

# Roteiro do Capítulo 1- Kurose/Ross

1.1 O Que é a Internet?

1.2 A Borda da Rede

1.3 O Núcleo da Rede

1.4 Rede de acesso e meios físicos

1.5 Estrutura da Internet e ISPs

1.6 Atraso e perda em redes comutadas por pacotes

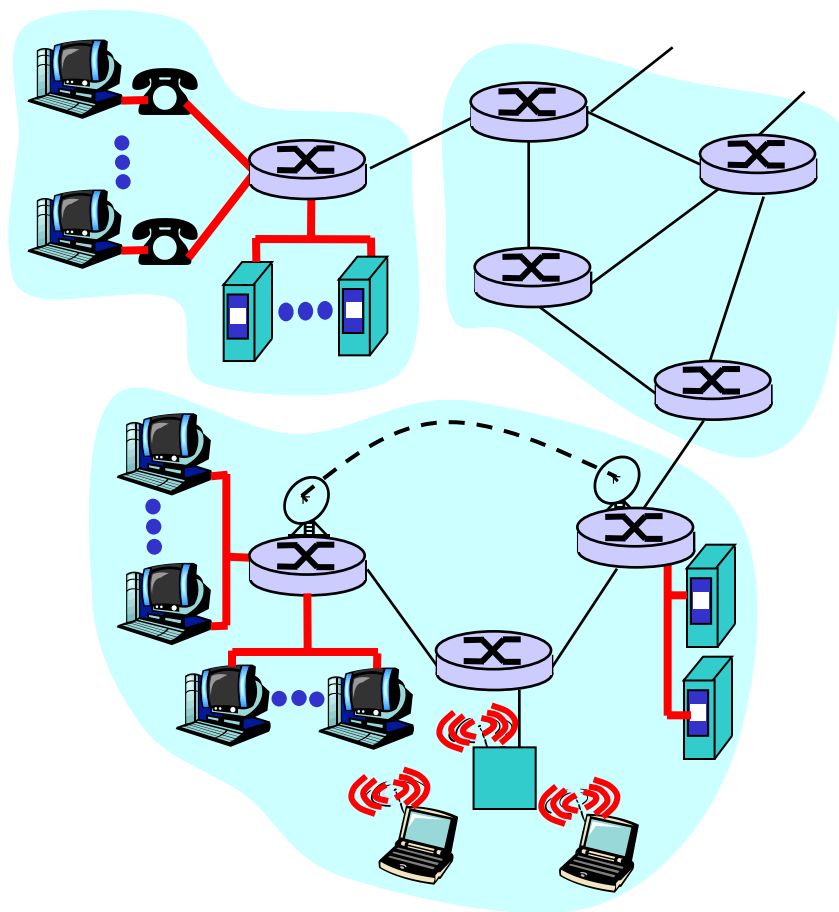
1.7 Camadas de protocolos, modelos de serviços

1.8 História

# Redes de acesso e meios físicos

*P: Como conectar os sistemas finais aos roteadores de borda?*

- ❑ redes de acesso doméstico
- ❑ redes de acesso na empresa (e na residência)
- ❑ redes de acesso sem fio longa distância



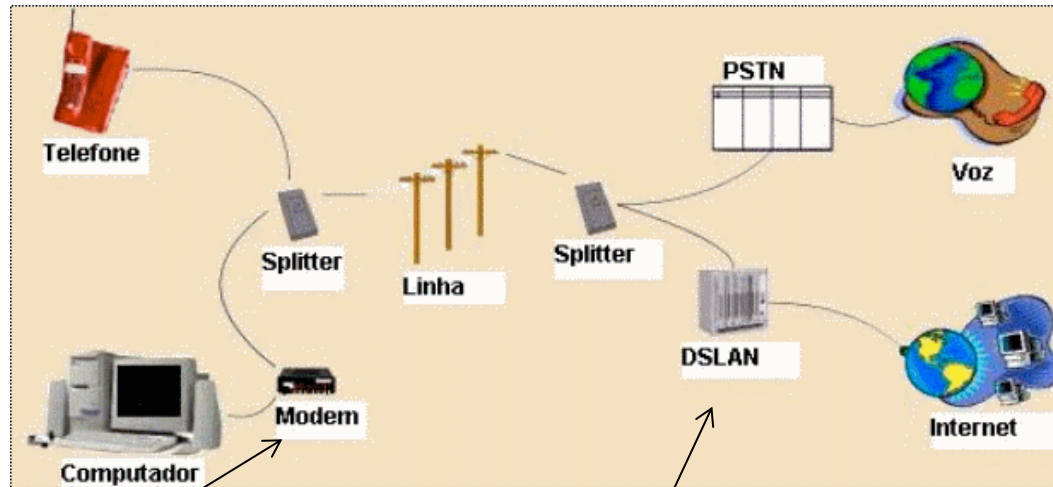
*Considere:*

- ❑ largura de banda (bits por segundo) da rede de acesso?
- ❑ compartilhada ou dedicada?

# Acesso residencial: DSL, cabo, FTTH, discado e satélite

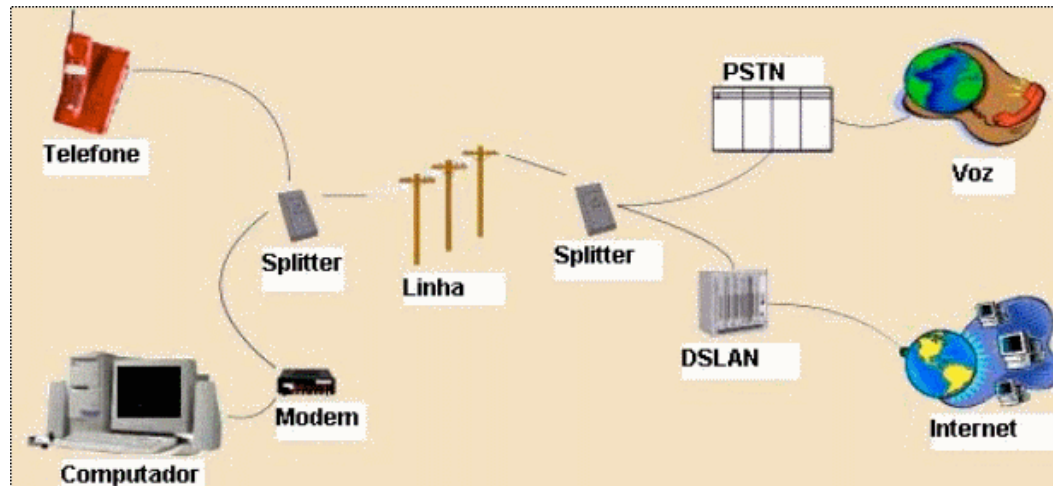
- ❑ Os dois tipos de acesso residencial banda larga predominantes são a **linha digital de assinante (DSL)** ou a **cabo**!
- ❑ Normalmente acessi DSL à Internet da mesma empresa que fornece acesso telefônico local com fio (operadora local)
- ❑ Operadora local + provedor de serviços de Internet (ISP)
- ❑ Linha Digital de Assinante (DSL: *digital subscriber line*)- *banda larga*

