

Redes Multimídia



Um dia, um homem resolveu
dar asas a sua imaginação,
superar desafios e provou que
o Conhecimento não tem limite.



PUC Minas



Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real

- Áudio digital
- Vídeo digital
- Streaming de mídia armazenada
- Streaming de mídia ao vivo
- Conferência em tempo real



Streaming de Áudio e Vídeo

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real

- Tráfego em Tempo Real x Tráfego da Web
- Crescimento intensivo do tráfego multimídia
 - Processadores poderosos com recursos multimídia
 - Significativo aumento da largura de banda
 - Áudio necessita 64kps (em princípio)
 - Vídeo com boa qualidade necessita 1 Mbps
- Principal problema é o atraso variável (jitter)
 - Áudio e vídeo exigem uma taxa de reprodução fixa



Áudio digital (1)

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

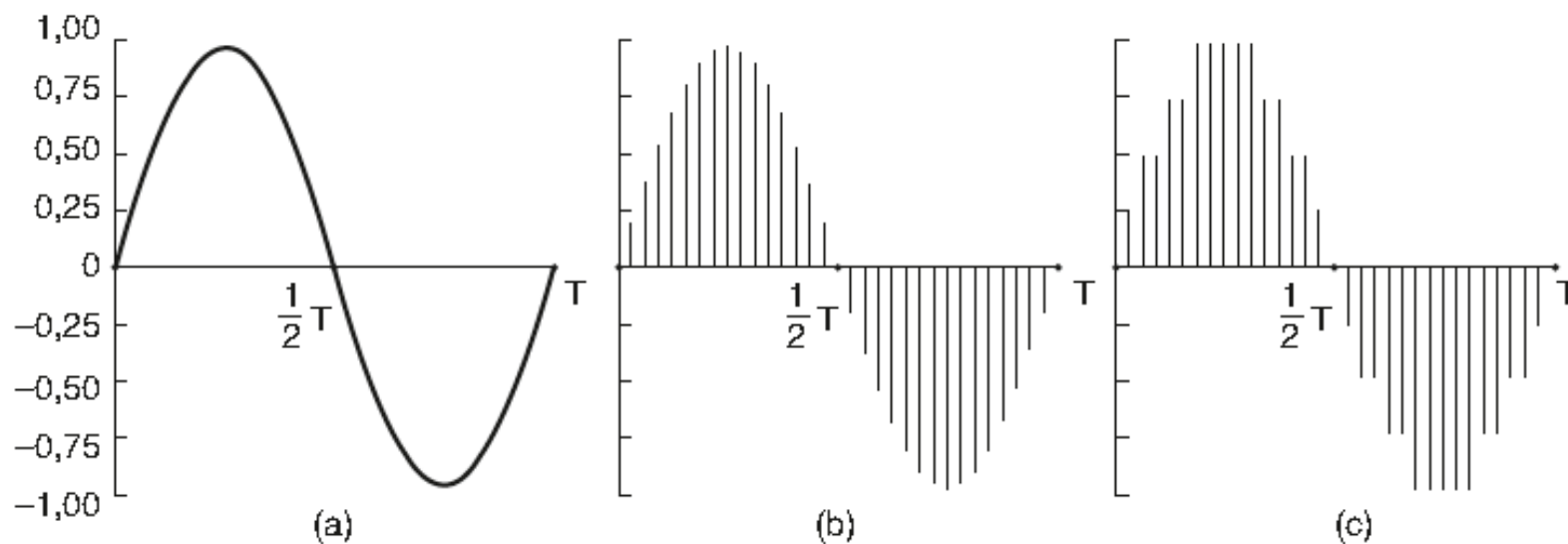
Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real

Digitalização do Áudio

- Modulação por Codificação de Pulsos (PCM)
- Teorema Fundamental da Amostragem (Nyquist)

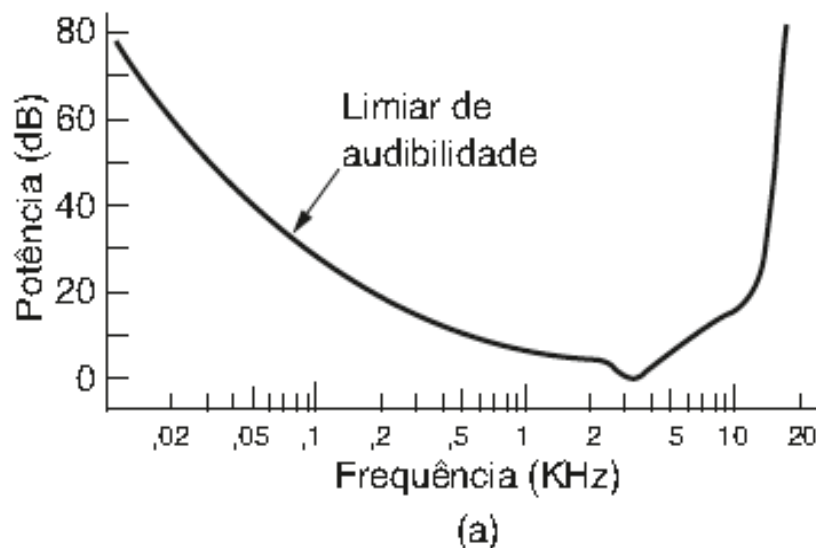


- (a) Onda senoidal. (b) Amostragem da onda senoidal.
(c) Quantização das amostras para 4 bits.

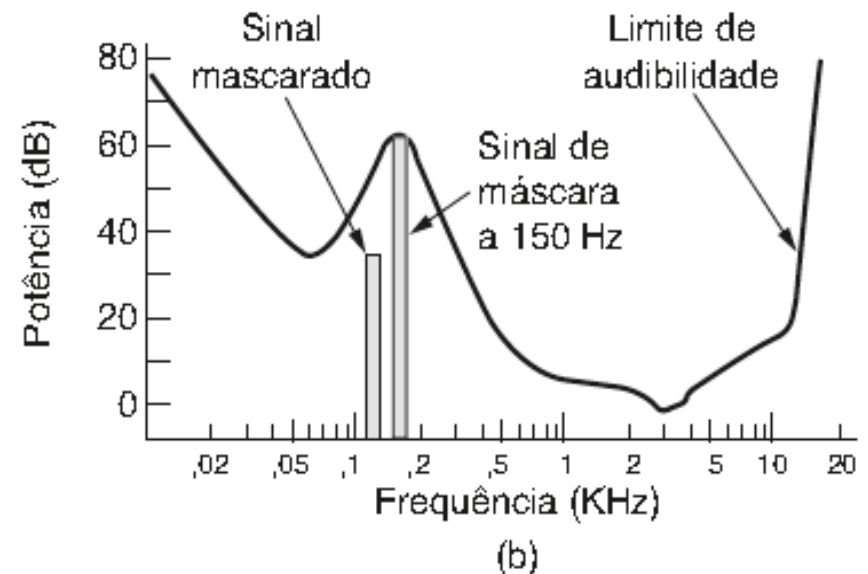


Compressão do Áudio

- a compressão pode ser “com perdas” ou “sem perdas”.
- a compressão pode ser “preditiva” ou “perceptiva”.



(a) Limiar de audibilidade em função da frequência.



(b) O efeito de máscara.



- Voz - PCM (Modulação por codificação de pulso): 8.000 amostras por segundo com 8 bits por amostra – total de 64 kbps.
- CD - WAV ou WAVE (Waveform Audio File Format): 44100 amostras por segundo com 16 bits por amostra em mono, o dobro no caso de estéreo – total de 1.410 kbps



Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real

- Nesta técnica, as diferenças entre as amostras são codificadas em vez de codificar todos os valores:
 - GSM (13 kbps)
 - G.729 (8 kbps)
 - G.723.3 (6.4 ou 5.3 kbps)G



Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real

- Explora percepções Humanas:
 - Mascaramento temporal
 - Mascaramento por frequência
 - MP3: de 64 a 360 Kbps com possibilidades de codec com variação de taxa



- Sistemas de vídeo exploram o efeito da persistência da retina.
- Um vídeo é uma sequência de quadros, cada um consistindo de uma grade retangular de elementos de imagem (pixels).
- Um pixel pode ser representado por 1 bit (P&B), por 1 byte (escala de cinza) ou por 3 bytes (padrão RGB).
- O tamanho dos quadros é variável: 320x240 pixels, 640x480 pixels, 1024x768 pixels; ou 1280x720 pixels (HDTV).
- O sistemas analógicos de televisão utilizam os padrões diferentes: NTSC (EUA), PAL (Brasil) ou SECAM (França).
 - A imagem é dividida em campos entrelaçados.
 - Nos computadores a imagem é progressiva.



Compressão de Vídeo

- Imagem de 640x480 pixels, 24 bits/pixel; 30 quadros/segundo.
Calcule a taxa de transmissão (largura de banda) exigida.
- Padrões de compressão de vídeo: JPEG, MPEG.

JPEG (Joint Photographic Experts Group)

- Algoritmo simétrico capaz de comprimir à razão de 20:1.
- RGB é transformado em $YCbCr$ (luminância, croma).



Operação do JPEG em modo sequencial com perdas.



PUC Minas

Processo JPEG

Sumário

Áudio Digital

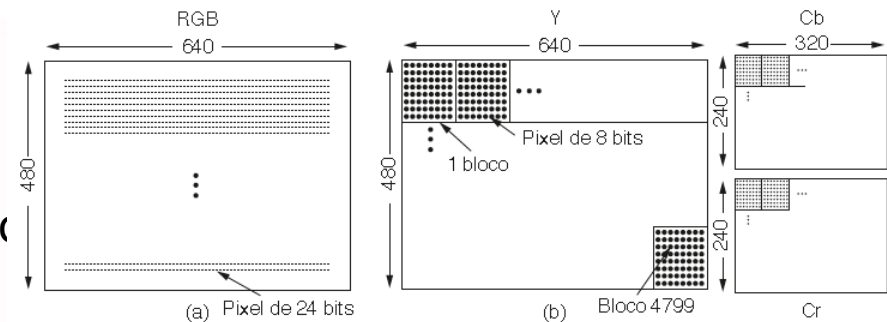
Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

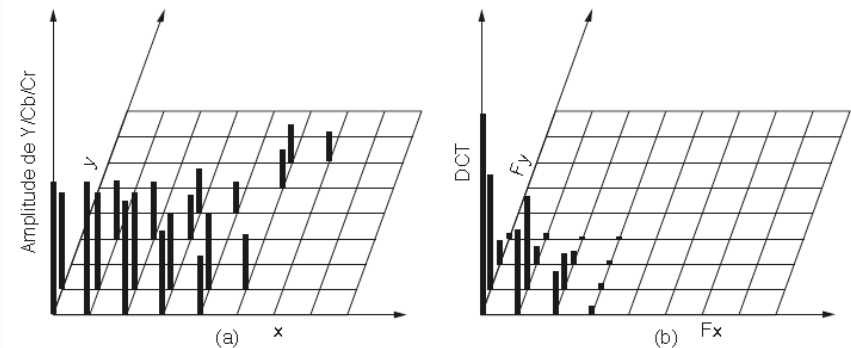
Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real

- (a) Dados RGB de entrada.
- (b) Depois da preparação do bloco



- (a) Um bloco da matriz Y.
- (b) Os coeficientes DCT.



