

Redes de Computadores

Introdução



Livro Base: Redes de Computadores e a Internet
Uma abordagem Top-Down
Kurose - Ross

Introdução

Objetivos:

- Contextualização;
- Visão geral;
- Terminologia.

Abordagem:

- Descritiva e utilizando a Internet como exemplo.

Visão Geral:

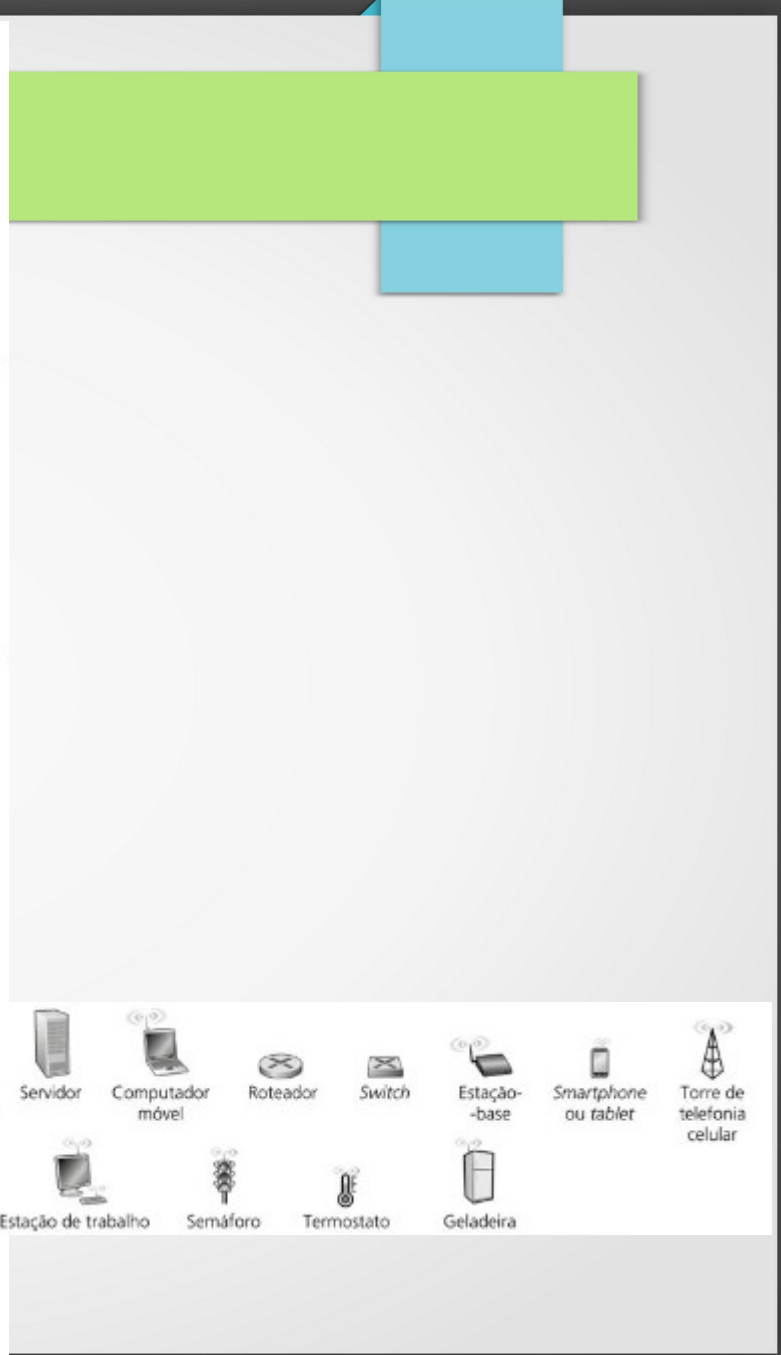
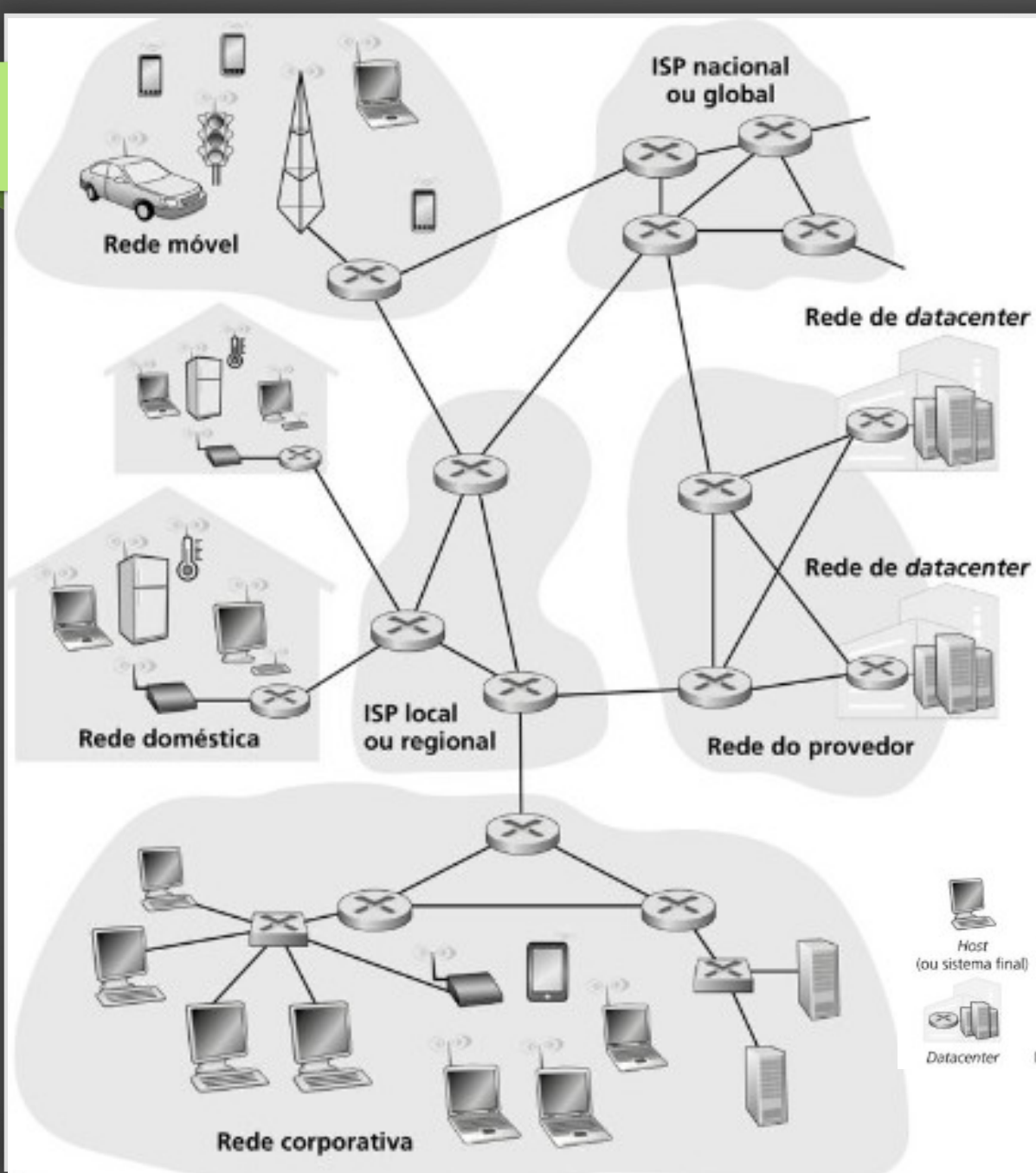
- o que é a Internet ?
- o que é um protocolo?
- estrutura da Internet
- performance: perda, atraso

O que é a Internet?

