

CAP 6. REQUISITOS E SUPORTES DE REDE PARA MULTIMÍDIA

INE5431 SISTEMAS MULTIMÍDIA
PROF. ROBERTO WILLRICH (INE/UFSC)
ROBERTO.WILLRICH@UFSC.BR
[HTTPS://MOODLE.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

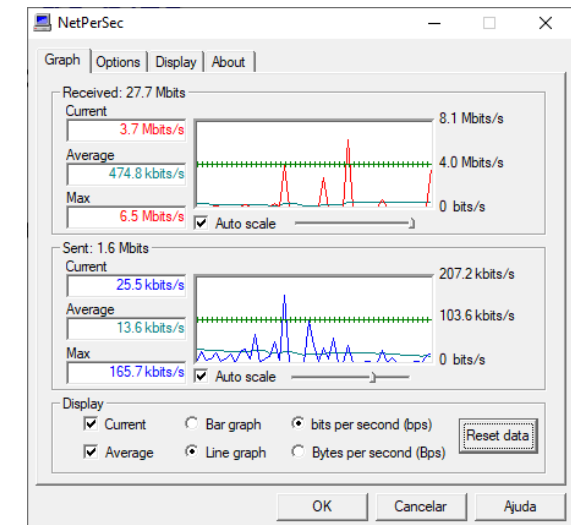
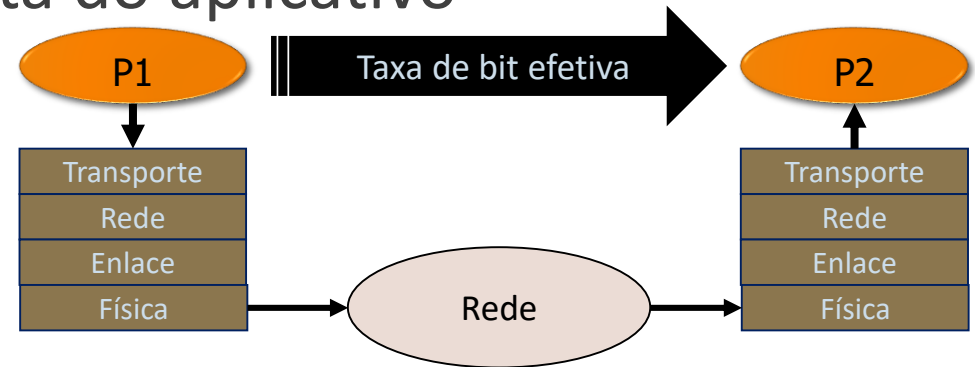
- Taxa de bits é o número de dígitos binários que a rede é capaz de transportar por unidade de tempo
 - Expresso em bps, Kbps, Mbps, Gbps, etc
- Exemplo taxa nominal de tecnologia de redes (enlace)
 - Ethernet 10Mbps, 100Mbps, 1Gbps,...
 - Contratada pelo ISP: 10Mbps (download) / 1Mbps (upload)



Parâmetros de Desempenho de Redes

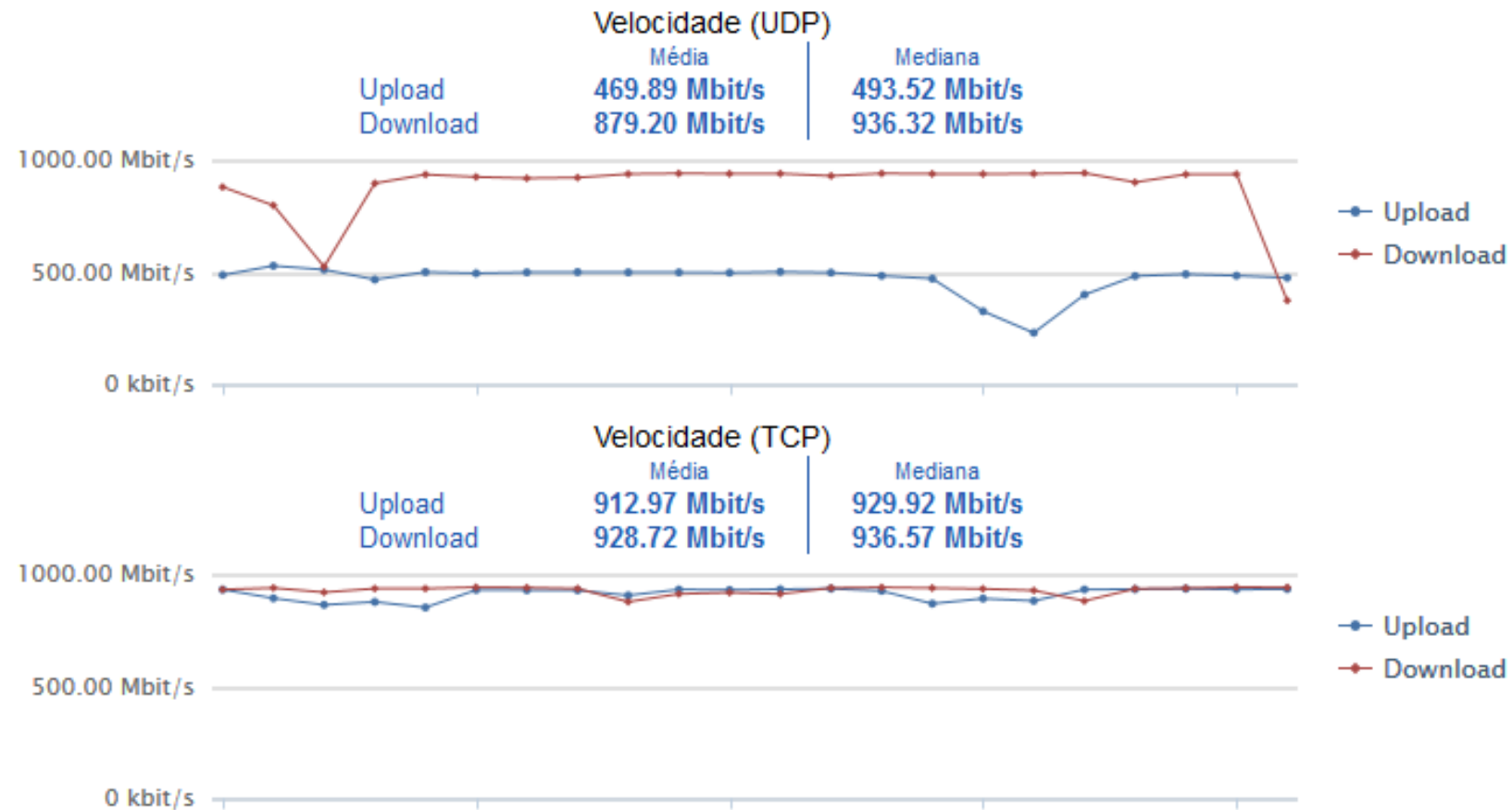
Vazão (Throughput)

- 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