Cálculo dos
coeficientes
DCT quantizados.

Coeficientes DCT

150	80	40	14	4	2	1	0
92	75	36	10	6	1	0	0
52	36	26	8	7	4	0	0
12	8	6	4	2	1	0	0
4	3	2	0	0	0	0	0
2	2	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela de quantização

1	1	2	4	8	16	32	64
1	1	2	4	8	16	32	64
2	2	2	4	8	16	32	64
4	4	4	4	8	16	32	64
8	8	8	8	8	16	32	64
16	16	16	16	16	16	32	64
32	32	32	32	32	32	32	64
64	64	64	64	64	64	64	64

Coeficientes quantizados

150	80	20	4	1	0	0	0
92	75	18	3	1	0	0	0
26	19	13	2	1	0	0	0
3	2	2	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

150	80	20	4	1	0	0	0
92	75	18	3	1	0	0	0
26	19	13	2	1	0	0	0
3	2	2	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0



Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real

- Pode comprimir tanto vídeo quanto áudio;
- MPEG-1: qualidade de gravador de vídeo (CDs) 1.5 Mbps;
- MPEG-2: qualidade de broadcast (DVDs) – 3 a 6 Mbps;
- MPEG-4: vídeo interativo (Blu-ray);
- Compressão se baseia **redundância espacial** e **temporal** dos filmes e da **identidade** de quadros.



MPEG (Motion Picture Experts Group)

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

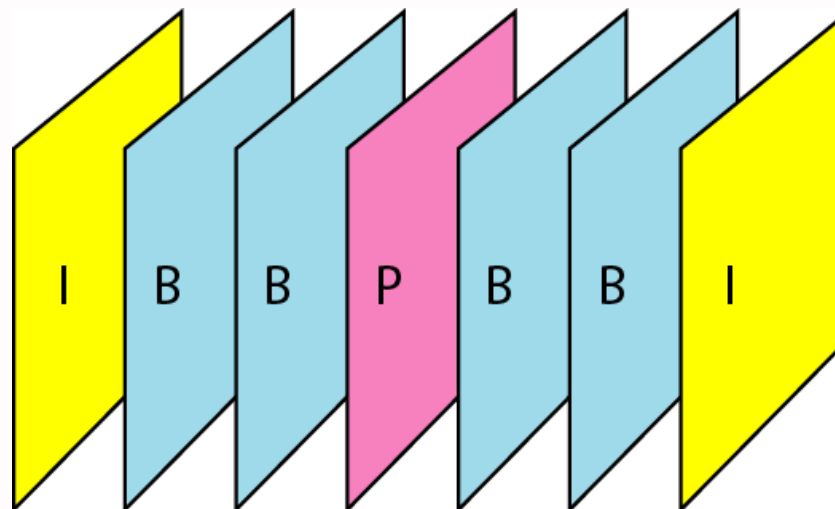
Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real

Uma saída MPEG consiste de três tipos de quadros:

- I (Intracodificado): imagens estáticas, autocontidas e comprimidas
- P (Preditivo): diferença bloco a bloco em relação ao quadro anterior
- B (Bidirecional): diferença b/b em relação a quadros futuros.





Construção quadros MPEG

Sumário

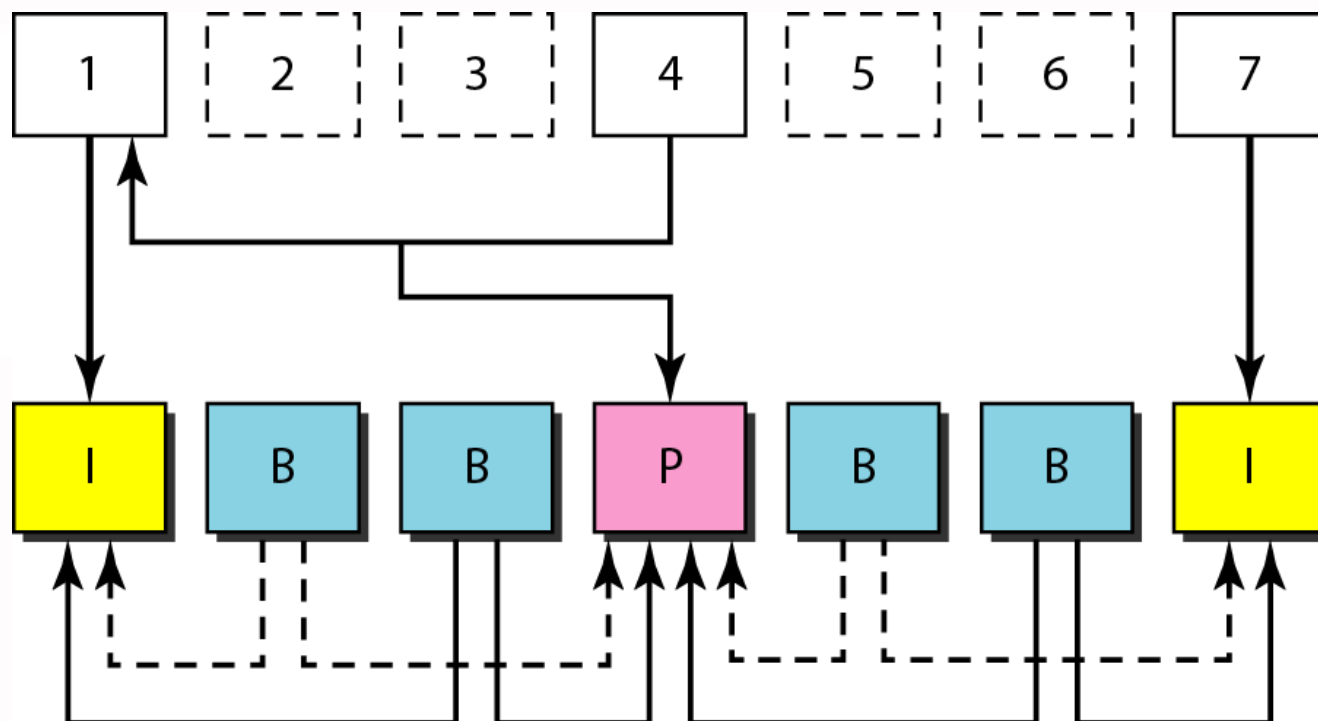
Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real



- Construção dos Quadros



Streaming de mídia armazenada

Streaming de áudio/vídeo armazenado refere-se a solicitações sob demanda de arquivos de áudio/vídeo comprimidos.

- Transmissão de mídia armazenada em arquivo.
- Cinco Abordagens:
 - Utilizando um Servidor Web
 - Uso de Servidor WEB com Metafile
 - Emprego de um Media Server
 - Uso de HTTP sobre QUIC
 - Uso do Media Server e do RTSP

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

**Streaming
Armazenado**

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real



Mídia Armazenada Usando Servidor WEB

Sumário

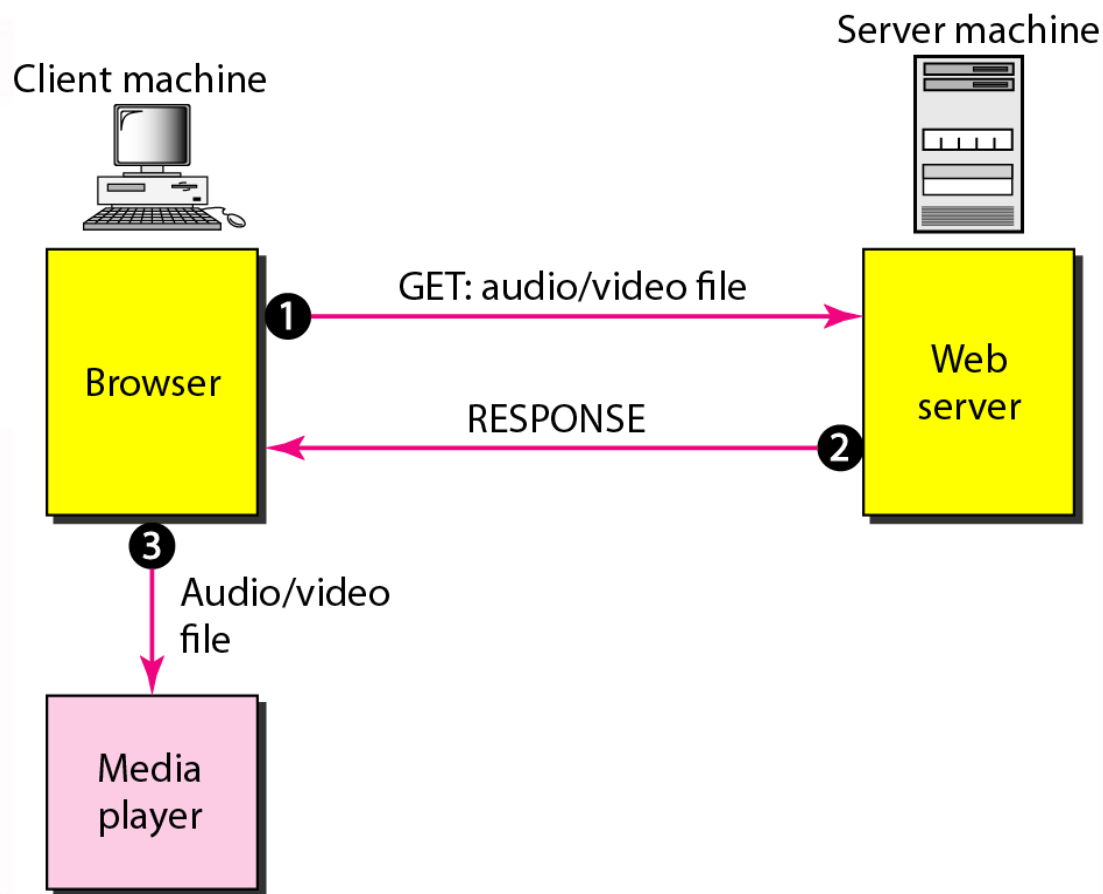
Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming Armazenado

Streaming Ao Vivo

Streaming em Tempo Real



Reproduzindo mídia pela Web através de downloads simples.