A Internet é uma rede com bilhões de **hosts** (sistemas finais) interligados, que executam **aplicações distribuídas** e se comunicam através de **enlaces (links) de comunicação** (ex: fibra, cobre, rádio, satélite) e **comutadores de pacotes** (ex: switches e roteadores)

Comunicação

- Quando um host (emissor) envia dados a outro host (receptor), o emissor segmenta (divide em partes) os dados, adicionando bytes extras como cabeçalhos a cada segmento, para que eles possam ser tratados pelos nós comutadores e pelo receptor.
- Os blocos de dados resultantes desse processo, são chamados de **pacotes de rede**, e são enviados através da rede, podendo passar por diversos nós comutadores até chegar ao sistema final receptor, onde serão remontados no formato original.
- O principais nós **comutadores** são os **switches** (geralmente usados em redes locais) e os **roteadores** (utilizados principalmente para interligar redes distintas).



Aplicações IP – não são apenas computadores



Moldura IP para retratos
<http://www.ceiva.com/>



Torradeira e previsão do tempo pela Web
<http://dancing-man.com/robin/toasty/>



Smartfreezer da samsung



O menor servidor Web do mundo
<http://www-ccs.cs.umass.edu/~shri/iPic.html>

O que é um protocolo?

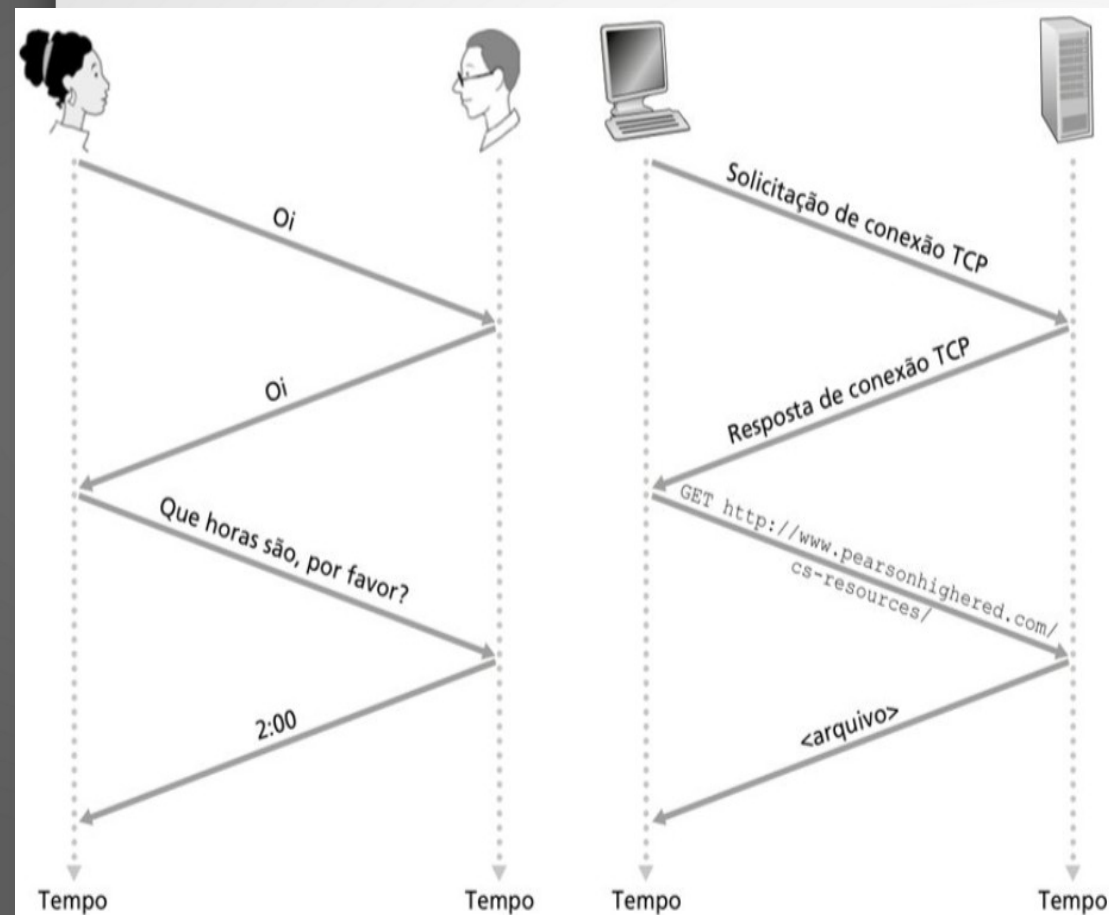
- A Internet é composta por **protocolos** que controlam o envio e a recepção de mensagens
- Protocolos da Internet são definidos em RFC (Request For Comments), que são documentos padronizados pela IETF (Internet Engineering Task Force)

– Alguns protocolos:

- TCP
- UDP
- IP
- HTTP
- FTP
- DNS
- PPP

PROTOS definem os formatos, ordem das mensagens enviadas e recebidas pelas entidades de rede e ações a serem tomadas na transmissão e recepção de mensagens

O que é um protocolo?



Protocolos humanos (analogia):

- “Que horas são?”
- Apresentações (Olá!, Oi!, Prazer!)
- Especifica mensagens enviadas
- Especifica ações tomadas quando mensagens são recebidas ou outros eventos