# Linha Digital de Assinante (DSL)



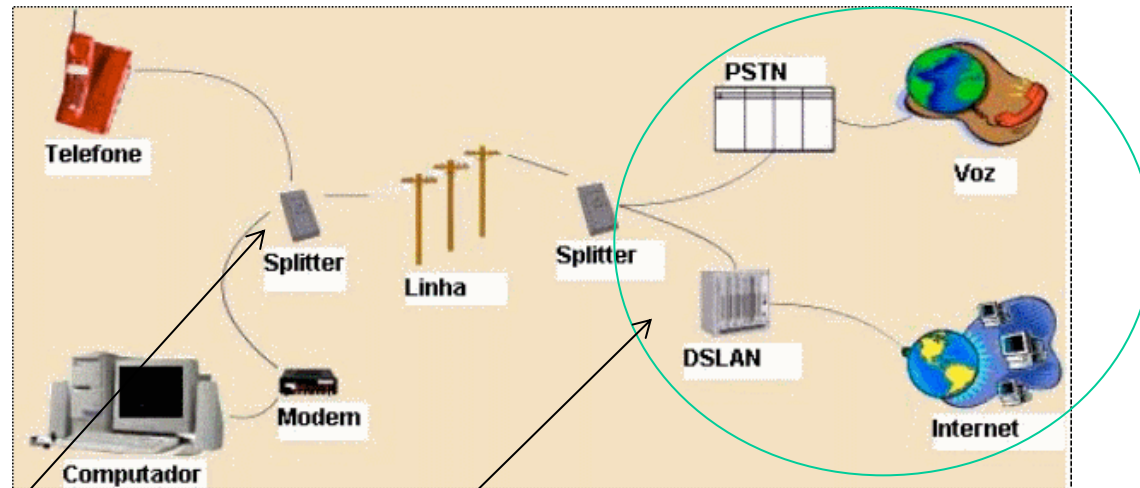
- ❑ O modem DSL de cada cliente utiliza a linha telefônica existente para trocar dados com um multiplexador digital de acesso à linha do assinante (DSLAM), localizado na CT da operadora.
- ❑ O modem DSL apanha os dados digitais e os traduz para sons de alta frequência, para transmissão pelos fios de telefone até a CT;

# Linha Digital de Assinante (DSL)



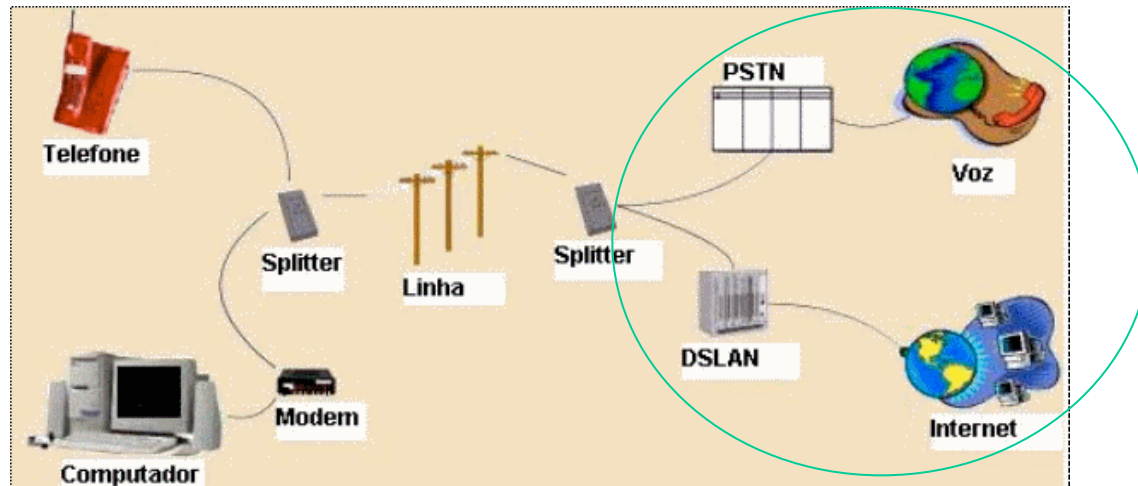
- ❑ A linha telefônica conduz, simultaneamente, dados e sinais telefônicos tradicionais, que são codificados em frequências diferentes:
  - Um canal *downstream* de alta velocidade, com uma banda de 50 kHz a 1 MHz;
  - Um canal *upstream* de velocidade média, com uma banda de 4 kHz a 50 kHz;
  - Um canal de telefone bidirecional comum, com uma banda de 0 a 4 kHz.
- ❑ Essa abordagem faz com que a conexão DSL pareça três conexões distintas, de modo que um telefonema e a conexão com a Internet podem compartilhar a DSL ao mesmo tempo.

# Linha Digital de Assinante (DSL)



- ❑ Do lado do consumidor, para os sinais que chegam até sua casa, um distribuidor separa os dados e os sinais telefônicos e conduz o sinal com os dados para o modem DSL.
- ❑ Na operadora, na CT, o DSLAM separa os dados e os sinais telefônicos e envia aqueles para a Internet.
- ❑ Centenas ou mesmo milhares de residências se conectam a um único DSLAM.