Mídia armazenada Server WEB + Metafile

Sumário

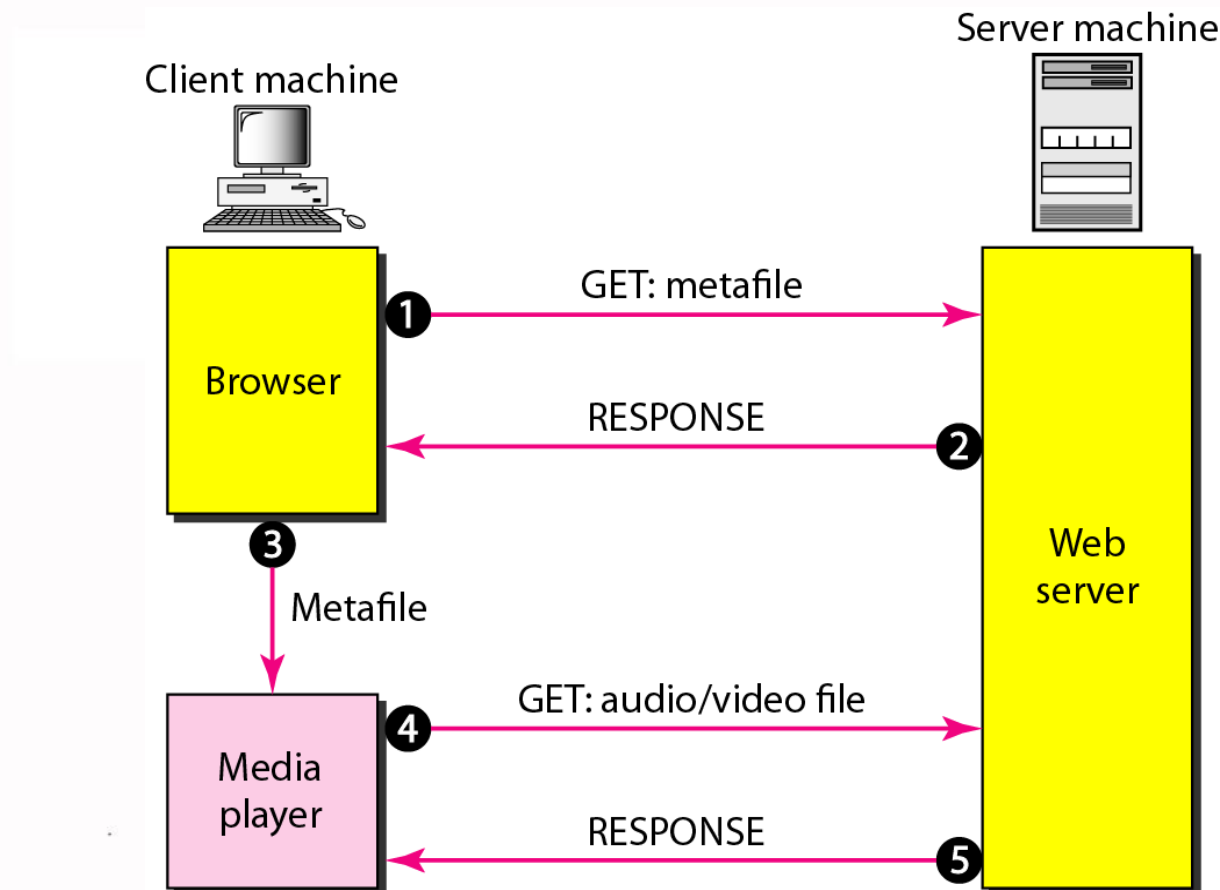
Áudio Digital

Vídeo Digital

**Streaming
Armazenado**

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real





PUC Minas

Mídia armazenada

Metafile + Midia Server

Sumário

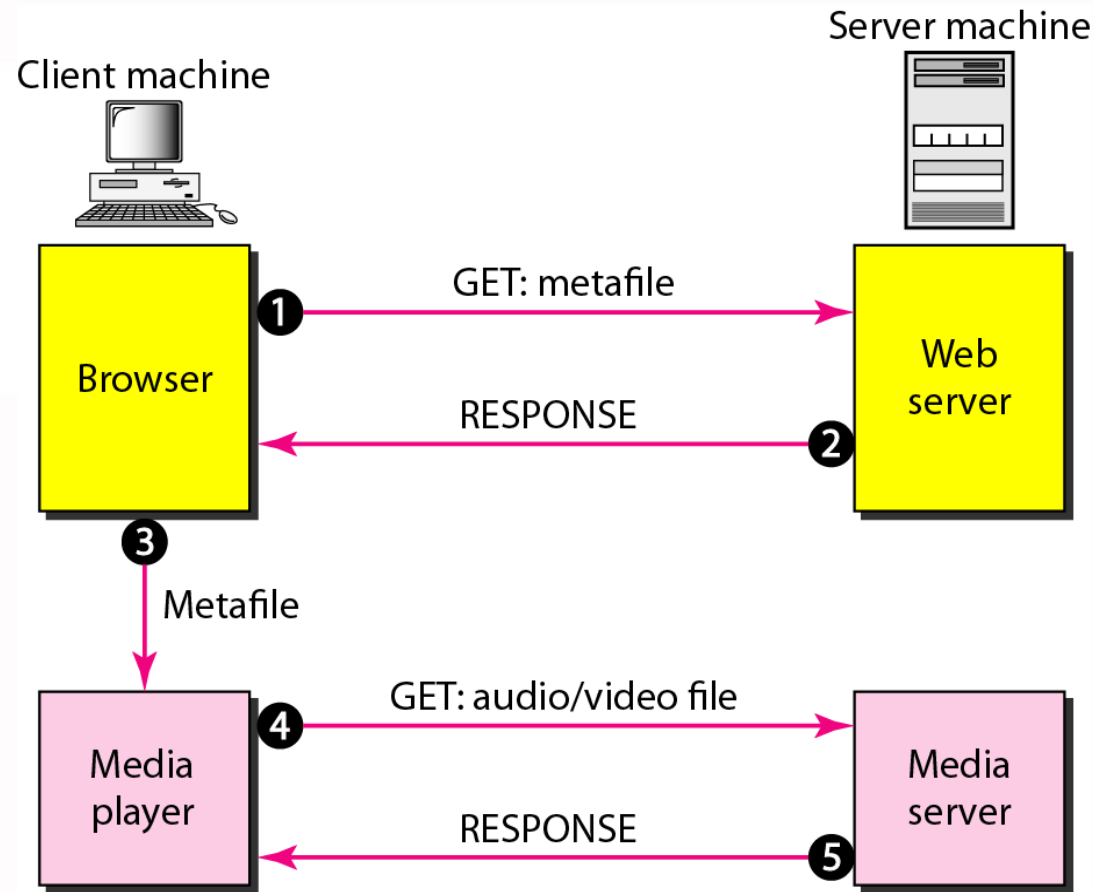
Áudio Digital

Vídeo Digital

**Streaming
Armazenado**

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real

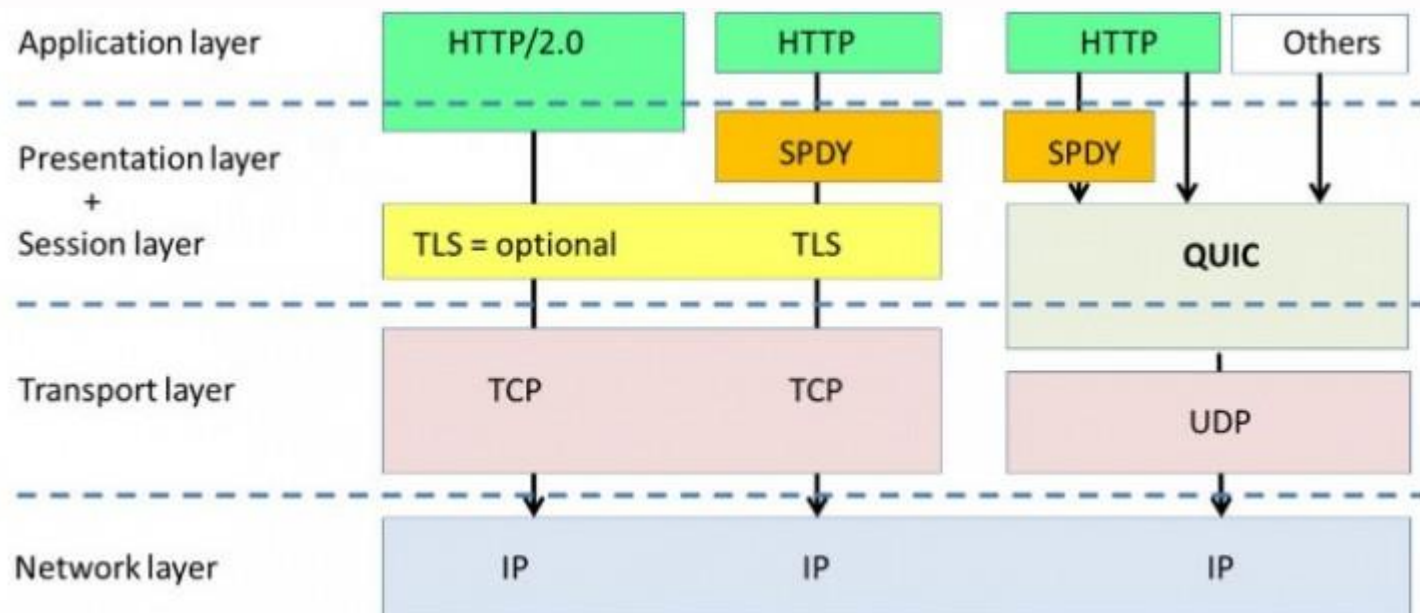




Mídia armazenada

HTTP + QUIC

- Quic faz o controle de congestionamento
- Mantem a sessão com uso de um ID, mesmo com alteração de IP
- Oferece ganhos de até 30% para youtube