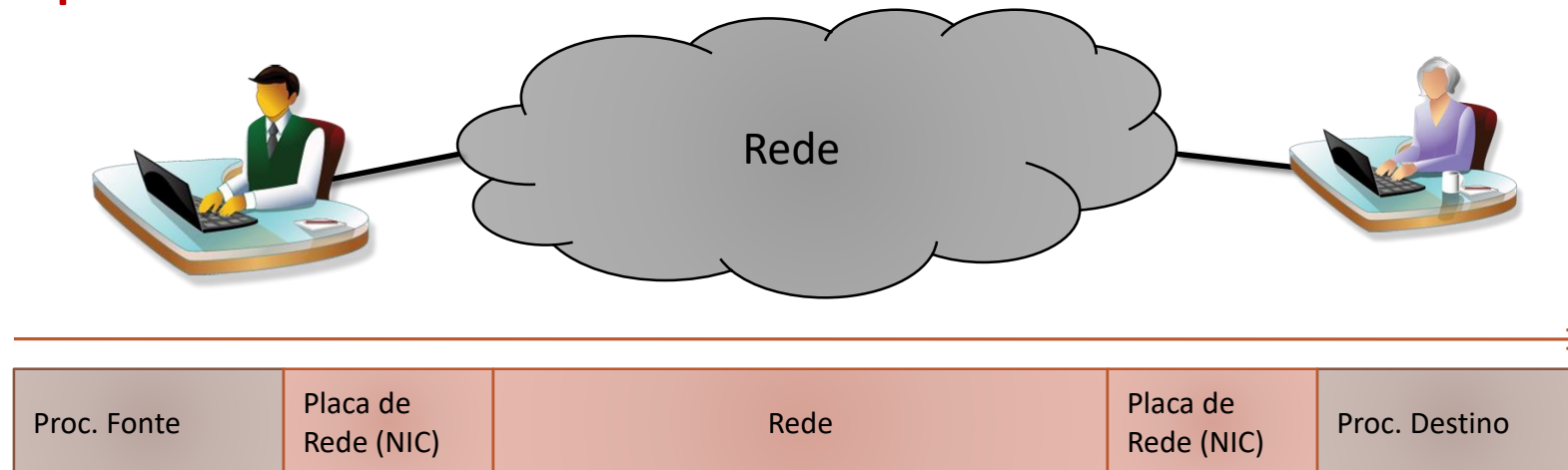
Vazão (Throughput)



Parâmetros de Desempenho de Redes

Atraso Fim-a-Fim (usuário a usuário)

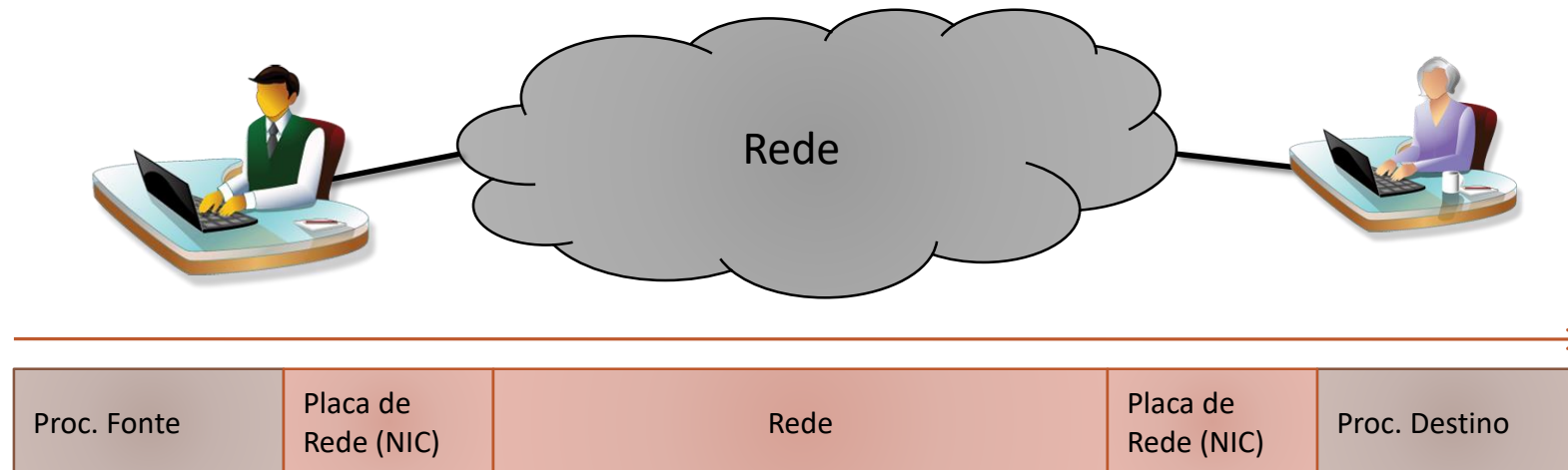
- Tempo para transmitir pacote de um emissor a um receptor
- Componentes:
 - **Atraso de processamento na fonte**
 - **Atraso de transmissão**: nas interfaces de rede (NIC – Network Interface Card) da fonte/dest. e na rede
 - **Atraso de processamento** no destino



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

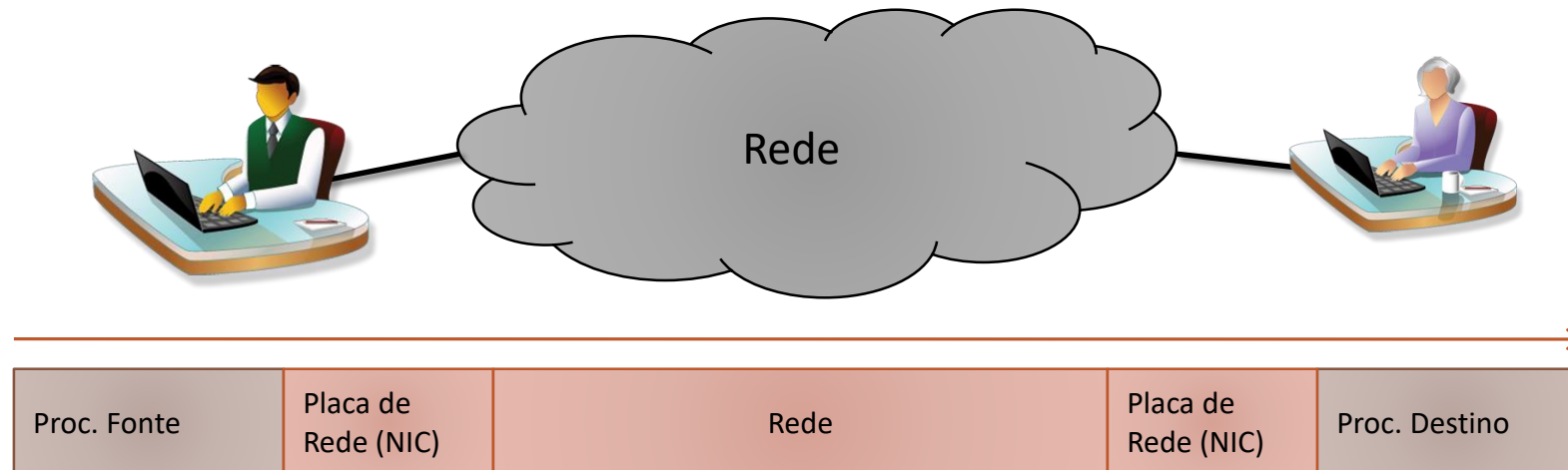
```
Se meio estiver livre então {  
    transmite e monitora o canal;  
Se detecta outra transmissão  
então {  
    aborta e envia sinal de “jam” (reforço de colisão);  
    atualiza número de colisões;  
