



UFSC

**Ciências da
Computação**

CAP 6. REQUISITOS E SUPORTES DE REDE PARA MULTIMÍDIA

AULA 1: Introdução e Parâmetros de desempenho

INE5431 Sistemas Multimídia

Prof. Roberto Willrich (INE/UFSC)

roberto.willrich@ufsc.br

<https://moodle.ufsc.br>

Introdução



- **Objetivos do Capítulo**

- Identificação os principais requisitos de rede de comunicação para transmissão de áudio e vídeo
- Analisar algumas tecnologias de redes locais

- **Conteúdo**

- Definição de alguns parâmetros de desempenho de redes de computadores importantes para a comunicação multimídia
 - Taxa de bits, vazão, atraso, variação de atraso, taxa de perdas de pacote
- Caracterização das fontes de áudio e vídeo tempo-real
- Identificação dos principais requisitos de rede para a comunicação de áudio e vídeo
- Análise de algumas tecnologias: Ethernet e ADSL

Parâmetros de Desempenho de Redes

- **Taxa de bits**
 - Taxa de bits é o número de dígitos binários que a rede é capaz de transportar por unidade de tempo
 - Expresso em bps, Kbps, Mbps, Gbps, etc
 - Exemplo taxa nominal de tecnologia de redes (enlace)
 - Ethernet 10Mbps, 100Mbps, 1Gbps,...
 - Contratada pelo ISP: 10Mbps (download) / 1Mbps (upload)



Parâmetros de Desempenho de Redes



■ Vazão (Throughput)

- Taxa de bits efetiva vista do ponto de vista do aplicativo

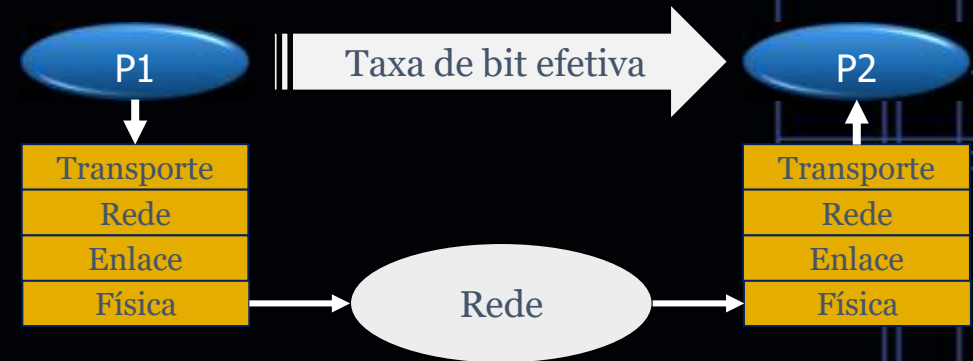
- A taxa de bits realmente útil para as aplicações

- Exemplo: tráfego HTTP

- Pacotes http para ser transmitido
 - Sobrecarga de 20 bytes na camada de transporte (TCP) e mais 20 bytes na camada de rede (IP), ...

- Vazão da maioria das redes varia com o tempo

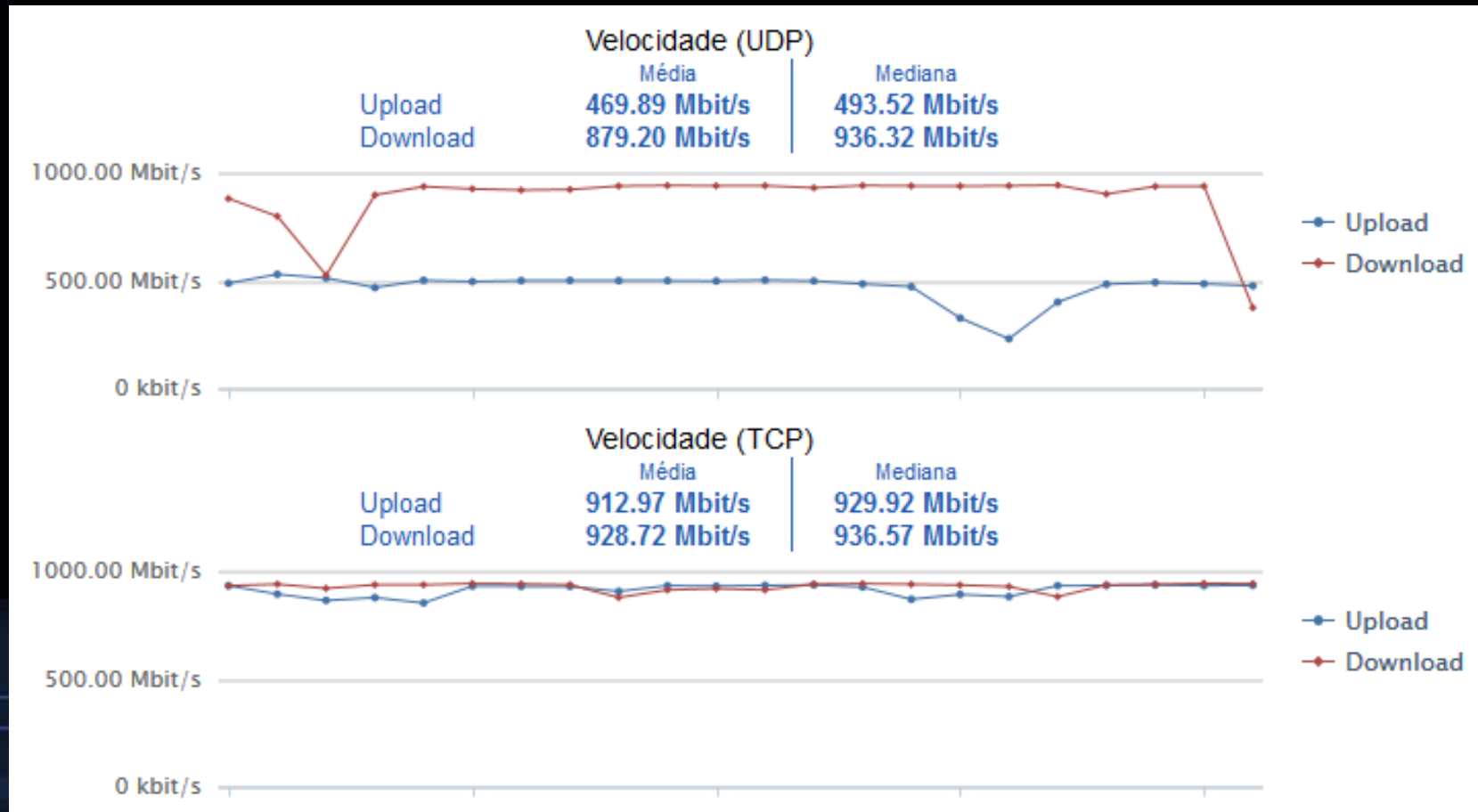
- Alguns fatores que afetam a vazão:
 - congestionamento (devido a sobrecarga ou gargalos)
 - falha de nós e ligações
 - controle de fluxo limita a taxa de transferência



Parâmetros de Desempenho de Redes

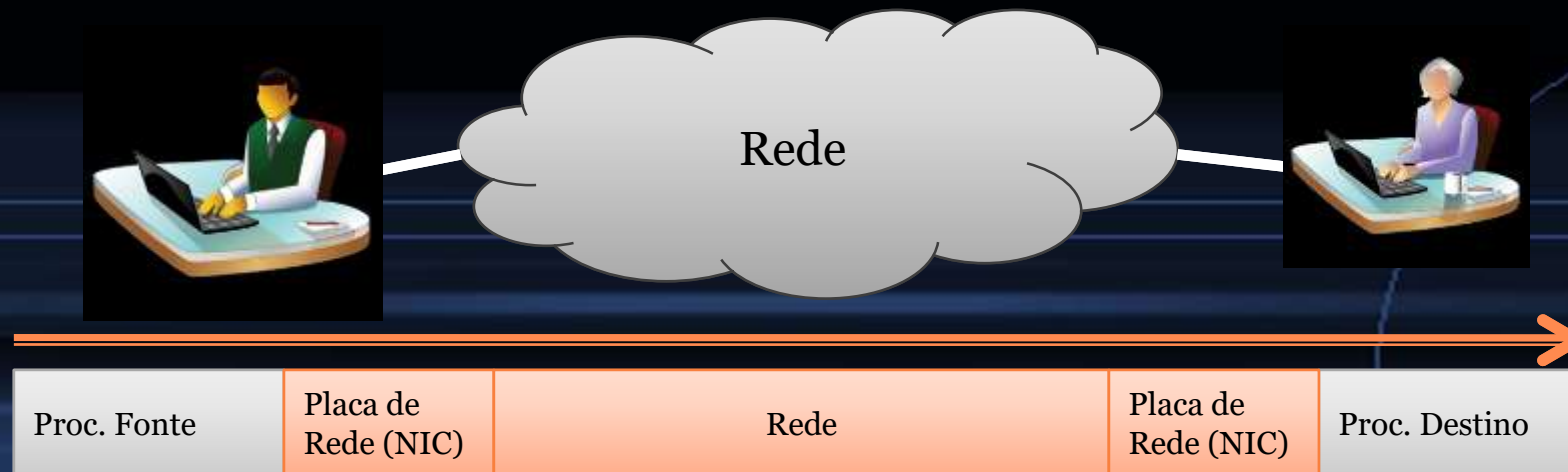
■ Vazão (Throughput)

SIMET



Parâmetros de Desempenho de Redes

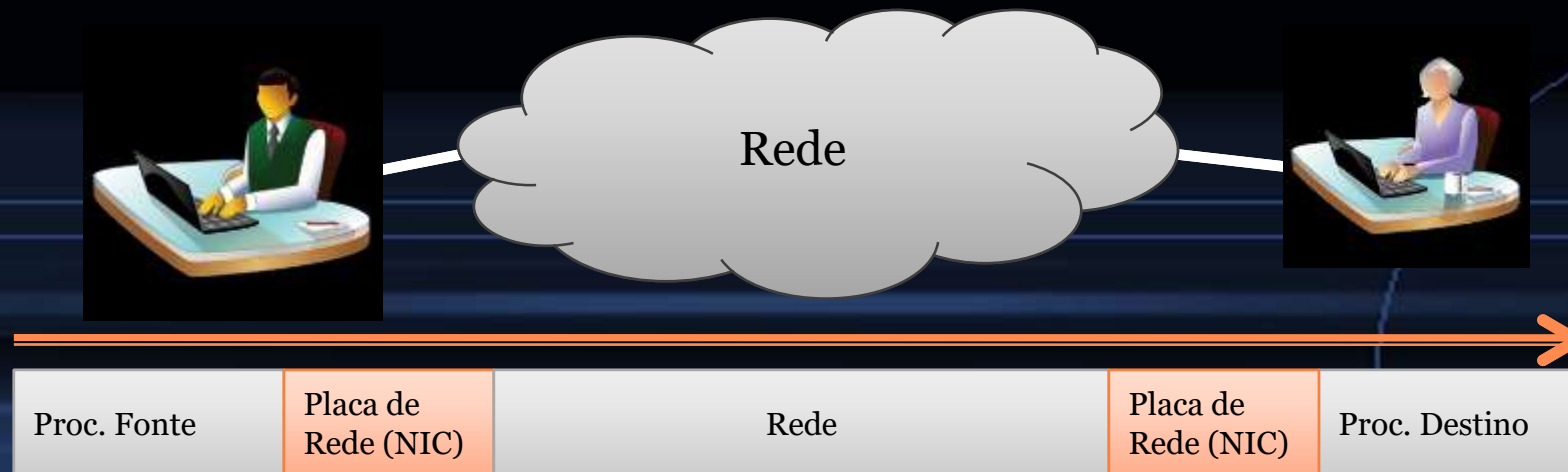
- **Atraso Fim-a-Fim (usuário a usuário)**
 - Tempo para transmitir pacote de um emissor a um receptor
 - Componentes:
 - **Atraso de processamento na fonte**
 - **Atraso de transmissão:** nas interfaces de rede (NIC – Network Interface Card) da fonte/dest. e na rede
 - **Atraso de processamento no destino**



Parâmetros de Desempenho de Redes

- **Atraso de transmissão**

- **Atraso na interface:** tempo entre o tempo de o dado estar pronto para ser transmitido e o tempo em que a interface transmite para a rede (pelo enlace de saída)
 - Atraso associado ao controle de acesso ao meio e criação da conexão (se for orientada a conexão)
 - Nas redes Ethernet depende do dispositivo de rede local utilizado (hub ou switch)
 - Hub gera atrasos e variação de atrasos (CSMA-CD)



Ethernet: usa CSMA/CD

Se meio estiver livre então {

transmite e monitora o canal;