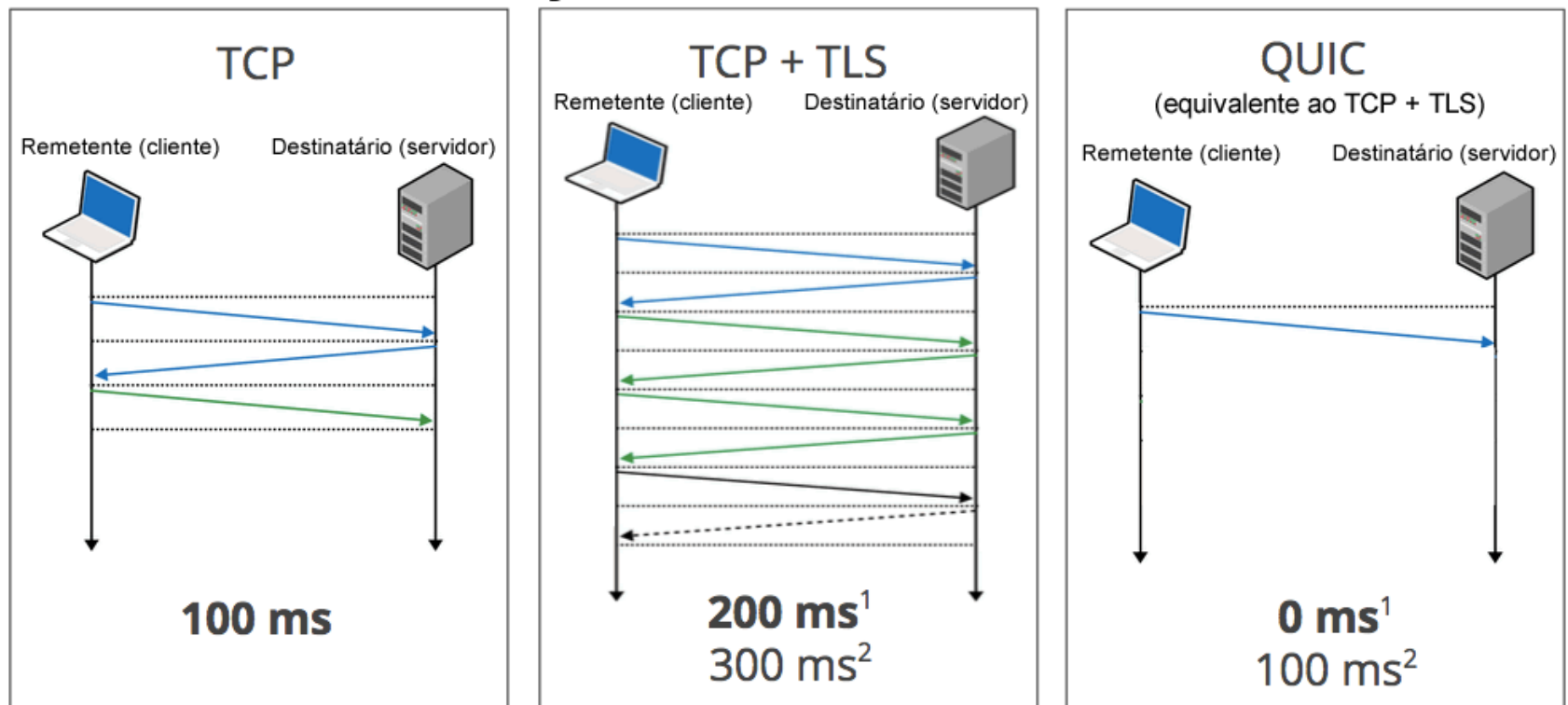


PUC Minas

Mídia armazenada HTTP + QUIC

- Pode ser usado em outras situações, principal objetivo é aumentar desempenho

Estabilização de conexão - RTT Zero



1. repetindo conexão

2. Nunca teve comunicação com o servidor antes

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

**Streaming
Armazenado**

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real



PUC Minas

Mídia armazenada

Metafile + Mid Server + RTSP

Sumário

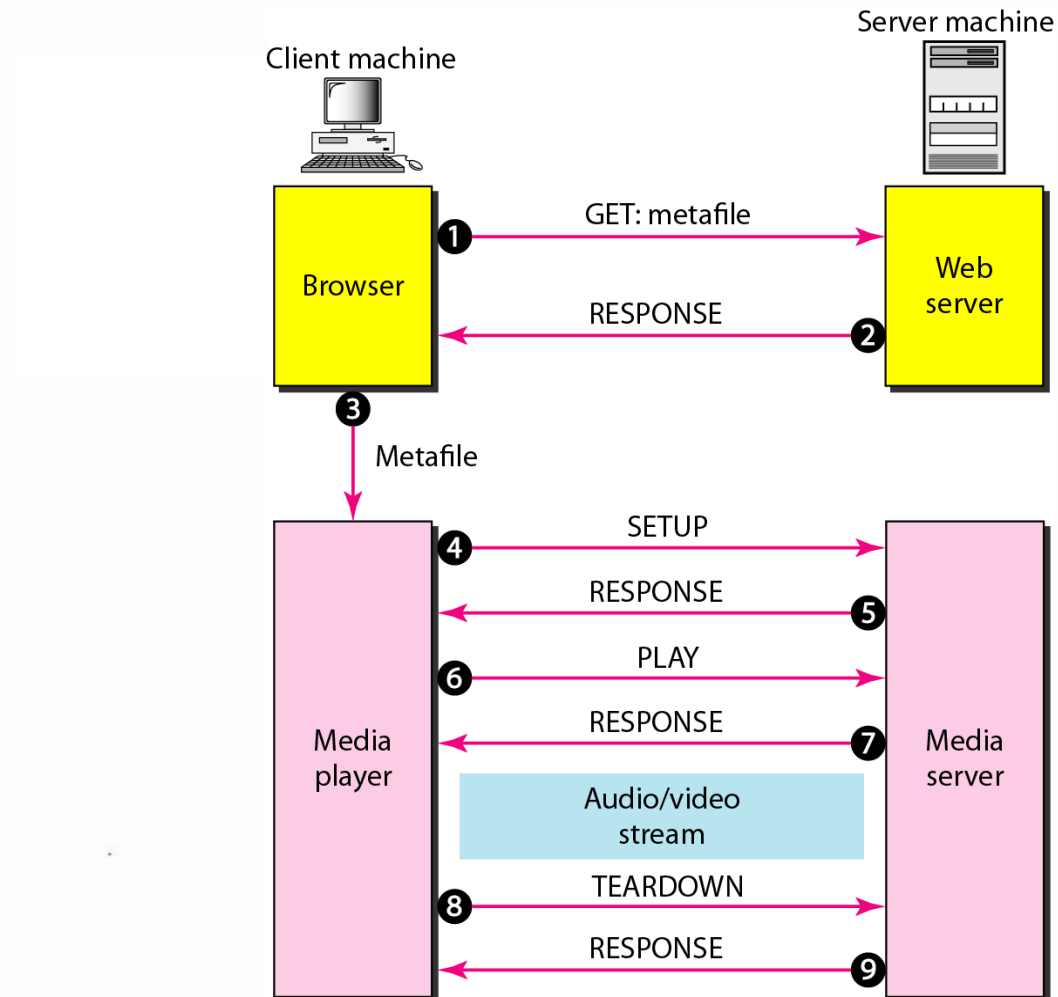
Áudio Digital

Vídeo Digital

**Streaming
Armazenado**

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real





- Fornece o mecanismo para o player controlar o servidor.
- Funcionalidades VCR (Video Cassette Recorder).

Comando	Ação do servidor
DESCRIBE	Lista parâmetros da mídia
SETUP	Estabelece um canal lógico entre o player e o servidor
PLAY	Começa a enviar dados ao cliente
RECORD	Começa a aceitar dados do cliente
PAUSE	Interrompe temporariamente o envio de dados
TEARDOWN	Libera o canal lógico

Comandos RTSP do player ao servidor.



Funções do Player de Mídia

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

**Streaming
Armazenado**

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real

1. Gerenciar a interface do usuário
2. Tratar dos erros de transmissão
3. Descomprimir conteúdo
4. Eliminar o jitter

Tratamento de erros é necessário se o transporte é baseado em UDP.



Correção de Erros - Paridade

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

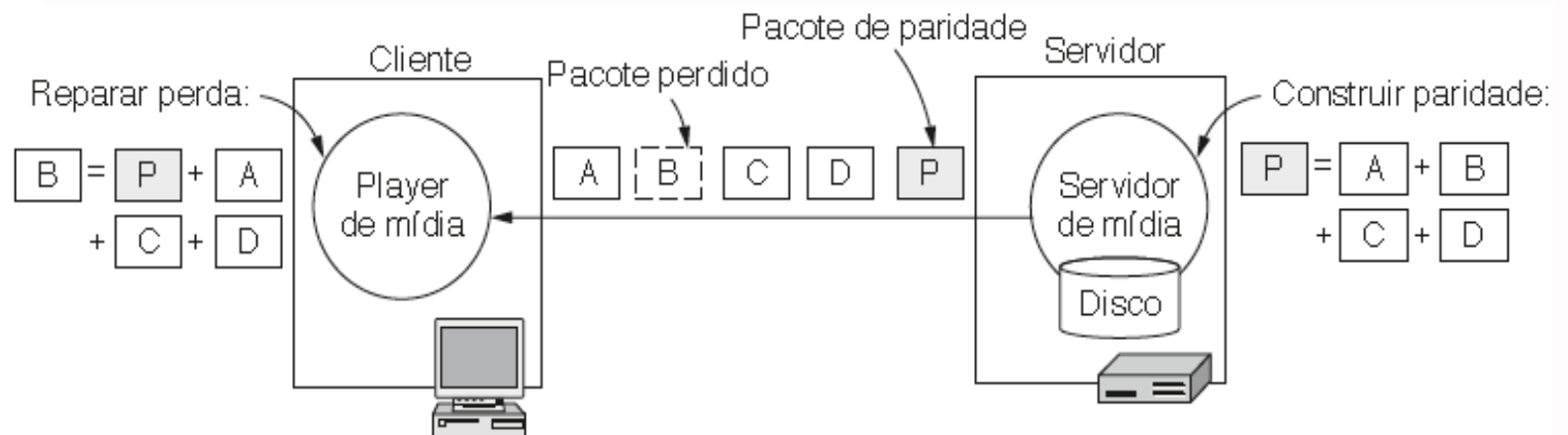
**Streaming
Armazenado**

Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real

Técnicas de Correção de Erro

- FCC (Forward Error Correction)
 - provoca overhead e aumenta a latência da rede

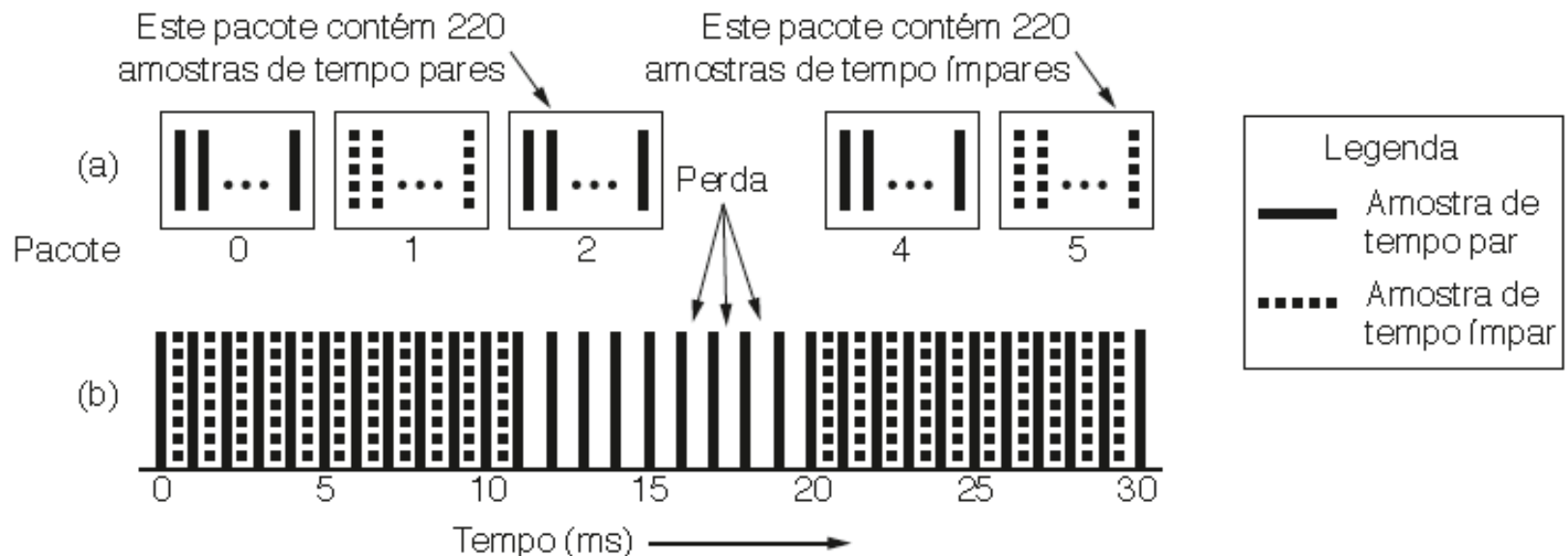


Usando pacote de paridade para reparar perda.