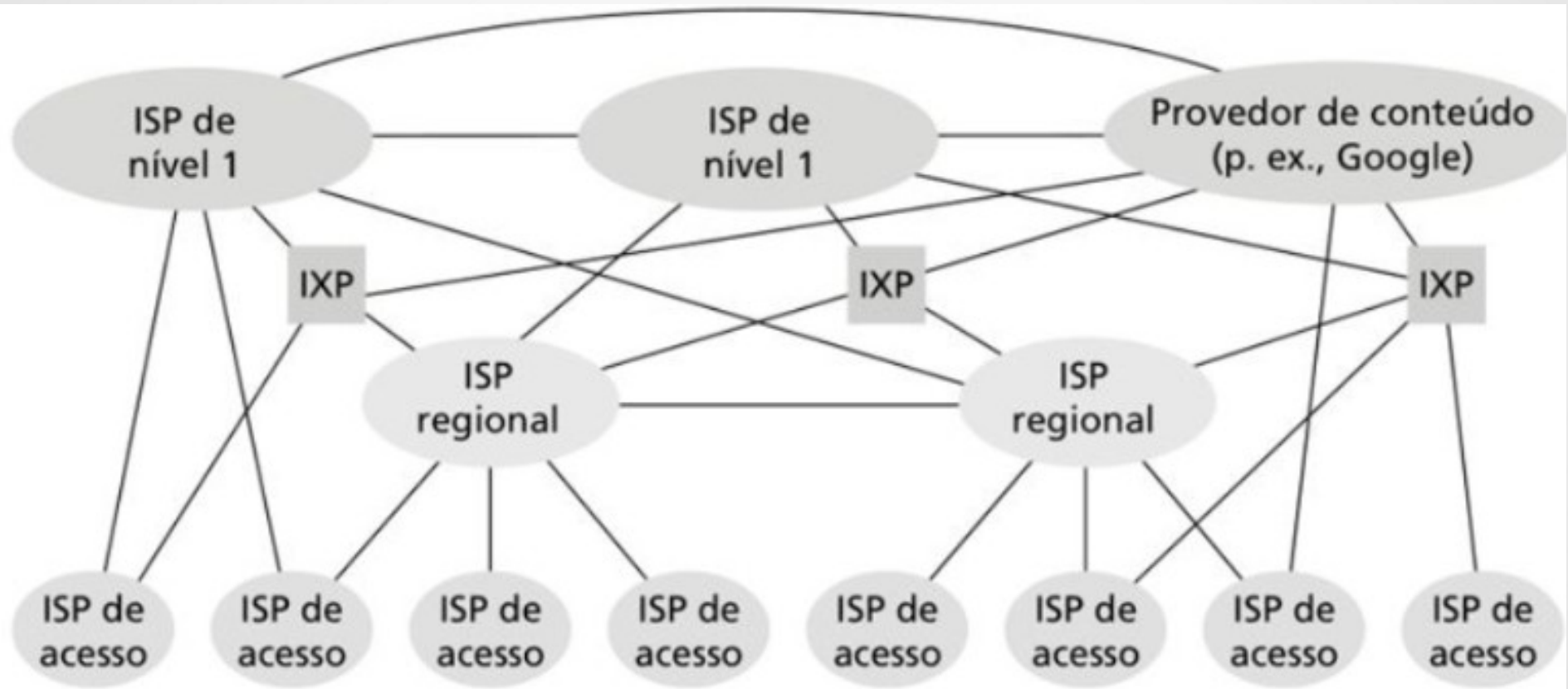
Protocolos de rede:

- máquinas ao invés de humanos
- toda a atividade de comunicação na Internet é governada por protocolos

O que é a Internet?

- Também pode ser vista como uma “rede de redes”, fracamente hierárquica.
- Sistemas finais se conectam à Internet através de **ISP (Internet Service Provider)**, que possui redes de nós de comutação e enlaces de comunicação, que interligados à infraestrutura de outros ISP formam a internet.
- Para os usuários finais, se destacam os ISP residenciais e ISP de dados móveis, mas também há ISP que fornecem acesso a **provedores de conteúdo** (ex: Meta, Google, Amazon, Netflix, etc).
- Como nenhum ISP tem infraestrutura global, os ISP de nível mais baixo (mais próximos aos sistemas finais) se interligam através de ISP de nível mais alto (com mais infraestrutura e maior cobertura), podendo ser regionais, nacionais e até internacionais.

Interconexão de ISP



Serviços da Internet

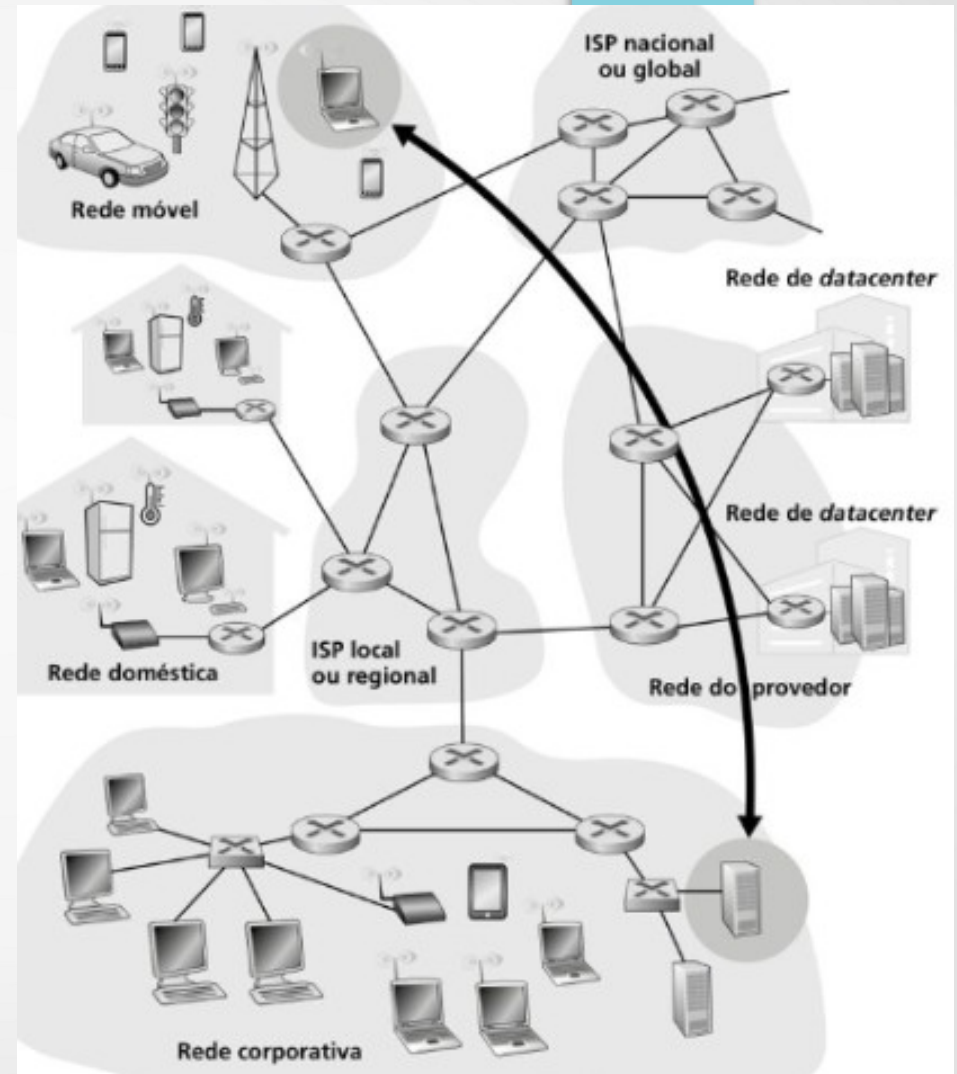
- Internet funciona como uma **infraestrutura de comunicação**, que provê serviços para as aplicações distribuídas:
 - WWW, redes sociais, email, streaming, videoconferência, games, aplicações colaborativas, e-commerce, database, mobile apps, chat, etc
- **Aplicações distribuídas** são executadas em **sistemas finais** e permitem que os hosts troquem informações entre si.
- Não é necessário que a aplicação se preocupe com todos os detalhes necessários para a comunicação de rede. A infraestrutura para a comunicação da internet já é provida como serviço pelos principais sistemas operacionais.