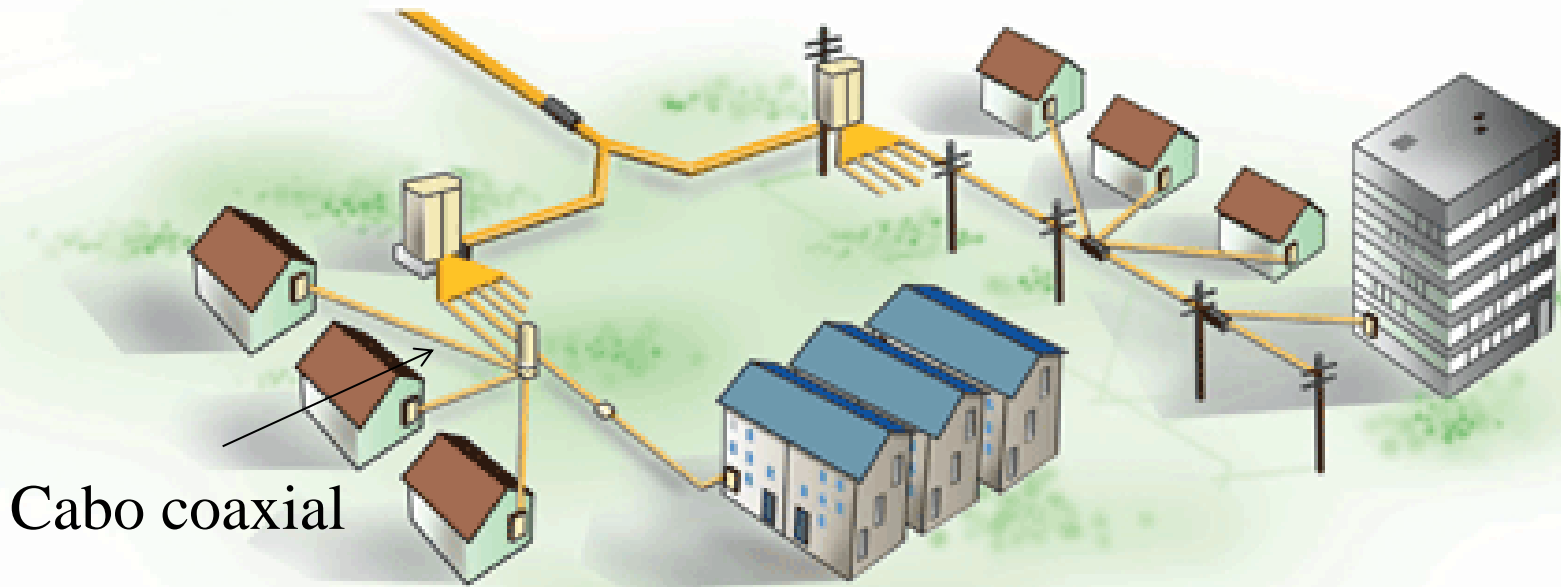
# Linha Digital de Assinante (DSL)



- ❑ Em razão das taxas de transmissão e recebimento serem diferentes, o acesso é conhecido como assimétrico.
- ❑ O provedor DSL pode, de modo proposital, limitar uma taxa residencial quando é oferecido o serviço em camadas (diferentes taxas disponíveis, diferentes preços), ou porque a taxa máxima pode ser limitada pela distância entre a residência e a CT, pela bitola da linha de par trançado e pelo grau de interferência elétrica. Quase sempre 8 a 16 quilômetros entre a residência e a CT.

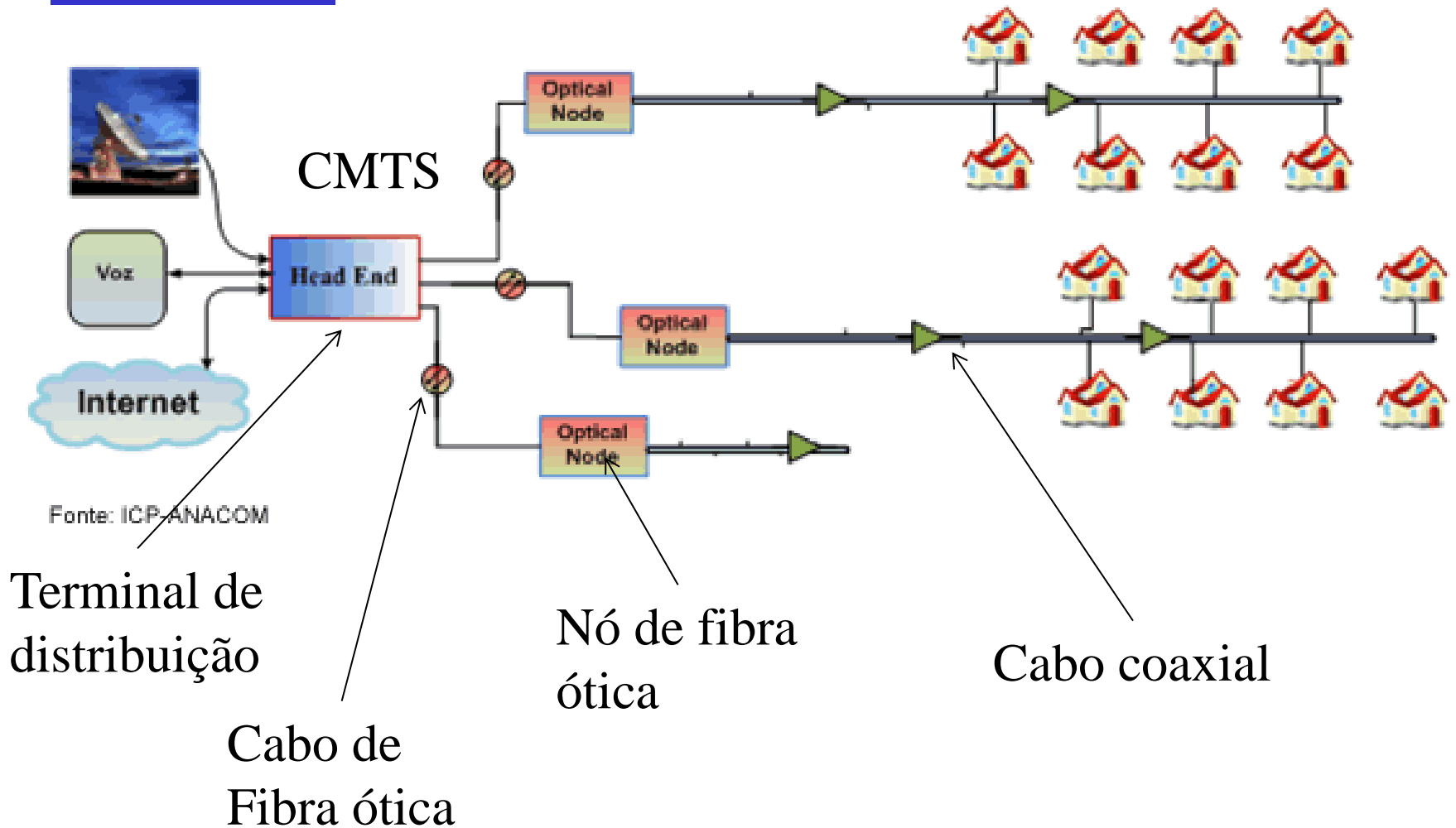
# Rede de acesso a cabo

- ❑ O acesso a Internet a cabo utiliza a infraestrutura de TV a cabo da operadora de televisão.