Correção de Erros Intercalação

- Intercalação
 - sem overhead, mas aumenta a latência também

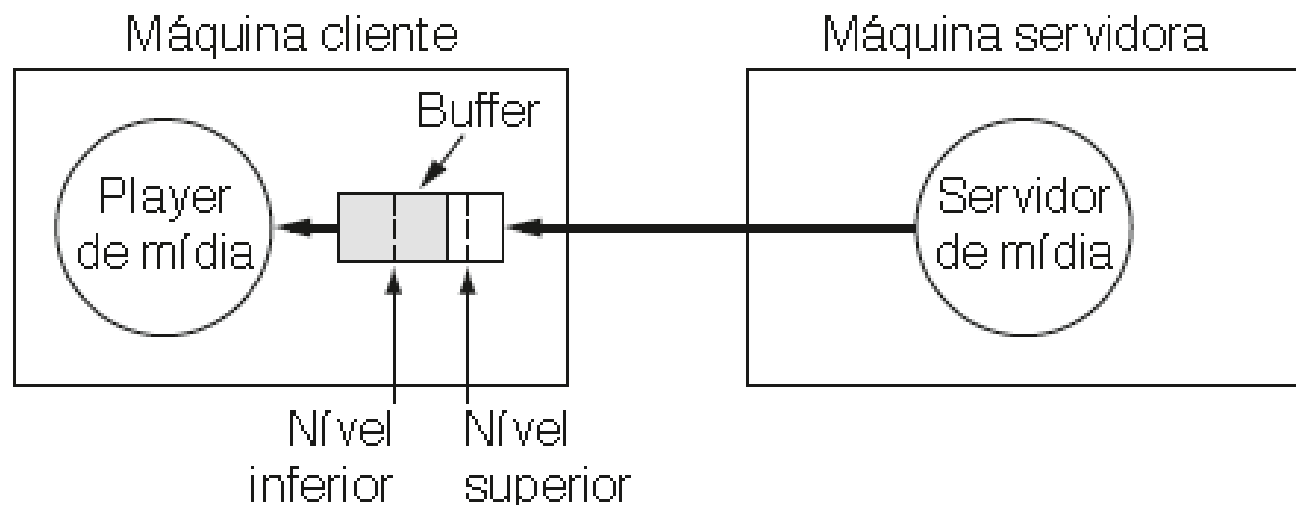


Quando os pacotes transportam amostras alternadamente, a perda de um pacote reduz a resolução temporal, em vez de criar uma lacuna de tempo.



Eliminação de Jitter

- Solução geral: usar buffer de reprodução.
- Tamanho do buffer depende do protocolo de transporte.



O player de mídia mantém a entrada em buffer, vinda do servidor de mídia, e reproduz a partir do buffer, e não diretamente da rede.



Streaming de mídia ao vivo (1)

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

**Streaming
Ao Vivo**

Streaming em
Tempo Real

- Refere-se à transmissão de programas de rádio e TV via internet
- Aspectos como QoE (quality of experience)
- Uso de Unicast ou Multicast, hoje feito com múltiplos unicast
- Semelhanças entre o Armazenado e Interativo de Tempo Real
- Recomendado o uso de UDP ou melhor ainda o RTP



Streaming de mídia ao vivo (2)

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

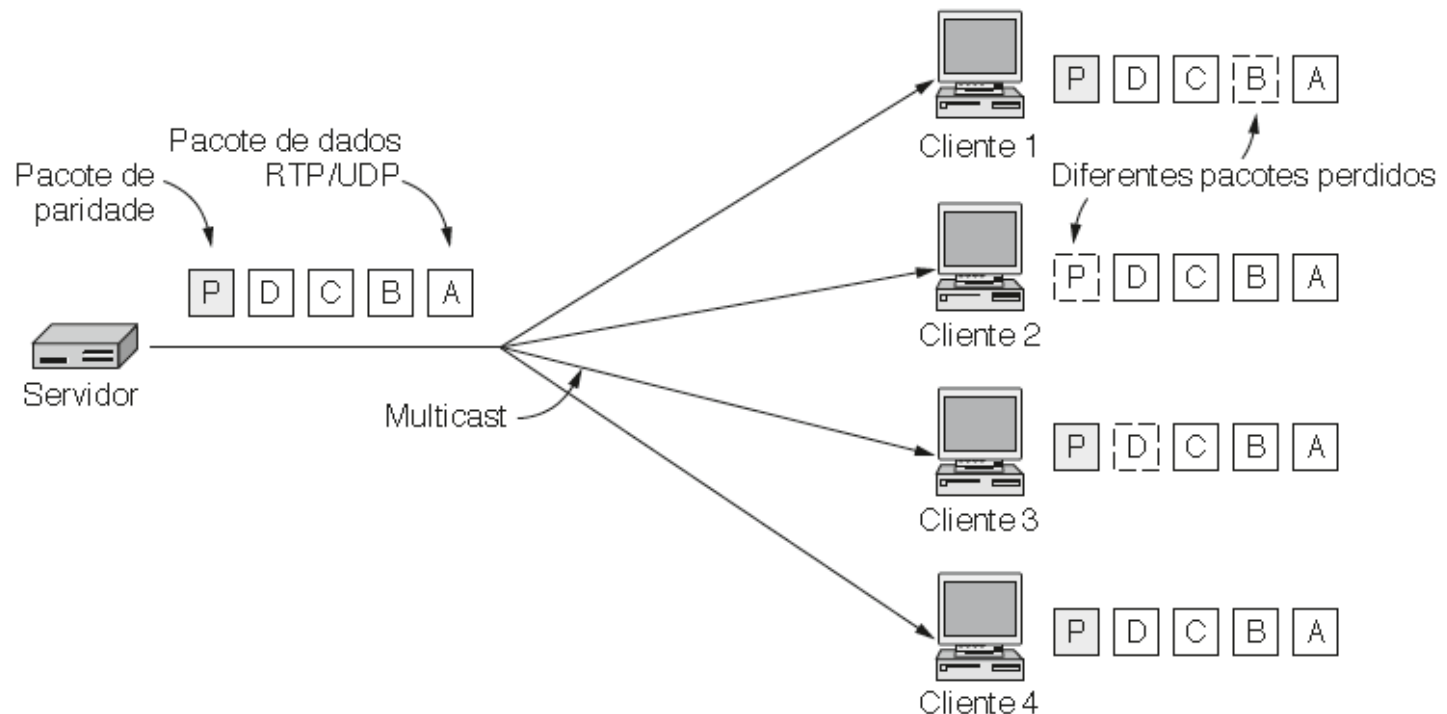
Streaming Armazenado

Streaming Ao Vivo

Streaming em Tempo Real

Transmissão ao vivo por multicast

- Transporte via UDP com FEC para minimizar erros.



Streaming de mídia por multicast com pacote de paridade.



Streaming de mídia ao vivo (3)

Sumário

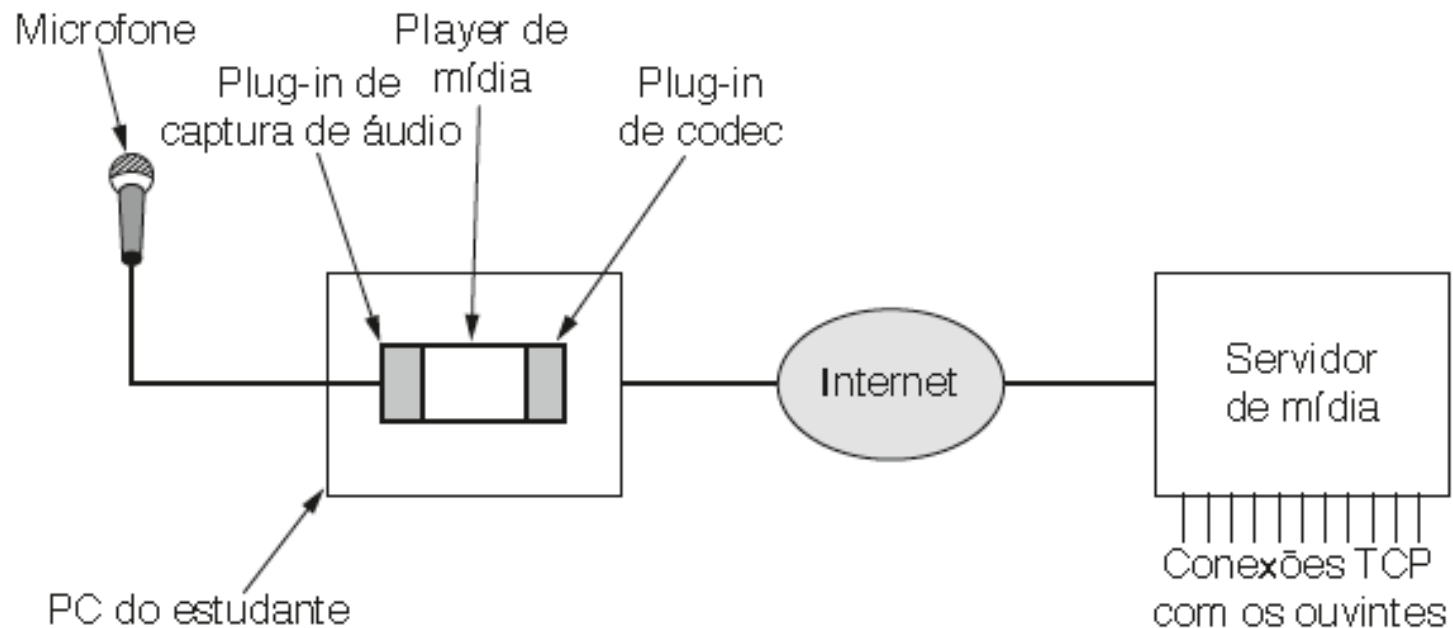
Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

**Streaming
Ao Vivo**

Streaming em
Tempo Real



Multicast, simulado com múltiplos unicast
Uma estação de rádio de estudante.