    espera como exigido pelo algorit. “exponential backoff”;  
    vá para A  
}  
senão {  
    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

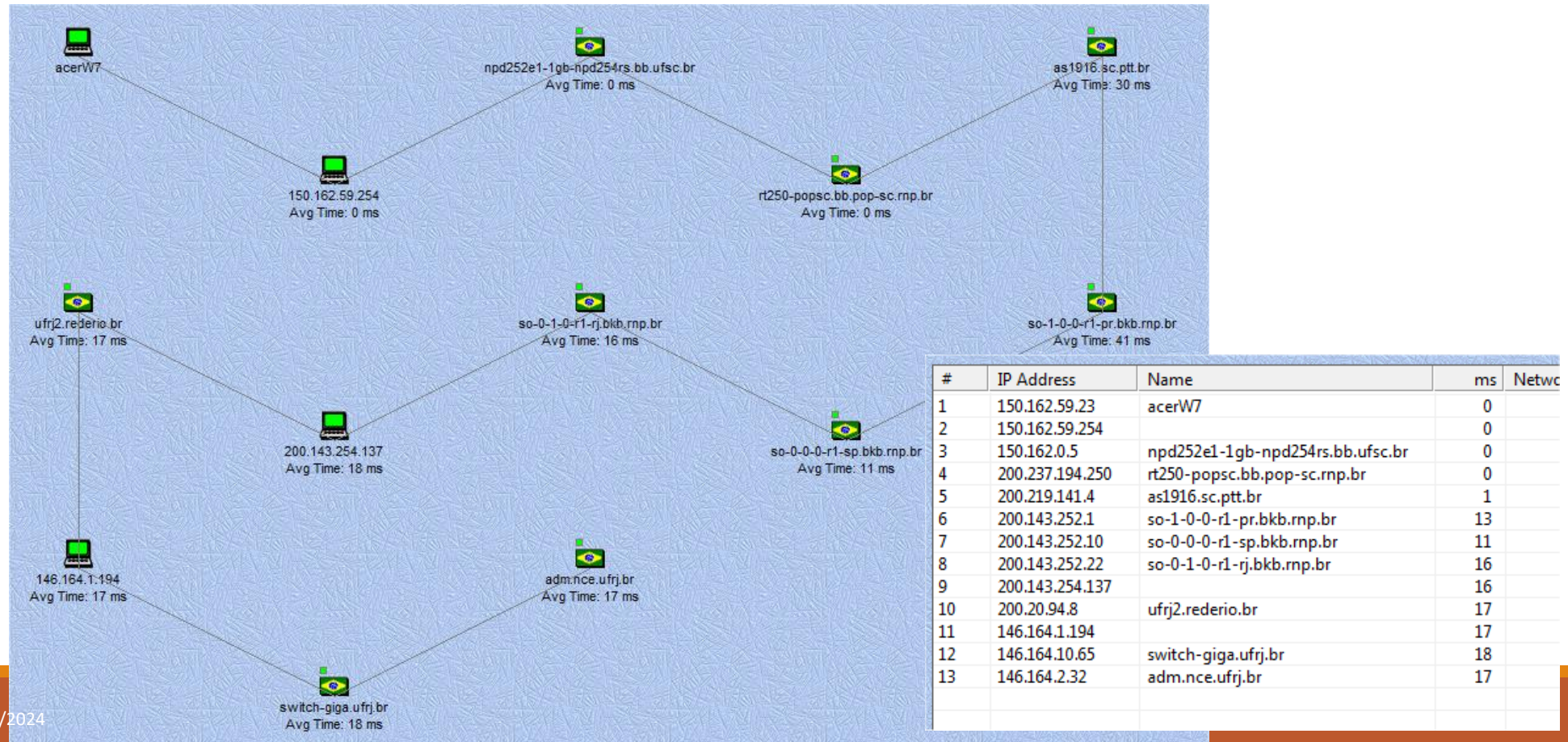
- **Atraso na rede:** tempo entre o tempo de o dado é enviado pelo enlace de saída da fonte e é entregue na interface de rede do receptor.
 - Atraso na rede local até chegar no roteador
 - Atraso em cada hop (salto) da rede: atraso entre a chegada do pacote no roteador e a entrega do pacote no outro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



Parâmetros de Desempenho de Redes

Atraso de transmissão

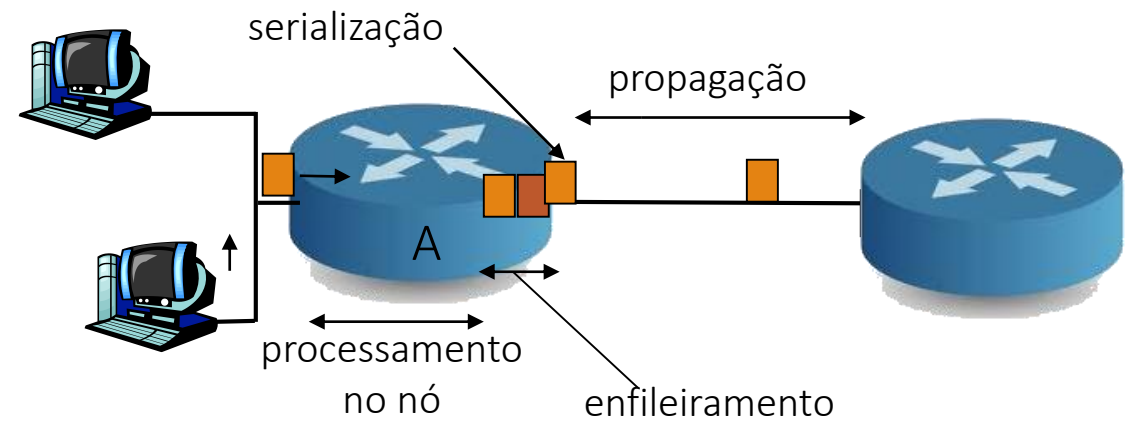
- **Atraso na rede:** tempo entre o tempo de o dado é enviado pelo enlace de saída da fonte e é entregue na interface de rede do receptor.