# Rede de acesso híbrida fibra-coaxial

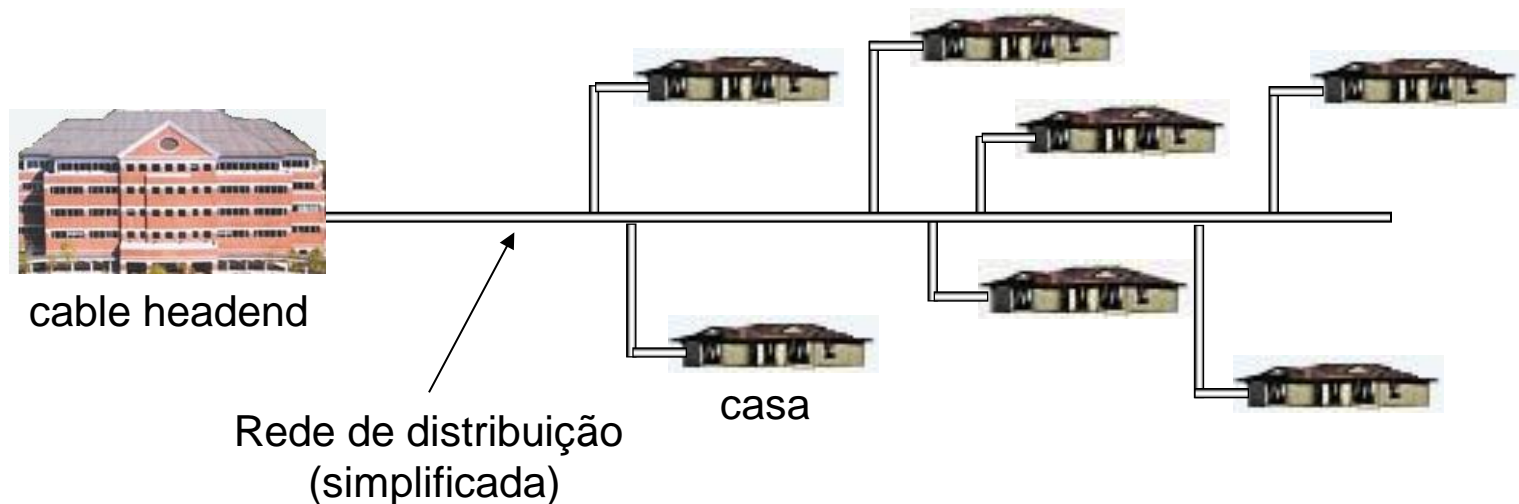


# Rede de acesso híbrida fibra-coaxial

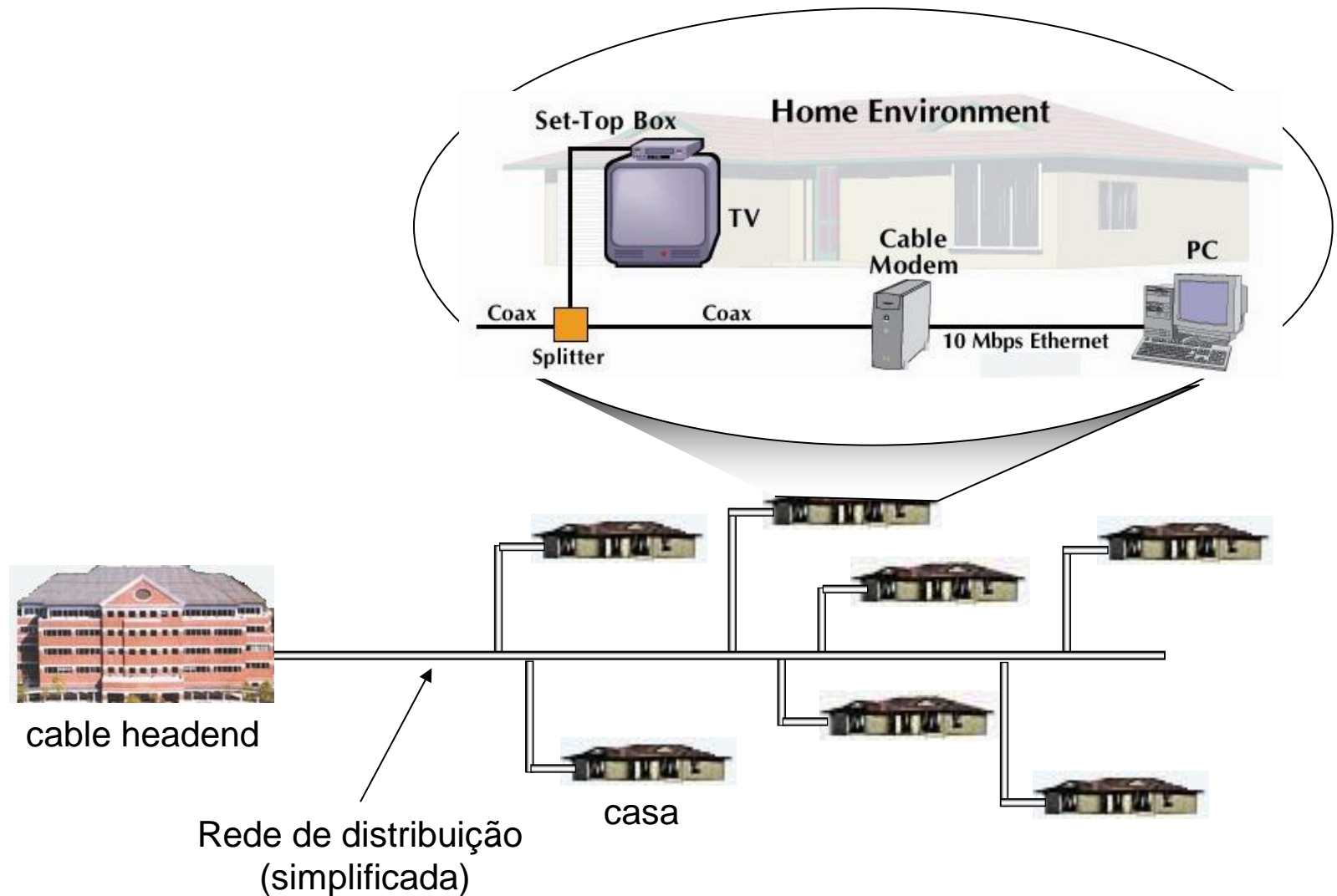
- ❑ As fibras óticas conectam o terminal de distribuição às junções da região, sendo o cabo coaxial tradicional utilizado para chegar às casas e apartamentos de maneira individual.
- ❑ Cada junção suporta de 500 a 5.000 casas.
- ❑ Em razão de a fibra e o cabo coaxial fazerem parte desse sistema, a rede é denominada híbrida fibra-coaxial (HFC).

