

4

**INSTITUTO
FEDERAL**
Pará

Redes de Computadores



Ricardo José Cabeça de Souza

ricardo.souza@ifpa.com.br

SUMÁRIO



- **O NÚCLEO DA REDE**
- **COMUNICAÇÃO ENTRE OS MÓDULOS PROCESSADORES**
 - Chaveamento(comutação) de circuitos
 - Chaveamento(comutação) de pacotes
 - Chaveamento(comutação) de mensagens
- **TAXONOMIA DAS REDES (Classificação)**
- **CLASSIFICAÇÃO QUANTO A TECNOLOGIA DE TRANSMISSÃO**
 - Redes de difusão
 - Redes Anycast
 - Redes de multidifusão
 - Unicast
 - Redes Ponto-a-ponto
- **REDES DE ACESSO**

Introdução



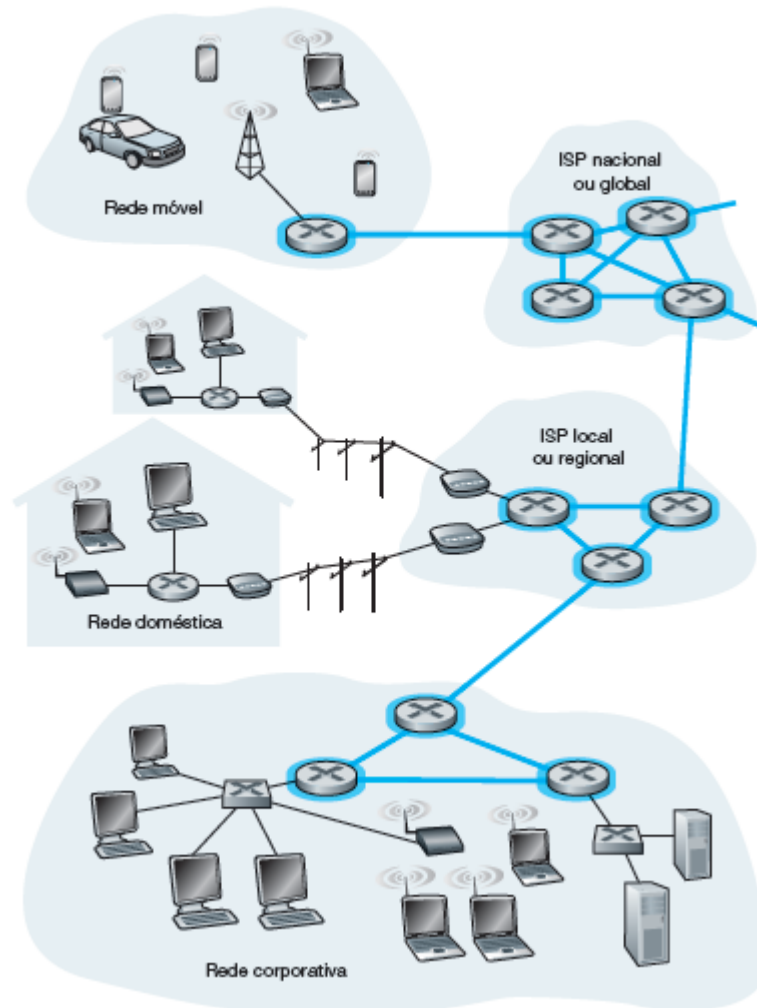
O NÚCLEO DA REDE

Introdução



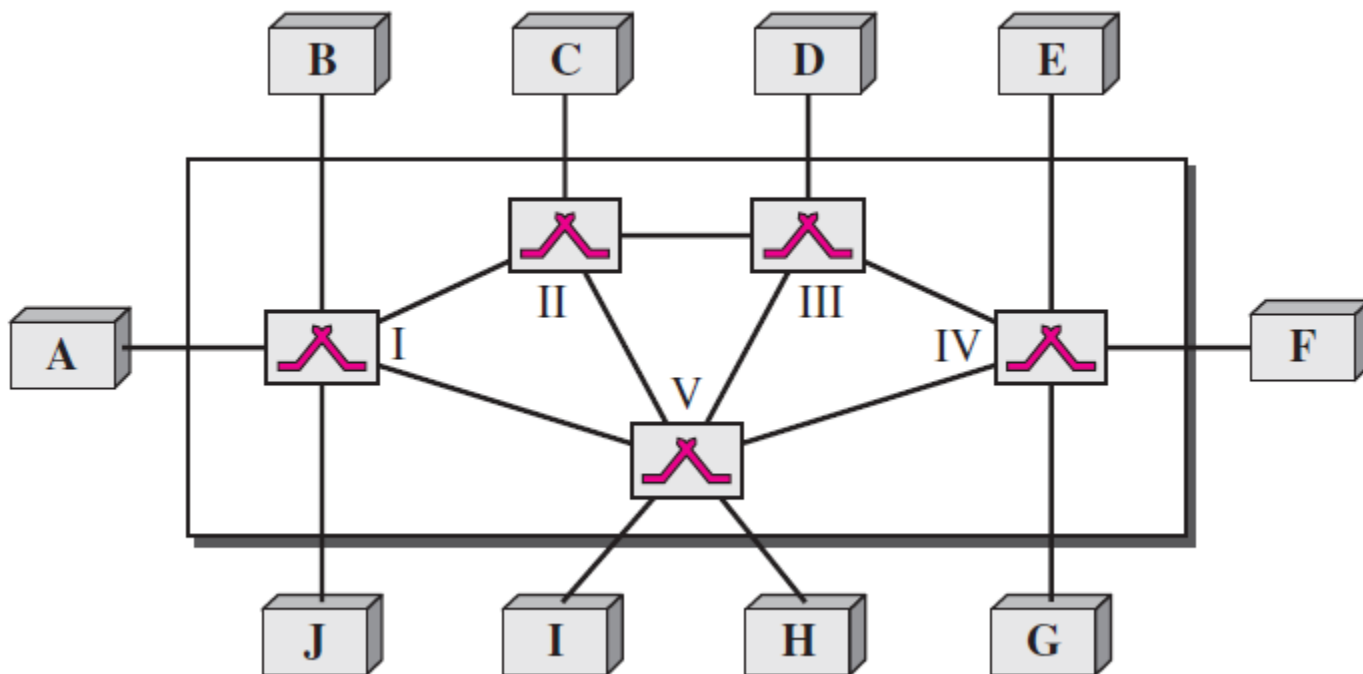
- O NÚCLEO DA REDE
 - A rede de **COMUTADORES** de pacote e enlaces que interconectam os sistemas finais da Internet

O NÚCLEO DA REDE



Introdução

- **COMUTADORES**



Sistemas finais: A, B, C,...

Comutadores: I, II, III,...

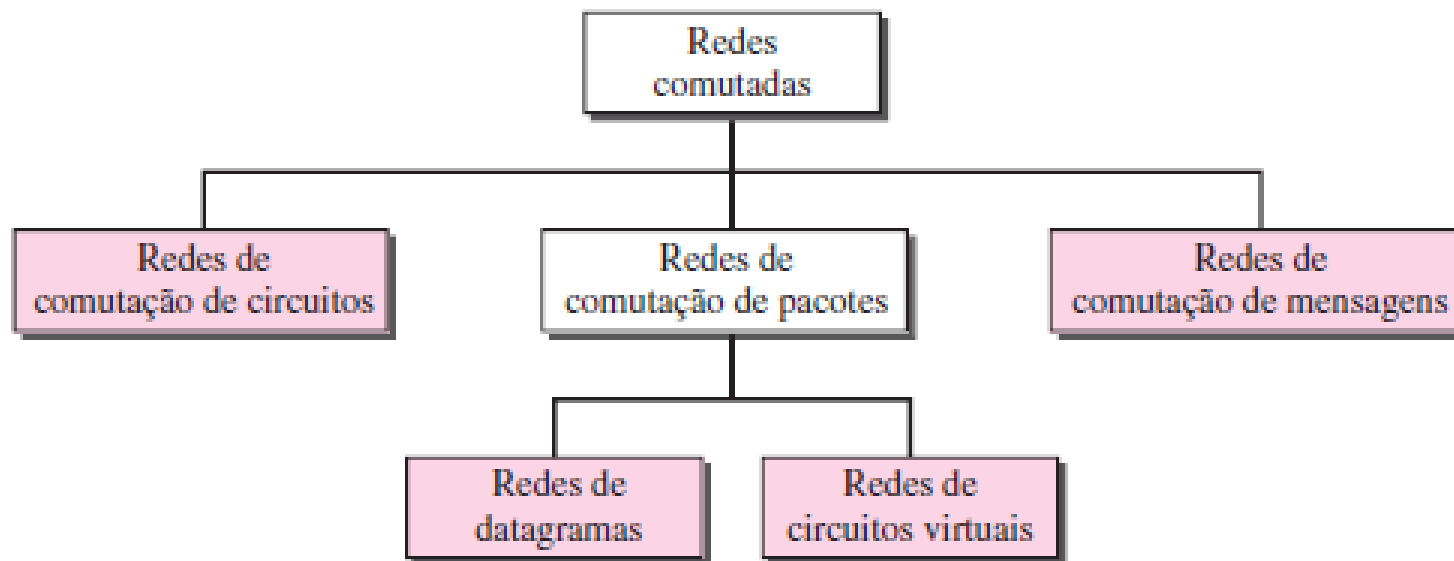
SUMÁRIO



TAXONOMIA DAS REDES (Classificação)

Introdução

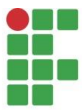
Taxonomia das redes comutadas



Introdução

- **CHAVEAMENTO DE CIRCUITOS**

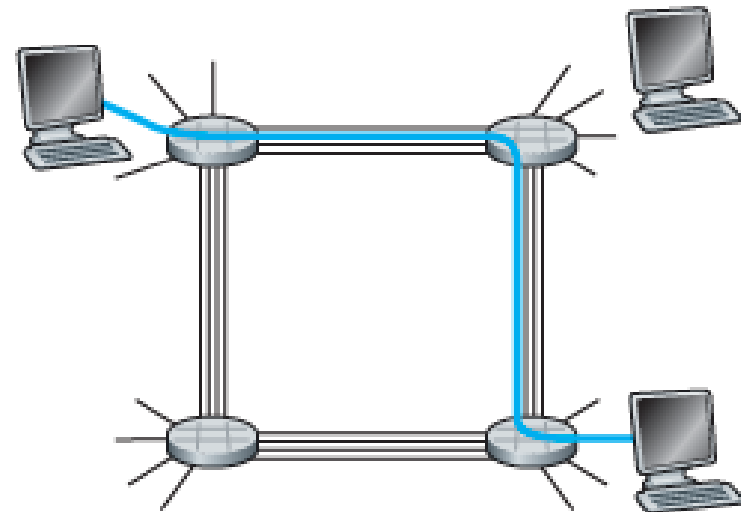
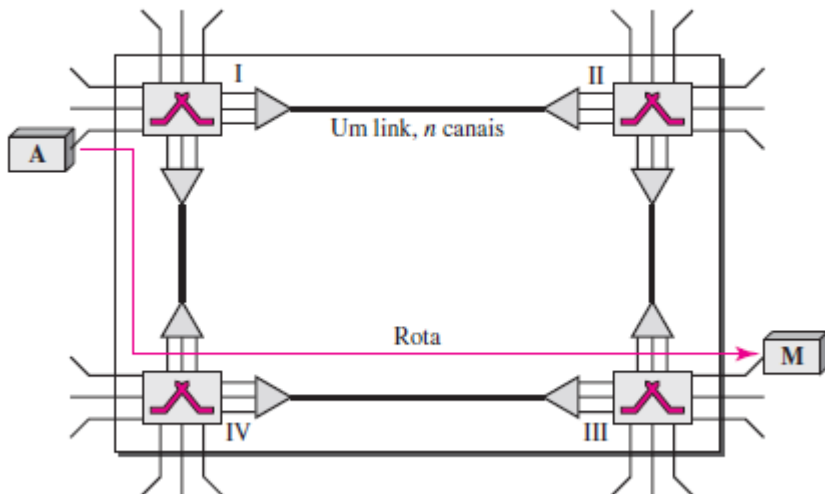
- Um canal entre origem e destino é estabelecido para uso exclusivo desta conexão até que a conexão seja desfeita
- Recursos necessário ao longo do caminho: buffers e taxa de transmissão nos enlaces
- Se caracteriza pela utilização permanente destes recursos durante toda a transmissão
- A comutação de circuitos ocorre na camada física