Se detecta outra transmissão

então {

aborta e envia sinal de “jam” (reforço de colisão);

atualiza número de colisões;

espera como exigido pelo algorit. “exponential backoff”;

vá para A

}

senão {

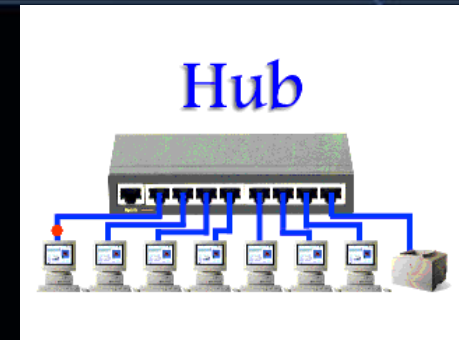
quadro transmitido;

zera contador de colisões

}

}

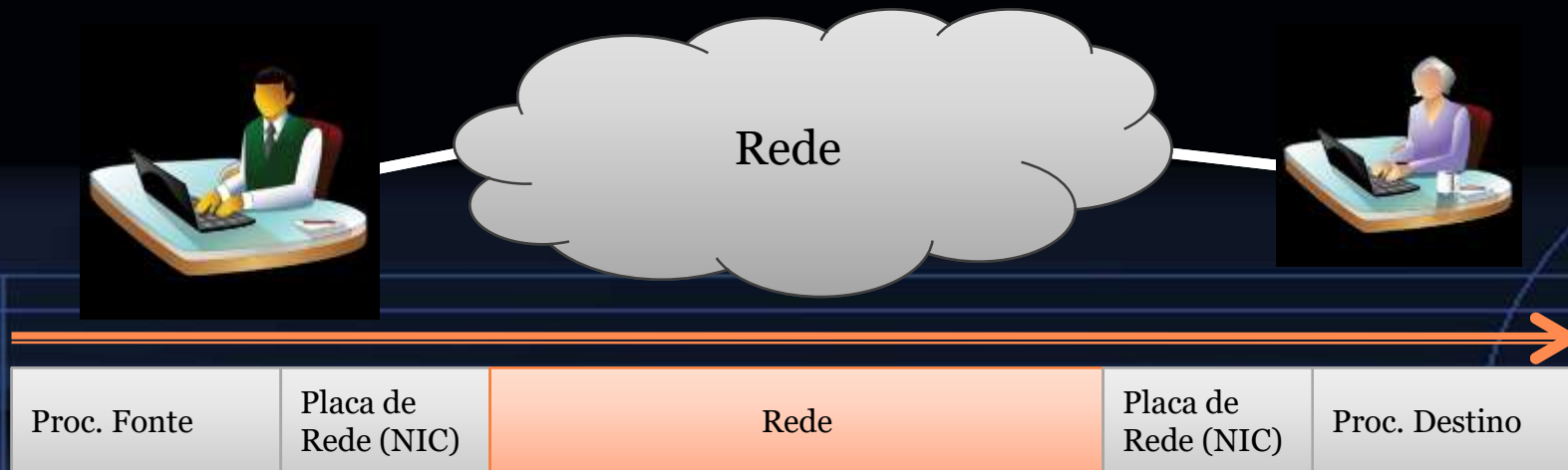
senão {espera até terminar a transmissão em curso vá para A}



Parâmetros de Desempenho de Redes

- **Atraso de transmissão**

- **Atraso na rede:** tempo entre o tempo de o dado é enviado pelo enlace de saída da fonte e é entregue na interface de rede do receptor.
 - Atraso na rede local até chegar no roteador
 - Atraso em cada hop (salto) da rede: atraso entre a chegada do pacote no roteador e a entrega do pacote no outro roteador

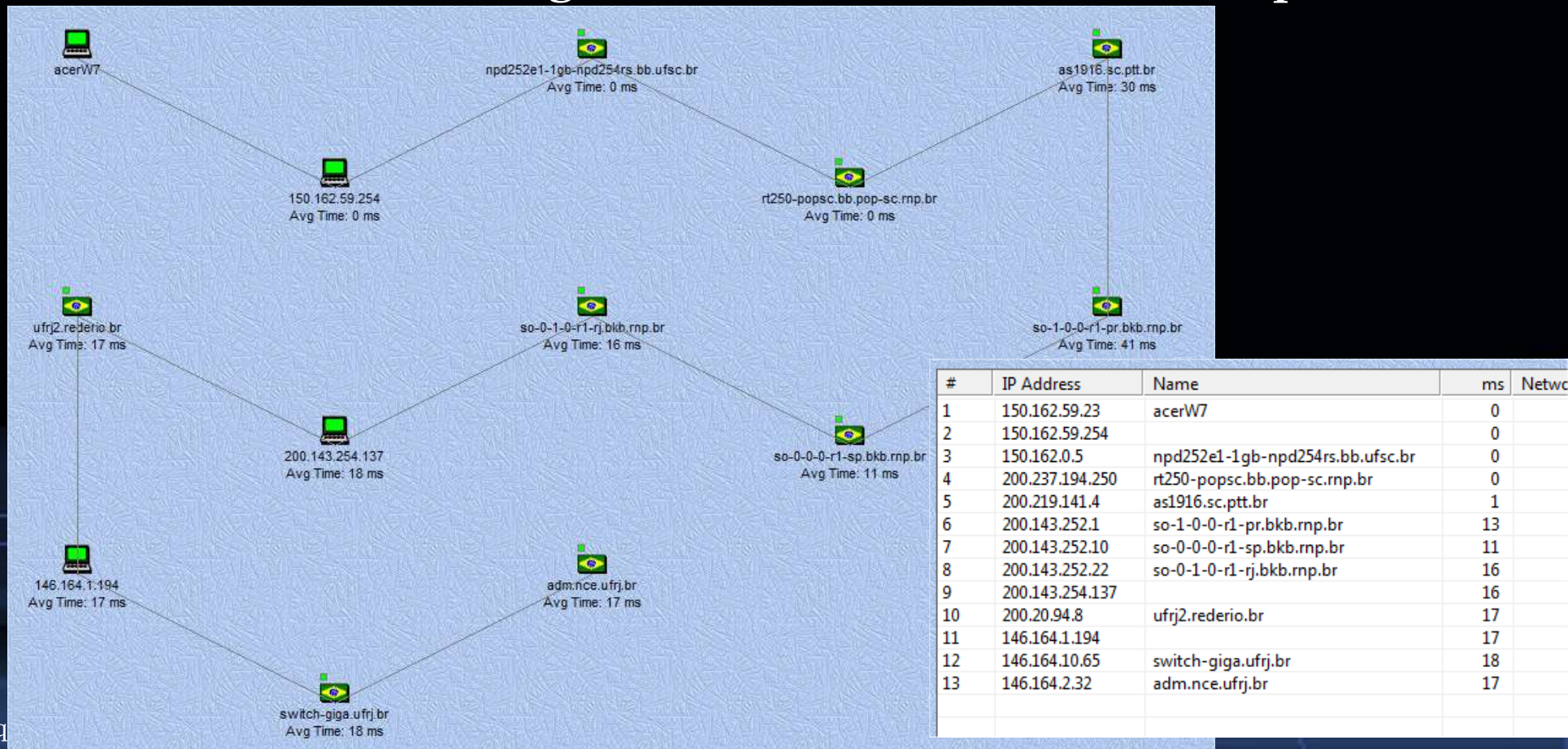


Parâmetros de Desempenho de Redes



- **Atraso de transmissão**

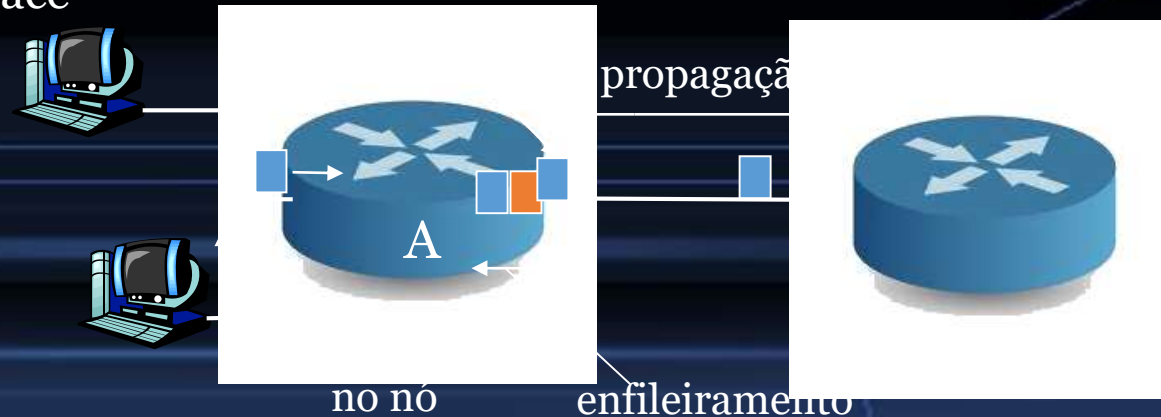
- **Atraso na rede:** tempo entre o tempo de o dado é enviado pelo enlace de saída da fonte e é entregue na interface de rede do receptor.



Parâmetros de Desempenho de Redes

■ Atraso em cada hop

- **Atraso de processamento:** verificação do quadro, identif. do enlace de saída, e encaminhamento para porta de saída
 - na ordem de microssegundos
- **Atraso de enfileiramento:** tempo de espera no enlace de saída até a transmissão
 - depende do nível de congestionamento do roteador
 - na ordem de mili ou microseg.
- **Atraso de serialização:** tem necessário para serializar o quadro no enlace
 - Depende da taxa de bits do enlace
- **Atraso de propagação:** tempo necessário para os bits se propagarem pelo enlace até o destino



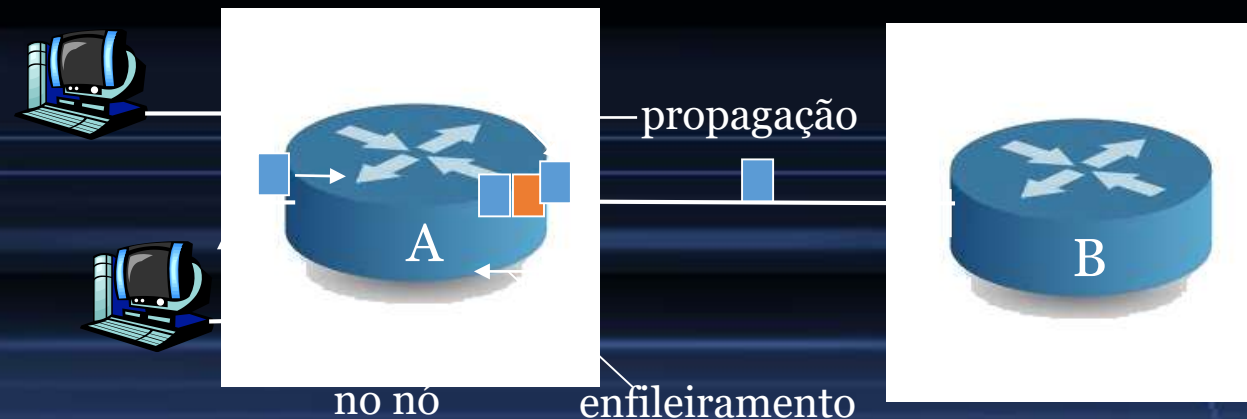
Parâmetros de Desempenho de Redes

■ Atraso de serialização:

- R = largura de banda do enlace (bps)
- L = compr. do pacote (bits)
- tempo para enviar os bits no enlace = L/R
- Atrasos de envio de um pacote de 8000bits
 - $8000/64000 = 125\text{ms}$ em um enlace de 64kbps é de
 - $8000/10\text{M} = 0,8\text{ms}$ em um enlace de 10Mbps

■ Atraso de propagação:

- d = compr. do enlace
- s = velocidade de propagação no meio ($\sim 2 \times 10^8 \text{ m/seg}$)
- Atraso de propagação = d/s
- Atrasos de envio de um pacote de 8000bits
 - 100m é de $0,5\mu\text{s}$
 - 100km é de $0,5\text{ms}$



Atraso no nó

$$d_{\text{nó}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{enfil}} + d_{\text{serial}} + d_{\text{prop}}$$

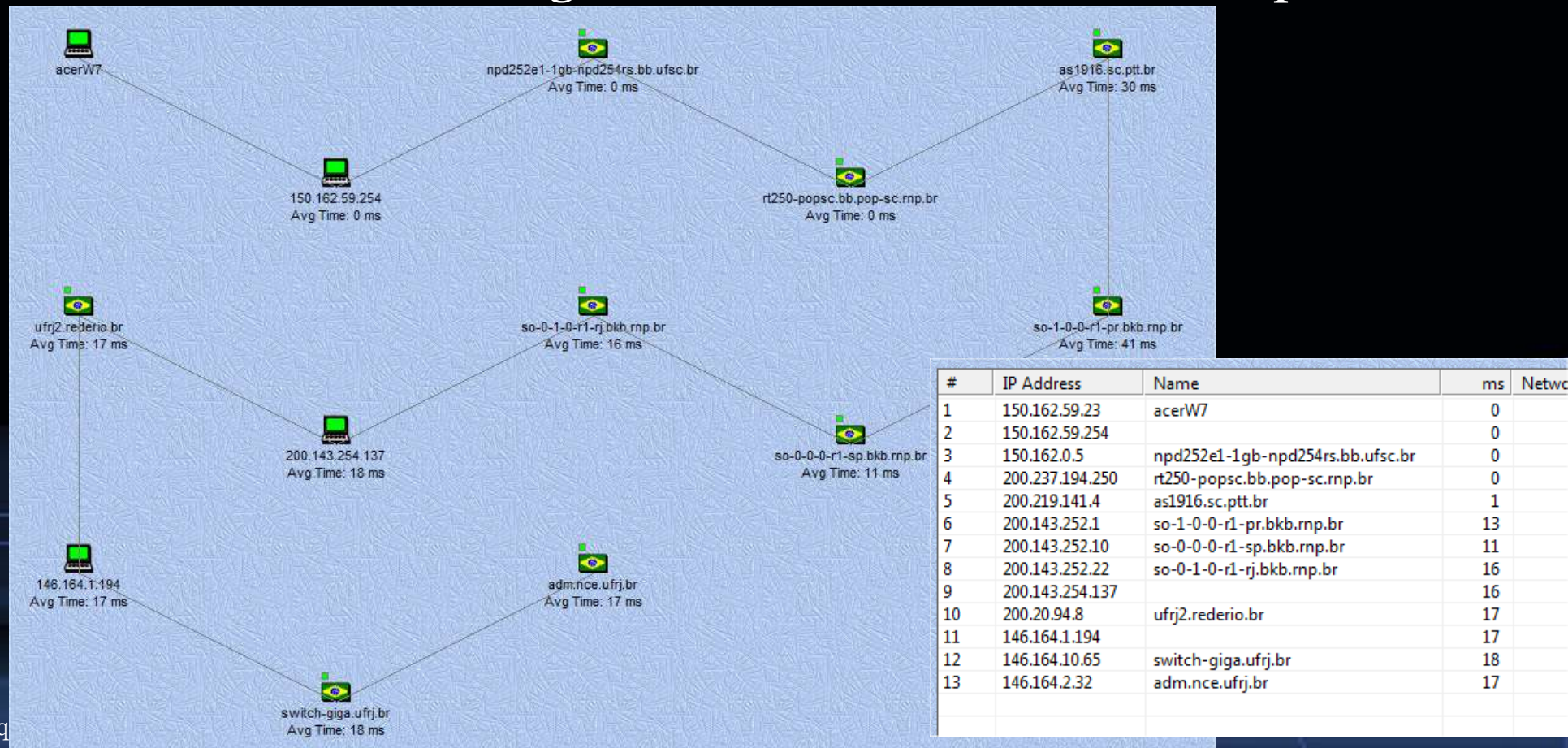
- **d_{proc} = atraso de processamento**
 - tipicamente de poucos microsecs ou menos
- **d_{enfil} = atraso de enfileiramento**
 - depende do congestionamento
- **d_{serial} = atraso de serialização**
 - $= L/R$, significativo para canais de baixa velocidade
- **d_{prop} = atraso de propagação**
 - poucos microsecs a centenas de msecs