# Arquitetura de redes a cabo: Visão Geral

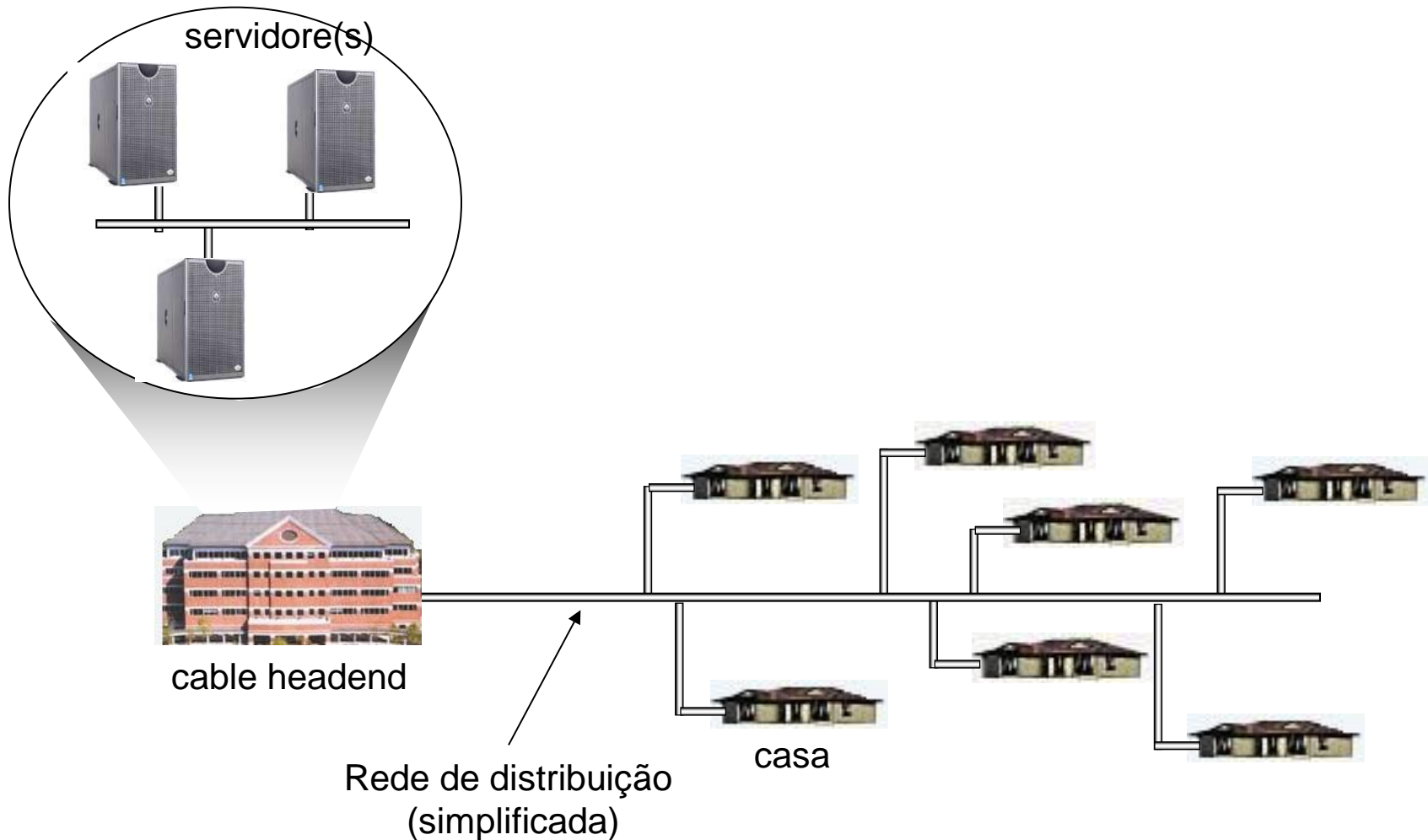
Tipicamente entre 500 a 5.000 casas



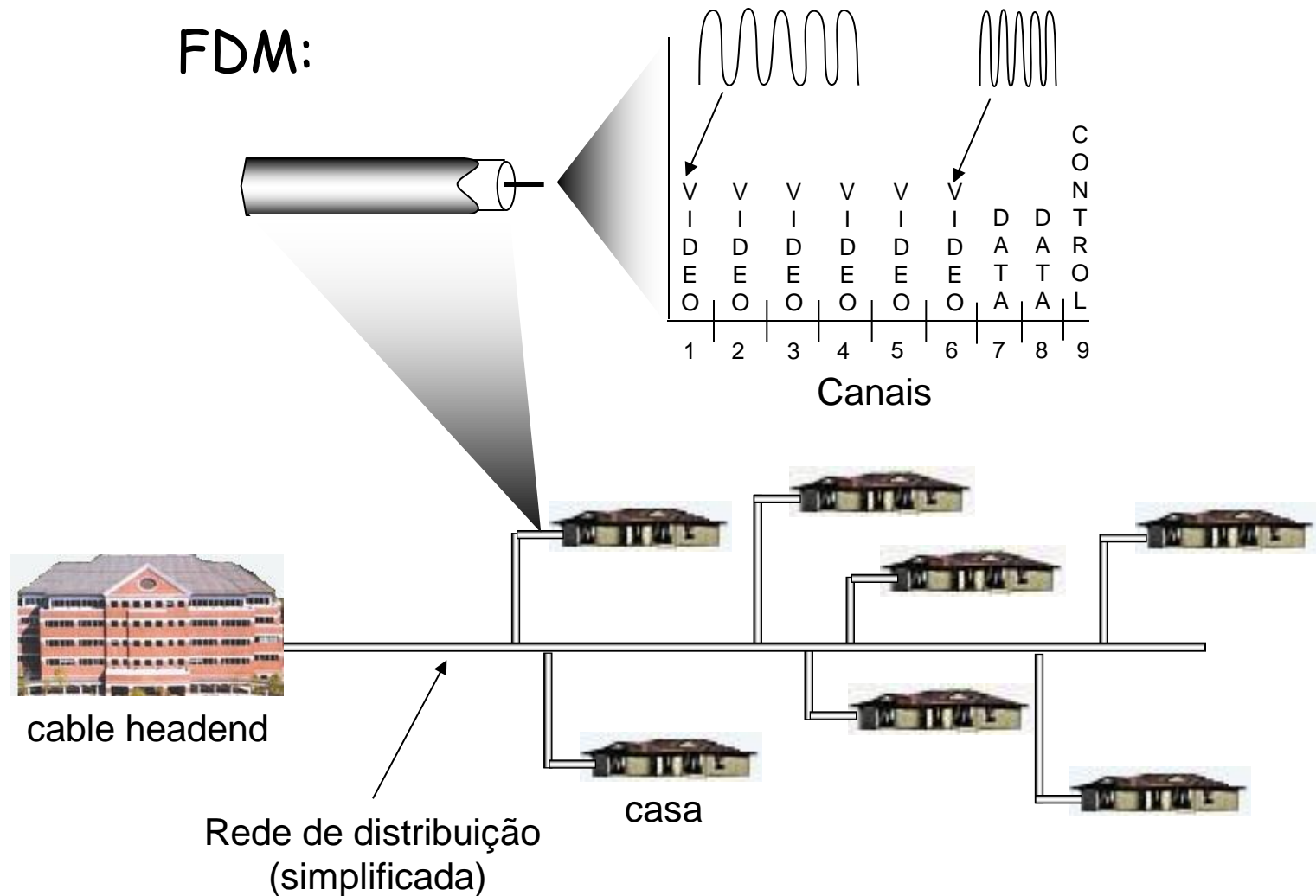
# Arquitetura de redes a cabo: Visão Geral



# Arquitetura de redes a cabo: Visão Geral



# Arquitetura de redes a cabo: Visão Geral



# Acesso residencial: cable modems

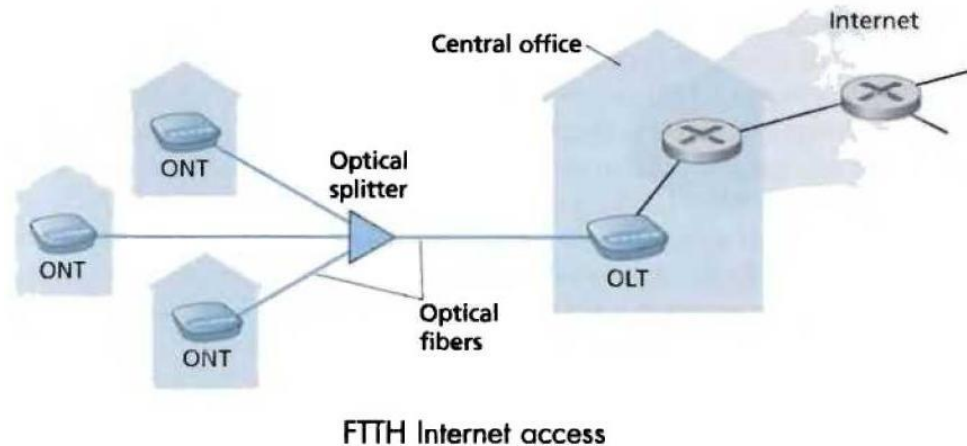
- ❑ Cabo híbrido coaxial/fibra (HFC: hybrid fiber-coaxial cable)
  - Modens a cabo: canal de transmissão na direção do usuário ~ 42,8Mbps descida (downstream), outro de recebimento na direção do provedor ~ 30,7Mbps subida (upstream).
- ❑ No terminal de distribuição o sistema de término do modem a cabo (CMTS) tem uma função semelhante à do DSLAM da rede - transformar o sinal analógico enviado dos modens a cabo de muitas residências
- ❑ Meio de transmissão compartilhado

# FTTH - fiber to the home

- ❑ Oferece um caminho de fibra ótica da CT diretamente até a residência;
- ❑ Existem várias tecnologias (redes óticas ativas AONS, redes óticas passivas PONS)
- ❑ AONS - ethernet comutada;
- ❑ PONS - serviço FIOS da Verizon nos Estados Unidos