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



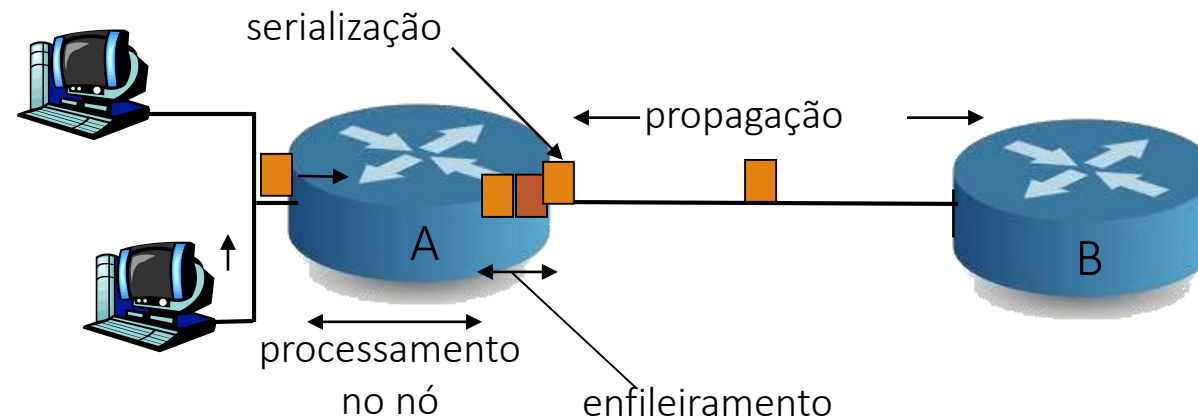
Parâmetros de Desempenho de Redes

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 ($\sim 2 \times 10^8$ 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

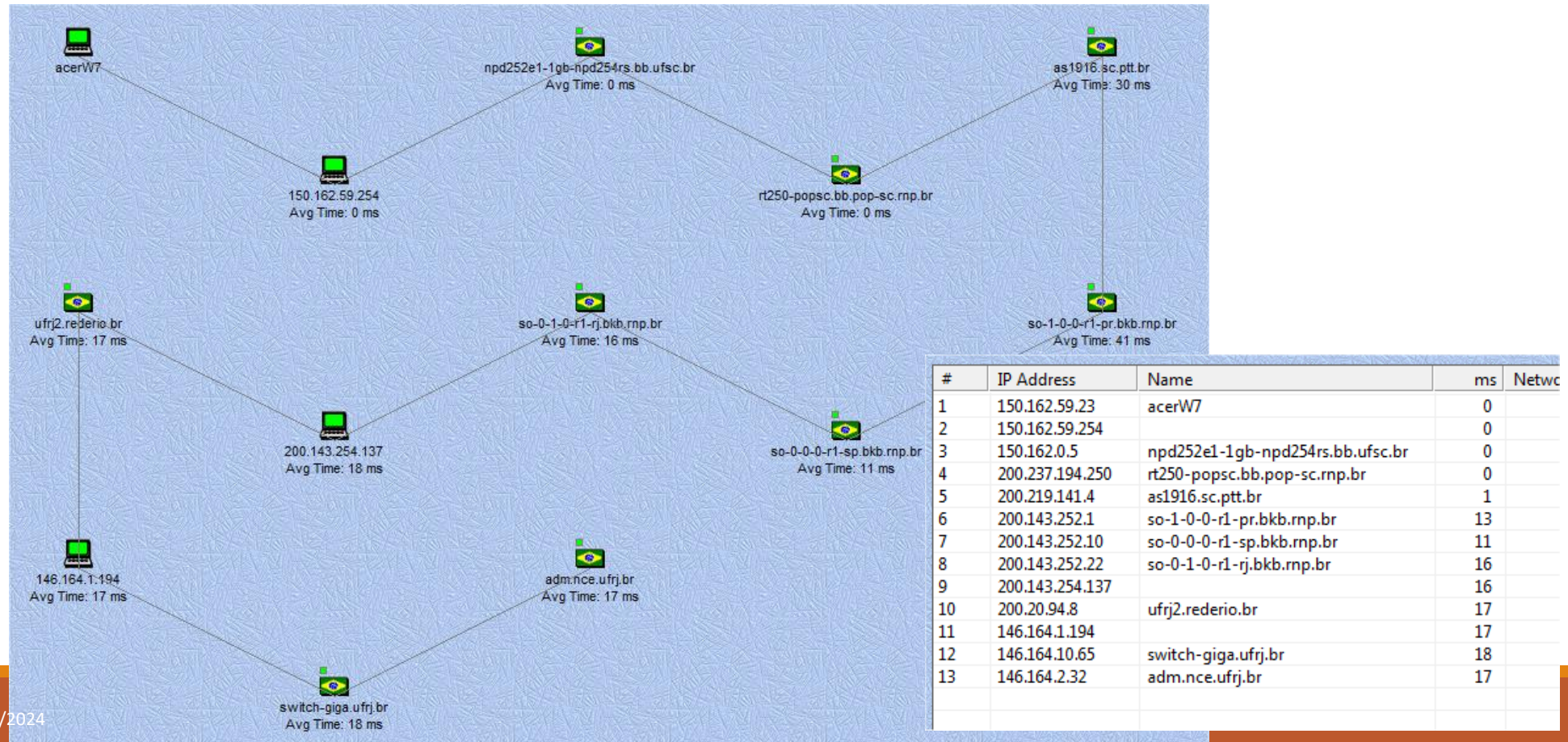
d_{prop} = atraso de propagação

- poucos microsecs a centenas de msecs

Parâmetros de Desempenho de Redes

Atraso de transmissão

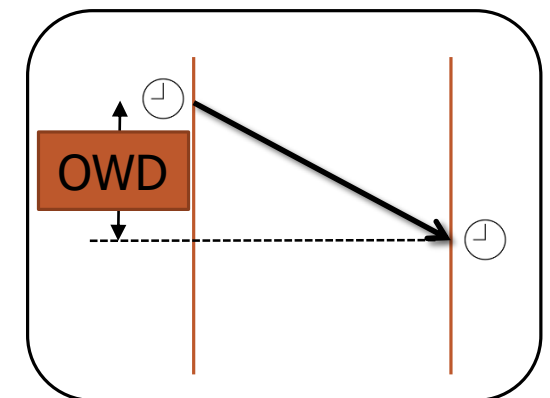
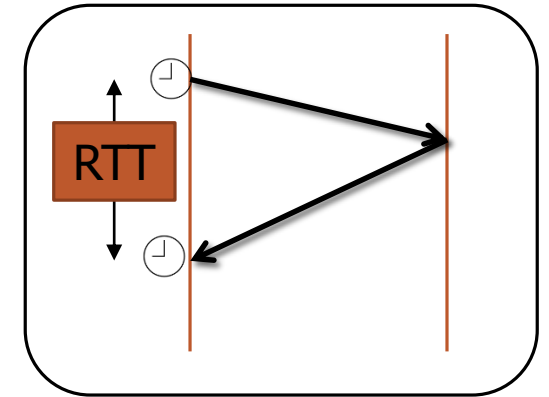
- **Atraso na rede:** tempo entre o tempo de o dado é enviado pelo enlace de saída da fonte e é entregue na interface de rede do receptor.