Introdução

- **CHAVEAMENTO DE CIRCUITOS**

- Adequada para sistemas de comunicações que apresentam tráfego constante
- Semelhante sistema telefônico
- Rede estabelece um sistema **fim-a-fim**

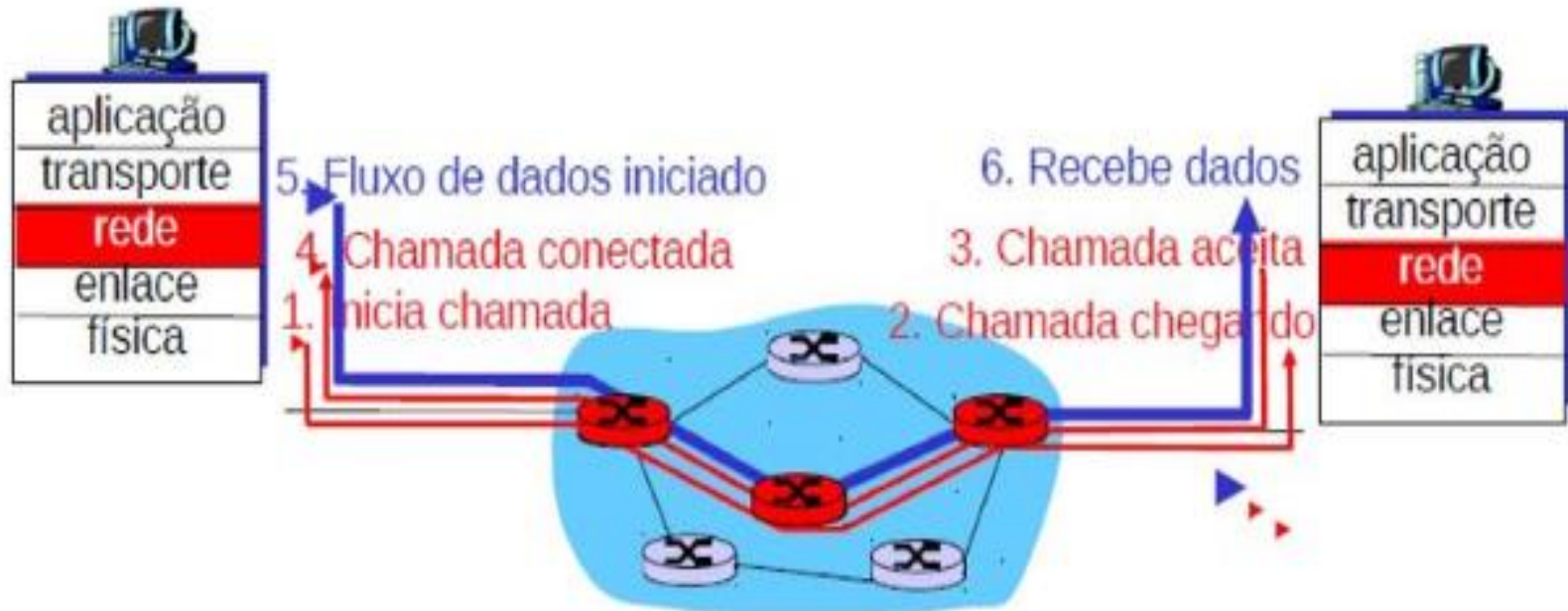


Introdução

- **CHAVEAMENTO DE CIRCUITO – FUNCIONAMENTO**
 - Três etapas:
 - Estabelecimento do circuito
 - Define rota e características comunicação
 - Conversação
 - Troca de informações
 - Desconexão do circuito
 - Encerramento conexão

Introdução

- CHAVEAMENTO DE CIRCUITO – FUNCIONAMENTO



Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/12659616/>

Introdução

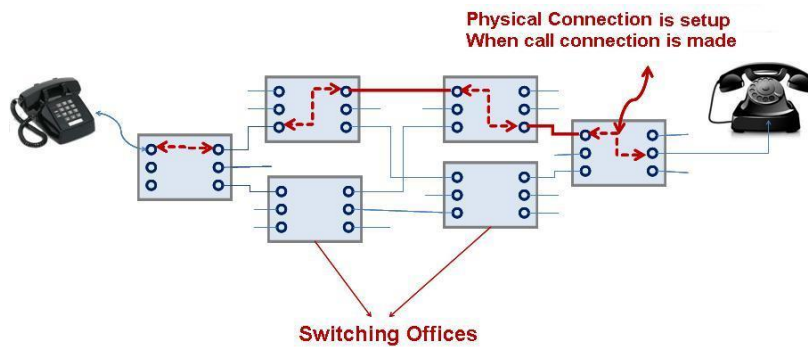


- **ALOCÇÃO DE CANAIS POR CHAVEAMENTO DE CIRCUITOS**
 - Chaveamento espacial
 - Chaveamento de frequência
 - Chaveamento do tempo

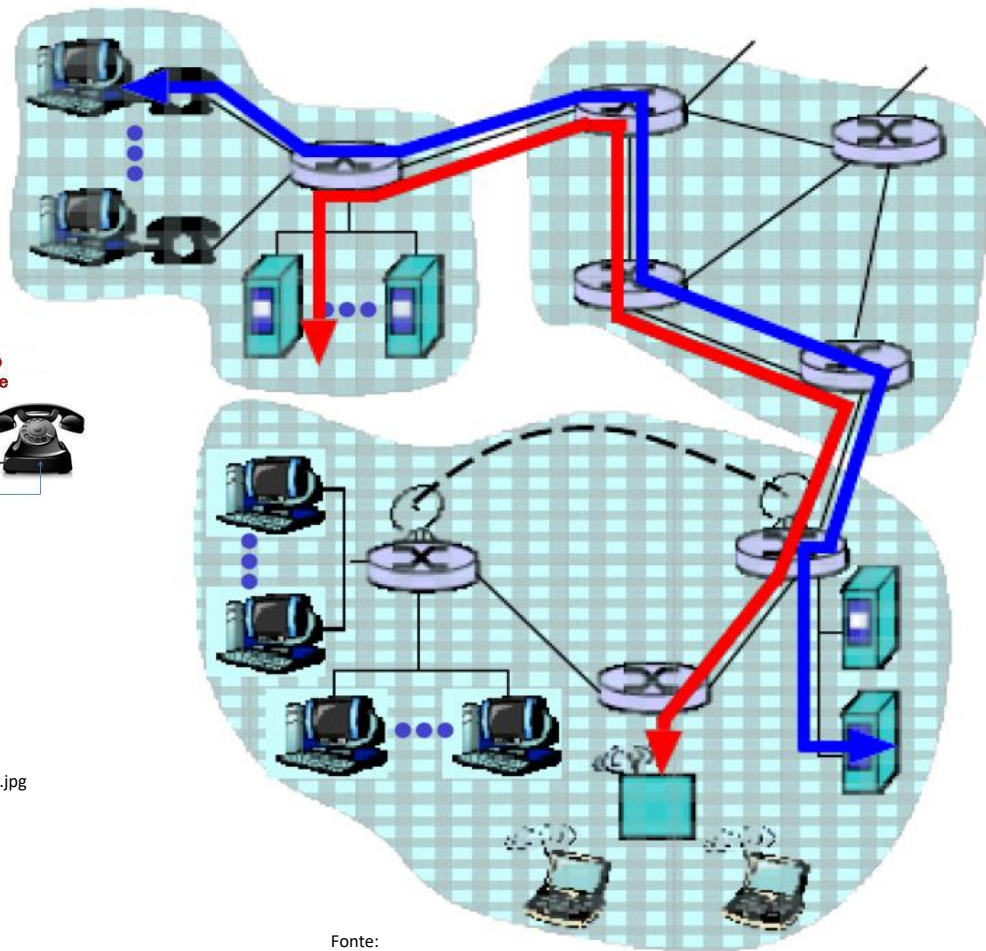
Introdução

- **ALOCAÇÃO DE CANAIS POR CHAVEAMENTO DE CIRCUITOS**
– CHAVEAMENTO ESPACIAL
 - É estabelecido um caminho entre duas estações por meio de enlaces físicos permanentes durante toda a comunicação
 - Ao longo desse caminho, uma sucessão de chaves físicas, cada uma em um nó intermediário, formam um circuito através da interconexão entre suas portas

Introdução



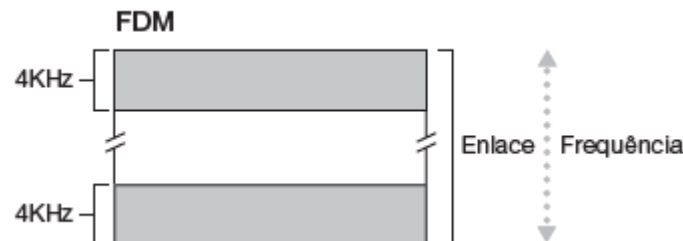
Fonte: <https://www.uniaogeek.com.br/wp-content/uploads/2016/12/circuit-switching.jpg>



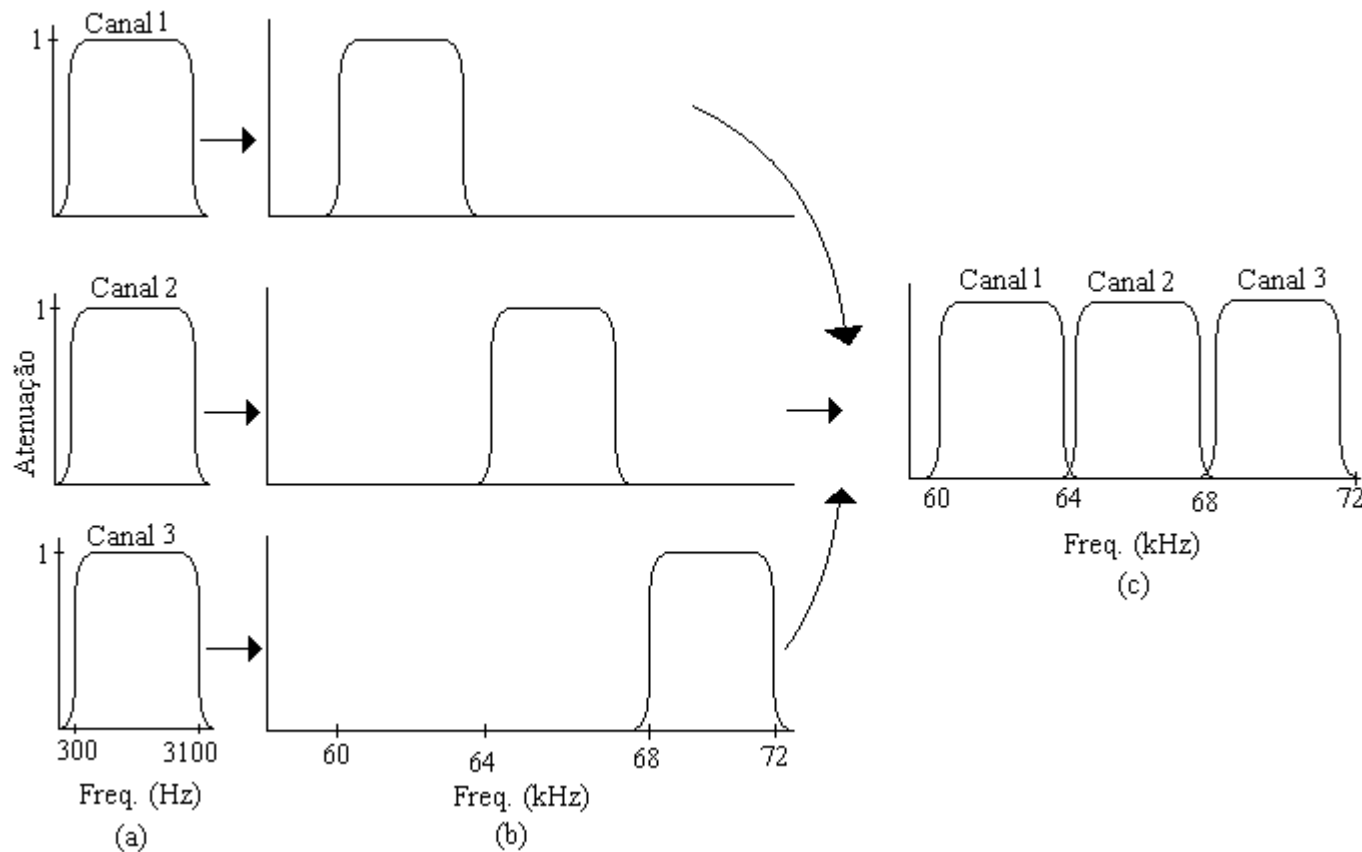
Fonte:
http://api.ning.com/files/WLmZV4fJJ*0uhPbnOp7D3vsudRaqAhgiCJzPE2Jmf-HqoGt-uqbfxp0WFHX*KEJUcpASX9U8oPRk9flxKzD20H4rktofa*qx/Aula_001020.png

