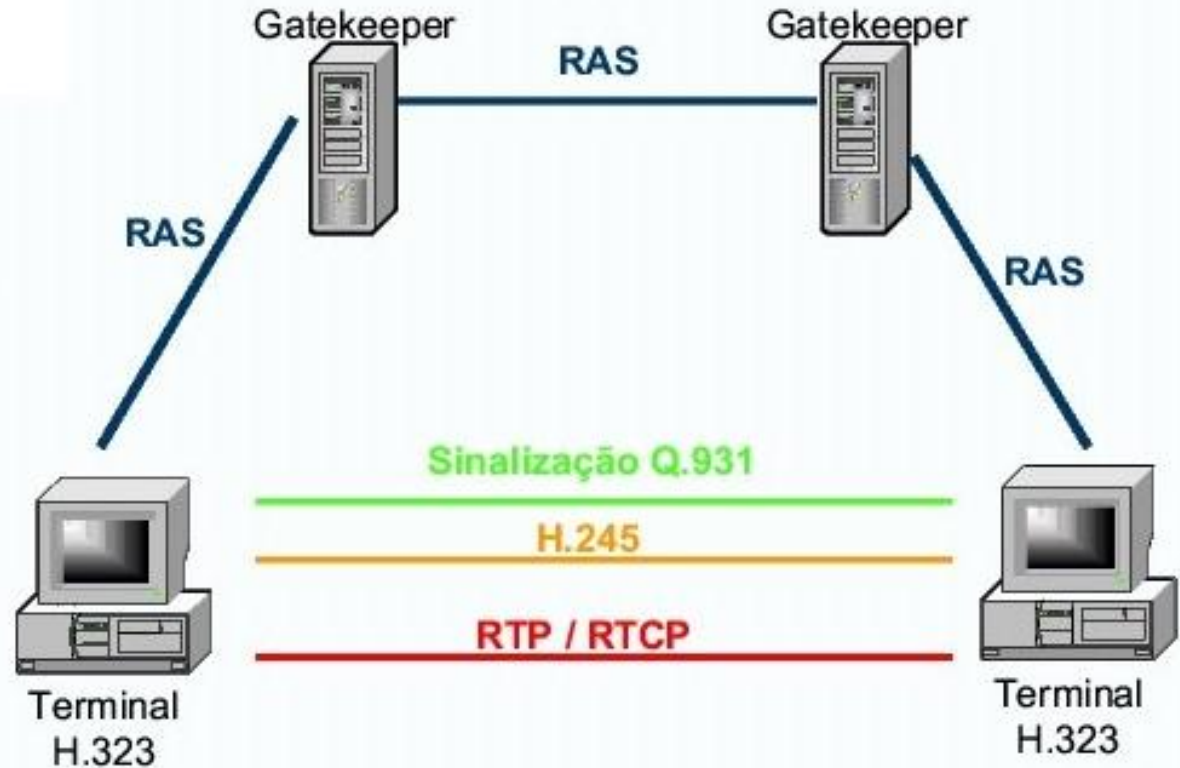
Áudio Codificadores		Controle		
G.711 G.722 G.723 G.728 G.729		H.225 Sinalização Terminal para Gatekeeper (RAS)	H.225 Sinalização de Chamada	H.245 Sinalização de Canal Lógico
RTP	RTPC			
UDP transporte não confiável			TCP transporte confiável	

Modos de Operação com GK

- Dois modos de operação entre terminais H.323
 - Modo direto
 - Modo GK Routed (GK como PROXY)