Parâmetros de Desempenho de Redes

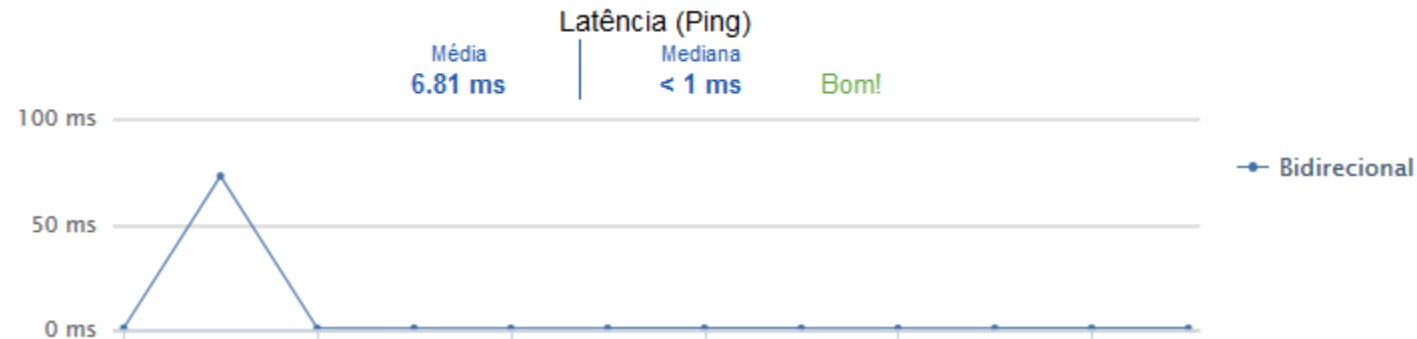
Atraso Fim-a-Fim: Medidas

- **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

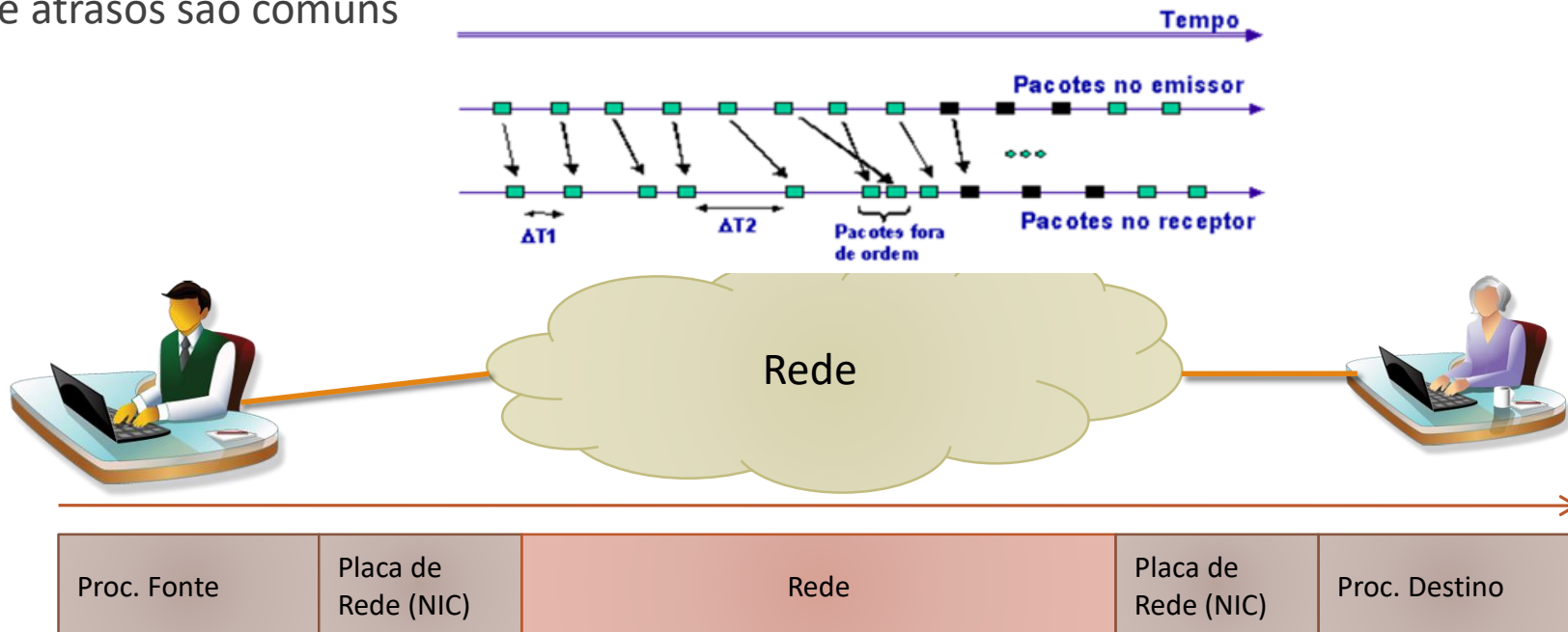
- Atraso de ida-e-volta (RTT - Round-trip time)



Parâmetros de Desempenho de Redes

Variação de atraso (*Jitter*)

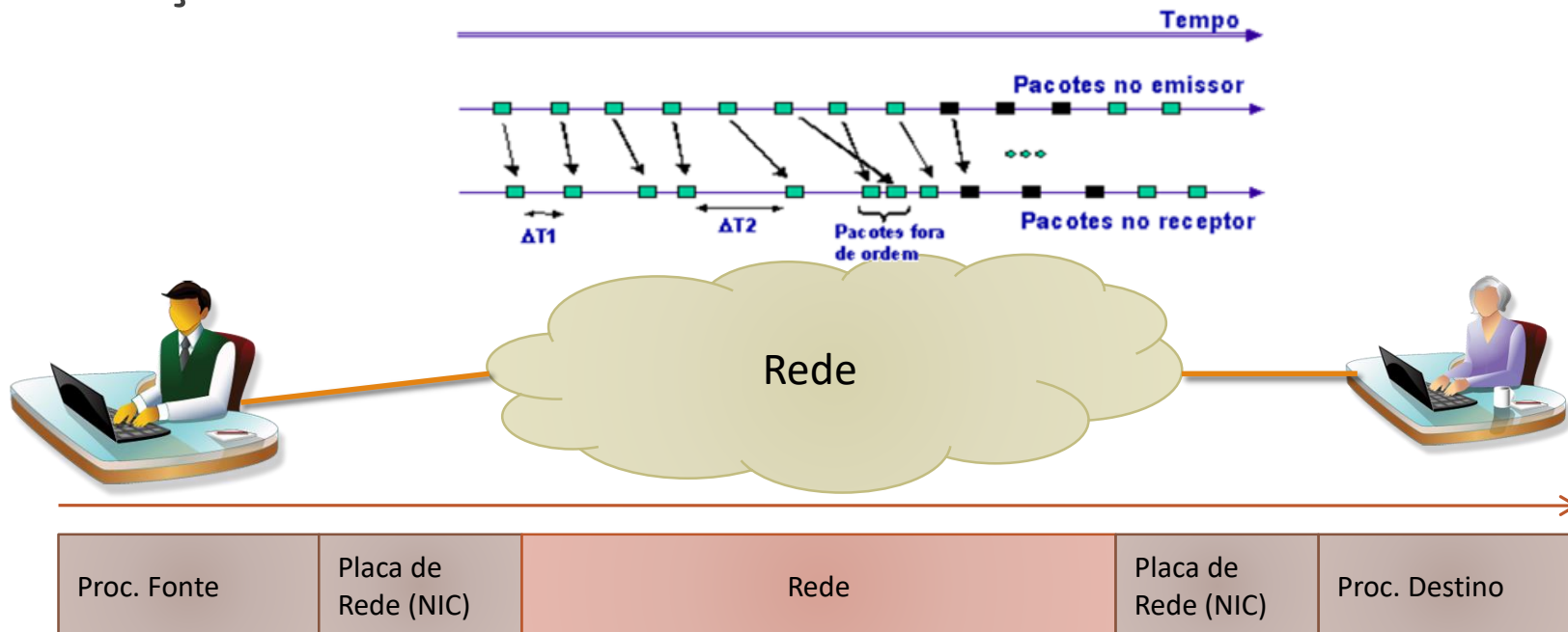
- Fluxo de vídeo e de áudio são normalmente enviados separadamente
 - Em redes a pacotes, fluxos são divididos em blocos de dados e cada bloco é transmitido em sequência
- Se a rede é capaz de enviar todos os blocos com uma latência uniforme, então cada bloco deveria chegar no destino após um atraso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



Parâmetros de Desempenho de Redes