Uma visão mais de perto da estrutura :

- A **estrutura** da Internet é composta basicamente de:
 - **borda da rede:** aplicações e hosts, tanto cliente quanto servidores
 - **redes de acesso, meios físicos:** enlaces de comunicação que conectam os sistemas finais a um roteador de borda, que permite o acesso à internet
 - **núcleo da rede:** roteadores interligando a “rede de redes”

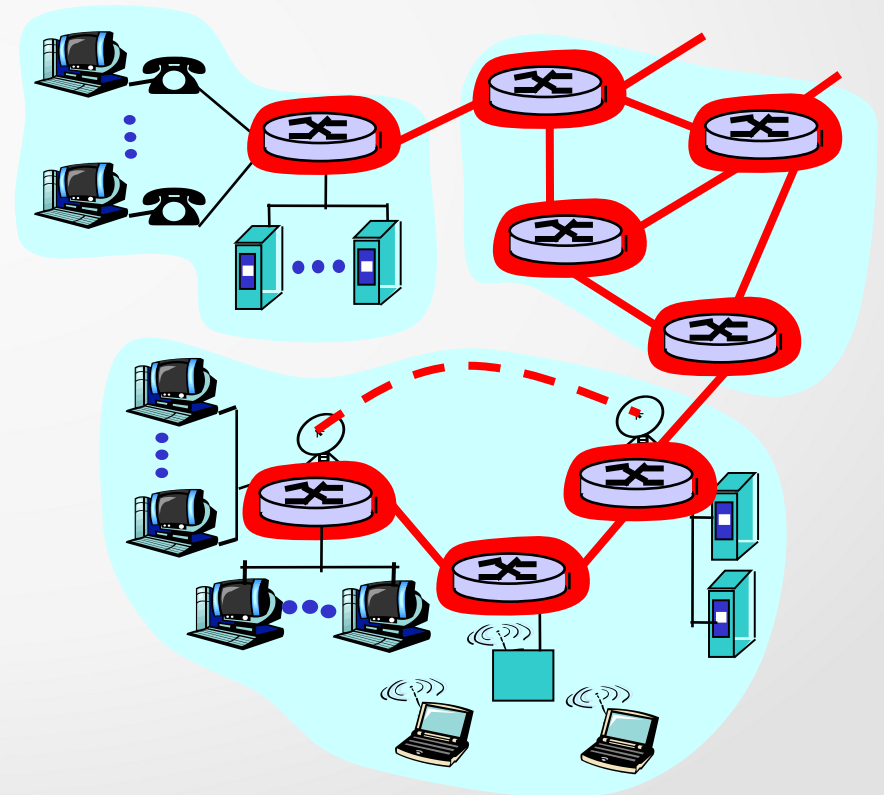
As bordas da rede

- É a periferia da rede, onde estão os Sistemas Finais (hosts), que executam aplicações, como por ex: www, email, banco de dados e aplicações em geral.
- Incluem tanto os sistemas finais clientes (ex: navegador em um laptop, ou app em smartphone), quanto os servidores (ex: servidor do moodle, suap ou TikTok)



O núcleo da rede

- O núcleo da Internet é composto por um **conjunto de roteadores interconectados**
- Há duas formas de utilizar os enlaces para transmitir:
 - **comutação de circuitos:** usa um canal dedicado para cada conexão.
Ex: rede telefônica
 - **comutação de pacotes:** ocupa os enlaces de acordo com a demanda de quem precisa transmitir

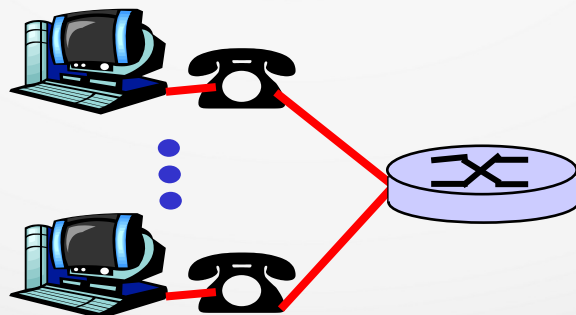


Redes de acesso e meios físicos

- Redes de acesso permitem que um host se conecte a um roteador de borda que irá interconectar com outras redes.
- Diversas tecnologias podem ser adotadas, como veremos a seguir.
- É importante ressaltar que:
 - a capacidade do canal de acesso define a capacidade de transmissão de dados (maior banda, maior velocidade)
 - Enlaces diferentes podem possuir taxas de transmissão diferentes.
 - Taxa de transmissão é medida em bps.
 - o compartilhamento do meio influencia na velocidade (mais usuários, menos velocidade)

Acesso residencial: redes ponto-a-ponto

- A maioria dessas redes caiu em desuso devido às baixas velocidades:
- **Modem discado:** até 56Kbps com acesso direto ao roteador
- **ISDN:** rede digital de serviços integrados 128Kbps com conexão digital ao roteador passando pela rede pública de telefonia

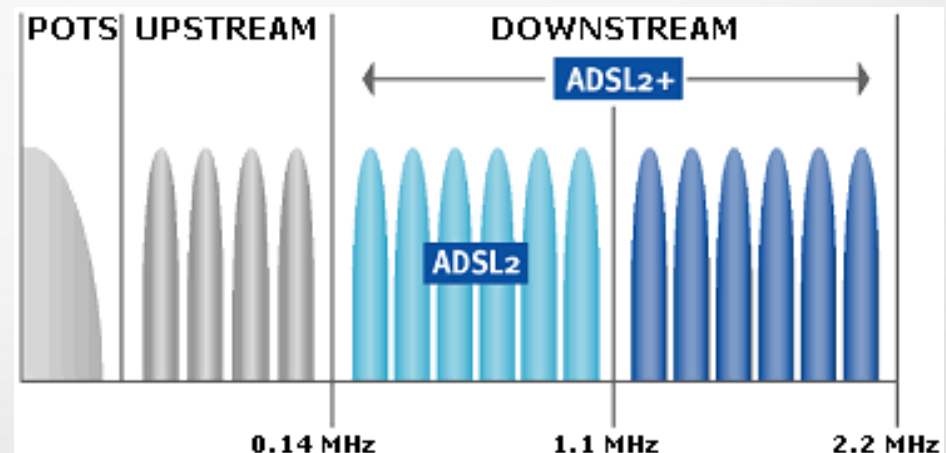


Acesso residencial: ADSL

ADSL - Assymetrical DSL (DSL assimétrico) – Banda larga onde a velocidade de DOWNSTREAM é diferente da velocidade de UPSTREAM.