Teleconferência em tempo real

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

**Streaming em
Tempo Real**

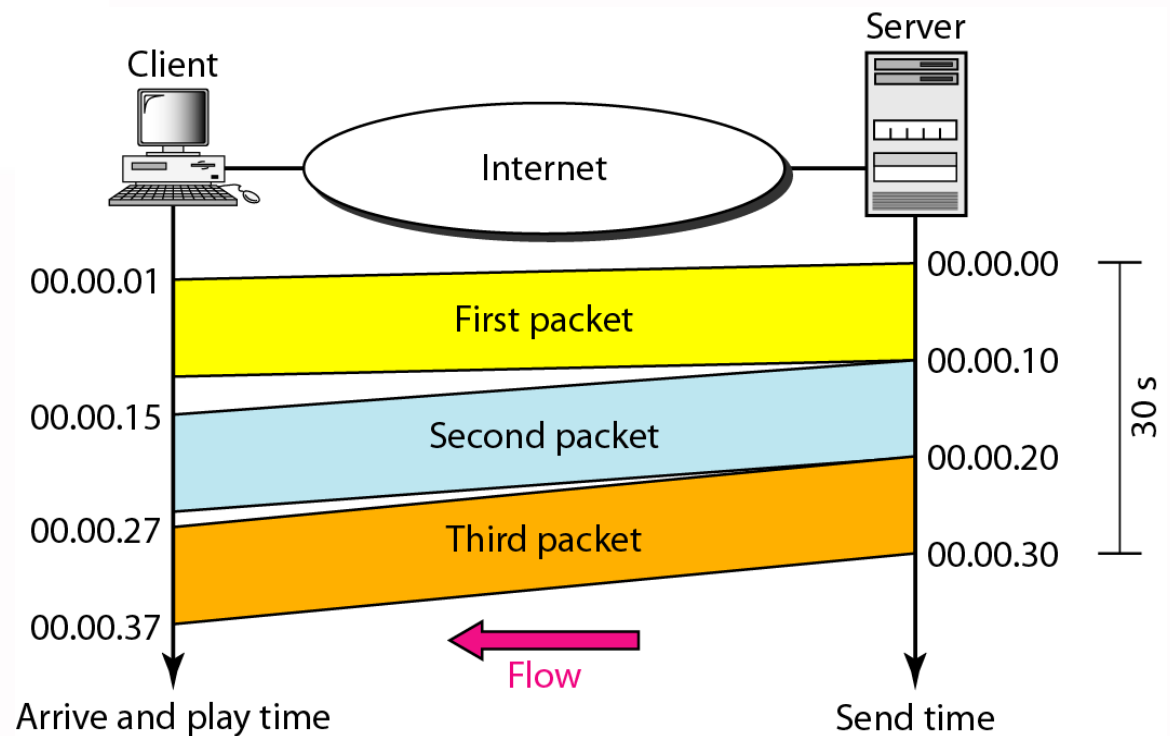
Chamada e Vídeo Conferência

- Transmissão ao vivo e interativa (bidirecional)
 - Exigência de baixa latência (150 a 400 ms para áudio)
 - Velocidade de propagação da luz, tamanho dos pacotes
 - Overhead de compactação/descompactação de vídeo
- Soluções para reduzir a latência
 - Transporte via UDP, para evitar retransmissões
 - Utilizar pacotes curtos, para reduzir atraso de transmissão
 - Utilizar buffer pequeno, para reduzir atraso de reprodução
 - Na camada de rede, implementar mecanismos de QoS



Problemas com uso de UDP Puro

- Jitter
- Múltiplos sinais
- Ordenação





RTP (Real Time Transport Protocol)

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

**Streaming em
Tempo Real**

- Características:
 - Intercalação
 - Interpolação
 - Micro buffer
 - Timbre de hora
 - Mixagem
 - Mudança de CODEC



Pilha TCP/IP com RTP

Sumário

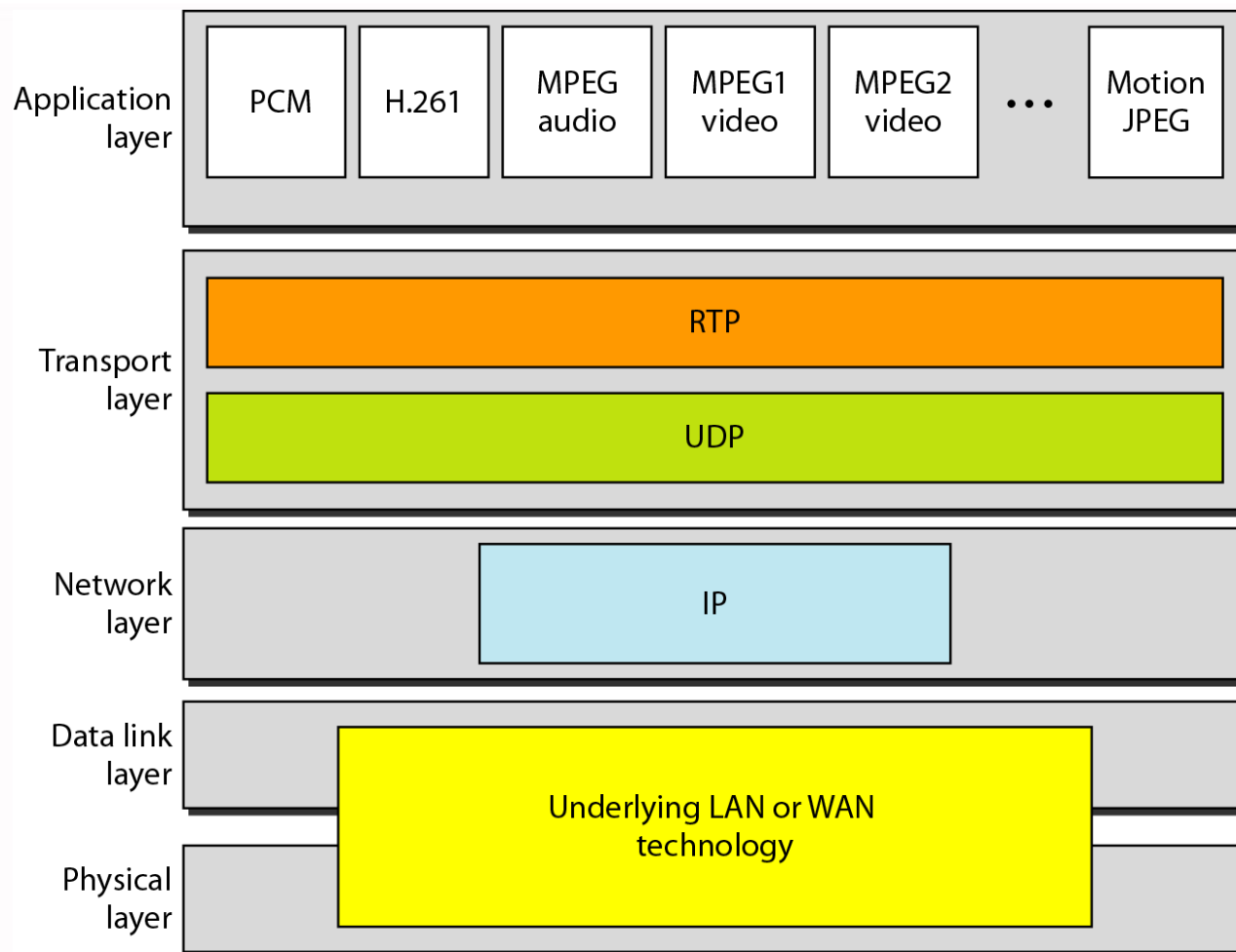
Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

**Streaming em
Tempo Real**





Cabeçalho RTP e tipos de Carga

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

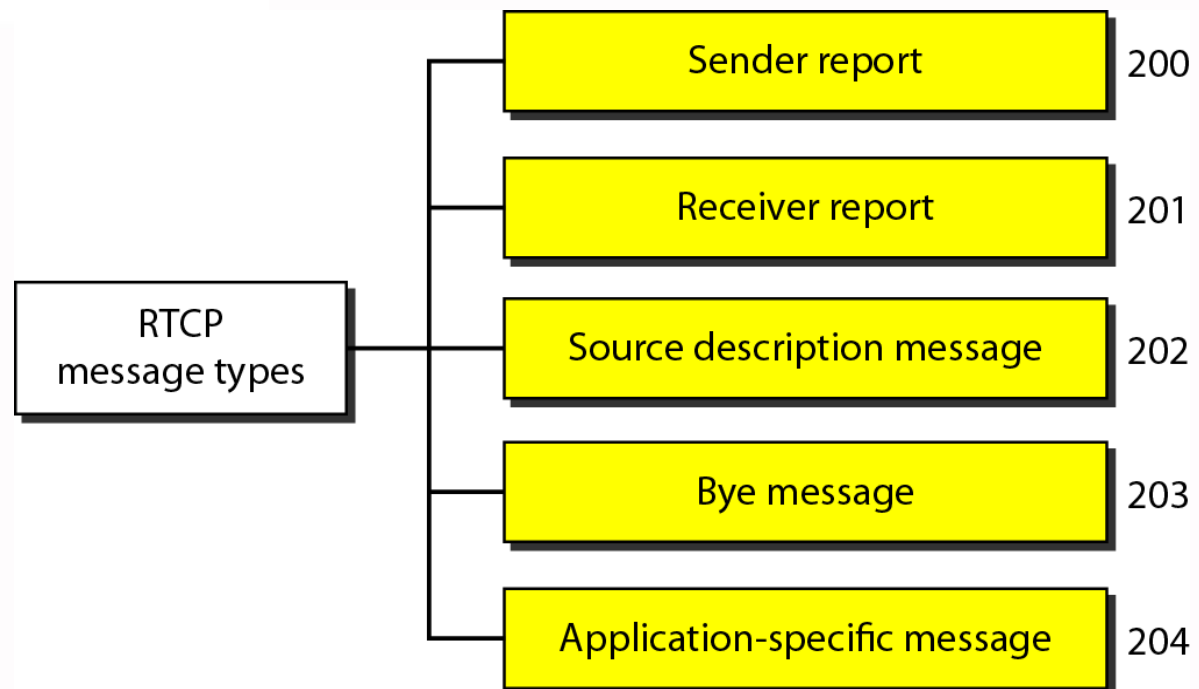
Streaming em
Tempo Real

Ver	P	X	Contr. count	M	Payload type	Sequence number
Time stamp						
Synchronization source identifier						
Contributor identifier						
⋮						
Contributor identifier						

Type	Application	Type	Application	Type	Application
0	PCMμ Audio	7	LPC audio	15	G728 audio
1	1016	8	PCMA audio	26	Motion JPEG
2	G721 audio	9	G722 audio	31	H.261
3	GSM audio	10–11	L16 audio	32	MPEG1 video
5–6	DV14 audio	14	MPEG audio	33	MPEG2 video



- Usado para prover feedback do receptor para transmissor, proporcionando controle de fluxo e qualidade dos dados





VoIP (Voz sobre IP)

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

**Streaming em
Tempo Real**

- Uso da Internet para transferência voz/telefonía em tempo real interativa
- Dois protocolos para gerir as ligações
 - SIP
 - H.323