Parâmetros de Desempenho de Redes



- **Atraso de transmissão**

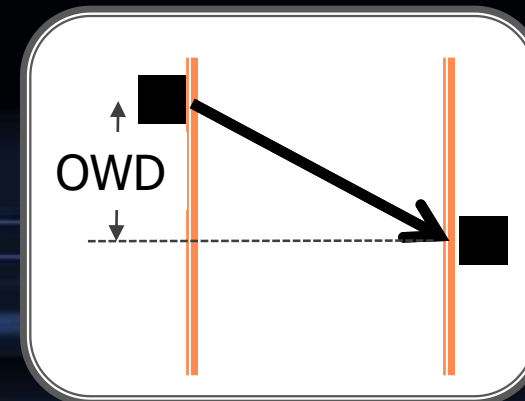
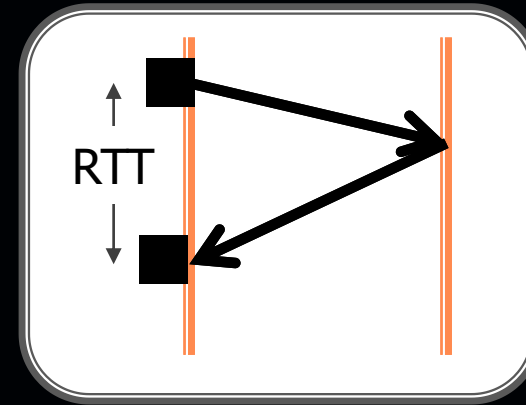
- **Atraso na rede:** tempo entre o tempo de o dado é enviado pelo enlace de saída da fonte e é entregue na interface de rede do receptor.



Parâmetros de Desempenho de Redes

■ **Atraso Fim-a-Fim: Medidas**

- **Atraso de ida-e-volta** (RTT - Round-trip time)
 - Tempo em que o pacote leva para sair da fonte e a volta de uma resposta do destino
 - Mais fácil de medir: usa relógio da fonte para medir tempo entre envio e recepção da resposta
- **Atraso de ida** (OWD - One way delay)
 - Tempo que o pacote leva para sair da fonte e chegar no destino
 - Mais difícil de medir: requer sincronização na fonte e no destino



Parâmetros de Desempenho de Redes

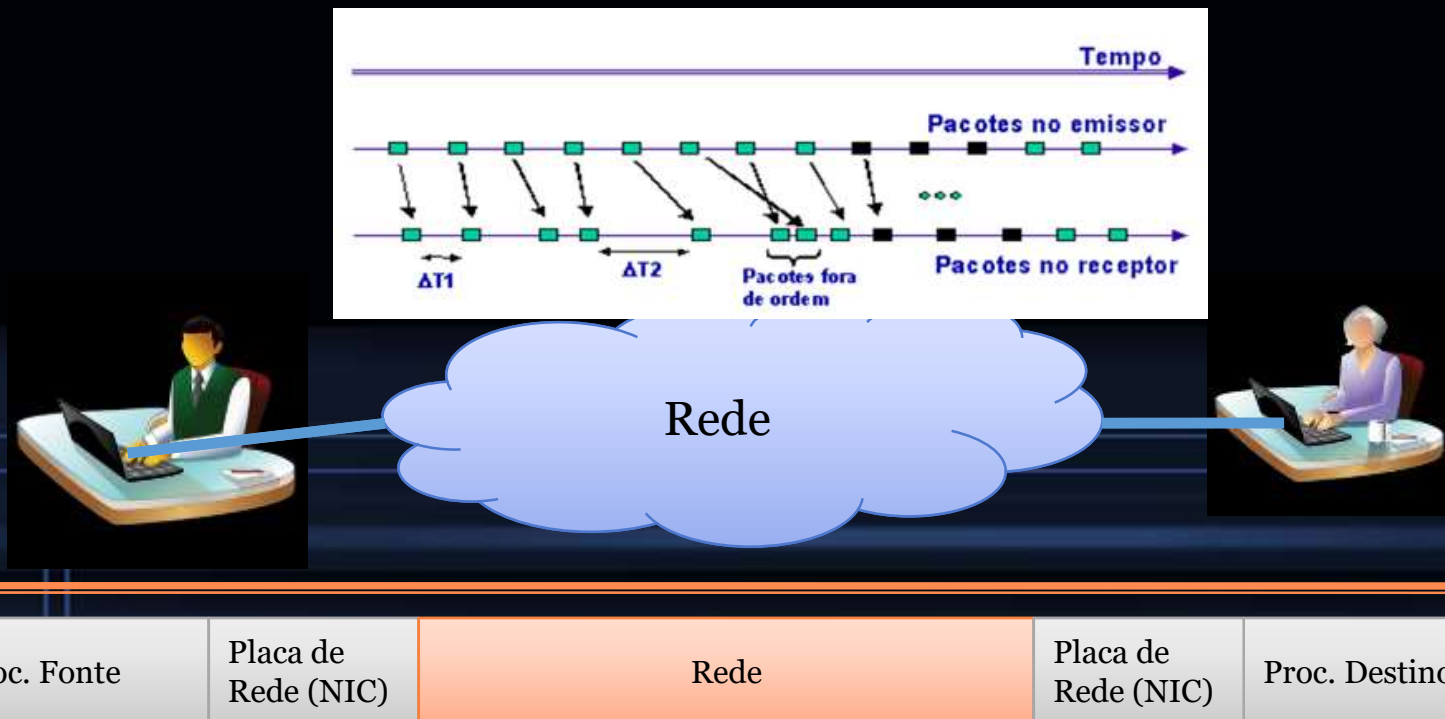
- Atraso de ida-e-volta (RTT - Round-trip time)

SIMET



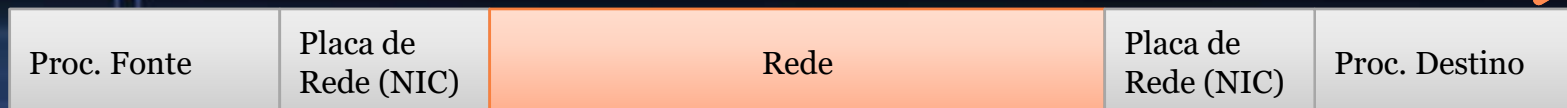
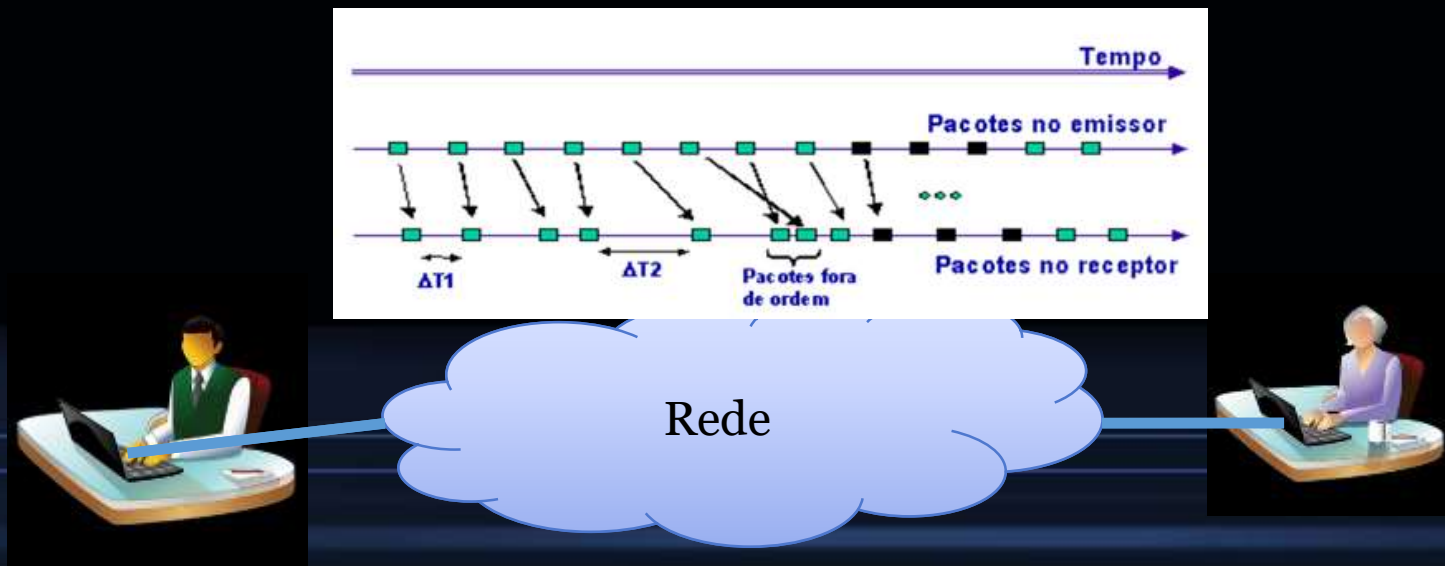
Parâmetros de Desempenho de Redes

- **Variação de atraso (*Jitter*)**
 - Fluxo de vídeo e de áudio são normalmente enviados separadamente
 - Em redes a pacotes, fluxos são divididos em blocos de dados e cada bloco é transmitido em sequência
 - Se a rede é capaz de enviar todos os blocos com uma latência uniforme, então cada bloco deveria chegar no destino após um atraso uniforme
 - Muitas redes hoje em dia não garantem um atraso uniforme
 - Variações de atrasos são comuns



Parâmetros de Desempenho de Redes

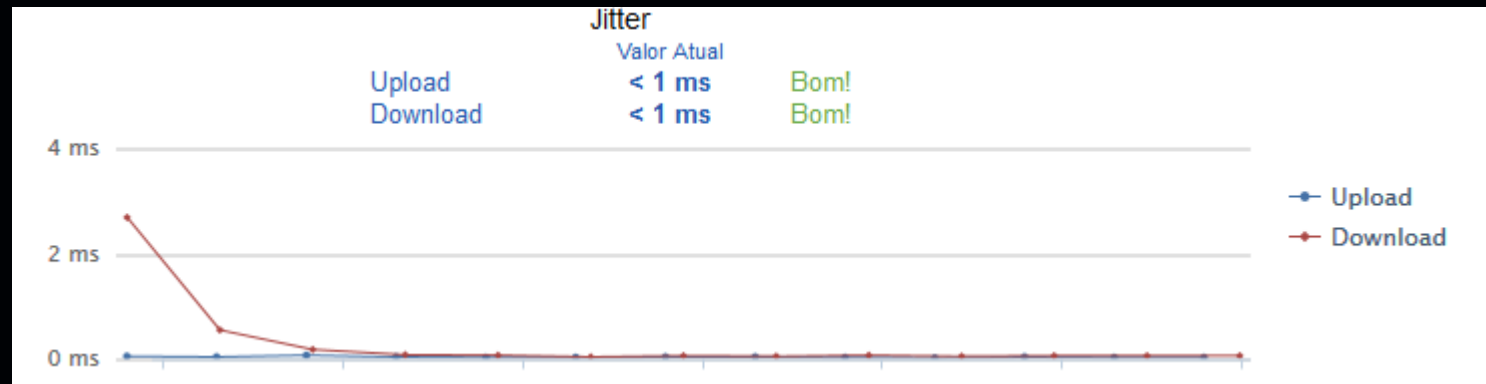
- **Variação de atraso (*Jitter*)**
 - Causas da variação de atraso na transmissão:
 - diferenças de tempo de processamento dos pacotes, diferenças de tempo de acesso à rede e diferenças de tempo de enfileiramento
 - No projeto de uma rede multimídia, é importante colocar um limite superior na variação de atraso



Parâmetros de Desempenho de Redes

■ Jitter

SIMET



Parâmetros de Desempenho de Redes



■ **Taxa de Perda de Pacotes**

- Razão entre o número médio de pacotes corrompidos ou errados e o número total de pacotes transmitidos
- Erros ocorrem quando:
 - pacotes são perdidos ou descartados no trânsito
 - possivelmente devido a espaço de buffer insuficiente no receptor causado pela congestionamento na rede
 - pacotes são atrasados
 - pacotes chegam fora de ordem

Pontos Importantes

Parâmetros de desempenho de redes

- Entender o que é taxa de bits, vazão, atraso, variação de atraso e taxa de perdas de pacotes