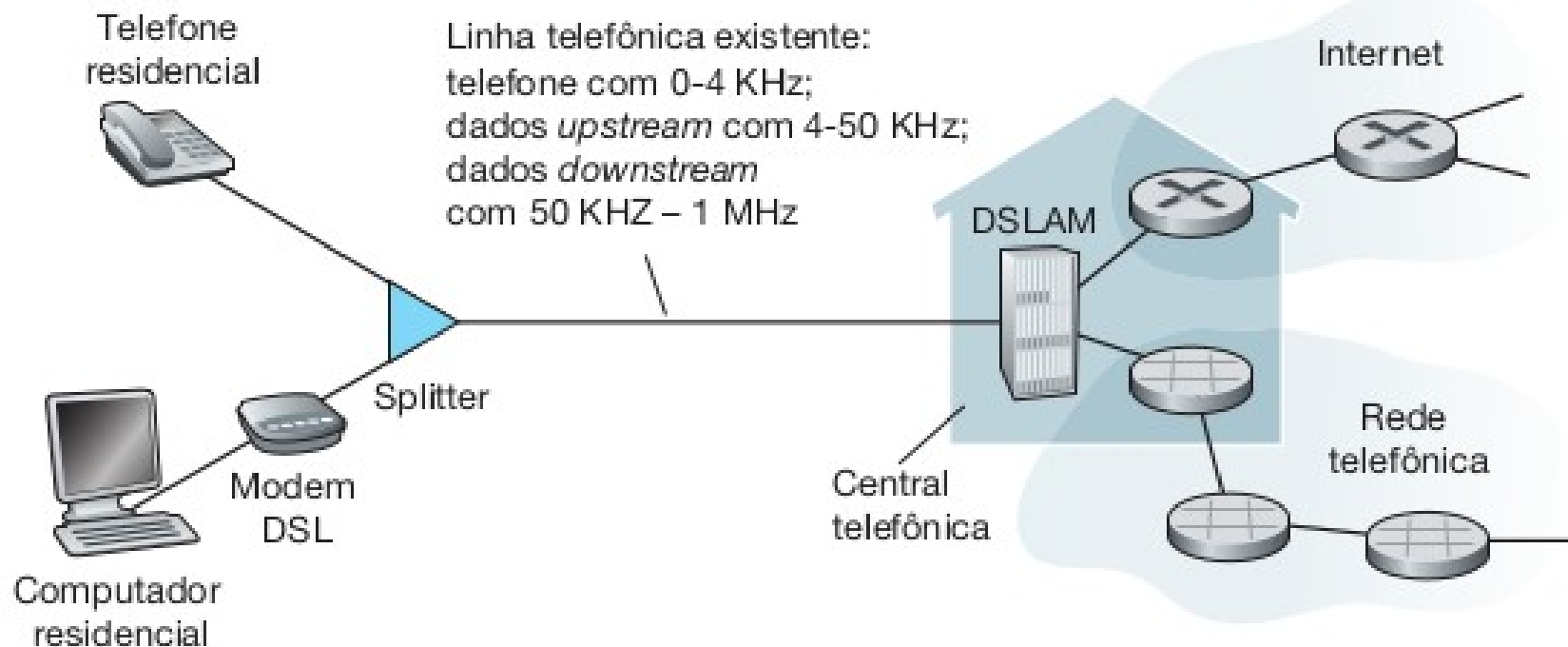
- **ADSL**: 8 Mbps downstream.
- **ADSL2**: 12 Mbps downstream.
- **ADSL2+**: 24 Mbps downstream.

Upstream de 1Mbps
em todas as versões.



Acesso residencial: ADSL

ACESSO À INTERNET POR DSL

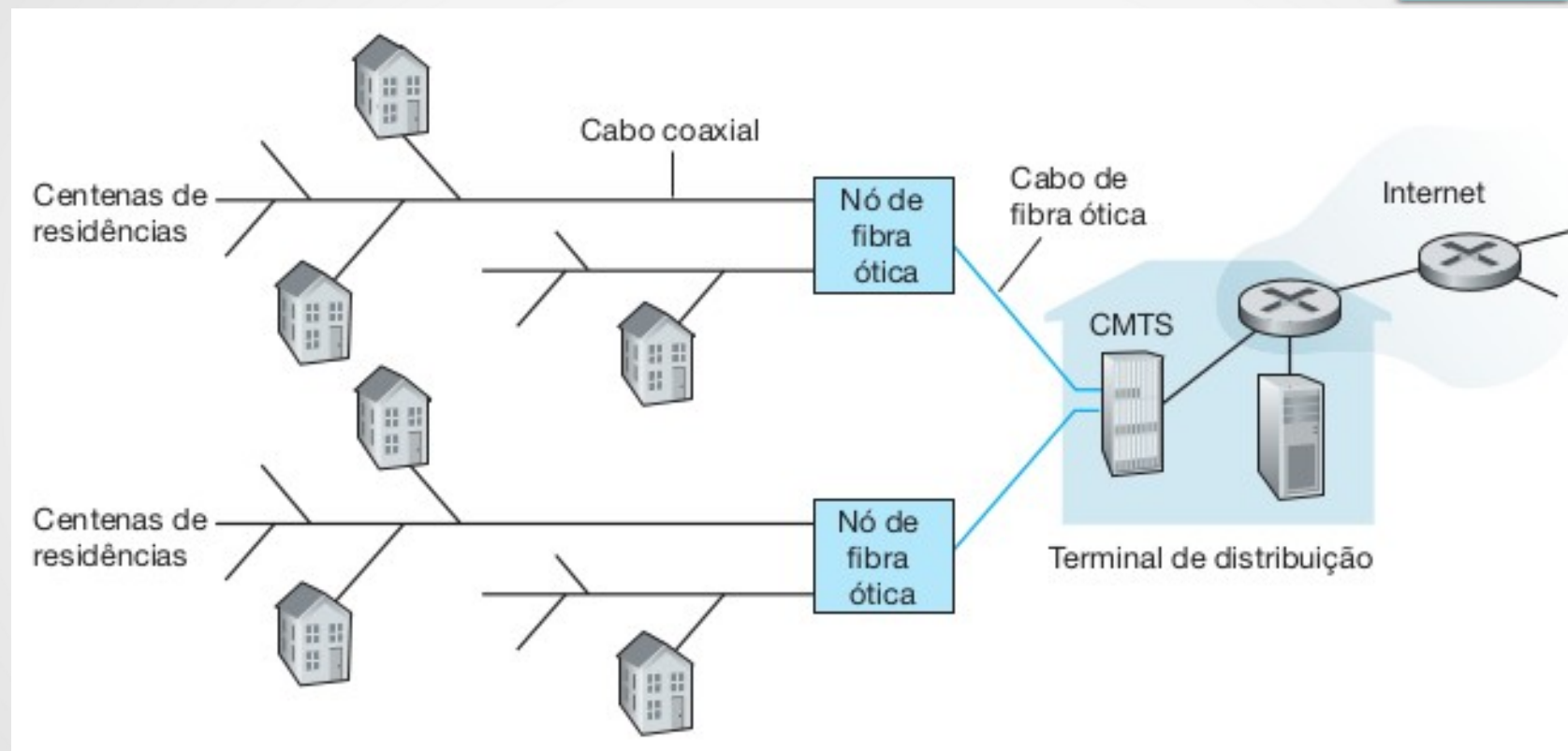


DSLAM é um Multiplexador de Acesso a Linha Digital do Assinante (Digital Subscriber Line Access Multiplexer). Ele interliga as linhas telefônicas de cobre convencionais de milhares de clientes com as conexões de Internet em altas velocidades.