Introdução

- **ALOCAÇÃO DE CANAIS POR CHAVEAMENTO DE CIRCUITOS**
— CHAVEAMENTO FREQUÊNCIA
 - É estabelecida uma associação entre canais de frequência em cada enlace
 - Um nó intermediário, ao receber um sinal de uma onda portadora de determinada frequência, realiza a *filtragem* e demodulação deste sinal para sua posterior modulação e transmissão na outra frequência associada



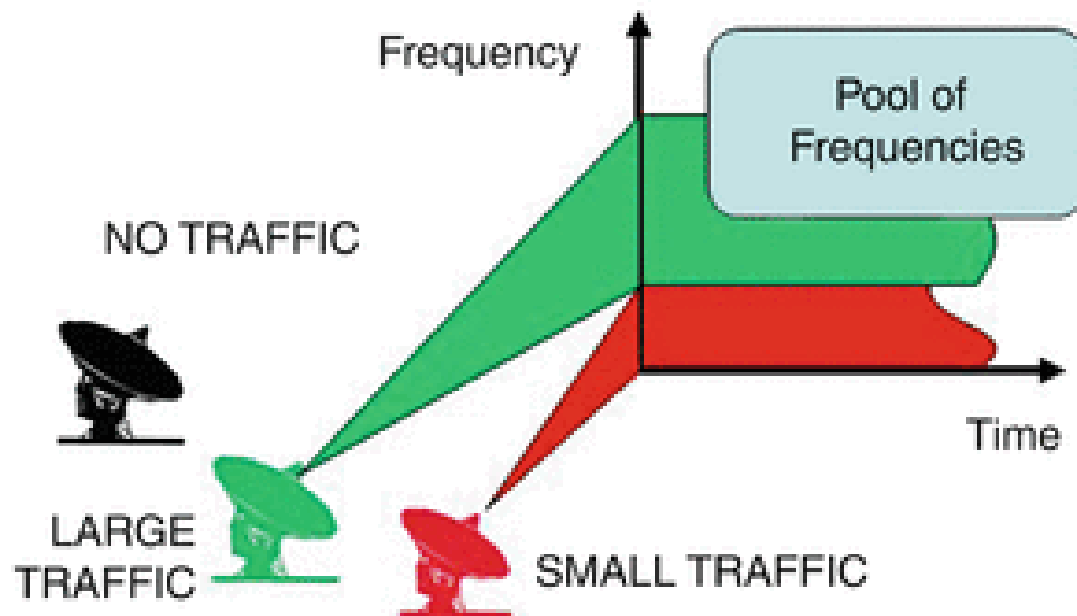
Introdução



(a) Larguras de bandas originais; (b) Larguras de banda aumentam de frequência; (c) Canal multiplexado.

Introdução

- **FDMA (Frequency Division Multiple Access)**



DEMAND FDMA

Each earth stations is Allocated a frequency band when it asks for it.

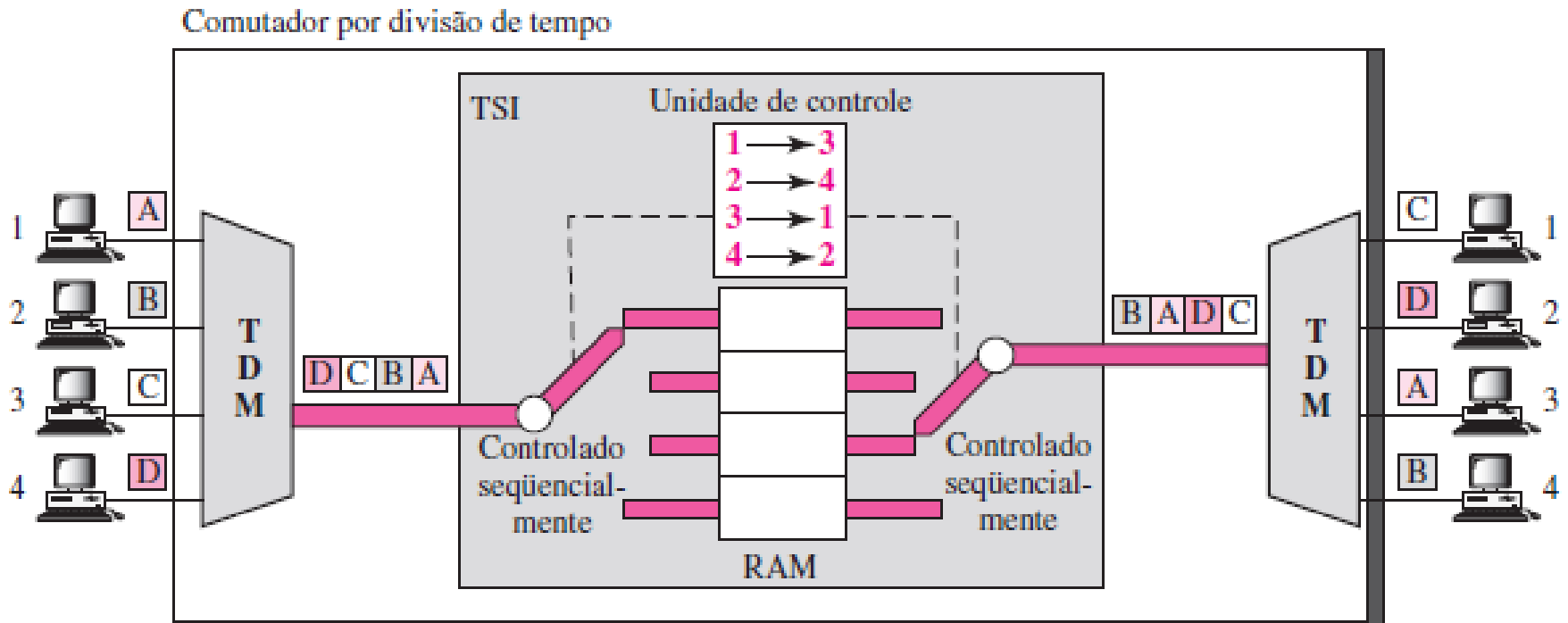
Introdução

- **ALOCAÇÃO DE CANAIS POR CHAVEAMENTO DE CIRCUITOS**
 - **CHAVEAMENTO DO TEMPO**
 - É estabelecida uma associação de dois canais de tempo em cada enlace
 - Cada nó intermediário associa um canal TDM(Time Division Multiplex) síncrono de uma linha com outro canal TDM síncrono de outra linha, demultiplexando o sinal de um circuito desejado para ser multiplexado e encaminhado para outro nó

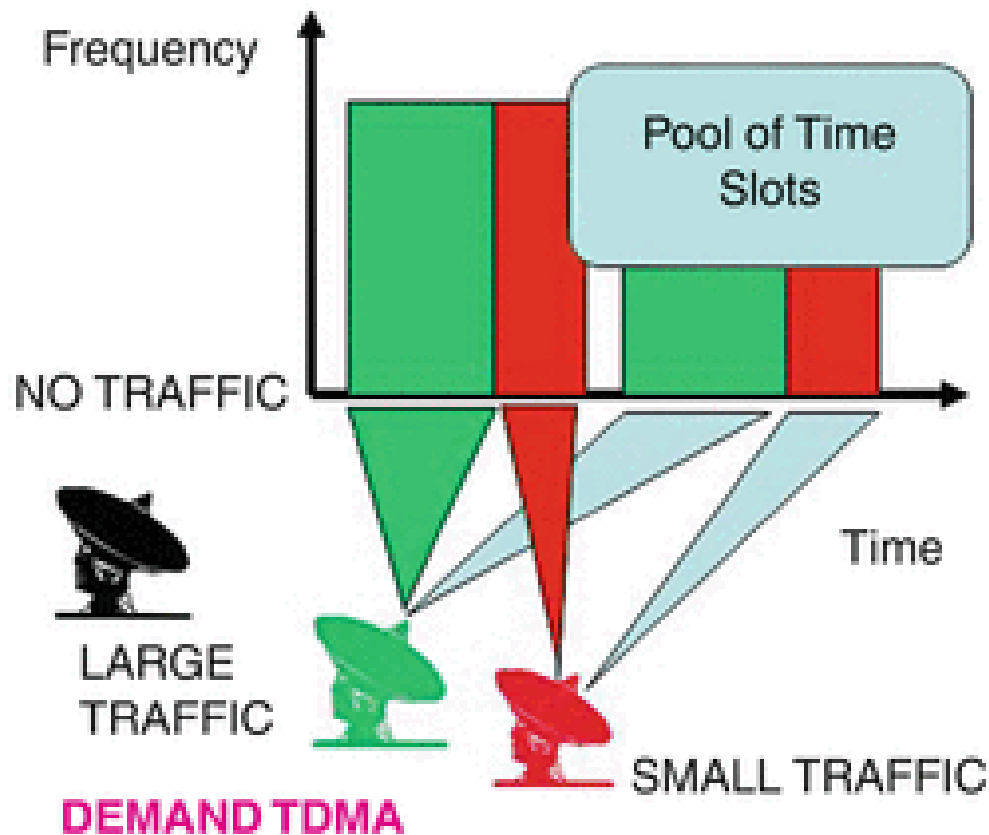


Introdução

- ALOCAÇÃO DE CANAIS POR CHAVEAMENTO DE CIRCUITOS
– CHAVEAMENTO DO TEMPO

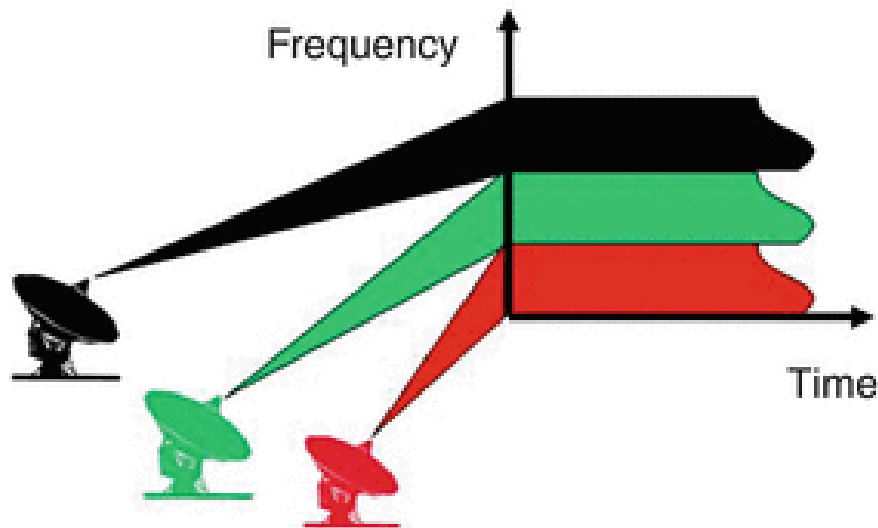


Introdução



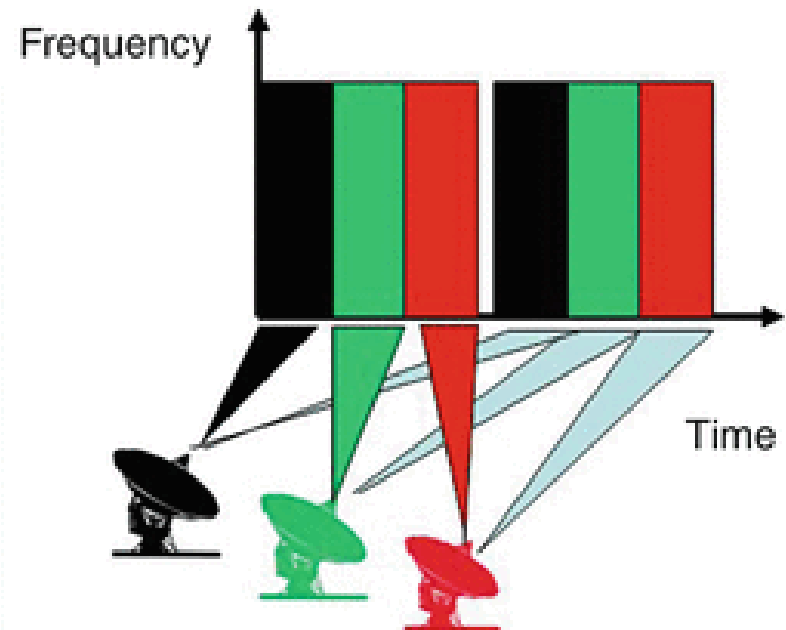
Each earth stations has time slots
allocated when required.