UFSC

**Ciências da
Computação**

CAP 6. REQUISITOS E SUPORTES DE REDE PARA MULTIMÍDIA

AULA 2: Características do tráfego multimídia

INE5431 Sistemas Multimídia

Prof. Roberto Willrich (INE/UFSC)

roberto.willrich@ufsc.br

<https://moodle.ufsc.br>

Características do tráfego multimídia



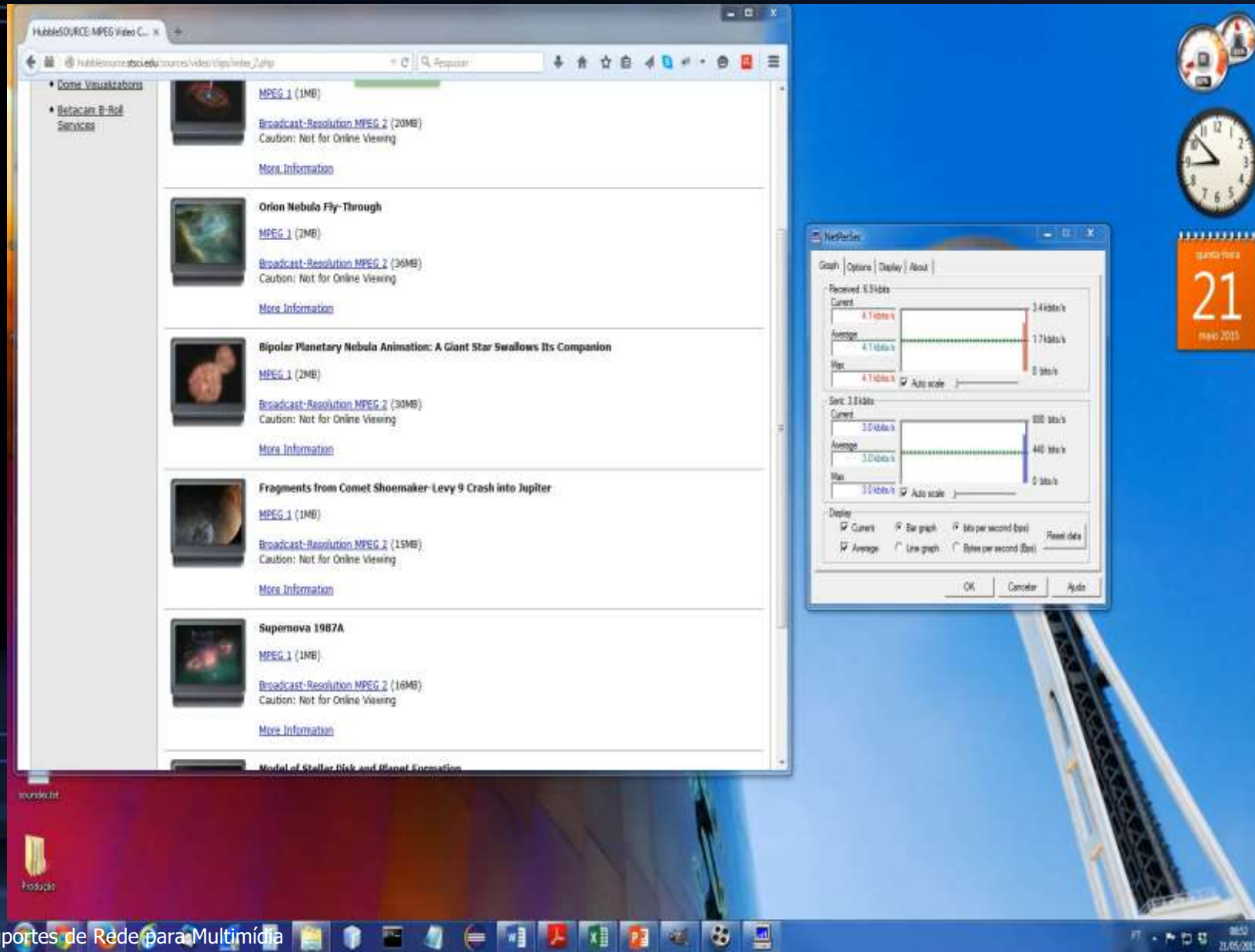
■ Tipos de Transmissão

- Transmissão assíncrona (download)
 - Dado é transferido completamente antes da apresentação
 - gera atraso inicial muito grande
 - exige grande capacidade de armazenamento no receptor
- Transmissão síncrona (streaming)
 - fluxos de áudio e vídeo são transferidos e apresentados em tempo real
 - impõe severos requisitos a nível de comunicação

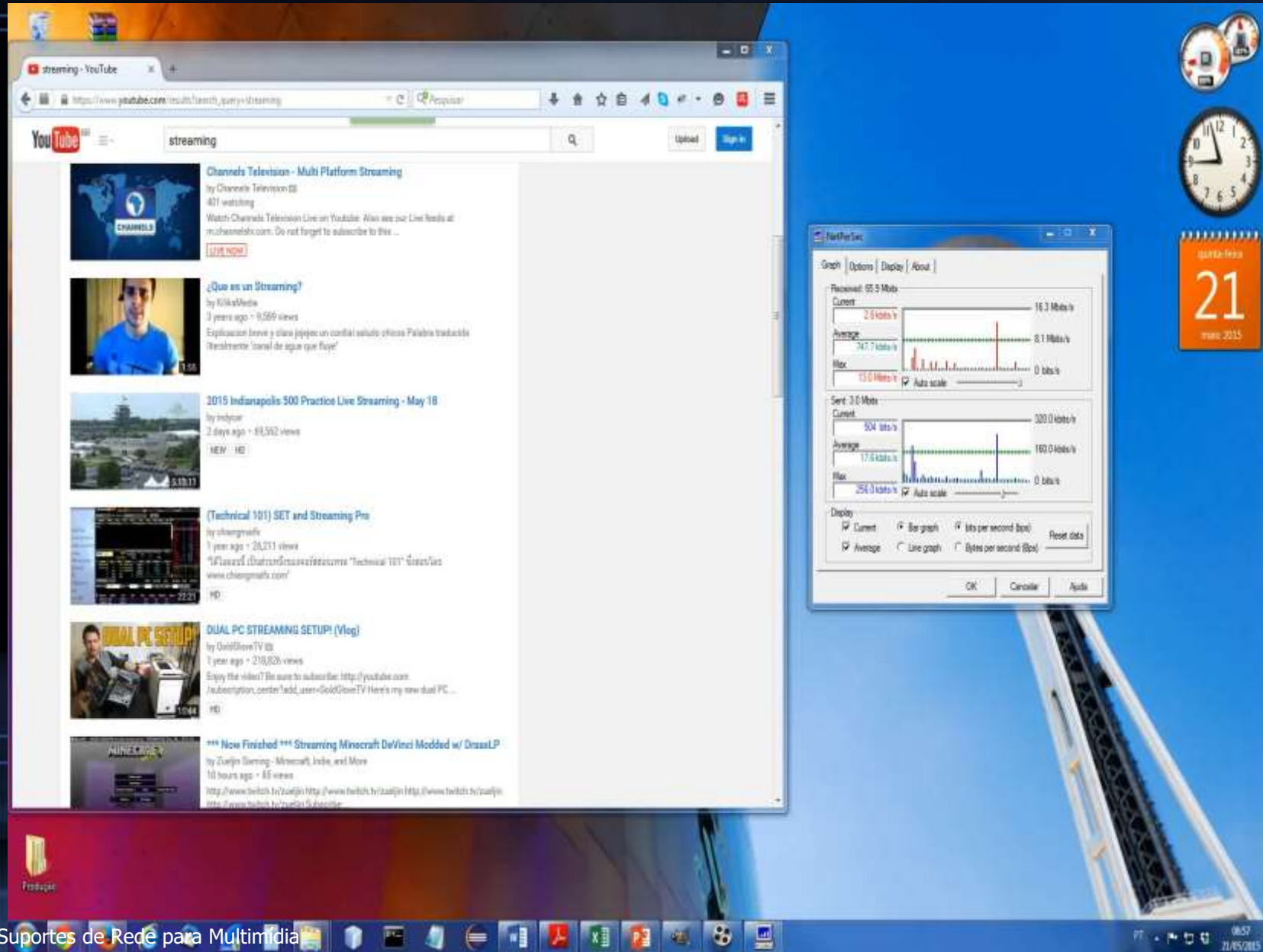
■ Escopo do estudo

- Estudo dos requisitos de rede para transmissão síncrona de áudio e vídeo

Download

A screenshot of a Windows XP desktop environment. The background is a blue sky with a white contrail from a rocket or space shuttle. In the top right corner, there are three desktop icons: a clock showing approximately 10:10, a calendar for March 21, 2015, and a small circular icon. The taskbar at the bottom contains several application icons, including Internet Explorer, Firefox, and various office applications. A web browser window is open, displaying the HubbleSource MPEG Video Center. The page lists several astronomical videos with thumbnails and titles: "MPEG 1 (1MB)", "Broadcast-Resolution MPEG 2 (20MB)", "Orion Nebula Fly-Through", "Bipolar Planetary Nebula Animation: A Giant Star Swallows Its Companion", "Fragments from Comet Shoemaker-Levy 9 Crash into Jupiter", and "Supernova 1987A". Each entry includes a "More Information" link. A NetSpeed utility window is open in the foreground, showing network speed statistics. It displays "Received: 6.5 Kbits" and "Sent: 3.0 Kbits" with corresponding graphs and numerical values for Current, Average, and Max speeds. The "Display" section shows checkboxes for "Current", "Average", "Bar graph", "Line graph", "bits per second (bps)", and "bytes per second (Bps)".

Streaming



The screenshot displays a Windows desktop environment. On the left, a web browser window shows search results for 'streaming' on YouTube. The results list several videos, including 'Channels Television - Multi Platform Streaming', '¿Que es un Streaming?', '2015 Indianapolis 500 Practice Live Streaming - May 18', '(Technical 101) SET and Streaming Pro', 'DUAL PC STREAMING SETUP! (Vlog)', and '*** Now Finished *** Streaming Minecraft DeVinci Modded w/ OrassLP'. On the right, a NetMiner application window is open, showing network statistics for 'Received' and 'Sent' data. The 'Received' section shows a current rate of 16.3 Mbits/s, an average of 8.1 Mbits/s, and a maximum of 13.0 Mbits/s. The 'Sent' section shows a current rate of 300.0 Mbits/s, an average of 180.0 Mbits/s, and a maximum of 254.0 Mbits/s. The application also includes a 'Display' tab with options for 'Current', 'Average', 'Line graph', and 'Bar graph'. The desktop background is a blue sky with a white bridge. In the top right corner, there are system icons including a clock showing 10:10, a calendar for June 21, 2015, and a taskbar at the bottom with various application icons.

YouTube Search Results for 'streaming':

- Channels Television - Multi Platform Streaming**
by Channels Television US
431 watching
Watch Channels Television Live on Youtube. Also see our Live feeds at mchannels.com. Do not forget to subscribe to this ...
LIVE NOW
- ¿Que es un Streaming?**
by KikaMedia
3 years ago • 9,569 views
Explicacion breve y clara de como funciona un canal de video en streaming. También se explica la importancia de tener un canal de video en streaming.
- 2015 Indianapolis 500 Practice Live Streaming - May 18**
by IndyCar
2 days ago • 49,362 views
NEW HD
- (Technical 101) SET and Streaming Pro**
by chengmiao
1 year ago • 26,231 views
*If you are interested in the "Technical 101" series, visit www.chengmiao.com!
HD
- DUAL PC STREAMING SETUP! (Vlog)**
by DualGloveTV US
1 year ago • 210,826 views
Enjoy the video? Be sure to subscribe: http://youtube.com/subscription_center?add_user=GooGloveTV Here's my new dual PC ...
HD
- *** Now Finished *** Streaming Minecraft DeVinci Modded w/ OrassLP**
by Zueljin Gaming - Minecraft, Java, and More
10 hours ago • 65 views
<http://www.twitch.tv/zueljin> <http://www.twitch.tv/zueljin> <http://www.twitch.tv/zueljin>

NetMiner Network Statistics:

Direction	Current	Average	Max
Received (55.5 Mbits)	16.3 Mbits/s	8.1 Mbits/s	13.0 Mbits/s
Sent (3.0 Mbits)	300.0 Mbits/s	180.0 Mbits/s	254.0 Mbits/s

Características das fontes multimídia

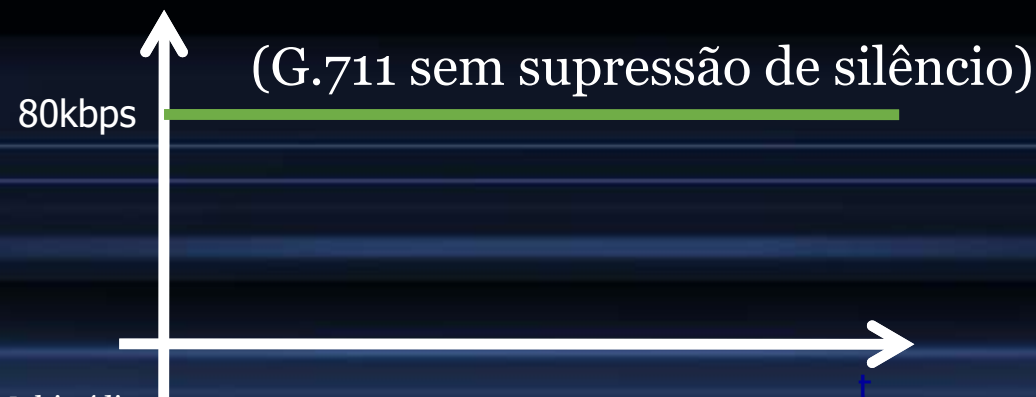


- **Fluxos de dados multimídia são caracterizados de acordo com:**
 - variação de vazão com o tempo
 - simetria bidirecional
 - dependência temporal
 - sincronização multimídia: intramídia e intermídia
 - tolerância a perda de pacotes

Características das fontes multimídia



- **Variação de vazão com o tempo**
 - tráfego multimídia pode ser caracterizado como uma taxa de bits constante (CBR) ou taxa de bits variável (VBR)
- **Tráfego a taxa de bits constante (CBR)**
 - Gerada por alguns codecs
 - É importante que a rede transporte estes fluxos de dado a uma taxa de bits constante
 - senão é necessário realizar uma buferização em cada sistema final
 - Em muitas redes tal como ISDN é natural transportar dados CBR



Características das fontes multimídia



- **Variação de vazão com o tempo**

- tráfego multimídia pode ser caracterizado como uma taxa de bits constante (CBR) ou taxa de bits variável (VBR)