SIP: Funções e tipos de endereços

Sumário

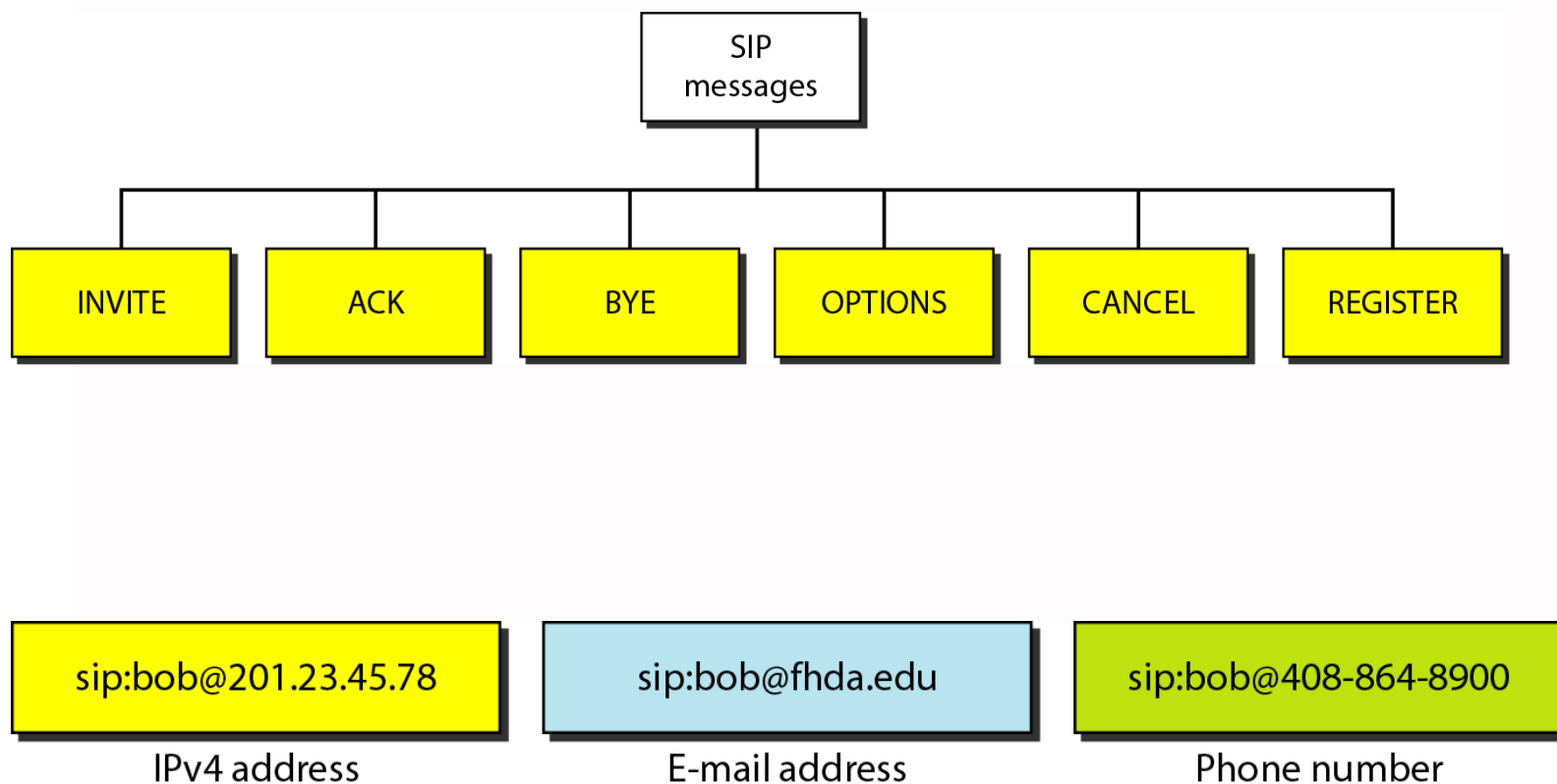
Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

**Streaming em
Tempo Real**





PUC Minas

SIP: Realizando chamada simples

Sumário

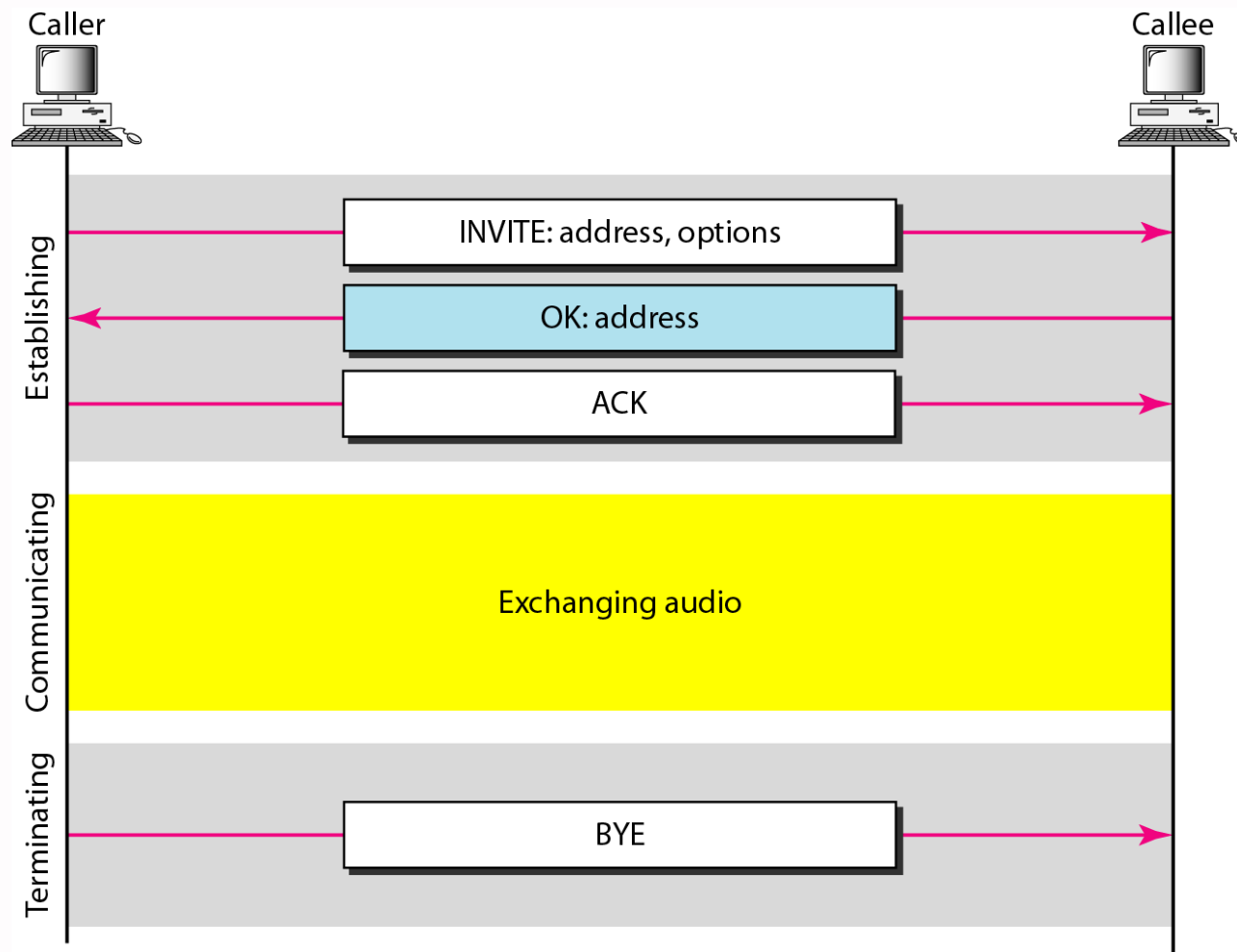
Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

**Streaming em
Tempo Real**





PUC Minas

SIP: Realizando chamada tradicional

Sumário

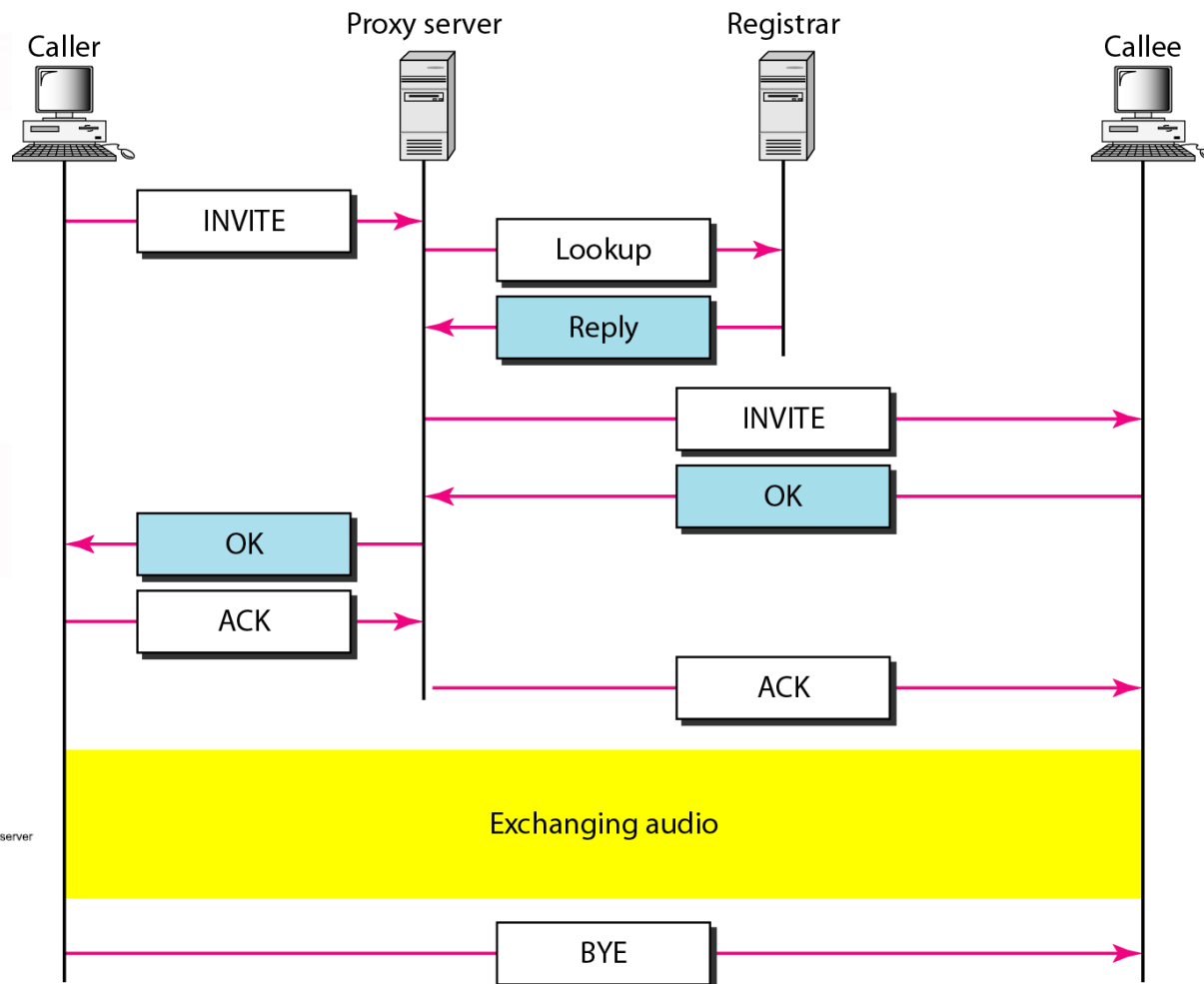
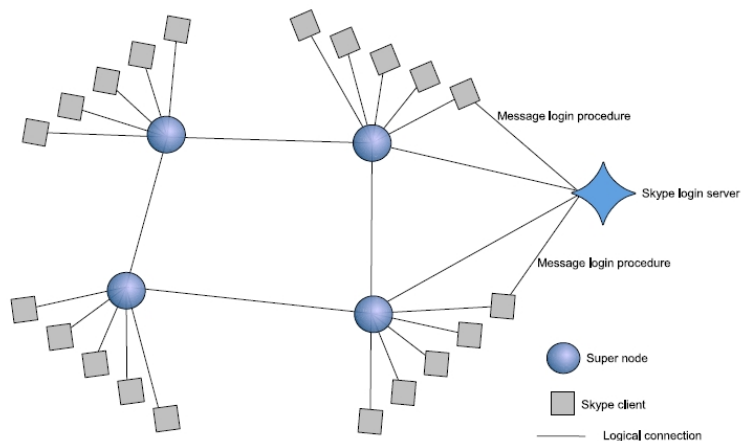
Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