Introdução



FIXED FDMA

Each earth stations has its own dedicated frequency band.



FIXED TDMA

Each earth stations has its own dedicated times slots.

Fonte: https://media.springernature.com/lw785/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-1-4419-7671-0_86/MediaObjects/978-1-4419-7671-0_86_Fig22_HTML.gif

Introdução

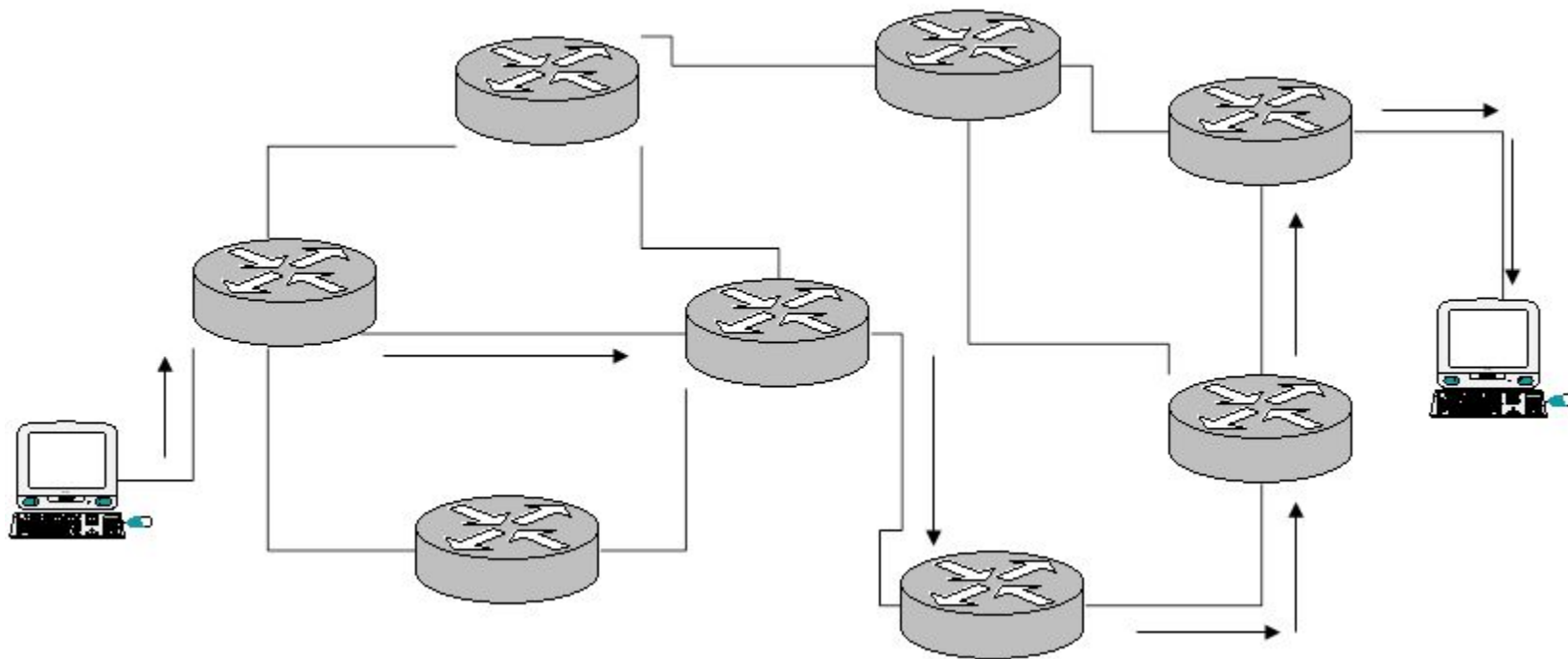
- **COMUTAÇÃO DE MENSAGENS**
 - Não é necessário o estabelecimento de um circuito dedicado entre as duas entidades.
 - Sempre que uma entidade desejar transmitir uma mensagem ela adiciona o endereço de destino a esta mensagem que será então transmitida pela rede, nó a nó.

Introdução

- **COMUTAÇÃO DE MENSAGENS**
 - Mensagem por completo é enviada ao longo de uma rota da fonte ao destino (um HOP por vez)
 - Em cada nó a mensagem é armazenada e depois passada adiante
 - Designadas por redes do tipo "**STORE and FORWARD**"

Introdução

- **COMUTAÇÃO DE MENSAGENS**

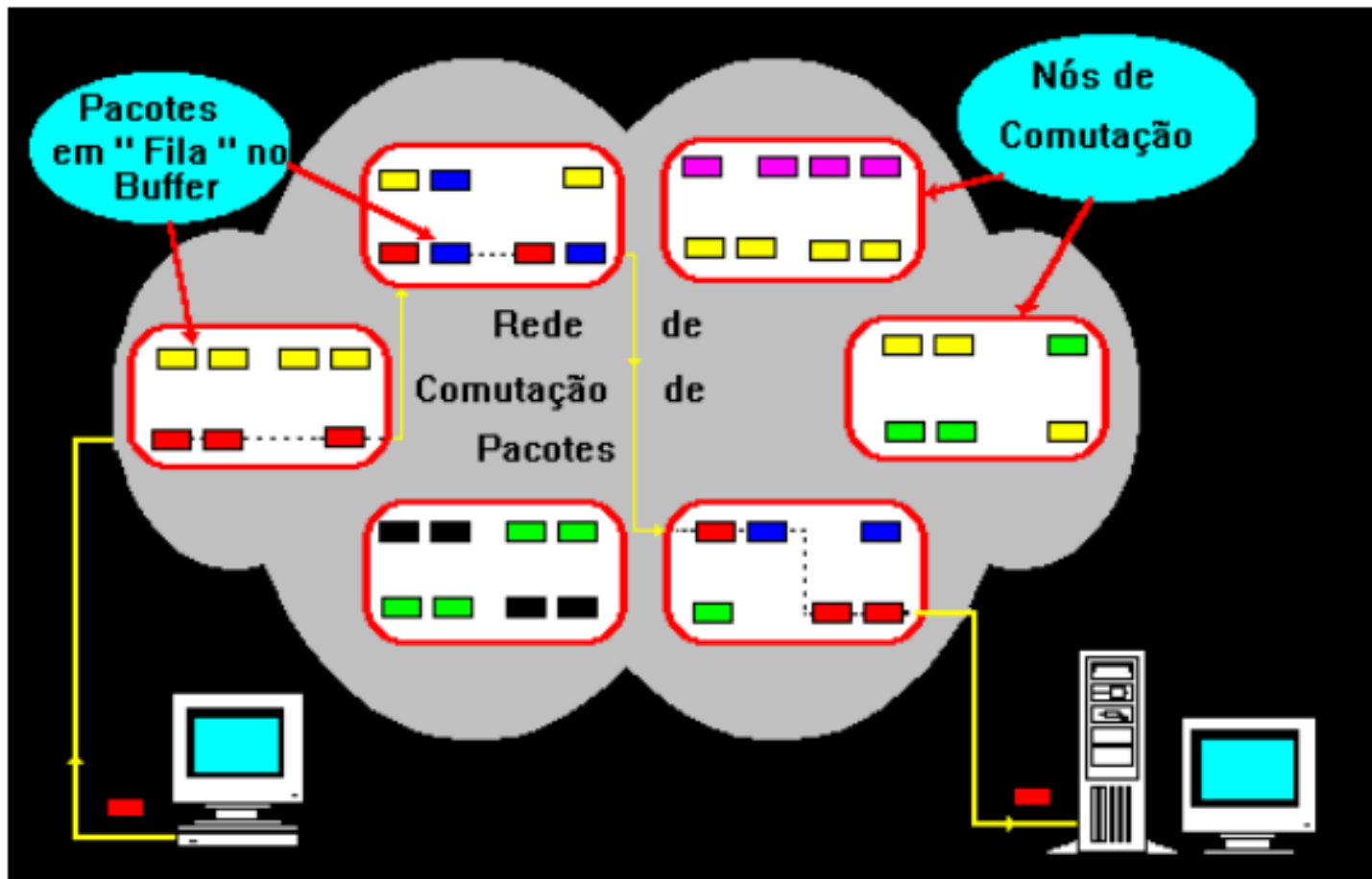


Fonte: <http://slideplayer.com.br/1235178/3/images/9/Comuta%C3%A7%C3%A3o+de+mensagens+%282%29.jpg>

Introdução

- **CHAVEAMENTO DE PACOTES**
 - Mensagens são quebradas em quadros ou pacotes antes da transmissão
 - Comutador possui buffer de saída
 - Pacotes (unidade de transferência de informação) são individualmente encaminhados entre nós da rede através de ligações de dados tipicamente compartilhadas por outros nós
 - Pacotes podem percorrer caminho único ou caminhos diferentes, sendo reagrupada no destino
 - Não existe alocação de canal dedicado

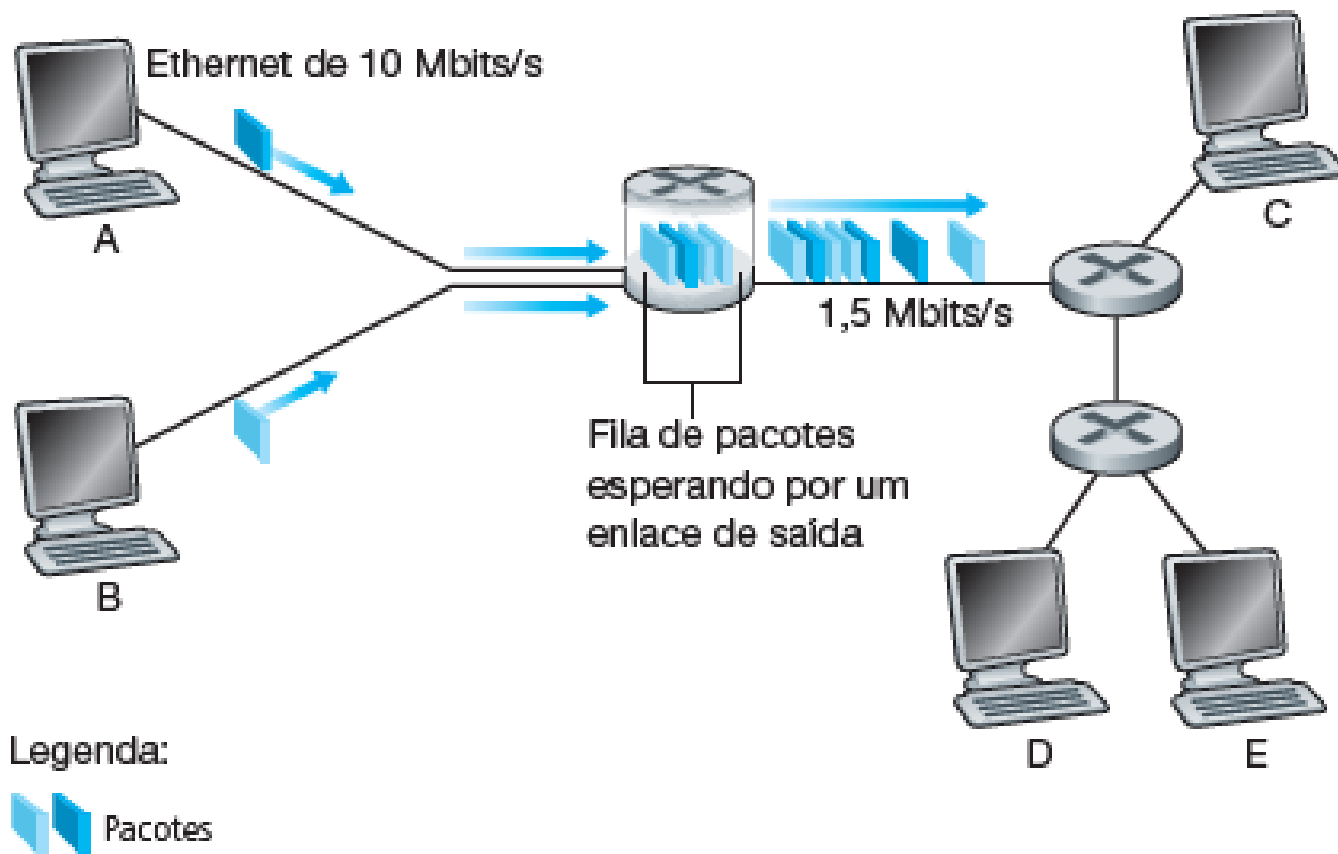
Introdução



Fonte: <http://docente.ifrn.edu.br/filiperaulino/disciplinas/infra-estrutura-de-redes/aulas/Comutacao.pdf>