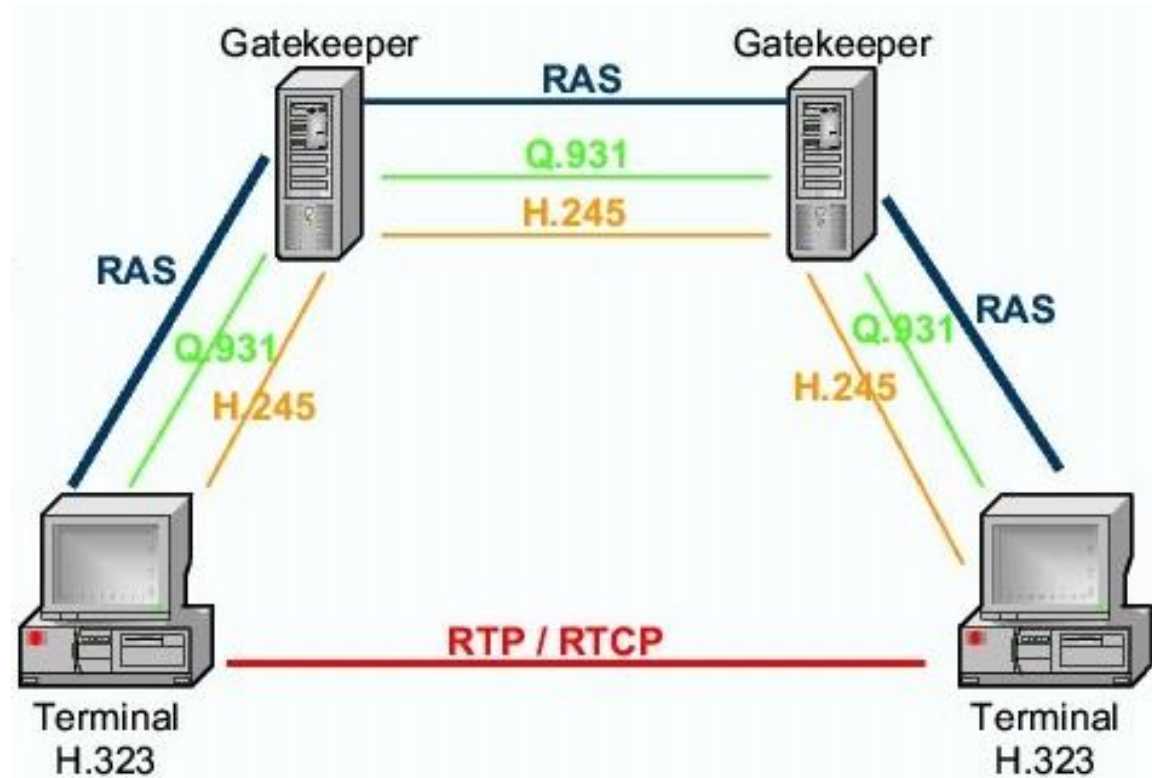
Operação de GK em modo direto

- Quando da admissão da chamada, GK provê ao terminal H.323 o endereço IP do terminal destino;
- Cliente H.323 antes de estabelecer ou receber uma chamada sempre solicita autorização ao GK correspondente (CAC simples);
- A sinalização de estabelecimento de chamada prossegue diretamente entre os terminais H.323.