Acesso residencial: HFC

- HFC: rede híbrida de fibra e cabo coaxial
 - liga residências ao roteador do ISP
 - 30Mbps upload, 50 Mbps download.
 - Podem ser combinados canais para atingir taxas maiores, como até 10Gbps.
 - acesso compartilhado das casas de um condomínio ou de um bairro
 - problemas: congestionamento, dimensionamento
- Exemplo: companhias de TV a cabo

Acesso residencial: HFC

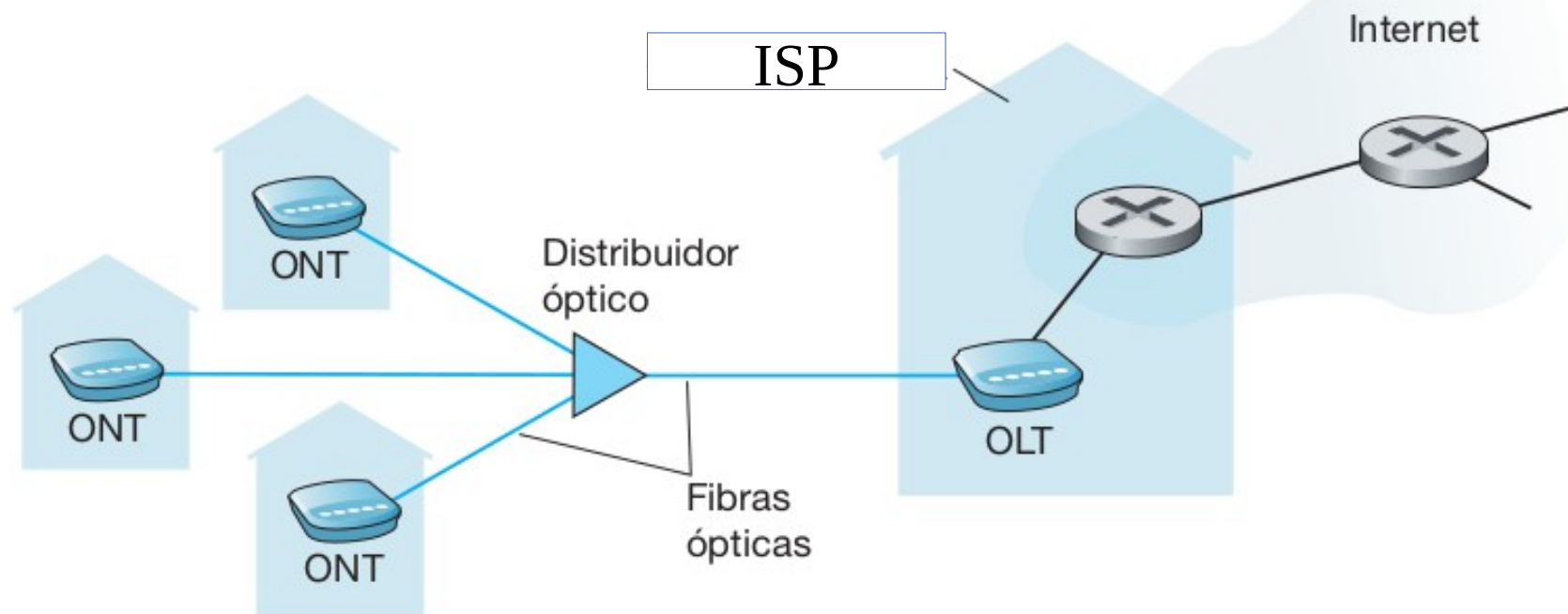


CMTS (cable modem terminal system) ou sistema de término do modem a cabo (CMTS) transforma sinais analógicos em digitais

Acesso residencial: FTTH

- **FTTH: fiber to the home (fibra para o lar)**
 - liga residências ao usando fibra óptica em todo o percurso.
 - Permite conexões superior a 1Gbps.
 - Em geral, uma fibra que sai da central é compartilhada por várias residências, sendo dividida em fibras individuais do cliente apenas após se aproximar relativamente das casas.
 - É o meio de acesso residencial que permite a maior velocidade e um dos predominantes atualmente.
 - Em geral são permitidos até 20km.

Acesso residencial: FTTH



ONT (Optical Network Terminal ou Terminal óptico de rede), também conhecido como ONU (Optical Network Unit), fica na casa do cliente.

OLT – Terminal de linha óptica, fica no ISP (Internet service provider).



Redes de acesso: satélite

- Geralmente utilizada em áreas que não possuem cobertura dos métodos anteriores, como zonas rurais e pequenas cidades que não contam com infraestrutura.
- Em geral os planos chegam até 25Mbps de download e 12Mbps em upload.
- Em geral, os planos possuem franquia de consumo e algumas operadoras mantêm 10% da velocidade de download para o upload.
- Devido à complexidade da infraestrutura necessária, apresenta um custo bem maior que as demais tecnologias para o cliente.
- Dependendo da localização, pode sofrer com instabilidades.

Redes de acesso: satélite

- É necessária a utilização de uma antena parabólica no cliente que tenha “visada” para o satélite.
- O satélite recebe o pedido e encaminha ao servidor da operadora (que também recebe o sinal em uma antena parabólica).
- O servidor da operadora realiza a consulta requisitada e envia a resposta pelo caminho inverso.