Introdução

COMUTAÇÃO DE PACOTES



Introdução

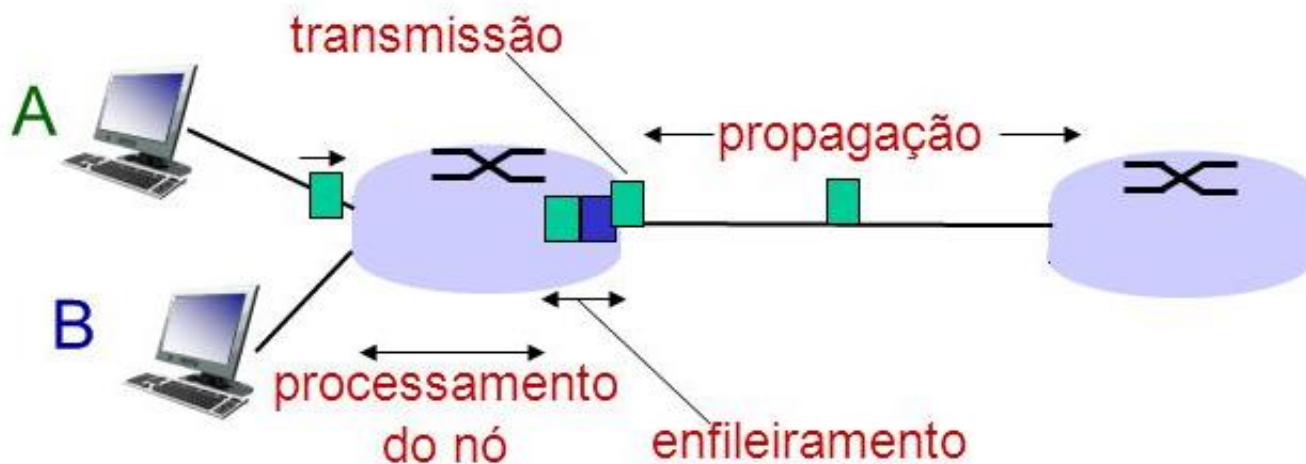
- **COMUTAÇÃO DE PACOTES**
 - Entre origem e destino, pacote percorre enlace de comunicação e comutadores de pacotes
 - Roteadores e comutadores de camada de enlace
 - Maior parte dos comutadores armazenam e reenviam
 - Introduz um atraso de armazenamento e reenvio na entrada de cada enlace

Introdução

- **COMUTAÇÃO DE PACOTES**
 - Atraso é proporcional ao comprimento do pacote em bits
 - Pacote com **L** bits e saída de **R** bps:
 - **Atraso = L / R**
 - Comutador tem um buffer de saída (fila de saída)
 - Saída provoca atraso de fila
 - Como o buffer é finito, quando um pacote chega e encontra o buffer cheio, o pacote é descartado (perda de pacotes)

Introdução

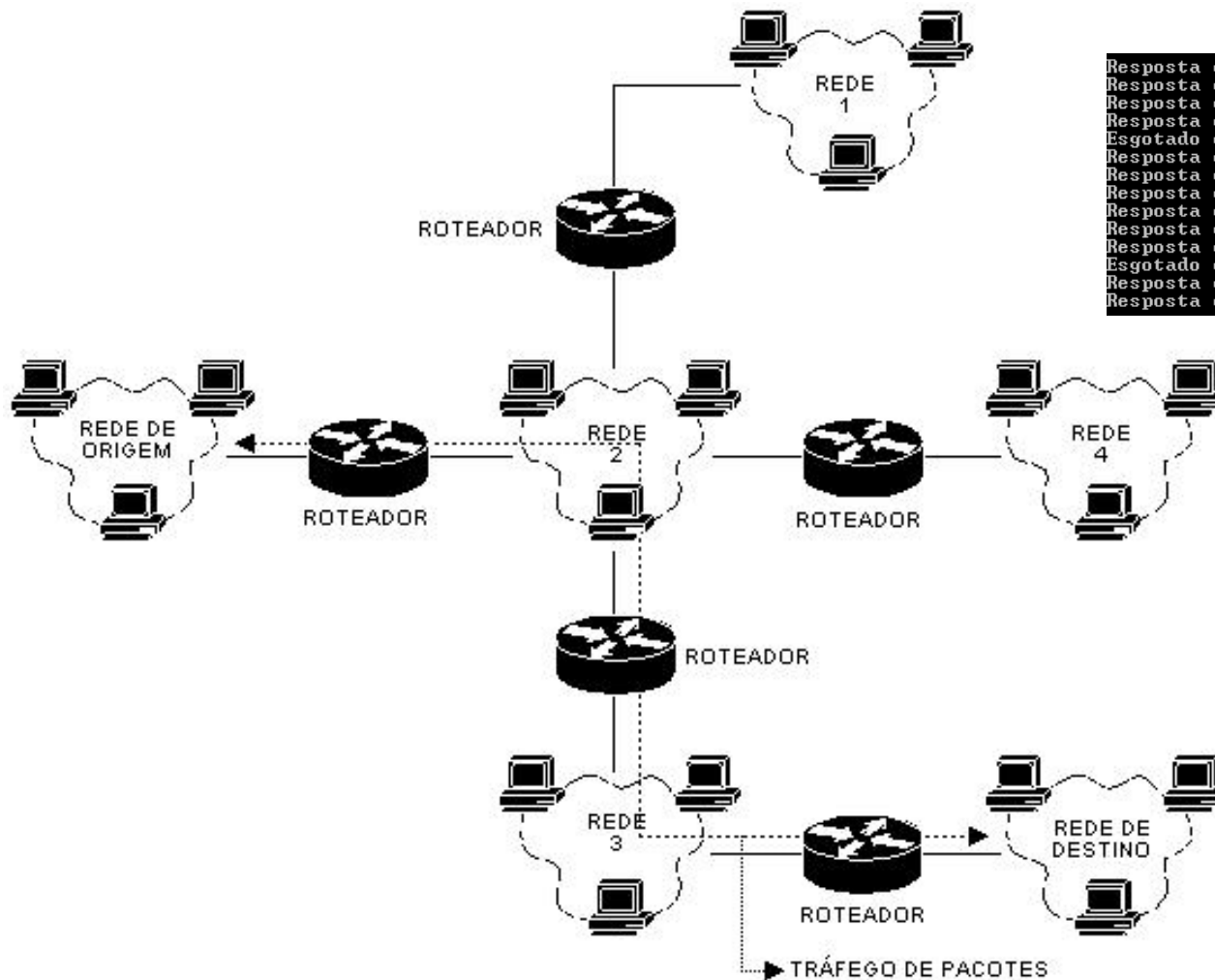
- **COMUTAÇÃO DE PACOTES - Atraso**



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

Fonte: <http://slideplayer.com.br/1594181/5/images/75/Quatro+fontes+de+atraso+dos+pacotes.jpg>

Introdução



```

Resposta de 70.87.6.117: bytes=32 tempo=321ms TTL=244
Resposta de 70.87.6.117: bytes=32 tempo=328ms TTL=244
Resposta de 70.87.6.117: bytes=32 tempo=332ms TTL=244
Esgotado o tempo limite do pedido.
Resposta de 70.87.6.117: bytes=32 tempo=320ms TTL=244
Resposta de 70.87.6.117: bytes=32 tempo=320ms TTL=244
Resposta de 70.87.6.117: bytes=32 tempo=320ms TTL=244
Resposta de 70.87.6.117: bytes=32 tempo=324ms TTL=244
Resposta de 70.87.6.117: bytes=32 tempo=324ms TTL=244
Resposta de 70.87.6.117: bytes=32 tempo=328ms TTL=244
Esgotado o tempo limite do pedido.
Resposta de 70.87.6.117: bytes=32 tempo=319ms TTL=244
Resposta de 70.87.6.117: bytes=32 tempo=319ms TTL=244
  
```

Fonte: <http://wiki.sintectus.com/bin/view/GrupoLinux/AdministacaoDeRedesLinux>

ricardo.souza@ifpa.edu.br

Introdução

- **COMUTAÇÃO DE PACOTES**
 - Alocação do enlace é por demanda
 - Capacidade do enlace é compartilhada pacote por pacote somente entre usuários que tenham pacotes a transmitir
 - Compartilhamento sob demanda é chamado **multiplexação estatística**

Introdução

- **REDES DE COMUTAÇÃO DE PACOTES**

- **REDE DE DATAGRAMAS**

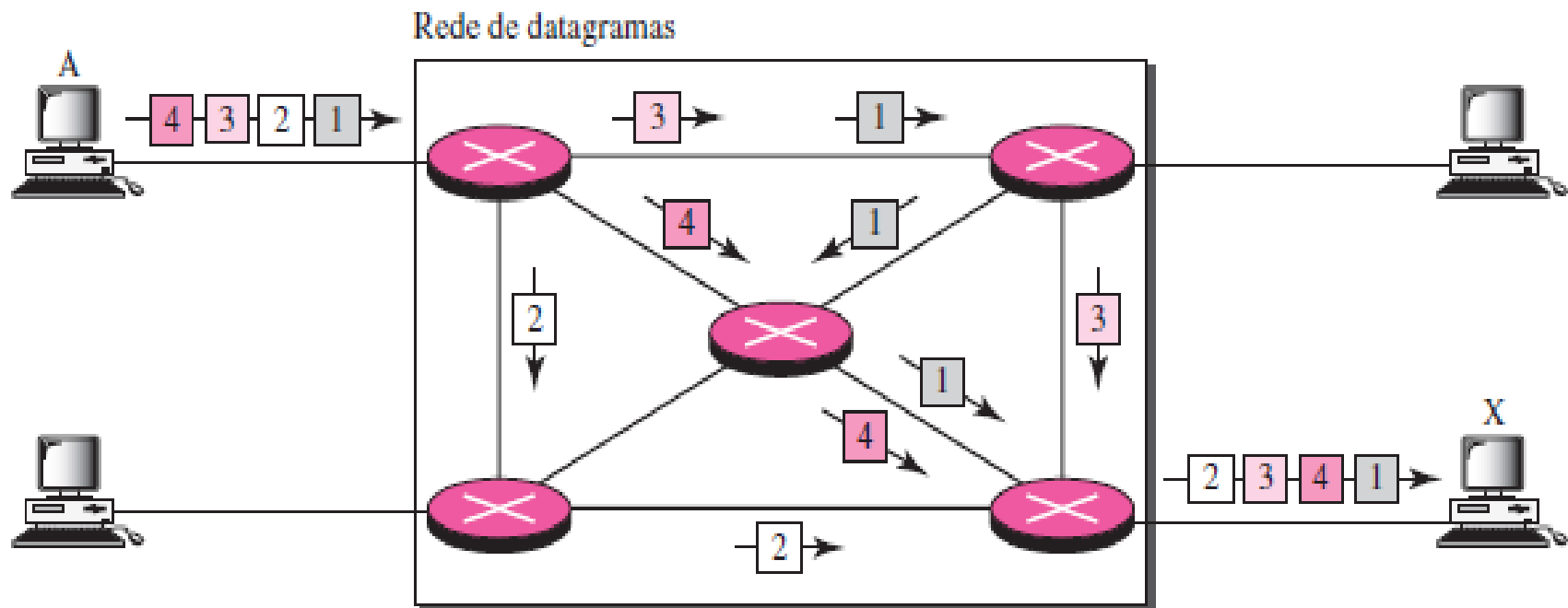
- Transmite pacotes com base no endereço de destino de sistemas finais
 - Exemplo: roteadores da Internet