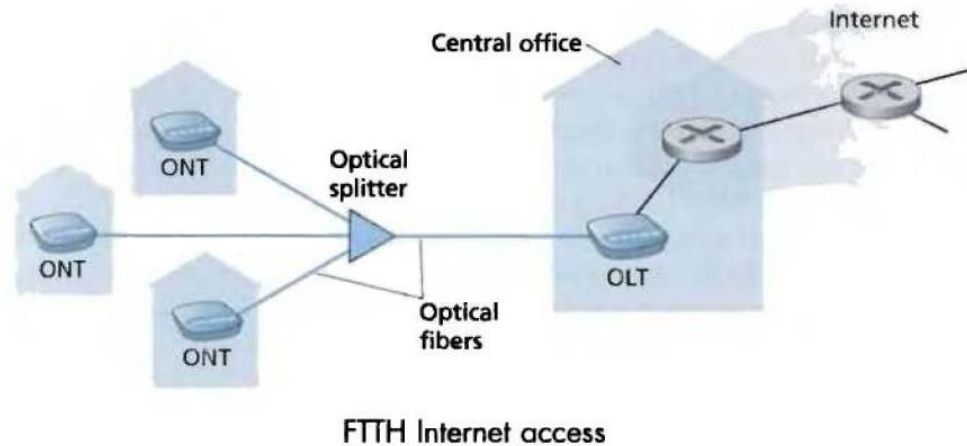


# FTTH utilizando distribuição PON



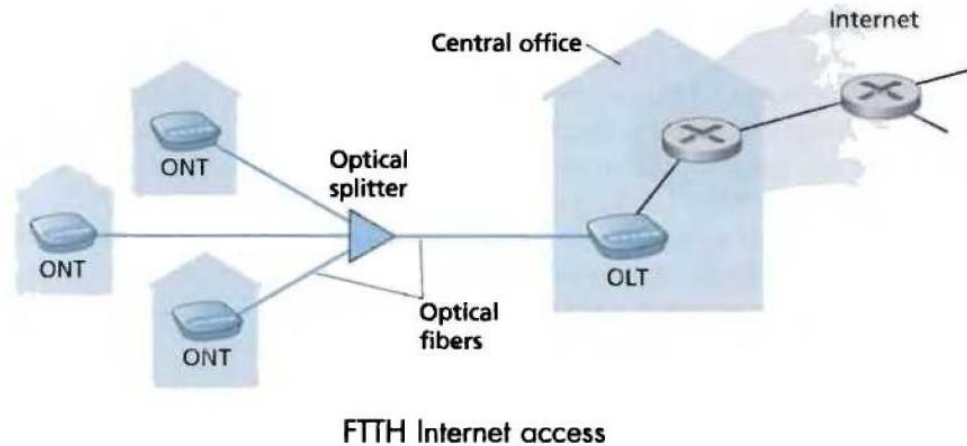
- ❑ Cada residência possui um terminal de rede ótica (ONT), que é conectado por uma fibra ótica dedicada a distribuidor da região
- ❑ O distribuidor combina +ou - 100 residências a uma fibra ótica compartilhada que se liga a um terminal de linha ótica (OLT) na CT da operadora.

# FTTH utilizando distribuição PON



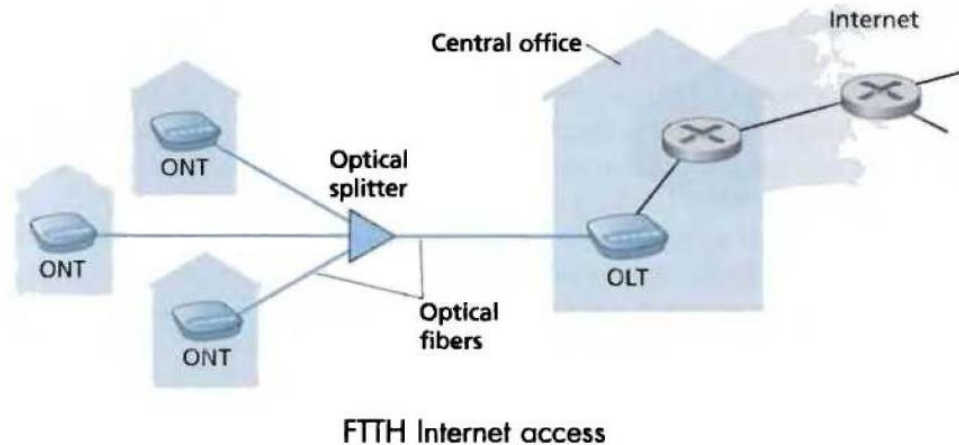
- ❑ O OLT fornece conversão entre sinais ópticos e elétricos e se conecta a Internet por meio do roteador da operadora;
- ❑ Na residência o usuário conecta ao ONT um roteador residencial (quase sempre sem fio) pelo qual acessa a Internet.

# FTTH utilizando distribuição PON



- ❑ Na arquitetura de PON todos os pacotes enviados do OLT ao distribuidor são nele replicados (semelhante ao terminal de distribuição a cabo)

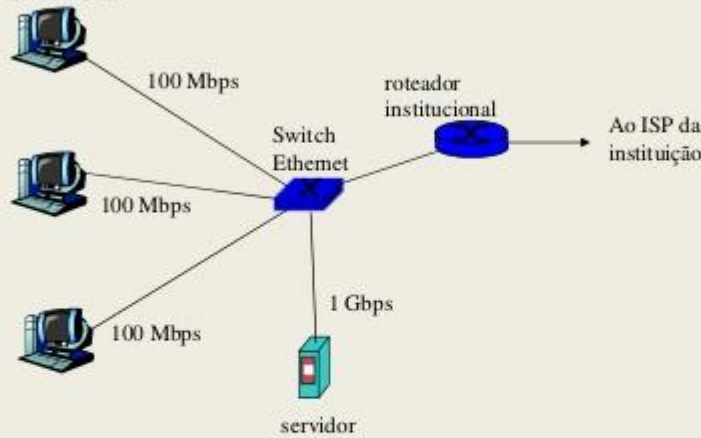
# FTTH utilizando distribuição PON



- ❑ A FTTH oferece taxas de acesso à Internet na faixa de gigabits por segundo.
- ❑ Velocidade de *downstream* média dos clientes no EUA era de +/- 20Mbits/s em 2011 em comparação com 13 Mbits/s a cabo e 5 Mbits/s para DSL
- ❑ Outras tecnologias (propriedades rurais) enlace de satélite de até 1Mbits/s (provedores ex: StarBand e HughesNet)
- ❑ Ou Acesso discado de 56Kbits/s (lento!)

# Acesso na empresa(e na residência): Ethernet e Wi-Fi

## Acesso à Internet por Ethernet



- normalmente usado em empresas, universidade etc.
- ☐ Ethernet a 10 Mbs, 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps
- ☐ hoje, os sistemas finais normalmente se conectam ao comutador Ethernet

Os usuários utilizam par trançado para se conectarem a um comutador Ethernet.