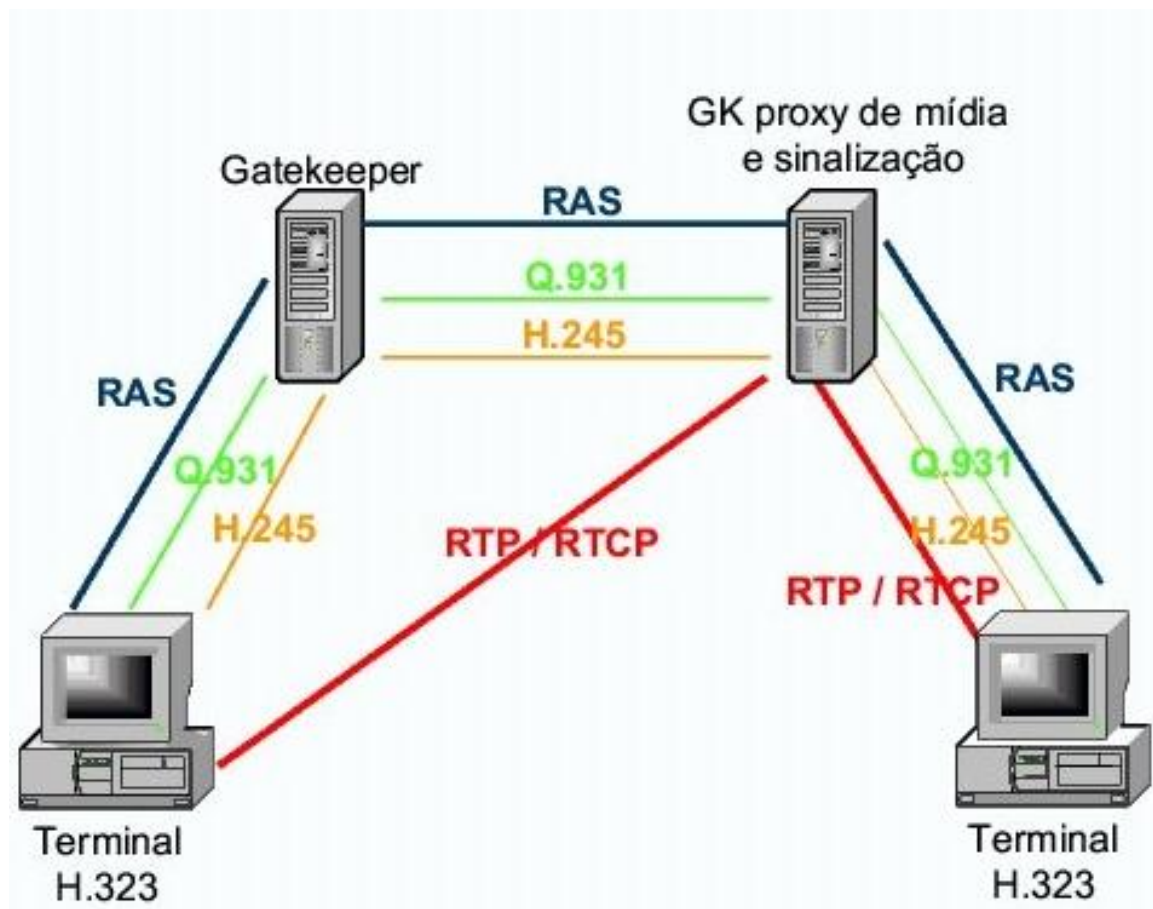
GK como Proxy de Sinalização

- GK intermedia a sinalização de estabelecimento de chamada (Q.931) e de negociação da mídia (H.245), como se ele fosse o terminal chamador;
- Canais de mídia são estabelecidos diretamente entre os terminais H.323.



GK como Proxy de Sinalização e de Mídia

- GK intermedia a sinalização de estabelecimento de chamada (Q.931) e de negociação da mídia (H.245), como se ele fosse o terminal chamador;
- Mídia é estabelecida passando pelo GK, se ele atuar como proxy de mídia.



SIP

- Produto do grupo de trabalho MMUSIC da IETF
 - RFC 2543, (Fev/1999) (início em 1995)
 - RFC 3261, SIP (Jun/2002)
- Usa características da Internet, como:
 - URLs (para endereçamento)
 - Comunicação entre domínios administrativos através de DNS
 - Herança do protocolo HTTP
 - Requisições e respostas no formato texto
 - MIME-TYPES, podendo enviar qualquer conteúdo no corpo das mensagens SIP (como fotos, vídeo, páginas web)

SIP

- SIP utiliza:
 - Domain Name System (DNS)
 - Session Description Protocol (SDP)
 - Telephony Routing Over IP (TRIP)

Funções básicas do SIP

- Convite de usuários para participar de sessões multimídia
- Encontrar a localização atual do usuário para entregar o convite
- Transporte de descrições de sessões
- Modificações "on the fly" de sessões
- Terminação de sessões

Endereçamento SIP

- Parte do endereço SIP pode ser
 - usuario@dominio
 - usuario@host
 - usuario@IP
 - numero_do_telefone@gateway