- **REDE DE CIRCUITOS VIRTUAIS**

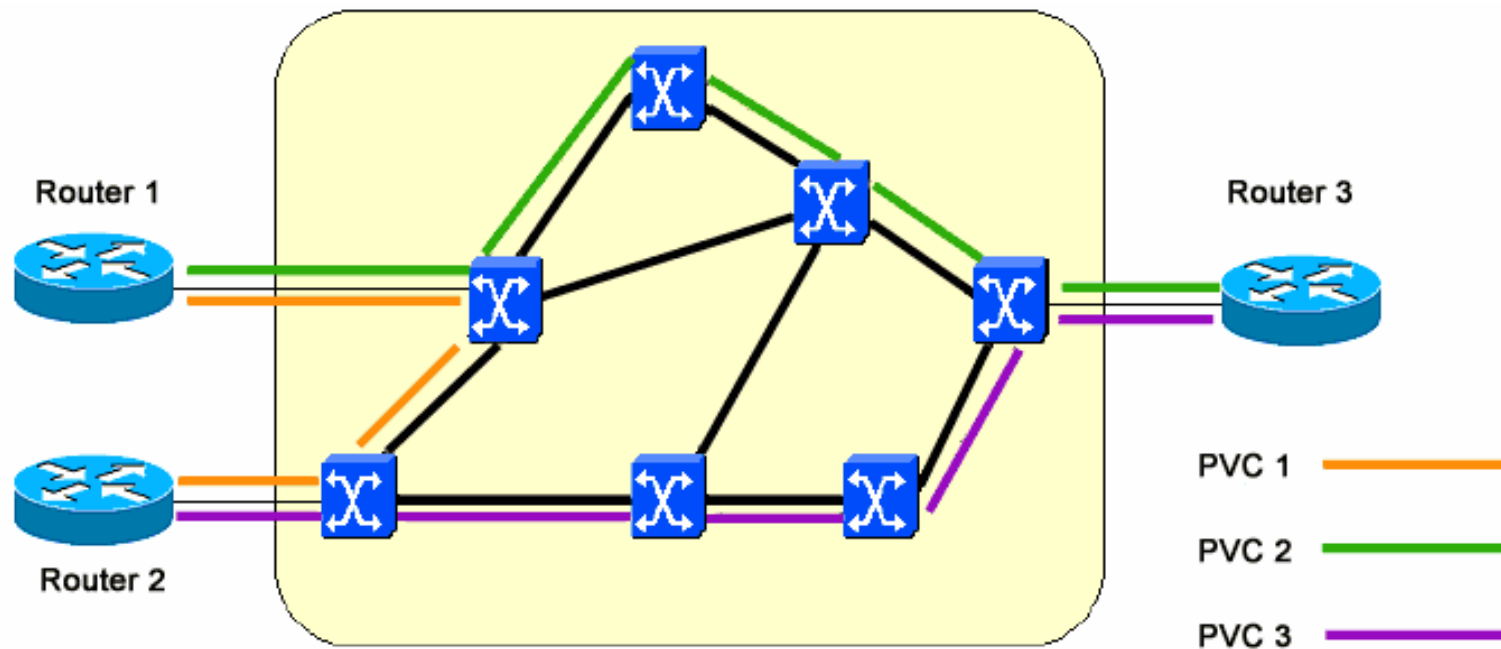
- Transmite pacotes com base no número do circuito virtual
 - Exemplo: X.25, Frame Relay e ATM

Introdução

Uma rede de datagramas com quatro comutadores (roteadores)



Introdução

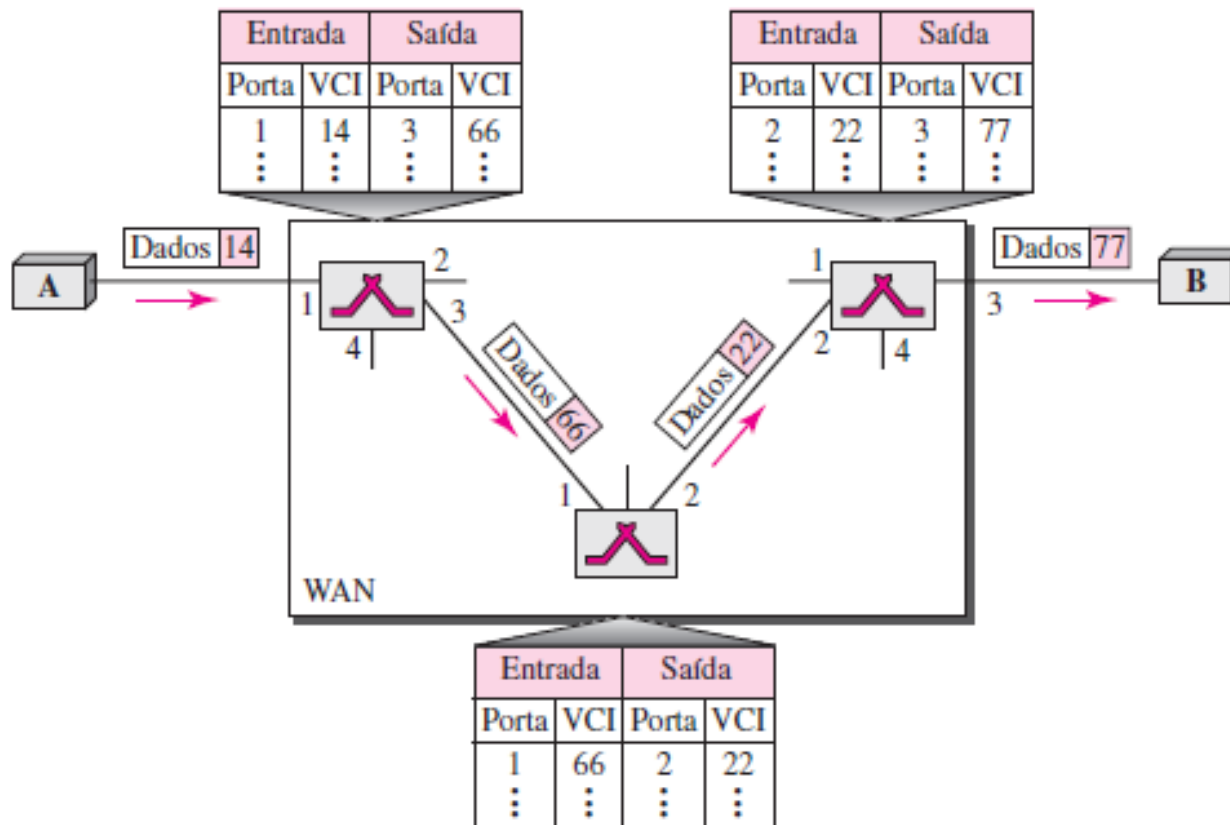


Fonte: http://2.bp.blogspot.com/-oRnRe8dMRRo/Tim7I5FXIal/AAAAAAAAAFQ/vNml1S8oWYE/s1600/ip_atm-top.gif

PVC Permanent Virtual Circuit

Introdução

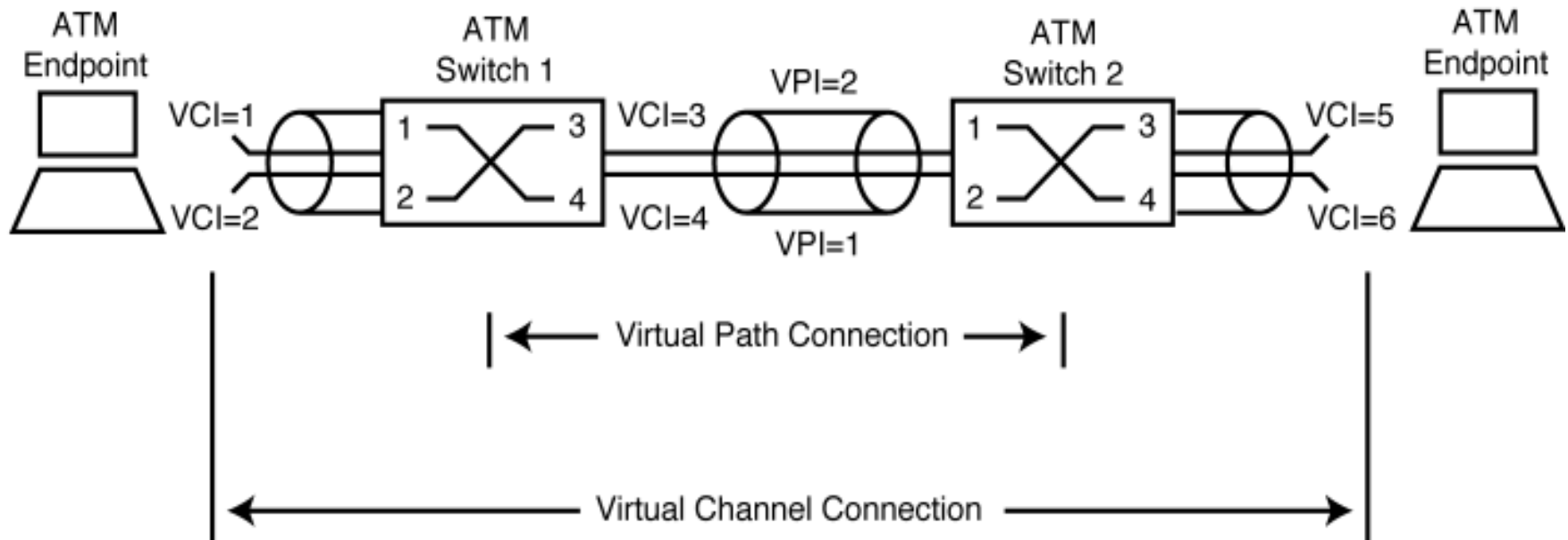
Transferência de dados da origem ao destino em uma rede de circuitos virtuais



Introdução



- **VPI/VCI**



Fonte: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/bb962019.async04_big\(l=en-us\).gif](https://technet.microsoft.com/en-us/library/bb962019.async04_big(l=en-us).gif)

VPI Virtual Path Identification

VCI Virtual Channel Identification

Introdução



Comparação entre comutações de circuitos e pacotes

ITEM	COMUTAÇÃO DE CIRCUITOS	COMUTAÇÃO DE PACOTES
Configuração de chamadas	Obrigatória	Não necessária
Caminho físico dedicado	Sim	Não
Pacotes seguem o mesmo caminho	Sim	Não
Pacotes chegam na mesma ordem	Sim	Não
Reserva da largura de banda	Fixa	Dinâmica
Largura de banda desperdiçada	Sim	Não
A falha de um equipamento é fatal	Sim	Não

Fonte: http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvoipconv/pagina_3.asp

Introdução



ENADE

Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes

uma questão de seu interesse

Introdução

- **Questão 13 ENADE**
 - Considere as afirmativas abaixo em relação aos tipos de comutação (circuitos, mensagens e pacotes) utilizados em redes.
 - I- Na comutação por circuitos, é necessário o estabelecimento de um caminho fim-a-fim para realizar a comunicação.
 - II- Na comutação de mensagens, não há necessidade de realizar armazenamento temporário nos nós intermediários da rede.
 - III- A comutação de pacotes apresenta a vantagem, em relação a comutação de mensagens, de permitir que várias partes de uma mensagem sejam transmitidas simultaneamente.
- (A) I, apenas
(B) I e II apenas
(C) I e III, apenas
(D) II e III, apenas
(E) I, II e III.

Introdução

- **Ano: 2014 Banca: FCC Órgão: TCE-RS Prova: FCC - 2014 - TCE-RS - Auditor Público Externo - Técnico em Processamento de Dados - Conhecimentos Específicos**
- Uma rede de comunicação de dados pode utilizar diferentes tipos de **comutação** para realizar a transmissão de dados de acordo com os requisitos de funcionalidade estabelecidos para cada rede. Nesse contexto, é **correto afirmar**:
 - a) A comutação de pacotes exige que uma rota seja configurada de ponta a ponta antes de iniciar a comunicação.
 - b) Na comutação de circuitos, os dados são transmitidos logo que são recebidos pela interface de rede, o que aumenta o *throughput*.
 - c) A comutação de pacotes é mais tolerante a defeitos que a comutação de circuitos.
 - d) Na comutação de pacotes pode ocorrer a monopolização do canal de comunicação.
 - e) A comutação de circuitos impõem um limite máximo sobre o tamanho do bloco transmitido.