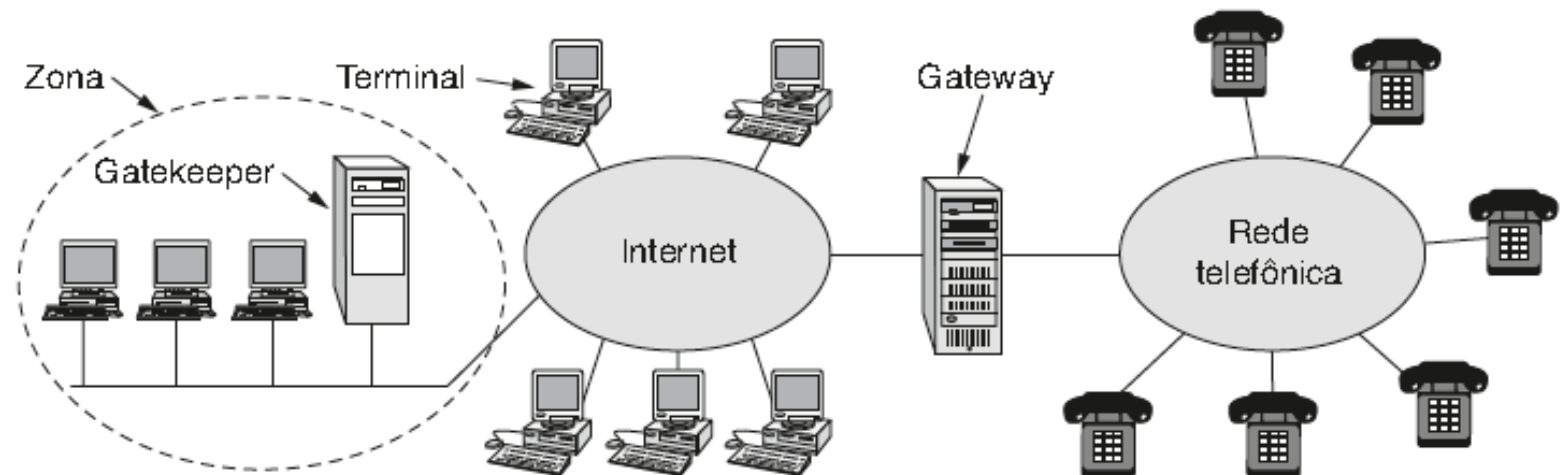
Streaming
Ao Vivo

Streaming em
Tempo Real



Comunicação Multimídia em Redes de Pacotes

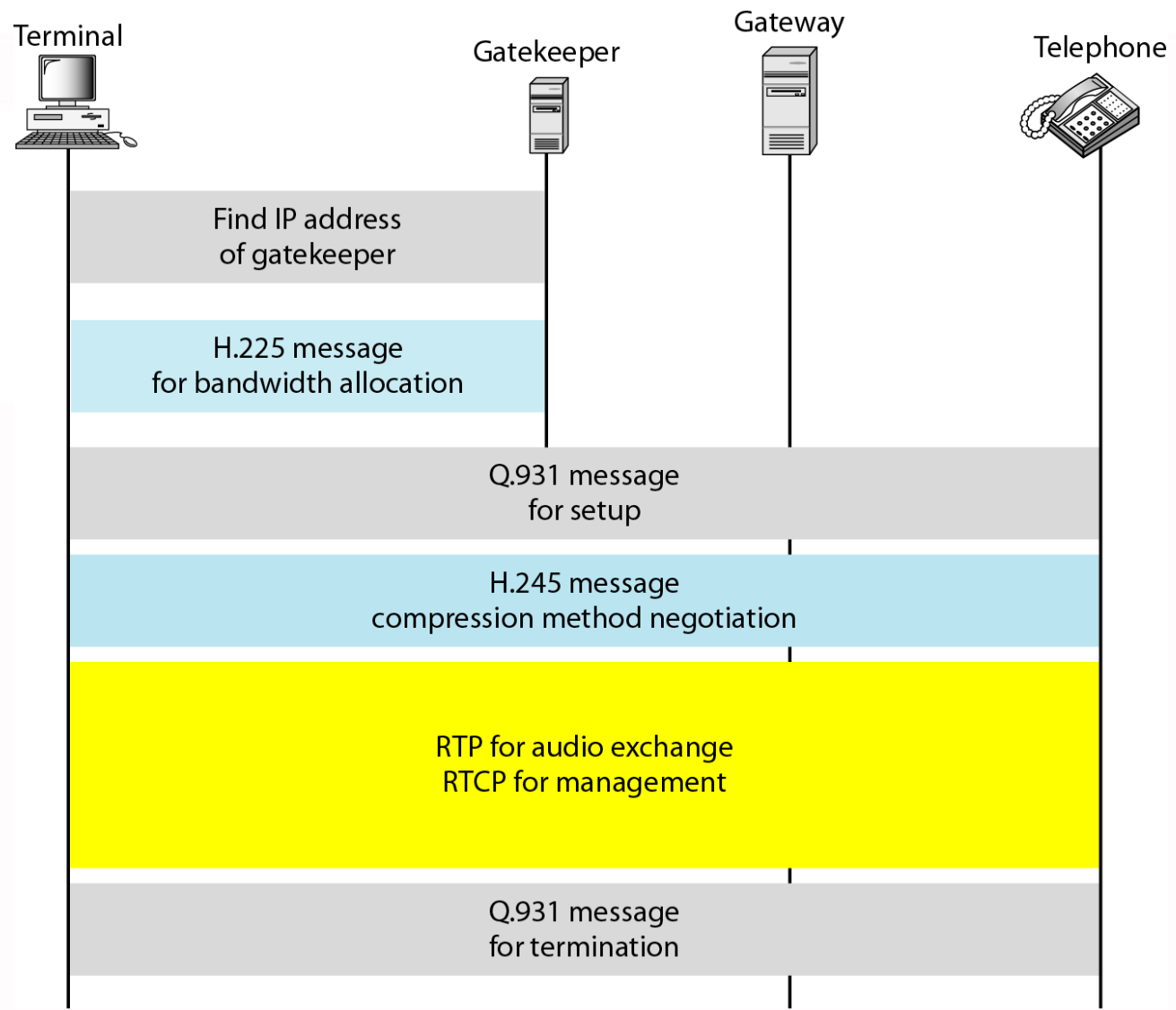
- H.323 é uma recomendação de arquitetura e de protocolos para redes multimídia
- Não é uma especificação de protocolos, mas sim um modelo de referência



Modelo arquitetônico do H.323 para telefonia da Internet.



Exemplo H.323





Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

**Streaming em
Tempo Real**

Áudio	Vídeo	Controle			
G.7xx	H.26x	RTCP	H.225 (RAS)	Q.931 (sinalização)	H.245 (controle de chamada)
RTP					
UDP				TCP	
IP					
Protocolo da camada de enlace					
Protocolo da camada física					

Pilha de protocolos H.323.



H.323: Controle e Sinalização

Sumário

Áudio Digital

Vídeo Digital

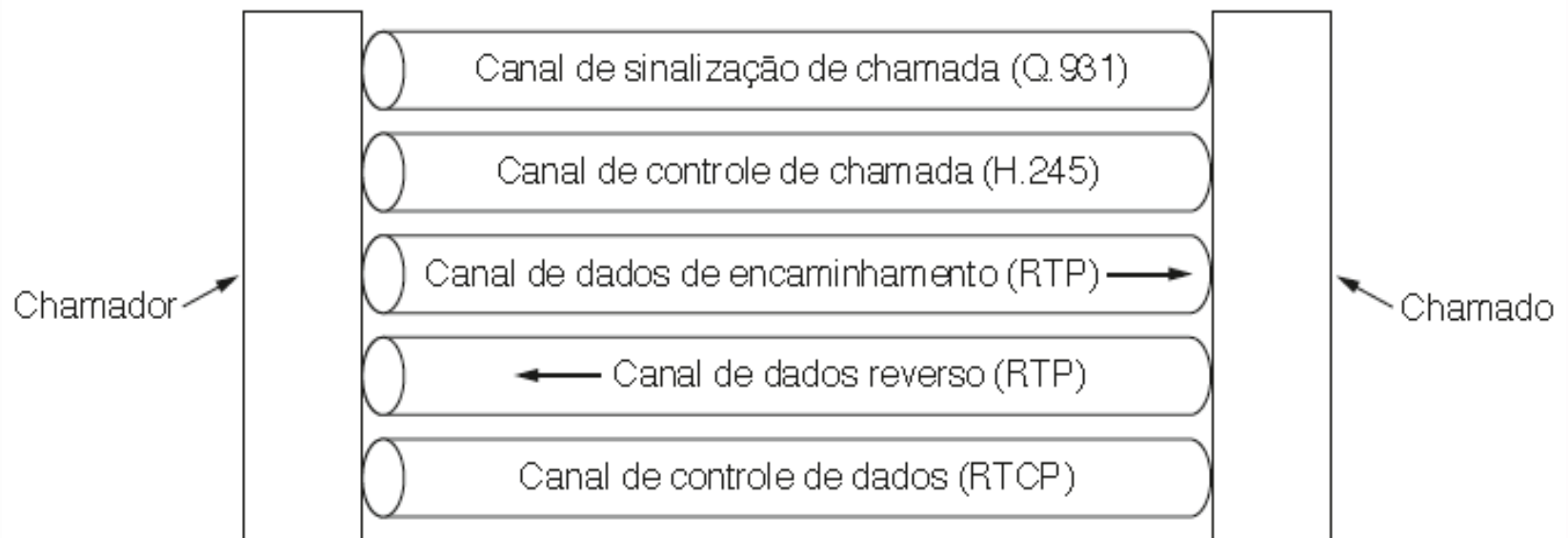
Streaming
Armazenado

Streaming
Ao Vivo

**Streaming em
Tempo Real**

Protocolo de Controle e de Sinalização

- H.245 - Responsável por negociar os parâmetros da conexão.
- H.931 - Responsável por estabelecer e encerrar conexões.



Canais lógicos entre o chamador e o chamado durante uma chamada.