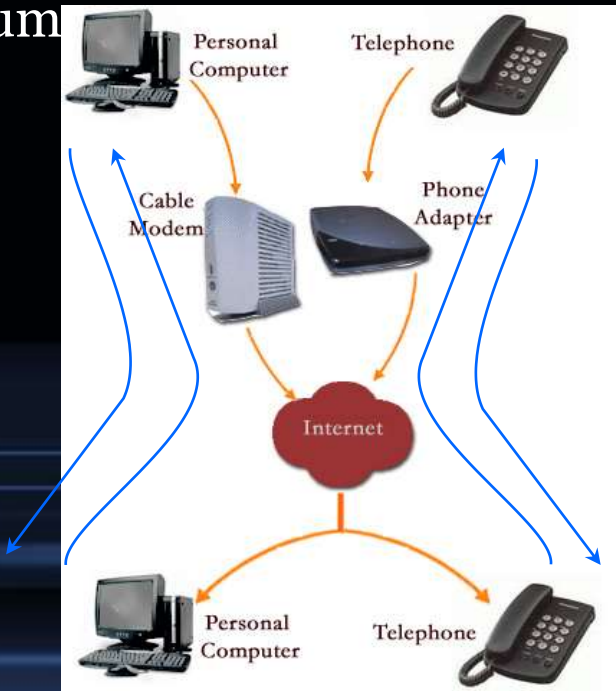
- **Tráfego a taxa de bits variável (VBR)**

- Gerada por tecnologias de compressão de dados
- tráfego com uma taxa de bits que varia com o tempo
 - ocorrem em rajadas, caracterizado por períodos aleatórios de relativa inatividade quebradas com rajadas de dados



Características das fontes multimídia

- **Simetria Bidirecional**
 - Existem dois tipos: Simétrica e Assimétricas
 - Tráfego simétrico
 - Taxas aproximadas nas duas direções
 - P.e. tráfego VoIP um-a-um



Características das fontes multimídia



- **Simetria Bidirecional**
 - Existem dois tipos: Simétrica e Assimétricas
 - Tráfego assimétrico
 - Tráfego em uma direção pode ser muito maior que o tráfego em outra direção
 - P.e. Streaming de vídeo, Vídeo sob Demanda (VoD), TV sobre IP (IPTV), ...

Características das fontes multimídia



- **Dependência temporal**
 - Para aplicações pessoa-a-pessoa (VoIP, videofonia e videoconferência)
 - atraso total de transmissão das imagens e da voz de um interlocutor da fonte para o destino deve ser pequena
 - senão a conversação perde em interatividade
 - Nas aplicações pessoa-sistema
 - Atraso pode ser na ordem de segundos

Características das fontes multimídia



- **Sincronização multimídia**
 - Objetivo final das aplicações multimídia
 - Apresentar aos usuário de forma satisfatória as informações expressas em vários tipos de mídia de apresentação
 - Sincronização é a apresentação temporalmente correta dos componentes multimídia que compõem uma aplicação
 - uma das principais problemáticas de sistemas multimídia

Características das fontes multimídia



- **Para mídias contínuas (vídeo e áudio)**
 - **Sincronização intramídia:** apresentação temporalmente correta significa que amostras de áudio e quadros de vídeo devem ser apresentados em intervalos regulares
 - senão a qualidade percebida será baixa
 - Exemplos:
 - Voz de telefonia digital codificada na forma de amostras de 8-bits a todo 125 μ s
 - Vídeo de 30fps deveria ser apresentado na forma de um quadro a cada 33ms

Características das fontes multimídia

- **Sincronização intermídia:** Apresentação temporalmente correta significa que os relacionamentos temporais desejados entre os componentes devem ser mantidos



Vídeo 30 fps
1 quadro a cada
33,33 ms

Áudio 8000 a/s
1 amostra a
cada 0,125 ms

266 amostras

Características das fontes multimídia



- **Sincronização intermídia:** Fontes de perda de sincronismos
 - Diferentes tempos de processamento na fonte (equipamentos com diferentes cargas de processamento com o tempo)
 - Diferentes atrasos na placa de rede
 - Diferentes atrasos de envio do pacote até o destino
 - Diferentes tempos de processamento no destino

Características das fontes multimídia



■ Sincronização Intermídia: Distorção intermídia

- Parâmetro que mede a diferença entre: tempo efetivo da apresentação de um componente, e o tempo ideal definido na relação temporal especificada
- Valor aceitável para a distorção intermídia é dependente dos tipos de mídia relacionadas

Mídias envolvida	Modo ou Aplicação	Distorção intermídia permitida
Vídeo e animação	correlacionados	+/- 120ms
Vídeo e áudio	sincronização labial	+/- 80ms
Vídeo e imagem	superposição	+/- 240ms
Vídeo e imagem	sem superposição	+/- 500ms
Vídeo e texto	superposição	+/- 240ms
Vídeo e texto	sem superposição	+/- 500ms
Áudio e animação	correlacionados	+/- 80ms
Áudio e áudio	relacionamento estrito (estéreo)	+/- 11μs
Áudio e áudio	relacionamento fraco	+/- 120ms
Áudio e áudio	relacionamento fraco (música de fundo)	+/- 500ms
Áudio e imagem	relacionamento forte (música com notas)	+/- 5ms
Áudio e imagem	relacionamento fraco (apres. de slides)	+/- 500ms
Áudio e texto	anotação de texto	+/- 240ms
Áudio e ponteiro	áudio relaciona para mostrar item	- 500ms a + 750ms

Características das fontes multimídia



- **Tolerância a Perda de Pacotes**
 - Transferência livre de erro não é essencial para obter uma qualidade de comunicação aceitável
 - informações multimídia toleram certa quantidade de erros
 - Taxa de erro tolerável é dependente do método de compressão

Pontos Importantes

Características das fontes de tráfego multimídia

- Entender diferenças entre download e streaming
- Entender formas de caracterizar um tráfego multimídia



UFSC

**Ciências da
Computação**

CAP 6. REQUISITOS E SUPORTES DE REDE PARA MULTIMÍDIA

AULA 3: Requisitos de rede para a comunicação multimídia

INE5431 Sistemas Multimídia

Prof. Roberto Willrich (INE/UFSC)

roberto.willrich@ufsc.br

<https://moodle.ufsc.br>

Requisitos de rede para áudio e vídeo



- **Identificação dos principais requisitos de rede para áudio e vídeo**
 - Verificar níveis de desempenho que a rede deve oferecer para ter boa qualidade Requisitos avaliados:
 - Eficiência de uso de recursos da rede
 - A tecnologia usa de maneira eficiente seus recursos para transportar dados multimídia?
 - Requisitos de vazão
 - A rede oferece banda suficiente para transportar meus dados de áudio/vídeo?
 - Requisitos de atraso e variação de atraso
 - A rede oferece um atraso pequeno e constante para meu tráfego de mídia?
 - Requisitos de confiabilidade
 - A rede produz muita perda de pacotes que afeta a qualidade de apresentação das mídias?

Eficiência de uso de recursos da rede

Comutação de Pacotes vs de Circuito



- **Comutação**
 - Processo de alocação de recursos para a transmissão.
- **Existem dois tipos básicos de comutação**
 - **Comutação de pacotes:** não são reservados recursos
 - Pacotes usam os recursos sob demanda e, como consequência, poderão ter de aguardar (entrar na fila) para conseguir acesso ao enlace de rede.
 - **Comutação de circuito:** reserva de recursos
 - Recursos necessários ao longo de um caminho (buffers, taxa de transmissão de enlaces) para prover a comunicação entre os sistemas finais são reservados pelo período da sessão de comunicação
 - Circuito é implementando em um enlace por Multiplexação por Divisão de Frequência (FDM) ou Multiplexação por Divisão de Tempo (TDM)

Eficiência de uso de recursos da rede

Comutação de Pacotes vs de Circuito

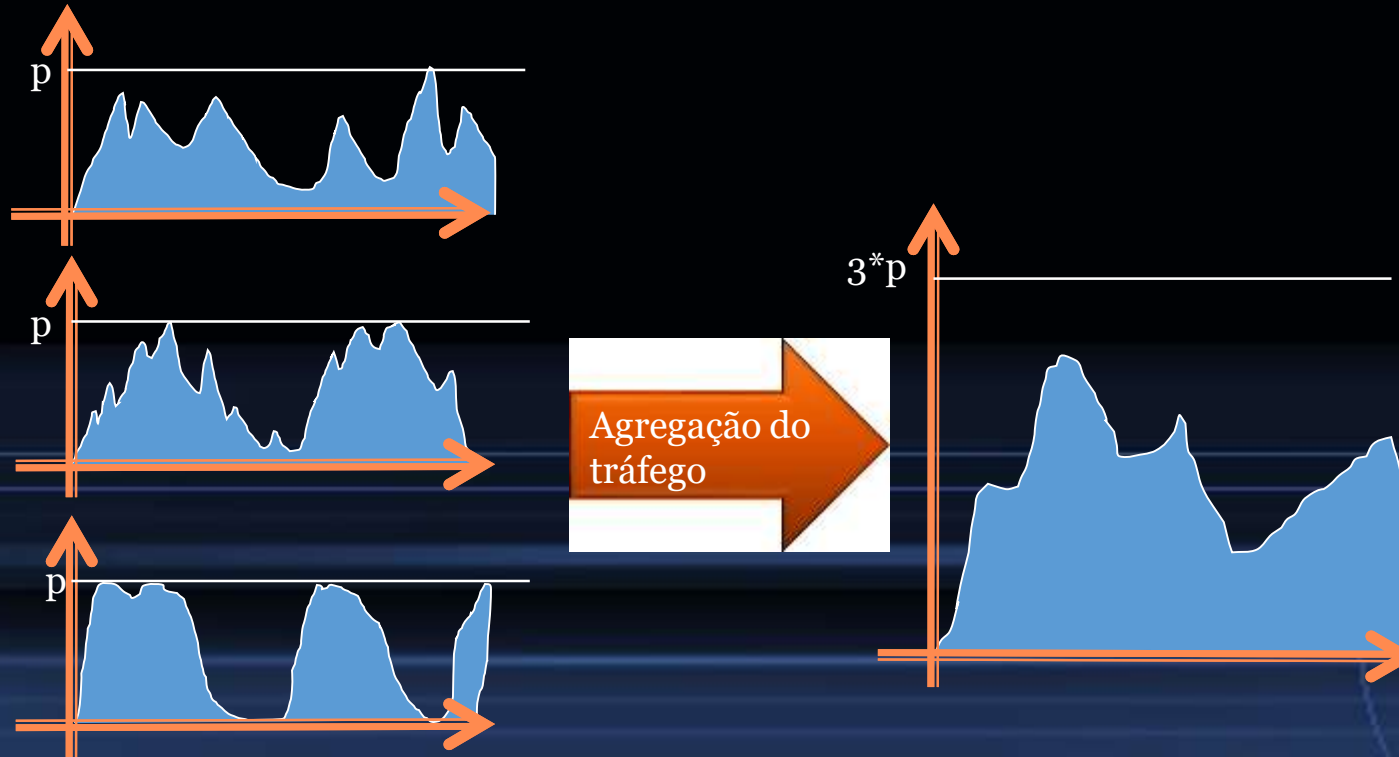
- **Comutação de circuito não usa recursos de maneira eficiente quando dados multimídia são transmitidos em rajadas**
 - Se usuário reserva uma largura de banda igual a seu pico de taxa de transmissão:
 - parte da largura de banda é desperdiçada em redes de comutação de circuitos
 - É baseada em reserva de recursos



Eficiência de uso de recursos da rede

Comutação de Pacotes vs de Circuito

- **Comutação de pacotes utiliza recursos sob demanda e o tráfego é agregado no enlace (multiplexação estatística)**
 - Melhor técnica para uso eficiente da rede
 - aplicação pode usar tanta largura de banda quanto necessário sujeito a um valor máximo
 - quando uma aplicação não usa toda a sua largura de banda outra aplicação pode usar



Requisitos de vazão



- **Requisito de vazão de transmissão**
 - Requisito dependentes da qualidade/codec escolhida para áudios e vídeos transmitidos e da técnica de compressão utilizada
 - MP3 (compressão com perda com diferentes qualidades)
 - 32 kbps – qualidade aceitável para voz
 - 96 kbps – geralmente usada para voz ou streaming de baixa qualidade
 - 128 ou 160 kbps – qualidade intermediária
 - 192 kbps – qualidade média
 - 256 kbps – taxa comumente usada para alta qualidade
 - 320 kbps – Qualidade mais alta suportada pelo MP3

Requisitos de vazão



- **Requisito de vazão de transmissão**

- Requisito dependentes da qualidade/codec escolhida para áudios e vídeos transmitidos e da técnica de compressão utilizada
- VoIP (codecs ITU-T)
 - 5.3 a 64 kbps de vazão gerados por fluxo de áudio (depende do codec)
 - 20 a 80 kbps ao nível de rede (depende do tamanho do pacote de voz)
- VoIP outros codecs
 - 700 bps – usando codec Codec2 na mais baixa taxa, som melhor com 1,2 kbps
 - 800 bps – taxa mínima necessária para entender as palavras, usando codec de voz FS-1015
 - 2.15 kbps – taxa mínima do codec Speex
 - 6 kbps – taxa mínima do codec Opus

Requisitos de vazão



- **Requisito de vazão de transmissão**
 - Outros áudios
 - 32–500 kbps – áudio com perda usando o Ogg Vorbis
 - 256 kbps – MP2 Digital Audio Broadcasting (DAB) necessário para alta qualidade
 - 400 kbps–1.411 kbps – áudio sem perda usado nos formatos como Free Lossless Audio Codec, WavPack
 - 1.411,2 kbps – format de som PCM linear CD-DA
 - 5.644,8 kbps – DSD, usado no Super Audio CD
 - 6.144 Mbps– E-AC-3 (Dolby Digital Plus), um Sistema de codificação baseado no codec AC-3
 - 9.6 Mbps – DVD-Audio