SUMÁRIO



CLASSIFICAÇÃO QUANTO A TECNOLOGIA DE TRANSMISSÃO

Introdução



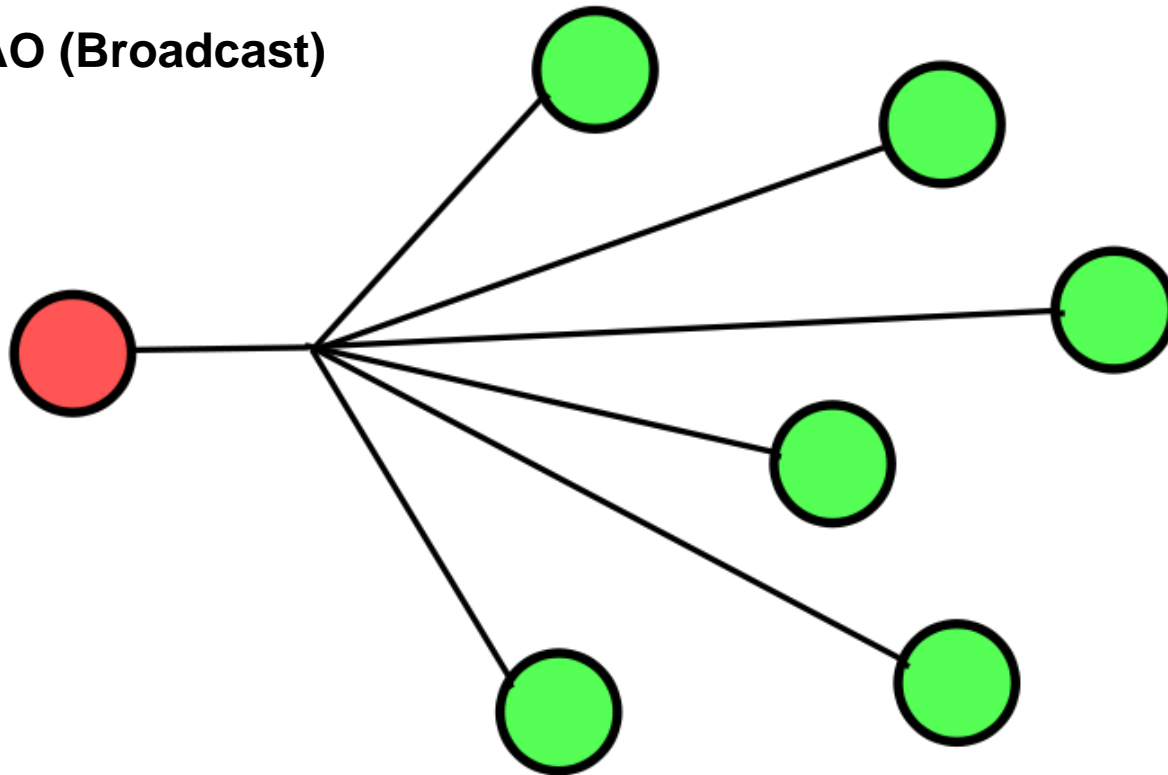
- **CLASSIFICAÇÃO QUANTO A TECNOLOGIA DE TRANSMISSÃO**
 - Redes de difusão
 - Redes Anycast
 - Redes de multidifusão
 - Unicast
 - Redes Ponto-a-ponto

Introdução

- **REDES DE DIFUSÃO (BROADCAST)**
 - Tem apenas um canal de comunicação compartilhado por todas as máquinas
 - Mensagens curtas chamadas **PACOTES**
 - Campo de endereço identifica destino
 - Possibilidade envio todos os destinos
 - Podem ser estáticas ou dinâmicas

Introdução

DIFUSÃO (Broadcast)



Introdução

- **TIPOS DE REDES DE DIFUSÃO**
- **REDES DE DIFUSÃO ESTÁTICA**
 - O tempo é dividido em intervalos distintos e um algoritmo de rodízio é executado
 - Desperdiça a capacidade do canal quando uma máquina não tem nada a transmitir
- **REDES DE DIFUSÃO DINÂMICA**
 - **CENTRALIZADO**
 - Uma entidade define a prioridade da rede
 - **DESCENTRALIZADO**
 - Cada máquina decide por si mesma se a transmissão deve ser feita ou não

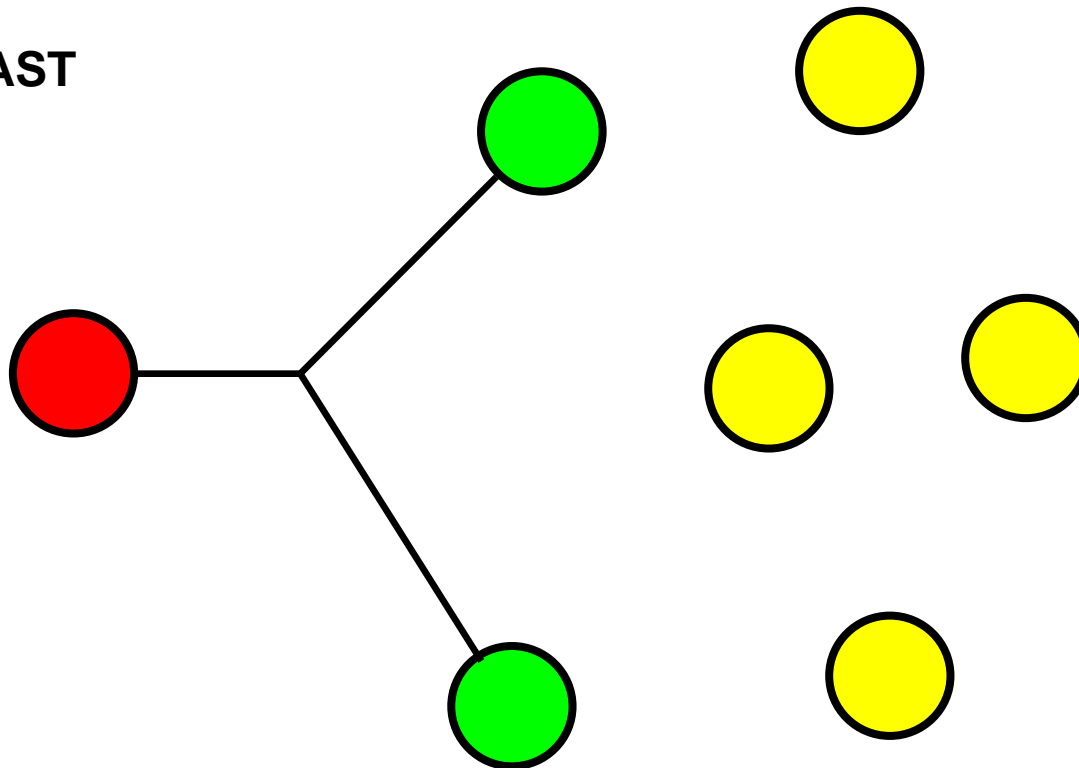
Introdução

- **REDES ANYCAST**

- Forma de encaminhamento onde os dados são distribuídos “*ao destino mais próximo*” ou “*melhores*” definido pelo roteamento da rede

Introdução

ANYCAST

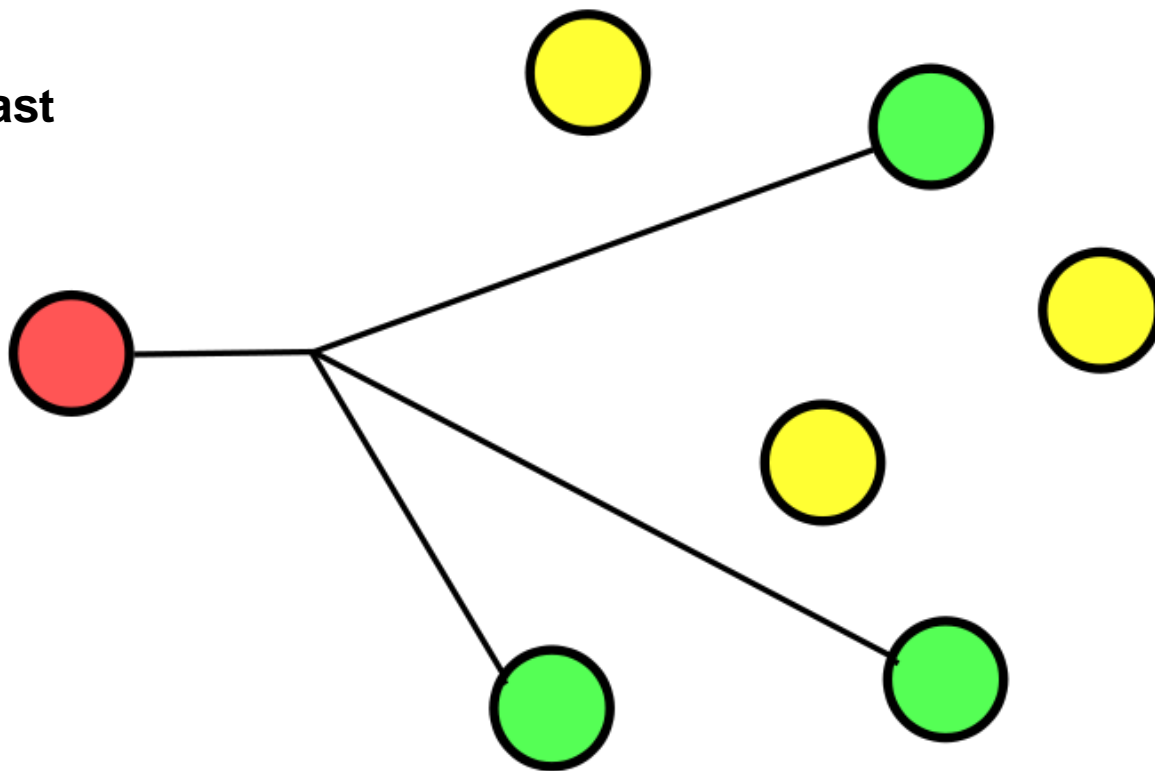


Introdução

- **REDES DE MULTIDIFUSÃO (MULTICAST)**
 - Tem apenas um canal de comunicação compartilhado por todas as máquinas
 - Entrega de informação para múltiplos destinatários simultaneamente usando a estratégia mais eficiente onde as mensagens só passam por um link uma única vez
 - Suportam transmissão para um subconjunto das máquinas

Introdução

Multicast



Introdução

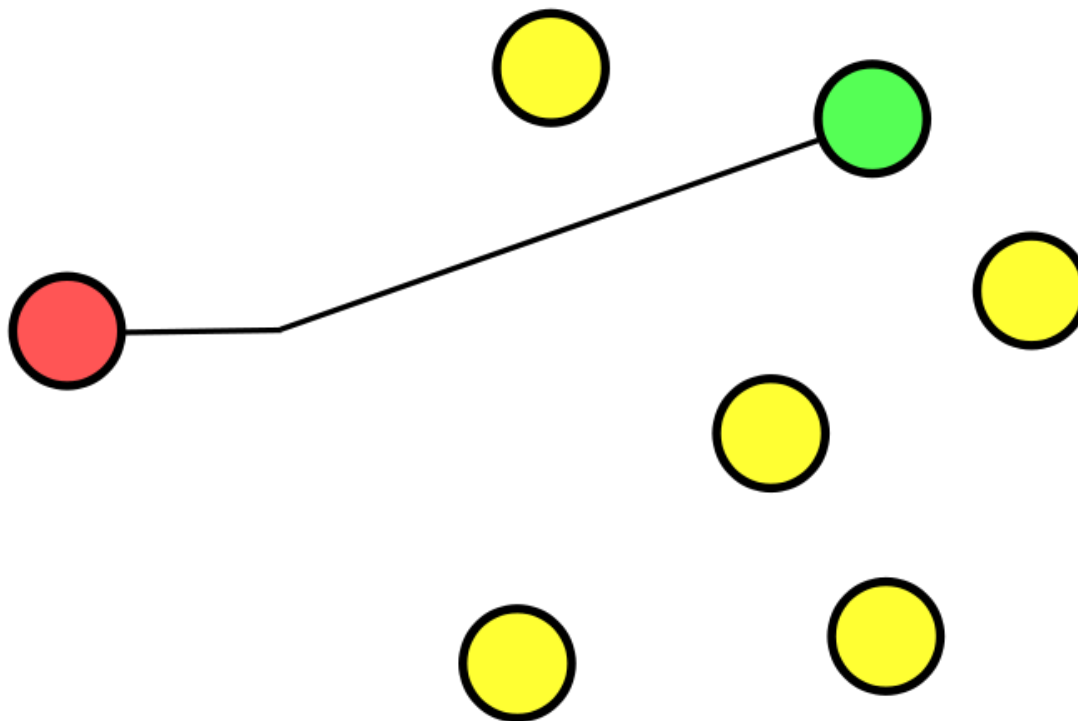


- **UNICAST**

- Quando um endereçamento para um pacote é feito a um único destino
- A entrega no *unicast* é simples, ponto-a-ponto