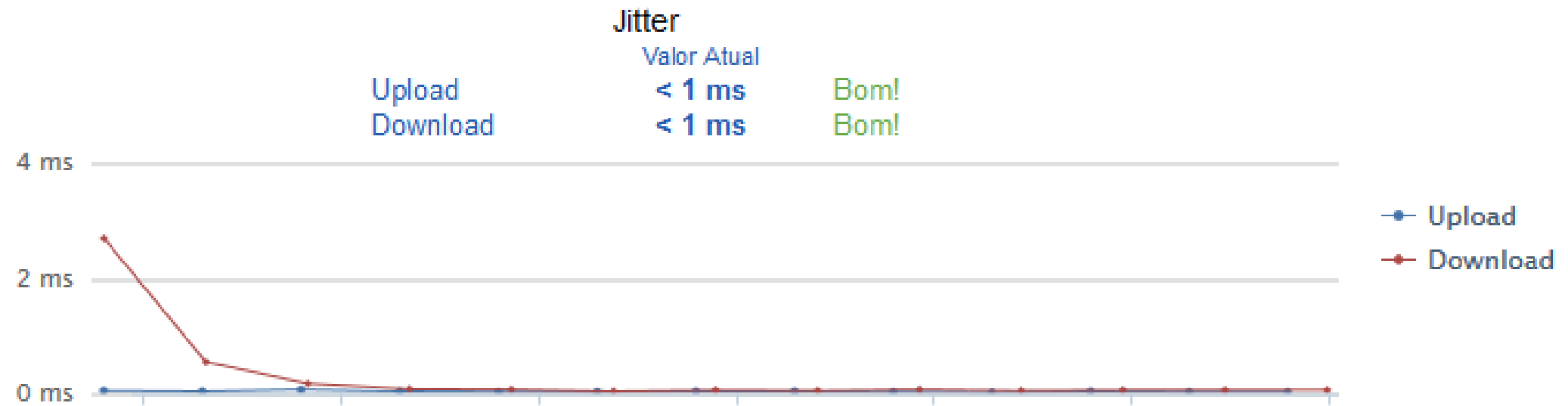
Variação de atraso (*Jitter*)

- 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



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

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

The screenshot shows a Windows XP desktop environment. The background is a blue wallpaper featuring a large telescope. In the top right corner, there are three desktop icons: a clock showing approximately 10:10, a calendar for Friday, May 21, 2015, and a small circular icon with a percentage. The taskbar at the bottom contains several application icons, including Internet Explorer, Firefox, and a folder named 'Produção'. The system tray in the bottom right corner shows the date and time as 08:52 on 21/05/2015.