Requisitos de vazão



- **Requisito de vazão de transmissão**

- Vídeos

- 16 kbps – qualidade mínima para videofonia
 - 128–384 kbps – videoconferência orientada negócios
 - 400 kbps YouTube 240p videos (usando H.264)
 - 750 kbps YouTube 360p videos (usando H.264)
 - 1 mbps YouTube 480p videos (usando H.264)
 - 1.15 mbps max – qualidade VCD (usando MPEG1)
 - 2.5 mbps YouTube 720p videos (usando H.264)
 - 3.5 mbps typ – SDTV (usando MPEG-2)
 - 3.8 mbps YouTube 720p (no modo 60fps) videos (usando H.264)
 - 4.5 mbps YouTube 1080p videos (usando H.264)
 - 8 to 15 mbps typ – HDTV quality (usando MPEG-4 AVC)
 - 19 mbps aprox. – HDV 720p (usando MPEG2)
 - 24 mbps max – AVCHD (usando MPEG4 AVC)
 - 25 mbps aprox. – HDV 1080i (usando MPEG2)
 - 29.4 mbps max – HD DVD
 - 1.4 gbps– 10-bit 4:4:4 não compactado 1080p com 24fps

Requisitos de vazão



- **Requisito de vazão de transmissão**
 - ▣ Transmissão de vídeo de qualidade. Recomendações da Netflix
 - 0,5 Mbps: Velocidade de conexão de banda larga necessária
 - 1,5 Mbps: Velocidade de conexão de banda larga recomendada
 - 3,0 Mbps: Recomendada para qualidade SD
 - 5,0 Mbps: Recomendada para qualidade HD
 - 25 Mbps: Recomendada para qualidade Ultra HD

Requisitos de vazão



- **Requisito de continuidade temporal**
 - Rede deve ser capaz de suportar a taxa gerada pela aplicação multimídia durante toda a sessão
 - Exemplo: VoIP com codec G.711 deve suportar uma taxa
 - CBR a 80 kbps no caso de não haver supressão de silêncio
 - VBR com taxa de pico de 80 kbps caso haja supressão de silêncio
 - Se existem vários fluxos na rede ao mesmo tempo
 - Rede deve ter uma capacidade de vazão igual ou maior que a taxa de bits agregada dos fluxos

Requisitos de atraso e variação de atraso



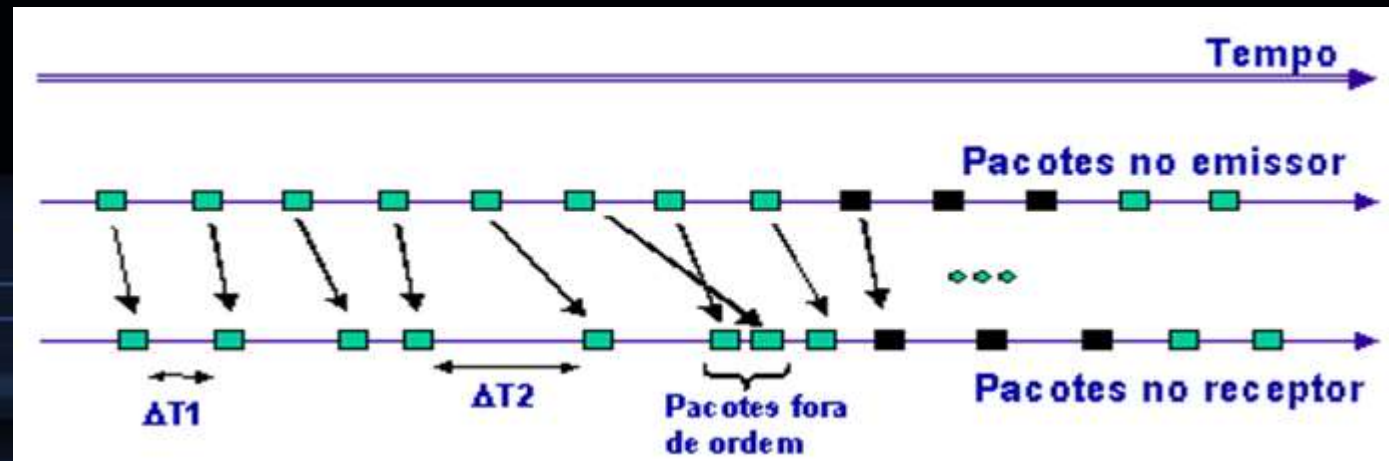
- **Atraso fim-a-fim**

- Sempre existe um atraso entre a captura/leitura de uma informação em uma fonte e sua apresentação em um destino
 - gerado pelo processamento da informação na fonte, sistema de transmissão e processamento no destino
- Para videoconferência e VoIP: entre 150 e 400ms
- Para aplicações baseadas em servidor: na ordem de segundos

Requisitos de atraso e variação de atraso

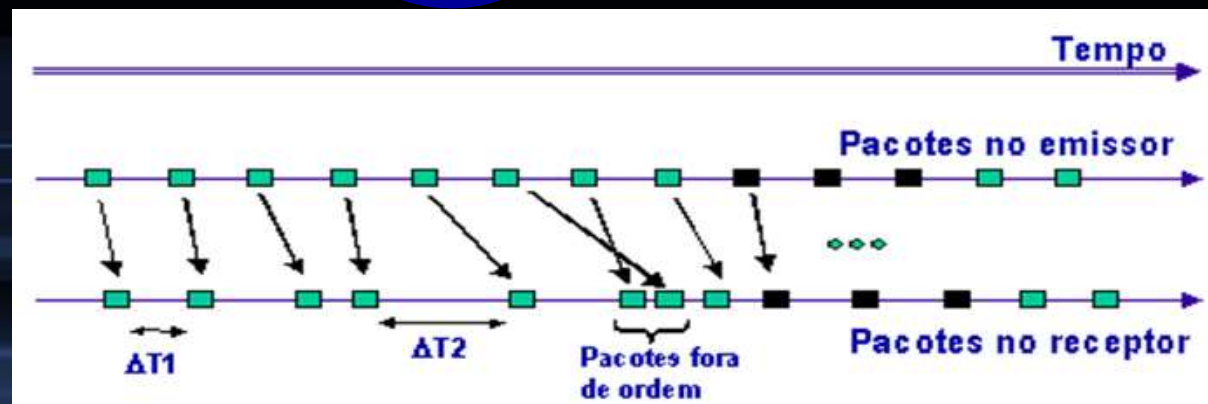
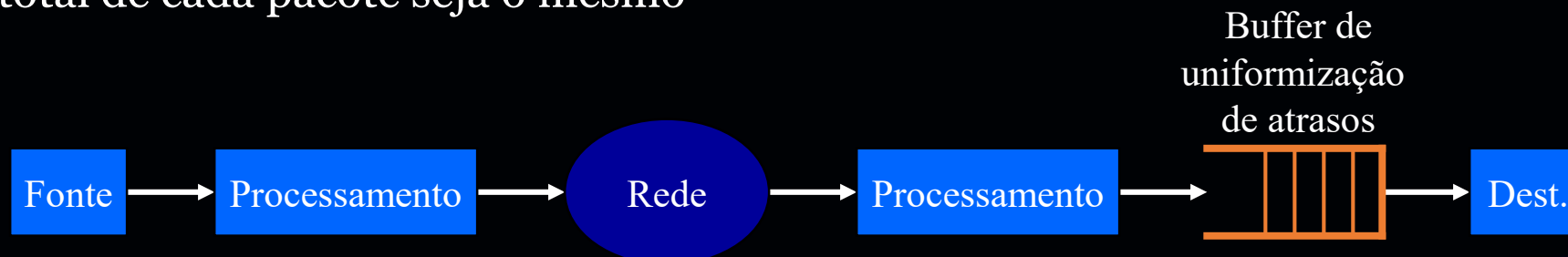
■ Variação de atrasos

- Em redes a comutação de pacotes, os pacotes de dados não chegam ao destino em intervalos fixos
 - necessário para transmissão de mídias contínuas
- Para videoconferência e VoIP: deve ser limitada a um pequeno valor (inferior a 30 a 60ms)
- Para aplicações baseadas em servidor: pode ser mais alta



Requisitos de atraso e variação de atraso

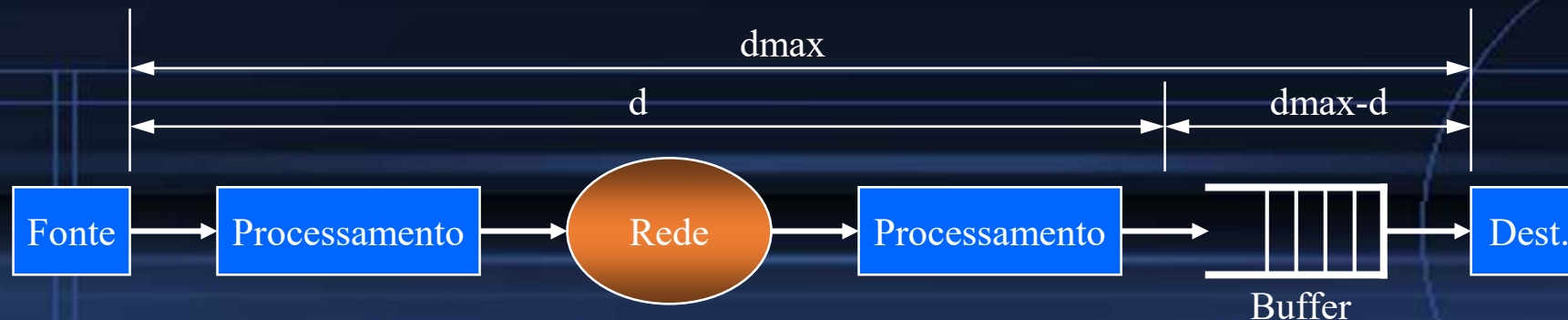
- **Variação de Atraso é removida com buffer FIFO no destino**
 - **Técnica de bufferização:**
 - pacotes que chegam são colocados no buffer em taxas variadas
 - dispositivo de apresentação retira amostragens em uma taxa fixa
 - **princípio:** adicionar um valor de atraso variável a cada pacote de tal forma que o atraso total de cada pacote seja o mesmo



Variação do Atraso: Técnica de Bufferização



- **Supondo:**
 - d_{min} : tempo mínimo de atraso do pacote
 - d_{max} : tempo máximo de atraso
- **Se um pacote com atraso de d é bufferizado durante $(d_{max}-d)$**
 - todos os pacotes terão um atraso fixo de d_{max}
 - destino partirá a apresentação d_{max}
 - cada pacote será apresentado em tempo
- **Tempo máximo de bufferização é $d_{max}-d_{min}$**
 - maior este valor, maior é o tamanho do buffer necessário
 - buffer não deve sofrer sobrecarga ou subutilização
 - tamanho do buffer não dever ser muito grande
 - significa que o sistema é caro e o atraso fim-a-fim é grande



Variação do Atraso:Técnica de Bufferização



- **Buffer de Apresentação**

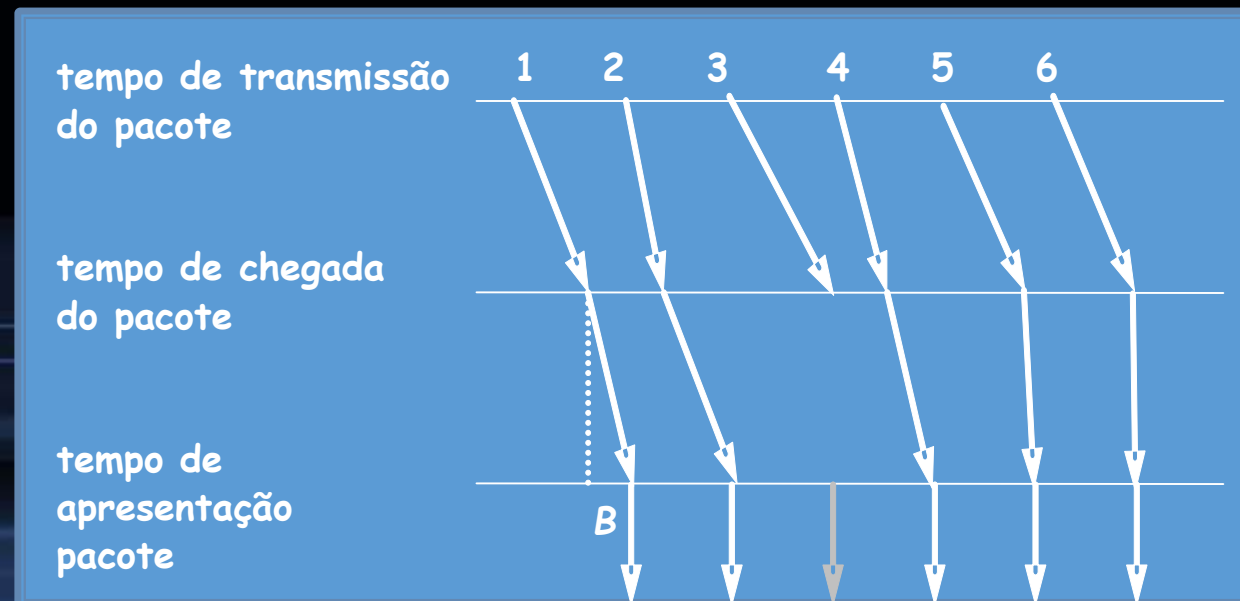
- Existem duas classes de operação para os buffers de apresentação:
 - Tempo de bufferização fixo
 - Tempo de bufferização adaptável

Variação do Atraso: Técnica de Bufferização



■ Tempo de Bufferização fixo

- Primeiro pacote do fluxo é bufferizado por um período de tempo de B segundos antes de ser apresentado
- Pacote seguinte é apresentado numa taxa fixa se ele é disponível
- Quando a variação de atraso não é muito grande e B é apropriadamente selecionado
 - variação de atraso da rede pode ser removida eficientemente.