Ex.: sip://nfonseca@ic.unicamp.br

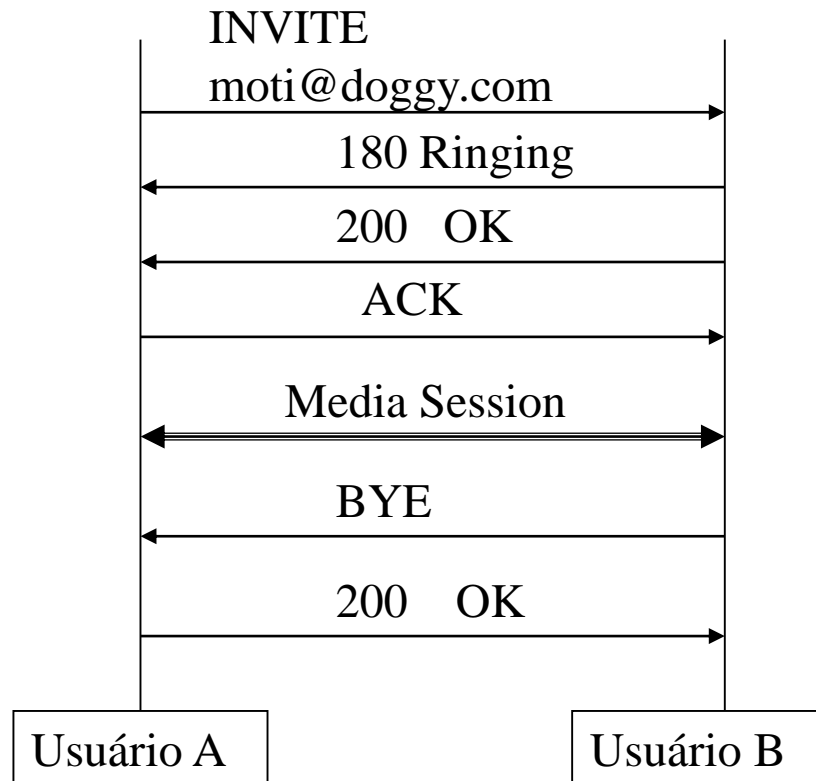
Elementos do SIP

- **User Agent SIP (UA SIP)**
 - Terminais finais da comunicação
 - Envia e recebem requisições
 - Acessam o usuário ou executam programas para determinar a resposta a uma requisição
 - Exemplos
 - Telefones SIP
 - Gateways SIP/PSTN
- **Servidores SIP**



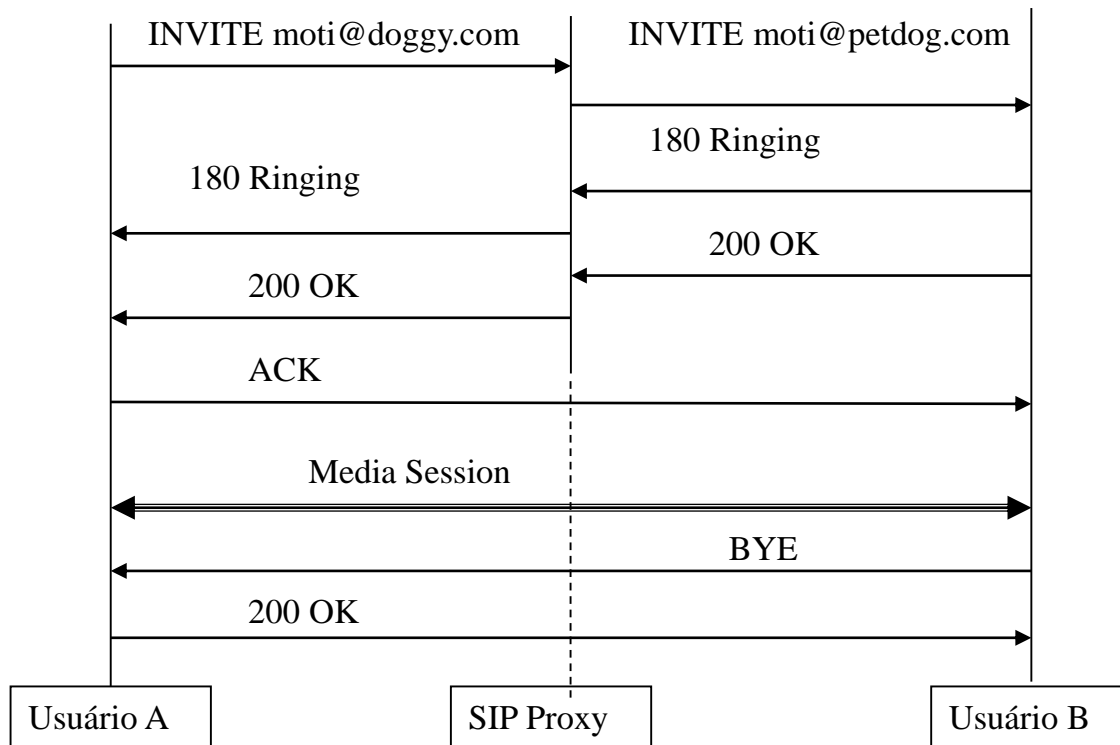
Chamadas SIP

- Chamada pode ser feita entre dois usuários



Servidor Proxy SIP

- Executa sinalização para clientes (agente usuário)
- Encaminha para servidor próximo. O salto pode ser outro proxy ou o destinatário final
- Utiliza servidor de localização