The primary focus is a web browser window titled 'HubbleSOURCE: MPEG Video C...' with the address bar showing 'hubblesource.stsci.edu/sources/video/clips/index_2.php'. The browser displays a list of video clips from the Hubble Space Telescope. The clips listed are:

- Dome Visualizations** (MPEG 1, 1MB)
- Betacam B-Roll Services** (Broadcast-Resolution MPEG 2, 20MB)
- Orion Nebula Fly-Through** (MPEG 1, 2MB)
- Bipolar Planetary Nebula Animation: A Giant Star Swallows Its Companion** (MPEG 1, 2MB)
- Fragments from Comet Shoemaker-Levy 9 Crash into Jupiter** (MPEG 1, 1MB)
- Supernova 1987A** (MPEG 1, 1MB)
- Model of Stellar Disk and Planet Formation**

Each clip entry includes a thumbnail image, a title, a file format and size, a caution note 'Caution: Not for Online Viewing', and a link to 'More Information'.

Overlaid on the right side of the browser window is a 'NetPerSec' utility window. This window displays network performance metrics for both 'Received' and 'Sent' data. The 'Received' section shows a current rate of 4.1 kbytes/s, an average of 4.1 kbytes/s, and a maximum of 4.1 kbytes/s. The 'Sent' section shows a current rate of 3.0 kbytes/s, an average of 3.0 kbytes/s, and a maximum of 3.0 kbytes/s. The window also includes a 'Display' tab with options for 'Current', 'Average', 'Bar graph', 'Line graph', 'bits per second (bps)', and 'Bytes per second (Bps)'. The 'Current' and 'Average' options are selected, and the 'Bar graph' and 'Line graph' options are also visible. The window has 'OK', 'Cancelar', and 'Ajuda' buttons at the bottom.

Streaming

The screenshot shows a Windows XP desktop environment. The background is a blue sky with a white bridge. In the top right corner, there are three circular icons: a clock showing 10:10, a calendar for May 21, 2015 (quinta-feira), and a system clock showing 08:57 on 21/05/2015. The taskbar at the bottom contains several icons, including the Start button, Internet Explorer, and various application icons.

The main window is a web browser displaying search results for "streaming" on YouTube. The search bar shows "streaming" and the URL is "https://www.youtube.com/results?search_query=streaming". The results list several videos:

- Channels Television - Multi Platform Streaming** by Channels Television. 401 watching. Watch Channels Television Live on Youtube. Also see our Live feeds at m.channelsstv.com. Do not forget to subscribe to this ... **LIVE NOW**
- ¿Que es un Streaming?** by KilikaMedia. 3 years ago • 9,589 views. Explicacion breve y clara jejeje un cordial saludo chicos Palabra traducida literalmente 'canal de agua que fluye'