Esse comutador se conecta a Internet

# Redes de acesso sem fio (wireless)

- rede de acesso compartilhado *sem fio* conecta o sistema final ao roteador

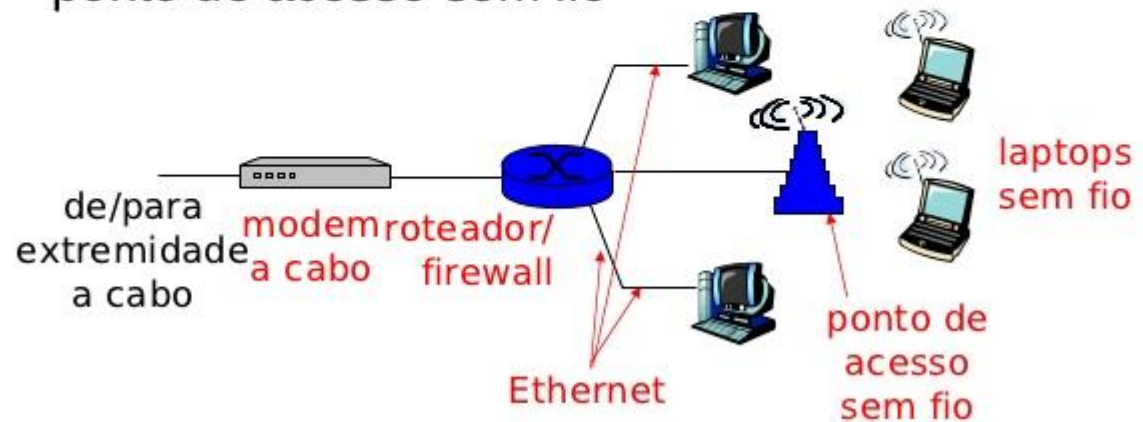
- Via estação base = "ponto de acesso"

- **LANs sem fio:**

- ondas de rádio substituem os fios
- 802.11b (WiFi):
- Taxa de transmissão compartilhada até 54 Mbits/s.

componentes típicos da rede residencial:

- modem DSL ou a cabo
- roteador/firewall/nat
- Ethernet
- ponto de acesso sem fio



Essa rede permite que os moradores tenham acesso a banda larga  
`a Internet com o usuário se movimentando sem fio

# Acesso sem fio em longa distância: 3G e LTE

Dispositivos como iPhones, BlackBerrys e dispositivos Android estão sendo usados para enviar e-mail, navegar na Web, tuitar e baixar música enquanto se movimentam.

Estes dispositivos empregam mesma infraestrutura sem fio usada para telefonia celular para enviar/receber pacotes por uma estação base que é controlada pela operadora da rede celular.

Diferente do Wi-Fi, um usuário só precisa estar dentro de algumas dezenas de quilômetros (ao contrário de algumas dezenas de metros) da estação base.

# Acesso sem fio em longa distância: 3G e LTE

terceira geração (3G) sem fio, oferece acesso remoto por pacotes comutados a velocidades que ultrapassam 1Mbit/s

4G. LTE de Long-Term Evolution, tem suas raízes na tecnologia 3G podendo alcançar velocidades superiores a 10Mbits/s

Detalharemos essas e outras tecnologias sem fio mais tarde no curso.



# Meios Físicos

- ❑ **Bit:** Propaga-se entre o transmissor e o receptor
- ❑ **enlace físico:** o que está entre o transmissor e o receptor
- ❑ **meios guiados:**
  - os sinais se propagam em meios sólidos: cobre, fibra
- ❑ **meios não guiados:**
  - os sinais se propagam livremente, ex. rádio

## Par Trançado (UTP - unshield Twisted Pair)

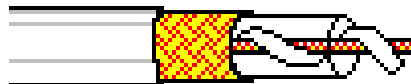
- ❑ dois fios de cobre trançados
  - Um par de fios constitui um único enlace de comunicação
  - Usado em LANs
  - Taxas em torno de 10Mbits/s a 100 Gbits/s



# Meios físicos: cabo coaxial, fibra

## Cabo coaxial:

- ❑ fio (transporta o sinal) dentro de outro fio (blindagem)
  - Dois condutores de cobre
  - Concêntricos e não paralelos
  - Meio compartilhado guiado
- ❑ bidirecional
- ❑ uso comum em Ethernet 10Mbps (antigamente)
- ❑ Hoje- sistemas de televisão a cabo



## Cabo de fibra óptica:

- ❑ Meio delgado e flexível
- ❑ transporta pulsos de luz
- ❑ opera em alta velocidade:
  - transmissão ponto a ponto de alta velocidade (até centenas de Gbps)
- ❑ baixa taxa de erros: repetidores mais afastados; imune a ruído eletromagnético
- ❑ Predominam no backbone da Internet



# Meios físicos: rádio

- ❑ sinal transportado em ondas eletromagnéticas
- ❑ não há "fio" físico
- ❑ bidirecional
- ❑ efeitos do ambiente de propagação:
  - reflexão
  - obstrução por objetos
  - interferência

## Três grupos:

- ❑ Distancias muito curtas (um ou dois metros)
- ❑ Pequeno alcance (dez a algumas centenas de metros)
- ❑ Longo alcance (dezenas de quilômetros)

-Dispositivos pessoais como fones sem fio, Teclados e dispositivos médicos operam Por curtas distancias.

-Lan sem fio utilizam canais de radio local

-Telefone celular utilizam canais de longo alcance

# Canais de rádio por satélite

- ❑ Um satélite de comunicação liga dois ou mais transmissores-receptores de micro-ondas baseados na Terra, denominados estações terrestres.
- ❑ Recebe transmissões na faixa de frequência, gera novamente o sinal usando um repetidor e o transmite em outra frequência.
- ❑ Dois tipos: satélites geoestacionários e satélite de órbita baixa (LEO)

# Satélite geoestacionários

- ❑ Ficam de modo permanente sobre o mesmo lugar da Terra.
- ❑ Órbita a 36 mil quilômetros acima da superfície terrestre
- ❑ Essa enorme distância estação terrestre ao satélite / e seu caminho de volta a Estação terrestre traz atraso de propagação de sinal de 280 milissegundos
- ❑ Enlaces de satélite podem funcionar a velocidade de centenas de Mbits/s
- ❑ São usados em áreas sem acesso` a Internet baseado em DSL ou cabo.

# Satélite de órbita baixa

- ❑ São posicionados muito próximos da Terra
- ❑ Não ficam sobre um único lugar
- ❑ Giram ao redor da Terra (como a lua)
- ❑ Comunicam-se uns com os outros e com as estações terrestres
- ❑ Para cobertura contínua em determinada área há a necessidade de muitos satélites em órbita
- ❑ Existem muitos sistemas de comunicação de baixa altitude - ver constelação de satélites da Lloyd na Web
- ❑ Essa tecnologia poderá ser utilizada para acesso à Internet no futuro.

# Exercício

1. Cite 6 tecnologias de acesso. Classifique cada uma delas nas categorias acesso residencial, acesso corporativo ou acesso móvel.
2. Quais as redes de acesso a Internet existem em Manaus hoje?