Servidor de Redirecionamento SIP

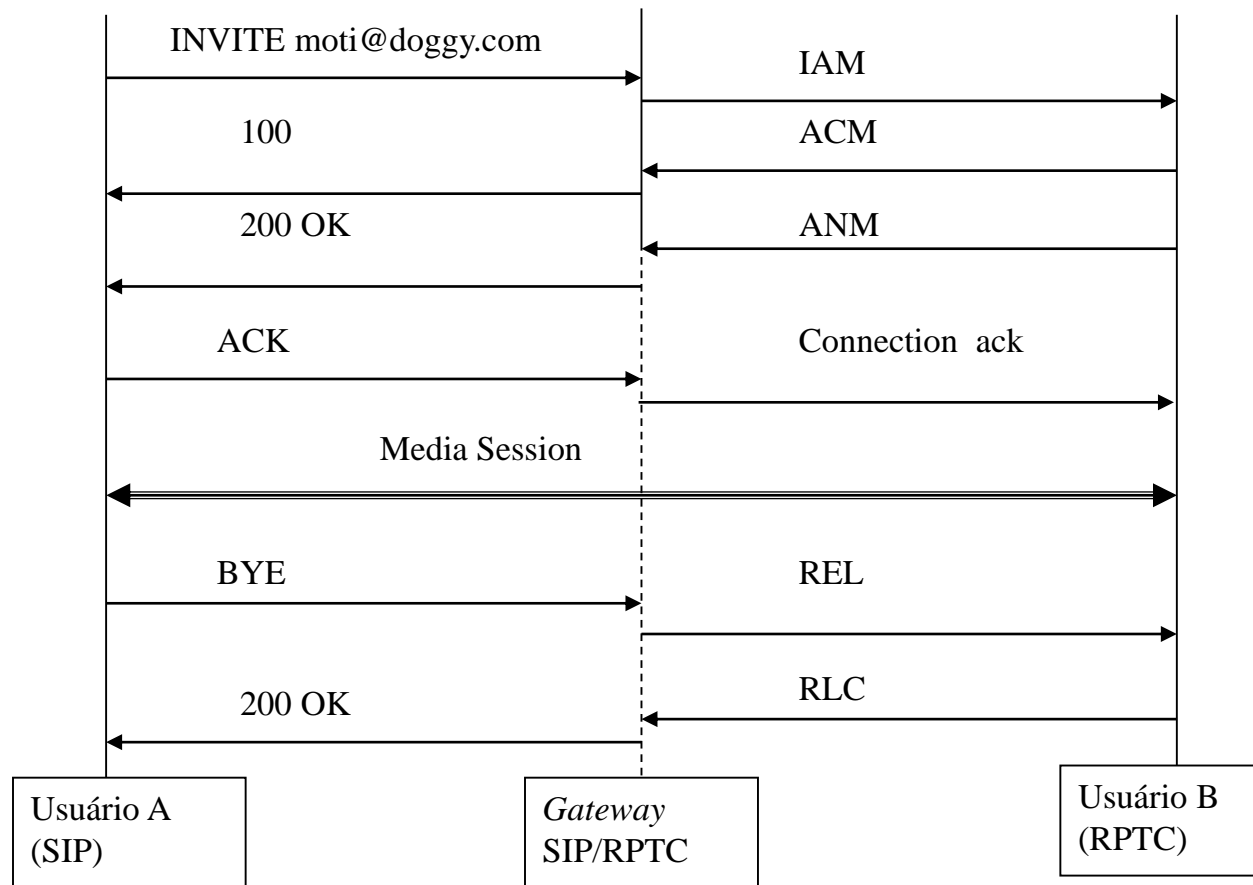
- Servidor de localização
- Devolve informação de chamada

Servidor de registro SIP

- Manutenção do cadastro de usuários SIP

SIP Gateway

- Interoperabilidade entre rede SIP e outras redes, por exemplo rede pública de telefonia comutada ou H.323