- 2015 Indianapolis 500 Practice Live Streaming - May 18** by indycar. 2 days ago • 69,562 views. **NEW HD**
- (Technical 101) SET and Streaming Pro** by Chiangmaifx. 1 year ago • 26,211 views. "สวัสดีครับ เป็นส่วนหนึ่งของคอร์สสอนทาง "Technical 101" ซึ่งสอนโดย www.chiangmaifx.com" **HD**
- DUAL PC STREAMING SETUP! (Vlog)** by GoldGloveTV. 1 year ago • 218,826 views. Enjoy the video? Be sure to subscribe: http://youtube.com/subscription_center?add_user=GoldGloveTV Here's my new dual PC ... **HD**
- *** Now Finished *** Streaming Minecraft DeVinci Modded w/ DraaxLP** by Zueljin Gaming - Minecraft, Indie, and More. 10 hours ago • 85 views. http://www.twitch.tv/zueljin http://www.twitch.tv/zueljin http://www.twitch.tv/zueljin

The NetPerSec window is open, showing network statistics. It has tabs for Graph, Options, Display, and About. The Graph tab is selected, showing two graphs: Received and Sent. The Received graph shows a current rate of 2.8 kbits/s, an average of 747.7 kbits/s, and a maximum of 13.0 Mbits/s. The Sent graph shows a current rate of 504 kbits/s, an average of 17.6 kbits/s, and a maximum of 256.0 kbits/s. The Display section has checkboxes for Current, Average, Bar graph, Line graph, bits per second (bps), and Bytes per second (Bps). The Current and Average checkboxes are checked. The Bar graph and Line graph radio buttons are selected. The bits per second (bps) radio button is selected. The Reset data button is also visible.

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

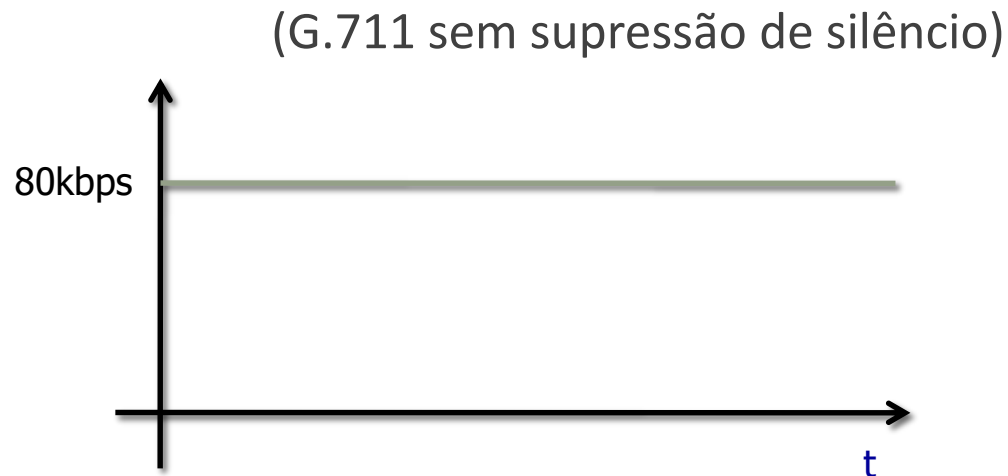
Características das fontes multimídia

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)

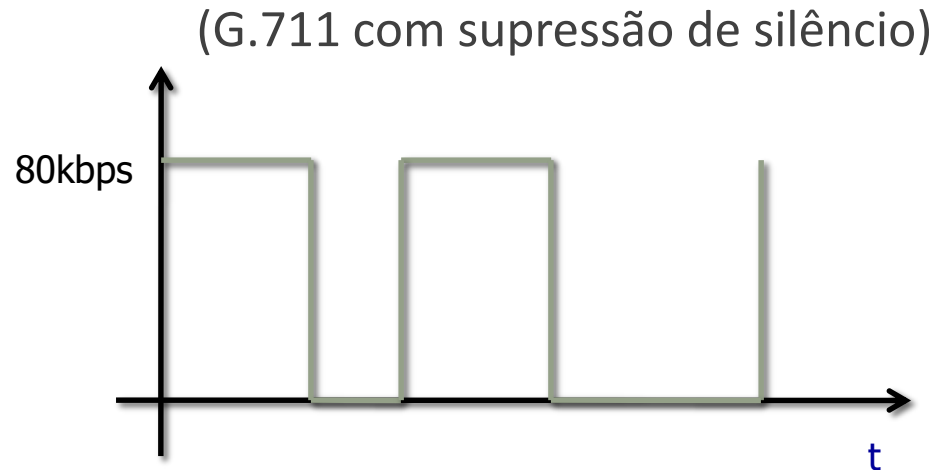
- Gerada por alguns codecs
- É importante que a rede transporte estes fluxos de dado a uma taxa de bits constante
 - Em muitas redes tal como ISDN é natural transportar dados CBR



Características das fontes multimídia

Tráfego a taxa de bits variável (VBR)

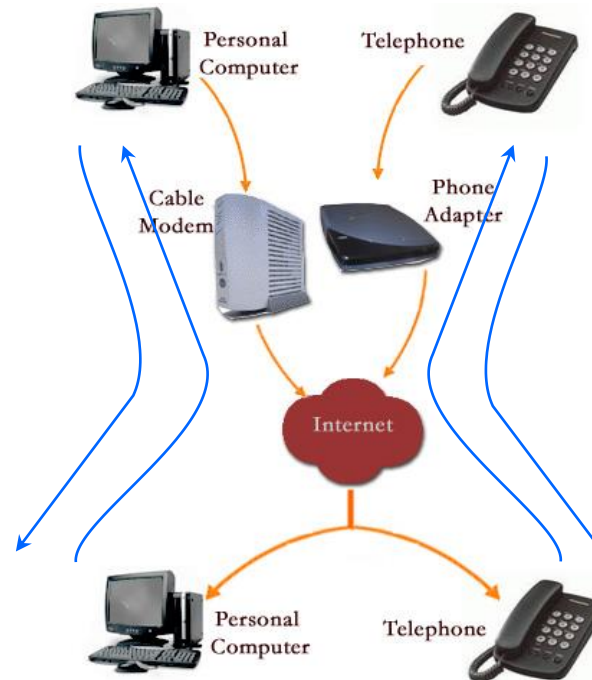
- Gerada por tecnologias de compressão de dados
- Tráfego com uma taxa de bits que varia com o tempo
 - ocorrem em rajadas, caracterizado por períodos aleatórios de relativa inatividade quebradas com rajadas de dados



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

- É a apresentação temporalmente correta dos componentes multimídia que compõem uma aplicação
- uma das principais problemáticas de sistemas multimídia

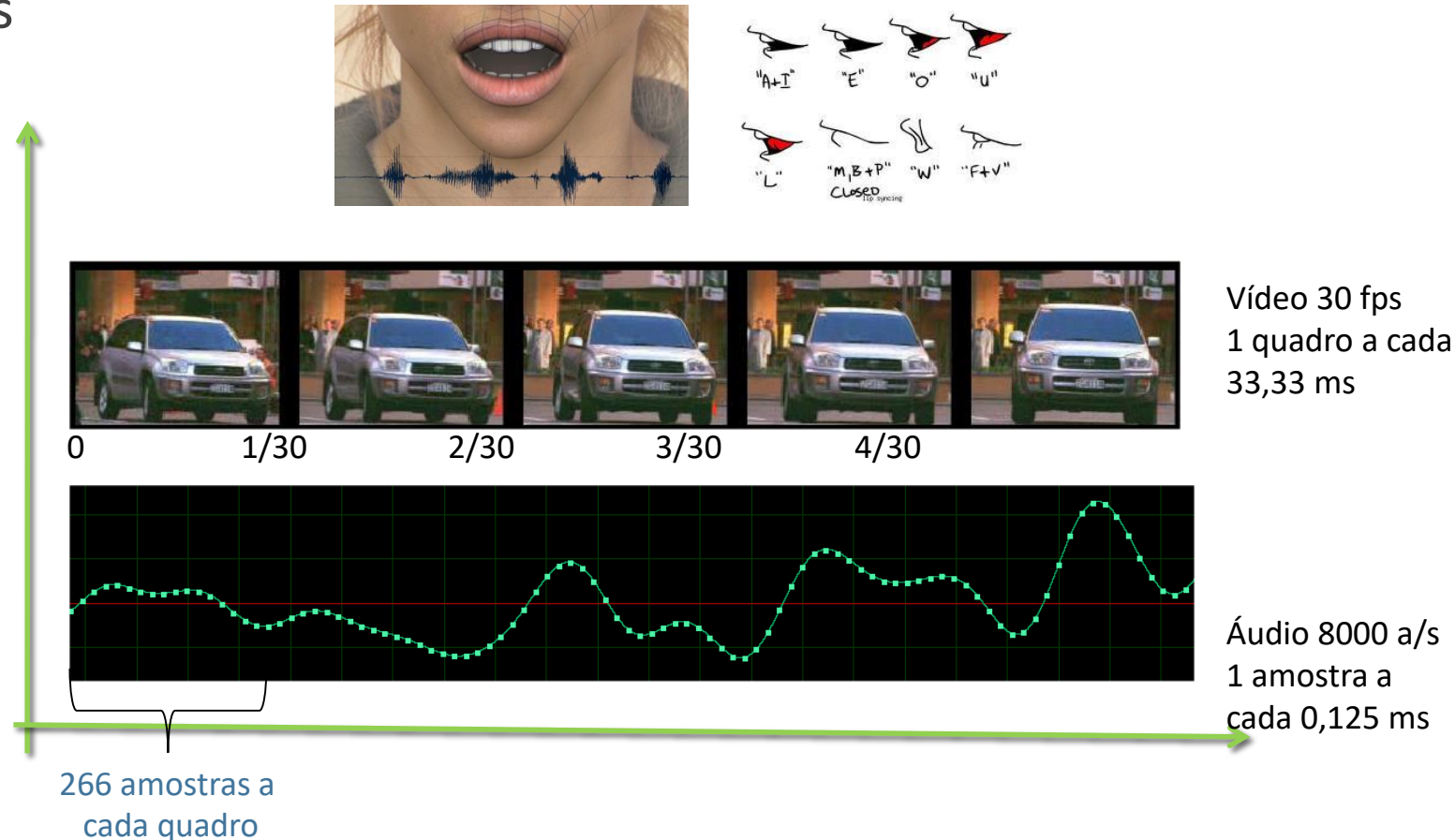
Características das fontes multimídia

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 $125\ \mu\text{s}$
 - 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



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