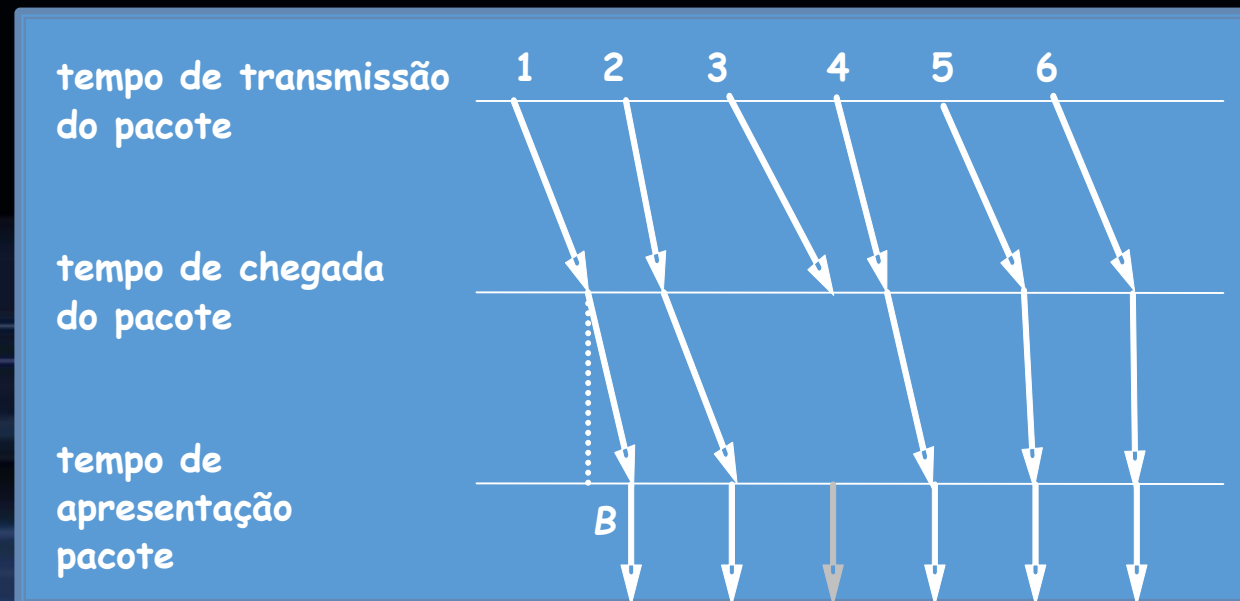


Variação do Atraso: Técnica de Bufferização



■ Tempo de Bufferização fixo

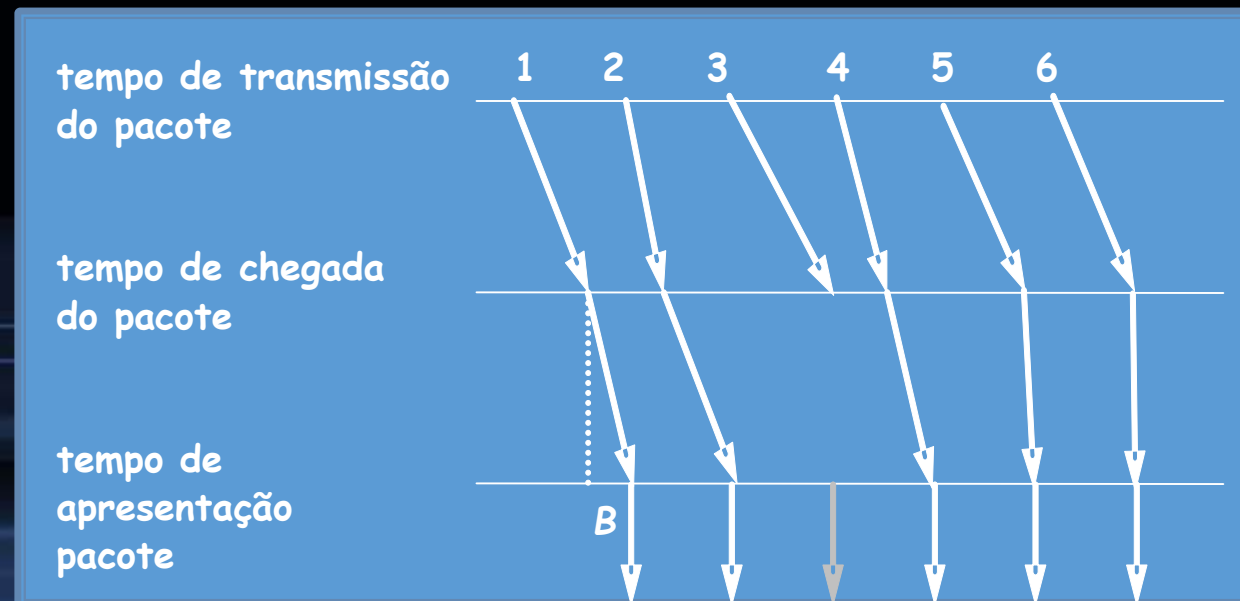
- Mas este esquema não considera o atraso real do pacote
 - Mesmo se o primeiro pacote sofrer o atraso máximo da rede, ele é atrasado de B segundos
 - Causando atraso extra desnecessário
- Em VoIP em geral o tempo de bufferização é de duas vezes o tamanho de um pacote de voz
 - Exemplo: se o pacote de voz for de 20ms, o tempo de bufferização é de 40ms



Variação do Atraso: Técnica de Bufferização



- **Tempo de Bufferização fixo**
 - Embora esta técnica seja fácil de implementar
 - Pode resultar em qualidade não satisfatória de áudio
 - Atrasos podem variar, e se aumentar aumenta o descarte de pacotes
 - Não há um atraso ótimo quando as condições de rede variam com o tempo



Variação do Atraso: Técnica de Bufferização



- **Técnicas de bufferização adaptativas**
 - Realizam uma estimação contínua dos atrasos de rede
 - Via os parâmetros dos pacotes RTP e RTCP
 - Permite acompanhar a situação da rede
 - Várias operações devem ser realizadas para o cálculo do tempo de apresentação dos dados
 - Compensação do desvios de relógio
 - Compensação do Comportamento do Emissor quando do uso de técnicas para aumentar a confiabilidade
 - Compensação do Jitter
 - Compensação da trocas de rota
 - Compensação da reordenação de pacotes
 - Definição do momento de adaptar

Variação do Atraso: Técnica de Bufferização



■ **Análise baseada no modelo cliente/servidor**

▣ Supondo:

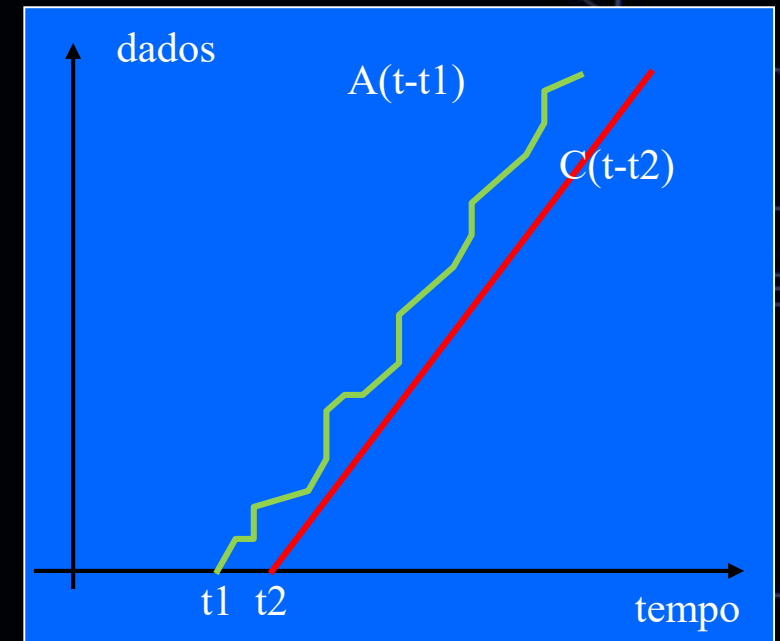
- destino consome dados a uma taxa constante
- $A(t)$ a função dos dados que chegam e $C(t)$ a função de consumo
 - $C(t)$ aumenta com o tempo em uma taxa constante
 - $A(t)$ não aumenta a taxa fixa devido a variação de atrasos

▣ Assumindo:

- o : tempo de envio do primeiro pacote
- t_1 : tempo de chegada do primeiro pacote
- t_2 : tempo de apresentação do primeiro pacote

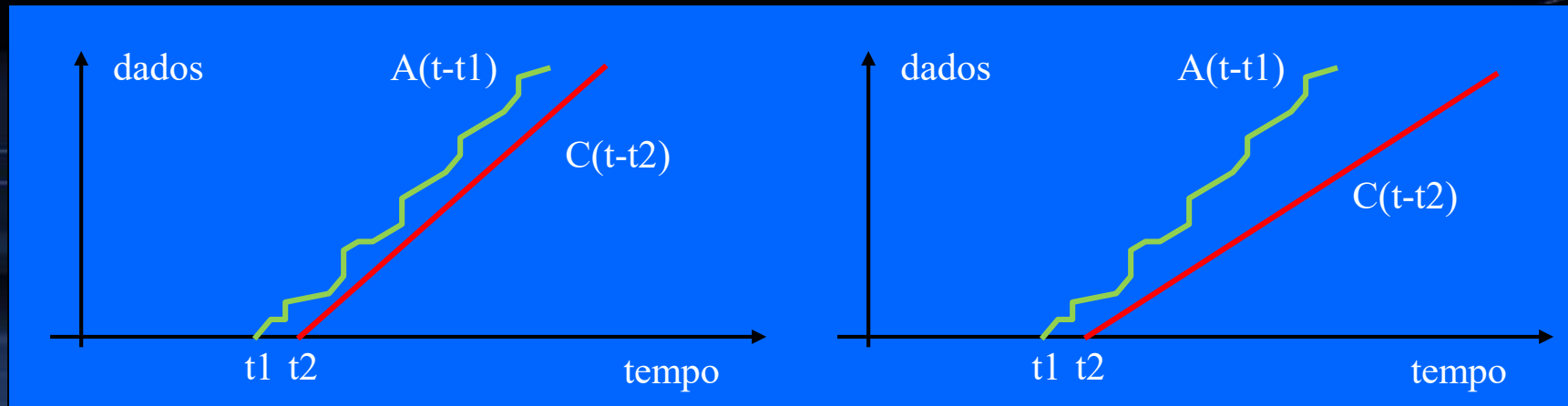
▣ Para satisfazer os requisitos de continuidade

- $A(t-t_1)$ dever ser igual ou maior que $C(t-t_2)$
 - a diferença é bufferizada



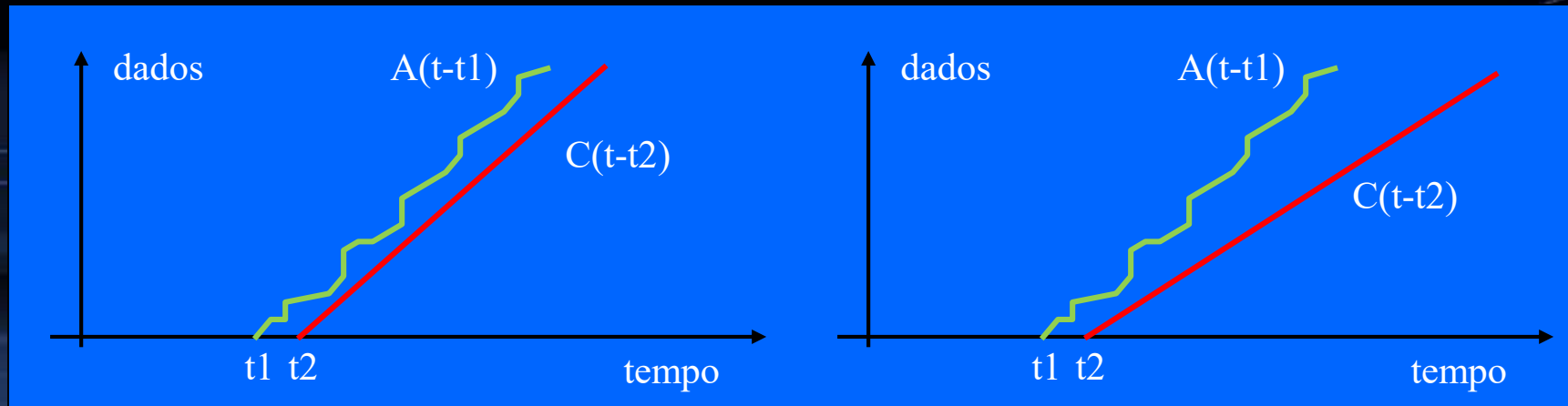
Técnica de Bufferização

- **Requisitos de largura de banda**
 - Inclinação de $A(t-t_1)$ representa a taxa de chegada de dados
 - Valor médio da taxa de chegada deve ser igual a taxa de consumo
 - Se a taxa de consumo é menor
 - diferença $A(t-t_1)$ e $C(t-t_2)$ (ocupação do buffer) aumenta com o tempo
 - para o sucesso da apresentação
 - tamanho do buffer é infinito ou
 - apresentação do fluxo pode apenas se mantida durante um tempo limitado
 - senão correrá sobrecarga do buffer