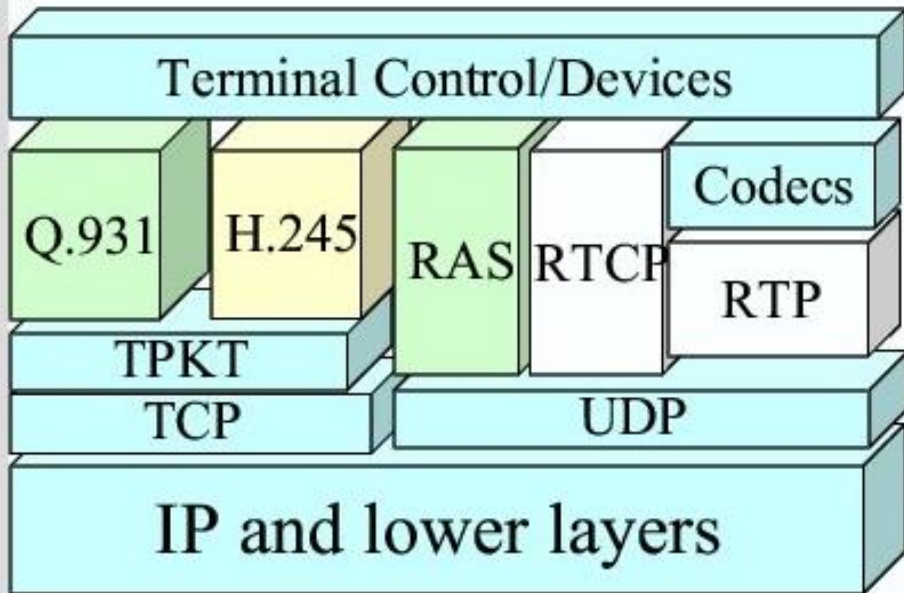


Mensagens SIP

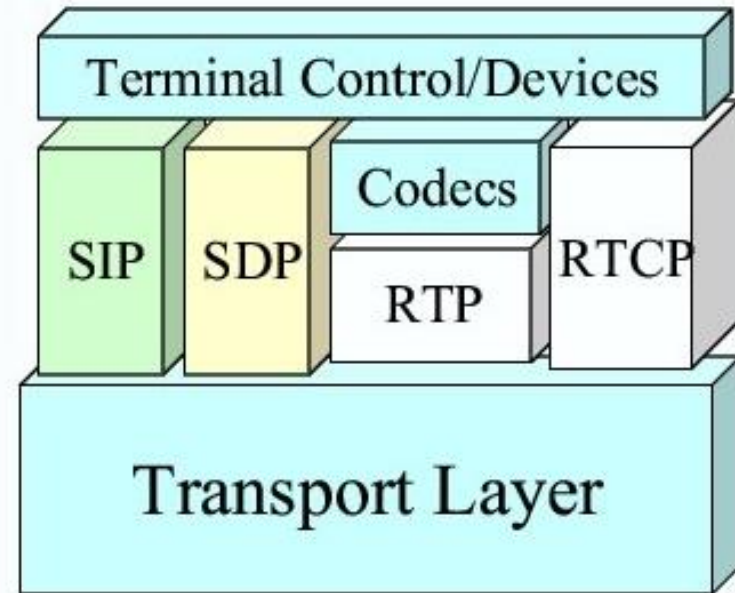
- Pedidos
- Respostas
- INVITE - Pedido de chamada
- BYE - Encerra chamada
- ACK - Reconhece respostas finais
- OPTIONS - Capacidade e disponibilidade
- REGISTER - Informa localização
- CANCEL - Cancela pedido ainda não respondido

SIP X H.323

H.323



SIP



SIP X H.323

- O que o SIP faz e o H.323 não faz
 - Velocidade
 - Multicast
 - Uso de URL
 - Priorização das chamadas
 - Codificação em texto

SIP X H.323

- O que o H.323 faz e o SIP não faz
 - Canais lógicos
 - Controle de conferência
 - Codificação binária
 - Descoberta de gatekeeper

SIP X H.323

	H323	SIP
Origem	ITU-T	IETF
Versão atual	Versão 4 (11/2002)	RFC3261 (06/2002)
Mensagens	Formato binário	Formato textual
Codificação de mensagens	ASN.1 e SDL	ABNF
Tarifação	Sim.	Sim. Deve usar chamadas com <i>proxy</i>
Priorização de linhas telefônicas	Não	Sim
Suporte a multimídia	Sim	Sim
Mecanismo de QoS	Sim	Não
Tratamento de falha na rede	Sim	Não
Protocolo de descrição de chamada	H.245 e H.225.0	SDP
Detecção de <i>loop</i>	Sim	Sim
Transporte de voz	RTP/RTCP	RTP/RTCP
Provedor de serviços suplementares	Pontos de terminação e controle de chamada	Pontos de terminação e controle de chamada
Transporte de sinalização	TCP	TCP/UDP
Controle de chamada	<i>Gatekeeper</i>	Servidor <i>proxy</i> e de redirecionamento
Endereçamento	Flexível aceitando URL's, dígitos E.164 entre outros	Somente URL's
Arquitetura	Distribuída ou centralizada	Distribuída ou centralizada
Software livre	[OPENH323]	[VOVIDA] e [LINFONE]
Autenticação/Criptografia	H.325	S/MIME, SSL
Escalabilidade	LAN	WAN
Transporte de <i>fax-relay</i>	T.38	T.38
Pontos de terminação	<i>Gateway</i> , terminal	Agente usuário