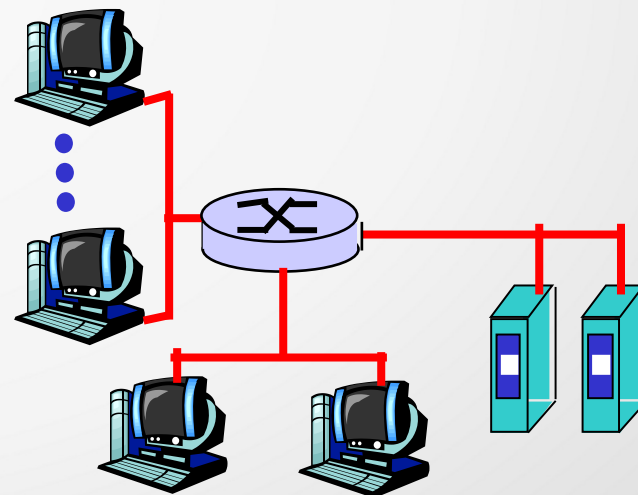


Fonte da Imagem:

<https://melhorescolha.com/blog/internet-via-satelite/>

Redes de acesso: redes de área local

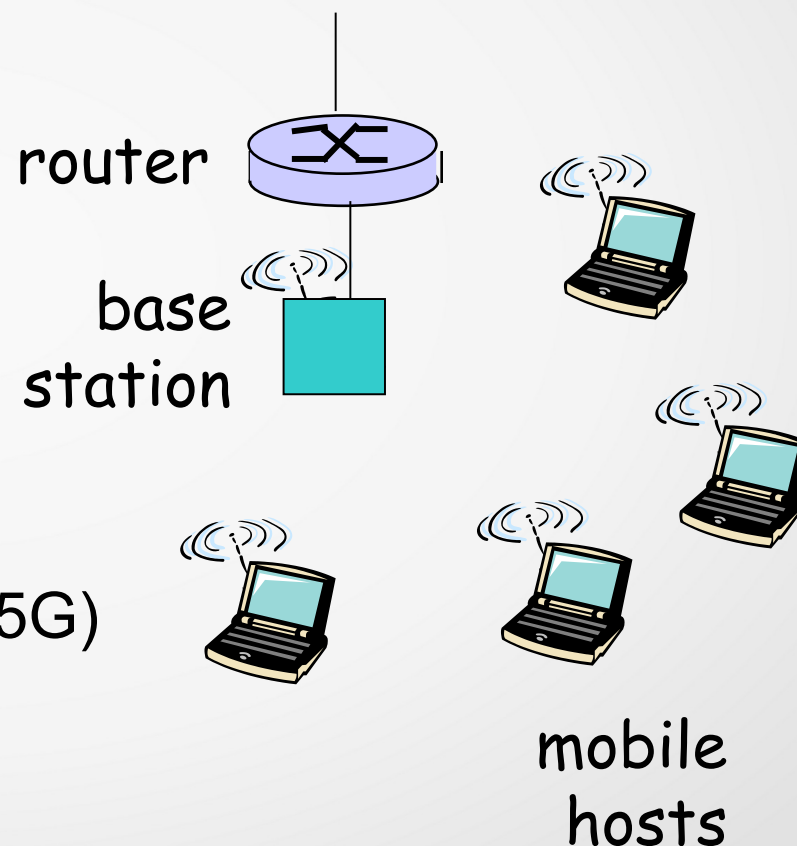
- Utilizada por empresas e instituições em geral, disponibiliza uma **Local Area Network** (LAN) que conecta hosts ao roteador de acesso
- É necessário um dos tipos de acesso anteriores para que a rede toda se conecte à Internet
- **Ethernet**: Cabo compartilhado ou dedicado que conecta sistemas finais e o roteador
 - Ethernet: 10 Mbps
 - FastEthernet: 100Mbps,
 - Gigabit Ethernet: 1Gbps
 - 10Gigabit Ethernet 10Gbps
 - 100Gigabit Ethernet 100Gbps



Redes de acesso móvel: Redes Wireless

Acesso *wireless* compartilhado conecta sistemas finais ao roteador de acesso

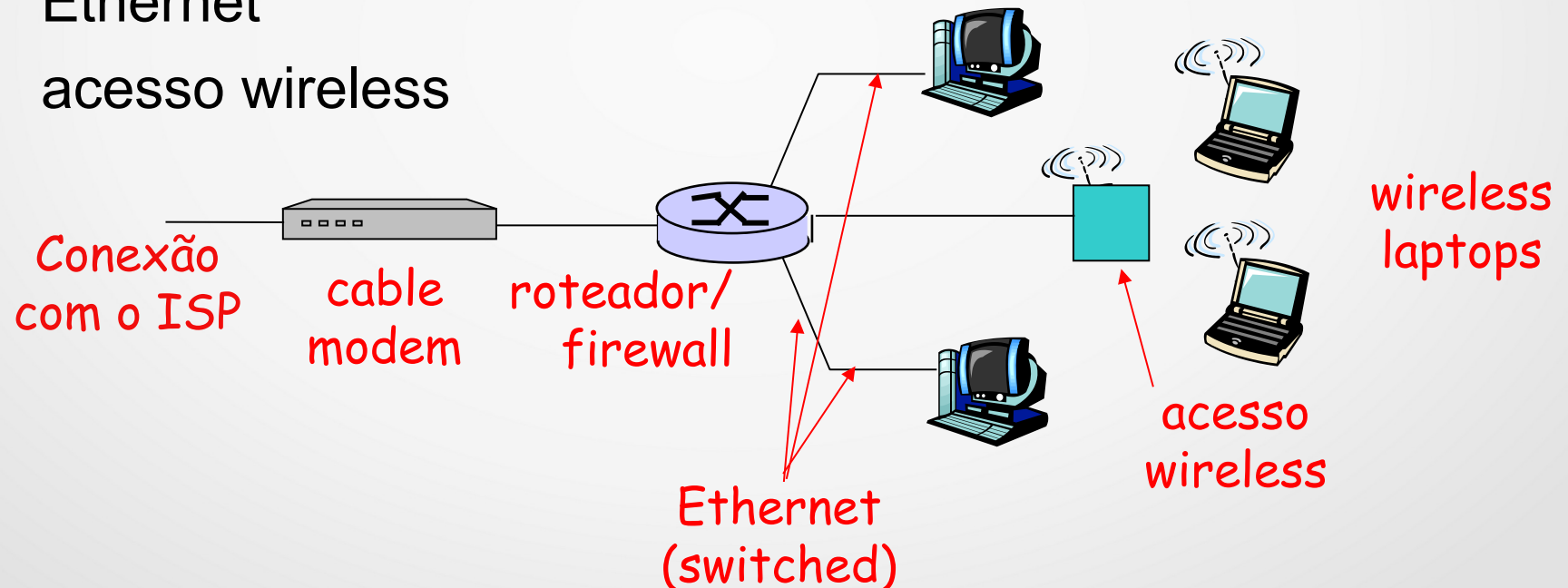
- **wireless LANs:**
 - utiliza ondas de rádio
 - padrão IEEE 802.11x
- **wide-area wireless access**
 - acesso wireless ao roteador do ISP via telefonia celular (3G, 4G e 5G)



Redes Residenciais-Componentes típicos

Componentes típicos de uma rede residencial:

- Cable/ADSL modem ou ONT
- roteador/firewall
- Ethernet
- acesso wireless

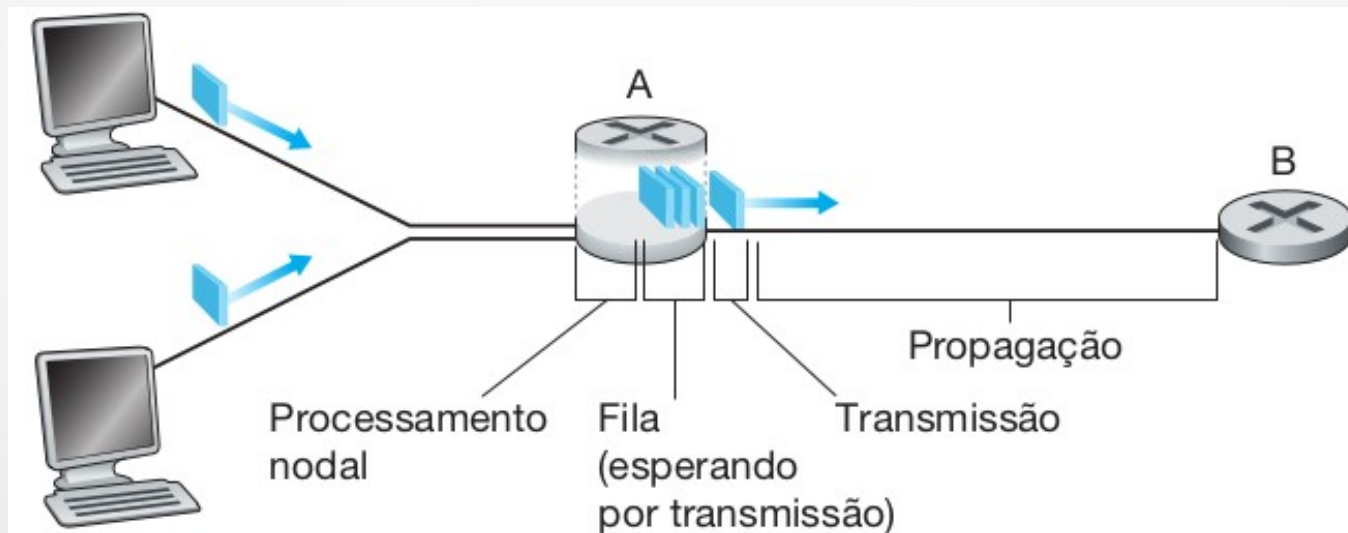


Alguns Parâmetros

- **Largura de banda (bandwidth):** Determina a medida da capacidade de transmissão, ou seja, ao bitrate (taxa de bits), que é quantidade em bits/s que a rede suporta.
- **Taxa de transferência (throughput):** Taxa de transferência efetiva de um sistema, medida em bps (bits por segundo). Vários motivos podem influenciar para que uma conexão isolada não use toda a largura de banda.
- **Latência (latency):** Tempo que um pacote leva para percorrer da origem ao destino. Medida temporal, geralmente na ordem de milissegundos. Quanto menor a taxa de transferência, maior tende a ser a latência, e vice-versa.

Atraso em Redes de Pacotes

- Pacotes sofrem atrasos durante a transmissão fim-a-fim.
- **Quatro principais** fontes de atraso em cada nó da rede:
- **Processamento nodal, Fila, Transmissão e Propagação**



Então, atraso nodal total =
Processamento + Fila + Transmissão + Propagação,
e o **atraso fim-a-fim** é a soma de todos atrasos nodais.

Atraso em Redes de Pacotes

Atraso de Processamento nodal:

- Tempo para análise do cabeçalho e escolha da porta de saída (forwarding), além da checagem dos bits (exame de erros). Em geral, microssegundos

Atraso de fila:

- Tempo esperando para transmissão no enlace de saída que varia de acordo com o nível de congestionamento do roteador. Em geral, de 0 a milissegundos, mas também pode ocorrer perda se o buffer estiver esgotado.

Atraso em Redes de Pacotes

Atraso de transmissão:

- Tempo gasto para transferir o pacotes até o meio de transmissão. Quanto maior o pacote maior o atraso.
- Basicamente é definido por L/R , sendo L o tamanho do arquivo e R a taxa de transmissão.

Atraso de propagação:

- Atraso relacionado ao tempo que o pacote leva para chegar ao destino, ou seja, o tempo que o bit percorre o meio físico.
- O meio de transmissão possui características físicas que tornam o atraso maior ou menor. Ex: fibra óptica (luz) é mais rápida que uma rede wireless (onda eletromagnética).
- Em geral varia de 2×10^8 m/s a 3×10^8 m/s

Rotas e atrasos na Internet “real”

traceroute to google.com (172.217.172.206), 30 hops max, 60 byte packets

```
1  _gateway (192.168.200.1) 8.332 ms 8.296 ms 8.279 ms
2  60.4.67.177.conexaotelecom.net.br (177.67.4.60) 3.240 ms 3.347 ms 3.775 ms
3  172.18.0.201 (172.18.0.201) 3.171 ms 4.235 ms 4.222 ms
4  172.18.0.230 (172.18.0.230) 8.150 ms 8.138 ms 8.126 ms
5  8.243.156.185 (8.243.156.185) 9.521 ms 9.509 ms 10.634 ms
6  Google-level3-100G.SaoPaulo1.Level3.net (4.68.38.138) 13.362 ms 10.183 ms
   11.259 ms
7  74.125.243.1 (74.125.243.1) 9.915 ms 74.125.243.65 (74.125.243.65) 10.352 ms
   9.863 ms
8  172.253.66.21 (172.253.66.21) 9.443 ms 7.488 ms 8.139 ms
9  gru14s14-in-f14.1e100.net (172.217.172.206) 7.690 ms 7.796 ms 7.620 ms
```


Rotas e atrasos na Internet “real”

traceroute to facebook.com (157.240.222.35), 30 hops max, 60 byte packets

```
1 _gateway (192.168.0.1) 3.450 ms 3.387 ms 5.055 ms
2 60.4.67.177.conexaatelecom.net.br (177.67.4.60) 28.814 ms 28.784 ms 28.755 ms
3 172.18.0.201 (172.18.0.201) 28.682 ms 28.654 ms 28.627 ms
4 172.18.0.230 (172.18.0.230) 22.012 ms 24.047 ms 24.021 ms
5 8.243.156.185 (8.243.156.185) 29.390 ms 30.241 ms 32.485 ms
6 ae-2-3602.edge2.SaoPaulo1.Level3.net (4.69.220.18) 35.194 ms 7.189 ms 8.068 ms
7 ae92.pr03.gru1.tfbnw.net (157.240.73.248) 7.437 ms 8.940 ms 8.453 ms
8 po111.asw01.gru1.tfbnw.net (31.13.26.32) 8.858 ms 9.708 ms 10.494 ms
9 po213.psw04.gru1.tfbnw.net (157.240.33.143) 11.662 ms 11.642 ms 12.150 ms
10 157.240.39.3 (157.240.39.3) 12.658 ms 13.405 ms 13.387 ms
11 edge-star-mini-shv-01-gru1.facebook.com (157.240.222.35) 13.393 ms 13.375 ms 8.167 ms
```

Introdução: Sumário

Cobriu vários tópicos!

- Visão geral da Internet
- O que é um protocolo?
- borda da rede, núcleo, rede de acesso
- performance: perda, atraso

Você agora tem:

- contexto, visão geral, terminologia das redes