Técnica de Bufferização

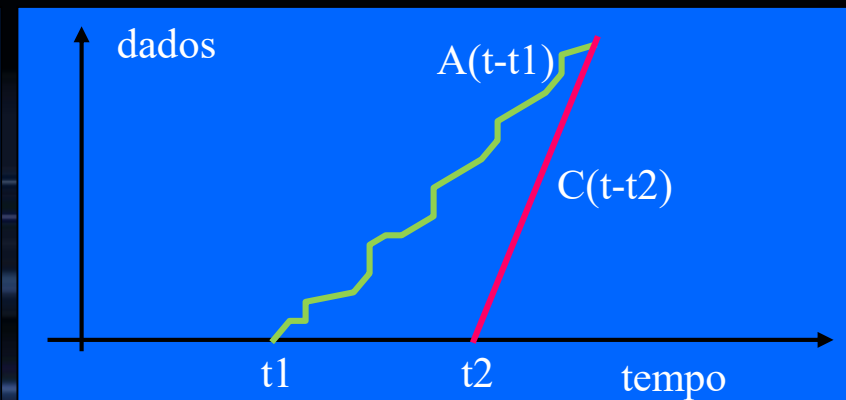
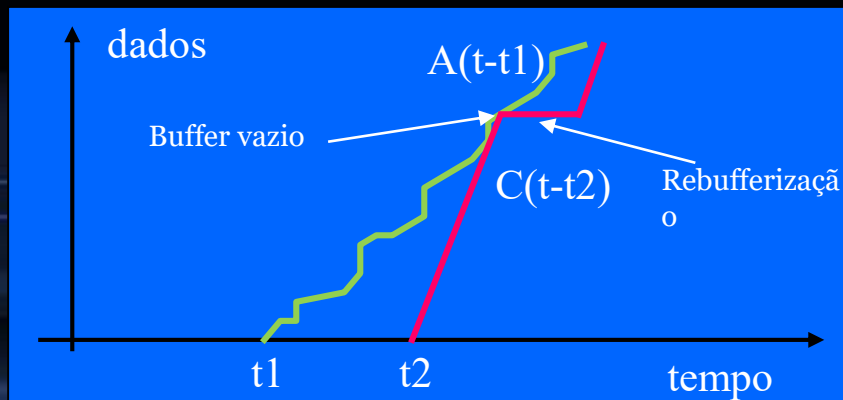
- **Requisitos de largura de banda**
 - Conclusão: controle da taxa de transmissão deve ser usado para que a taxa de transmissão seja próxima a taxa de consumo



Técnica de Bufferização

- **Requisitos de largura de banda**

- Se a taxa de consumo é maior que a taxa de chegada
 - para satisfazer o requisito que $A(t-t_1) - C(t-t_2)$ não seja menor que 0
 - t_2 deve ser maior (atraso inicial maior)
 - tempo de resposta mais longo
 - requer tamanho de buffer maior
 - maior o fluxo a ser apresentado, maior é o atraso inicial e maior os requisitos do buffer
 - não são desejáveis nem praticáveis
 - **Conclusão:** transmissor deveria enviar na taxa de consumo, e a largura de banda de transmissão fim-a-fim deve ser ao menos igual a taxa de consumo



Requisitos de confiabilidade



- **Requisito de difícil quantificação**
 - As aplicações multimídia são tolerantes a erros de transmissão
 - Devido aos limites da percepção sensorial humana
 - Consequência: perdas geram redução da qualidade de apresentação
 - Requisitos de controle de erro e de atraso fim-a-fim são contraditórios
 - pois muitos esquemas de controle de erro envolvem a detecção e retransmissão do pacote com erros ou perda
 - implica no aumento no atraso
 - para transmissão tempo-real de áudio e vídeo, o atraso é mais importante que a taxa de erros
 - é preferível ignorar o erro e trabalhar simplesmente com o fluxo de dado recebido
 - Para VoIP:
 - ideal é inferior a 1%, acima de 25% não é tolerável

Pontos Importantes

Requisitos de rede para a comunicação multimídia

- Entender os requisitos de rede para áudio e vídeo
- Conhecer as técnicas de buferização apresentadas



UFSC

**Ciências da
Computação**

CAP 6. REQUISITOS E SUPORTES DE REDE PARA MULTIMÍDIA

AULA 4: Análise de algumas tecnologias de redes

INE5431 Sistemas Multimídia

Prof. Roberto Willrich (INE/UFSC)

roberto.willrich@ufsc.br

<https://moodle.ufsc.br>

Ethernet e a Comunicação Multimídia



■ Ethernet

- Protocolo Camada 2 (Enlace) de interconexão para redes locais baseada no envio de quadros.
- Define cabeamento e sinais elétricos para a camada física, e formato de quadros e protocolos para a camada de controle de acesso ao meio (Media Access Control -MAC)
- Bandas: 10, 100, 1000, 10000 Mbps

■ Dois Tipos

- Ethernet com meio compartilhado CSMA/CD
 - CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
 - Uso de Hubs Ethernet: repassa quadro entrante em uma porta nas outras portas
 - Banda é compartilhada pelos computadores ligados ao hub
- Ethernet Comutada (Switches Ethernet)
 - Uso de Switches Ethernet: repassa quadro entrante em uma porta em uma porta destinatária
 - Cada computador recebe a banda nominal

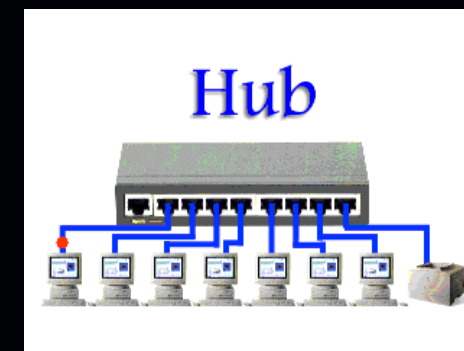
Ethernet CSMA/CD e a Multimídia

- **Largura de Banda**

- Bandas: 10, 100 Mbps
- Ethernet CSMA/CD não poderiam ser mais carregadas que 70% a 80% para manter as colisões a um nível aceitável

- **Método de acesso CSMA/CD**

- Tem comportamento não determinista
 - não permite o controle de tempo de acesso e da largura de banda
- Em redes carregadas gera atrasos e variação de atrasos consideráveis



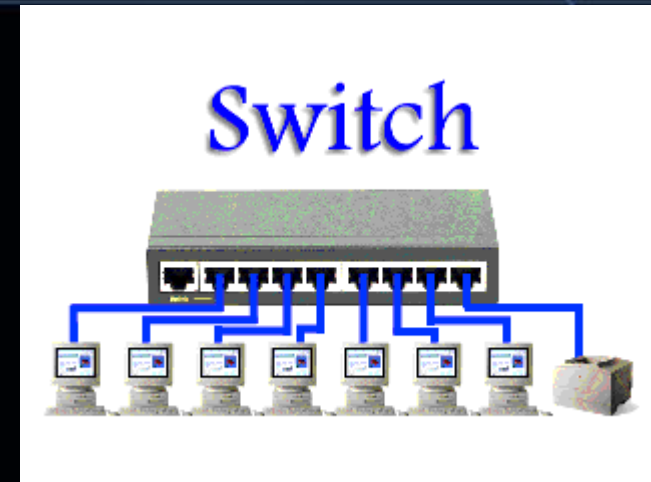
Ethernet Comutada e a Comunicação Multimídia

- **Banda**

- Bandas: 10, 100, 1000, 10000 Mbps

- **Switch**

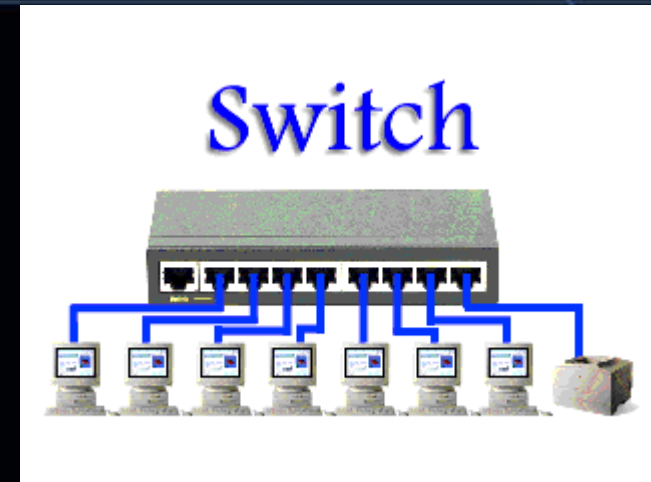
- Não retransmite quadro que recebe nas outras portas
- Possui uma tabela de encaminhamento e retransmite o quadro apenas para a porta adequada (se conhecida)
- Equipamento que aumenta a eficiência da rede
 - Melhora a vazão total
 - Reduz o atraso e variação de atraso na rede local



Ethernet e a Comunicação Multimídia

■ Gerenciamento de tráfego

- Switches convencionais não oferecem mecanismo para assegurar uma distribuição igualitária da largura de banda nem mecanismos de prioridade
 - não se pode dar um tratamento diferenciado para tráfego tempo-real sobre dados convencionais
 - Utiliza fila FIFO agregando todo o tráfego na porta de saída (sem priorização)



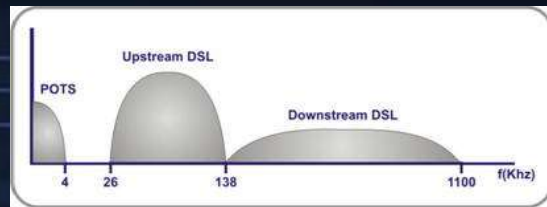
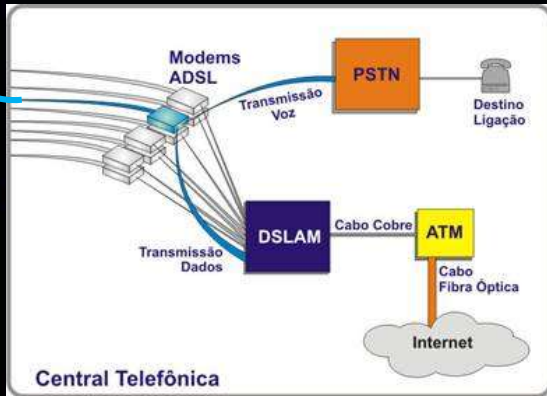
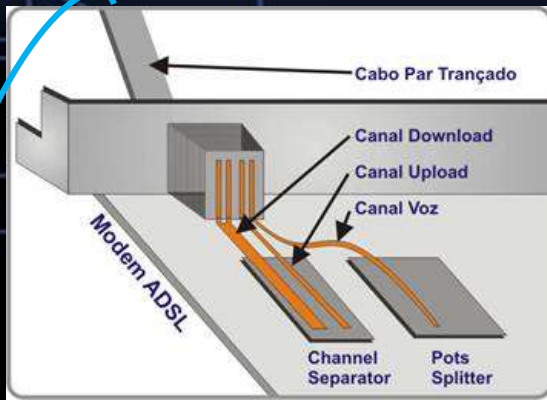
Priorização de Tráfego com 802.1Q e 802.1p



■ **Padrão IEEE 802.1p**

- Define uma metodologia para a introdução de classes de prioridade para o tráfego
 - Mecanismo de indicação da prioridade do quadro baseado no campo Priority do padrão 802.1Q.
- São suportadas 8 classes de tráfego (prioridades), com múltiplas filas de prioridade estabelecidas por porta
 - especifique um mecanismo de reordenar os pacotes nas filas
- Não gerencia a latência
 - requerida para redes de tempo real com suporte à áudio e vídeo

ADSL e VDSL



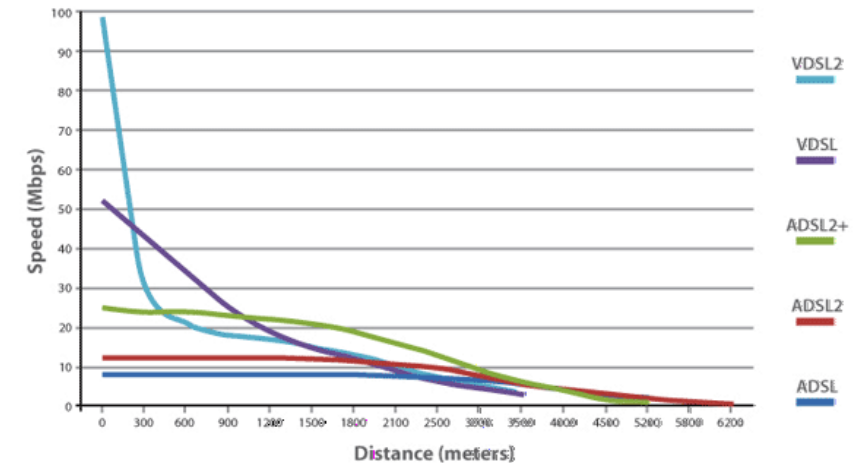
- **Tecnologia de Acesso que usa a linha telefônica**
 - Utiliza os pares de cobre das linhas telefônicas para transportar informações digitais
 - Tecnologia baseada em modems que convertem linhas de telefones de par-trançado comuns existentes em caminhos de acesso para multimídia e comunicações de dados de alta velocidade.
- **É uma tecnologia assimétrica**
 - Fornece maior largura de banda para downstream e outra para upstream
 - Torna esta tecnologia ideal para navegar na Web e vídeo sob-demanda
 - Usuários destas aplicações tipicamente baixam mais dados que enviam

ADSL e VDSL

■ Vazão

- Taxa depende de vários fatores
 - comprimento da linha, categoria do cabo, presença de derivações, e interferências
- Provedor não precisa garantir 100% do upload e download contratado (meio compartilhado). Prestadora deve garantir ao usuário (Res. Anatel 574/2011):
 - Uma velocidade instantânea de no mínimo 40% da velocidade contratada, e;
 - Em média mensal, a velocidade nesse horário não pode ser inferior a 80% da velocidade contratada

FTTC Speed Graph



Source: Ofcom

ADSL/VDSL e a Multimídia



- **Velocidades não é uma ciência exata**
 - Provedores de serviço fornecem um serviço “melhor esforço” cujo resultado depende muito da distância até a central
 - altamente sensível a interferências, a qualidade da sua conexão pode ficar instável em diversas ocasiões — principalmente em dias de chuva
- **Para aplicações com tráfego simétrico**
 - Deve-se considerar a vazão oferecida pelo upload
- **DSL**
 - Susceptíveis a interferências
 - Provocam perdas em rajadas
 - Ruim para multimídia

Pontos Importantes

Ethernet e xDSL e a multimídia

- Entender limitações das tecnologias