Introdução

Unicast



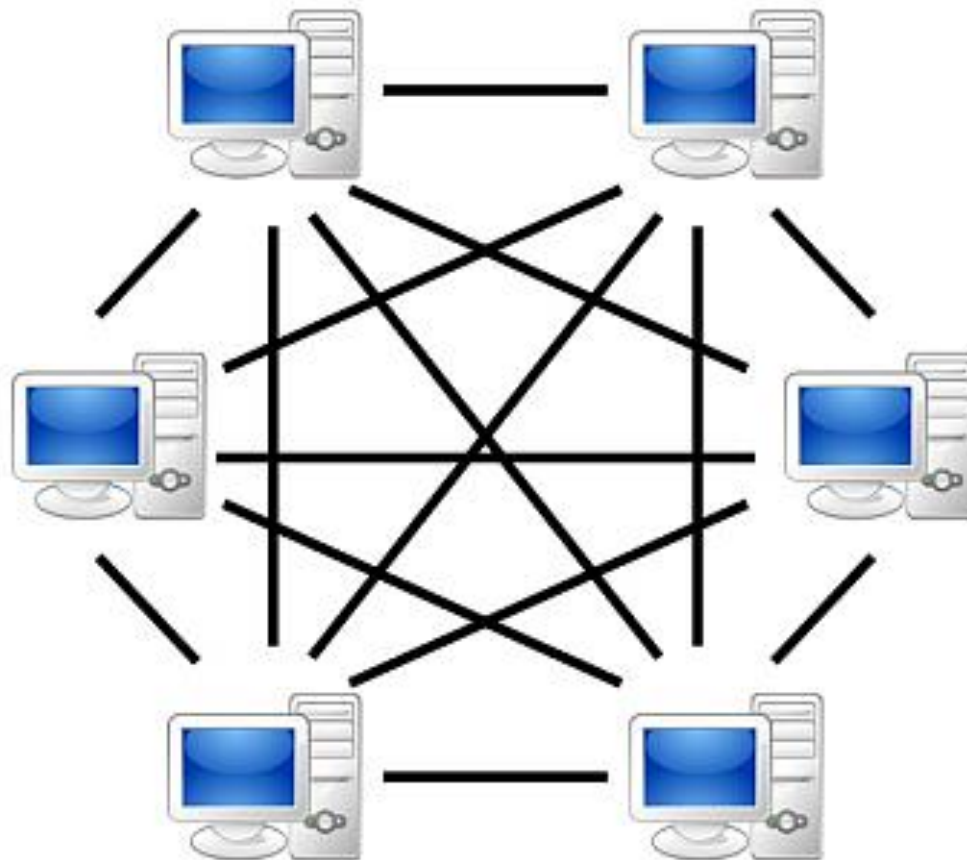
Introdução



- **REDES PONTO-A-PONTO**
 - Muitas conexões entre pares individuais de máquinas
 - Da origem ao destino passando por outras máquinas
 - É uma arquitetura de sistemas distribuídos caracterizada pela descentralização das funções na rede, onde cada nodo realiza tanto funções de servidor quanto de cliente

Introdução

Ponto-a-ponto



Fonte: <http://messiasfelix.freevar.com/img/rede-ponto-a-ponto.PNG>

Introdução

- **REDES PONTO-A-PONTO**

- **Características:**

- O seu *design* garante que cada usuário contribui com recursos para o sistema.
 - Apesar de que eles podem diferir nos recursos que contribuem, todos os nodos em um sistema peer-to-peer possuem as mesmas capacidades funcionais e responsabilidades

SUMÁRIO



REDES DE ACESSO

Introdução

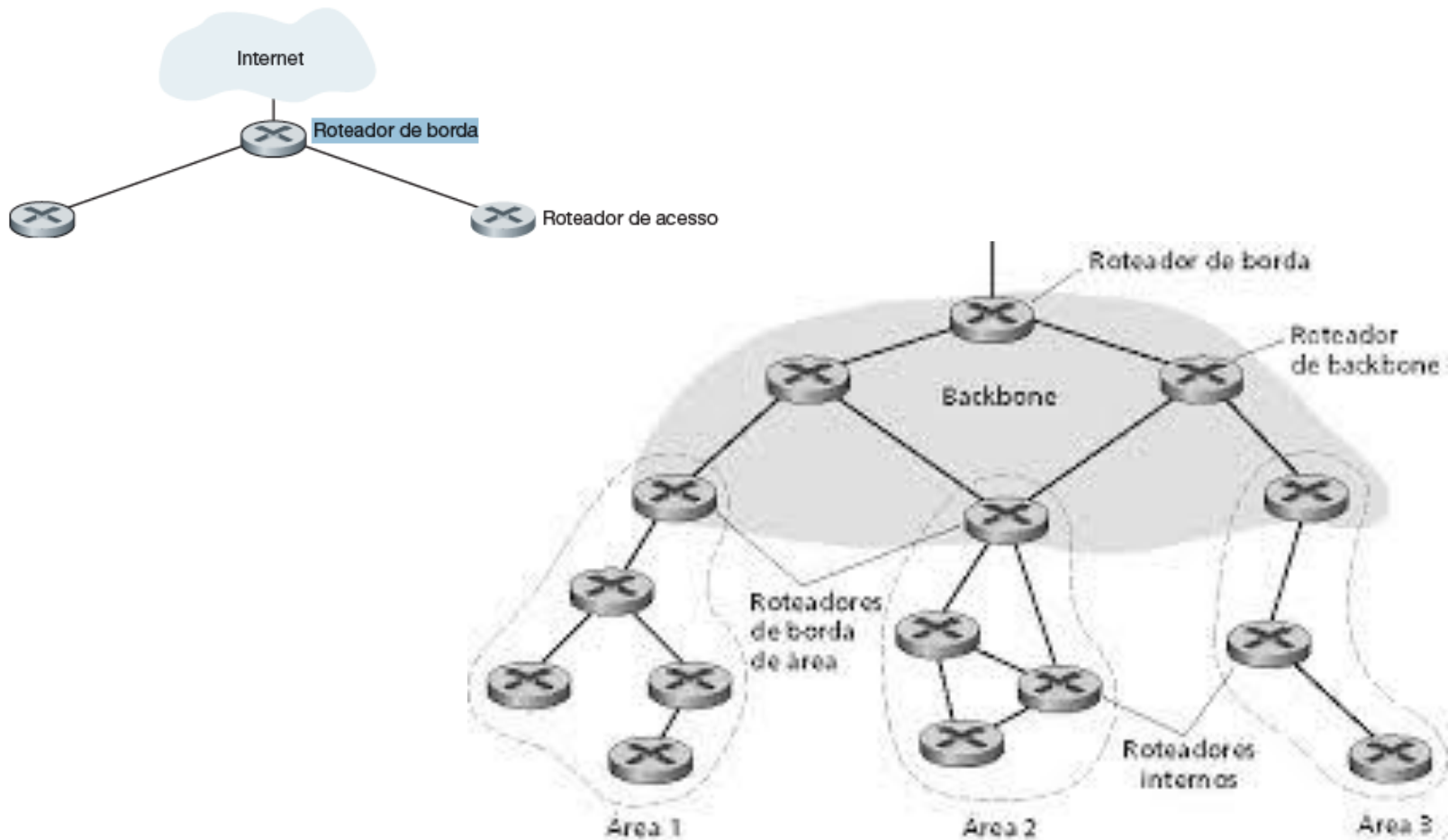
- **REDES DE ACESSO**

- Enlace ou enlaces físicos que conectam um sistema final a seu **roteador de borda**

- **Roteador de Borda**

- Primeiro roteador de um caminho entre um sistema final e qualquer outro sistema final remoto

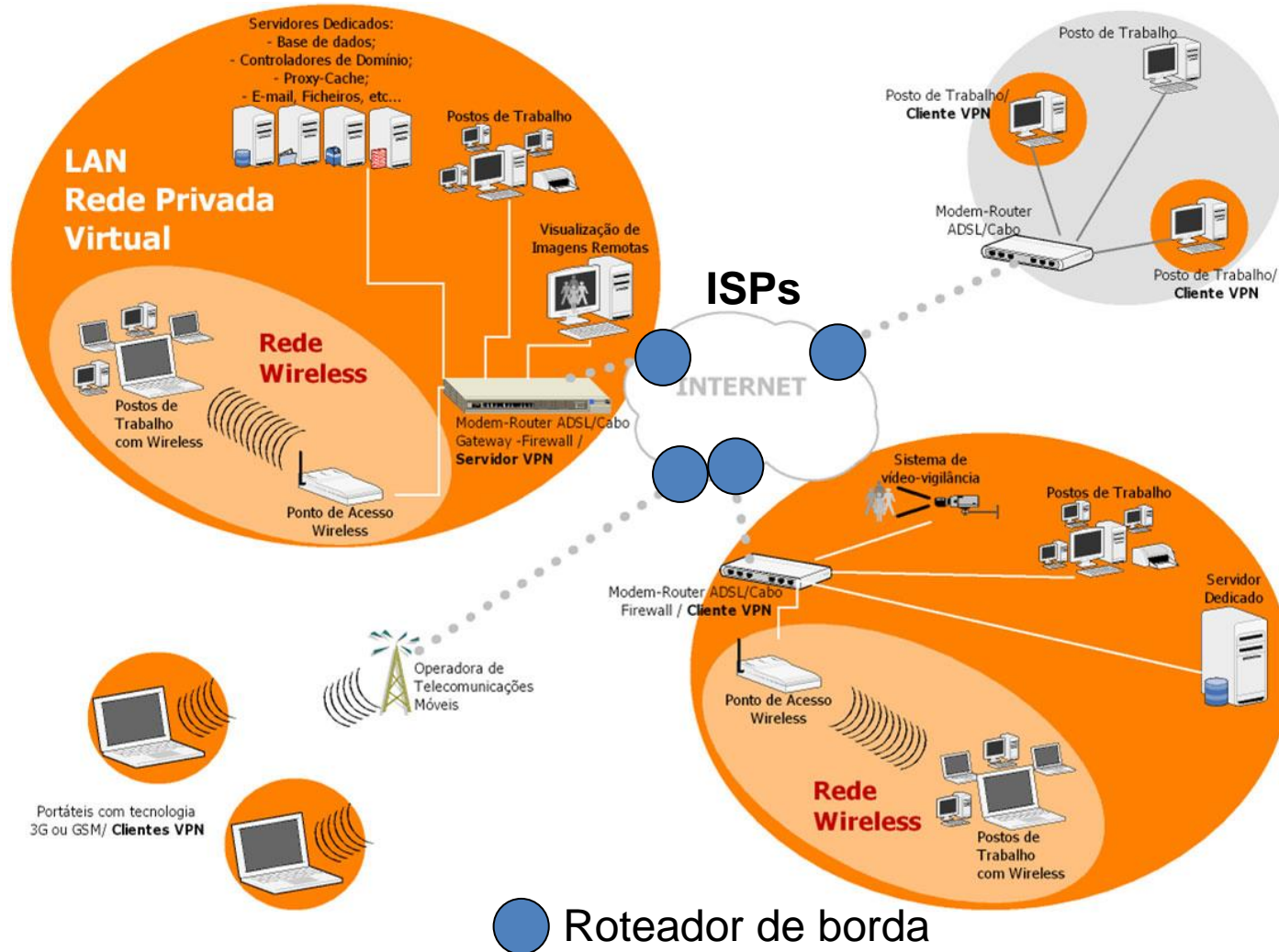
Introdução



Fonte: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ5ex3yMQApspo0XPHiiPxaHDG4VprqPfH4AzYCiTESdUYFzbb42A>



Introdução



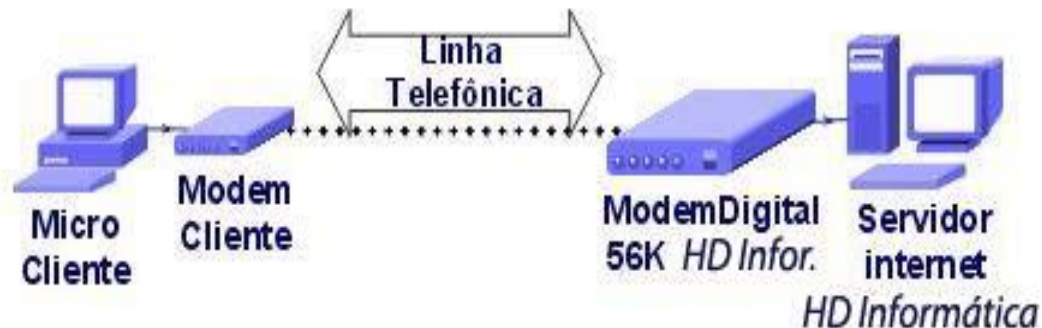
Introdução



- **REDES DE ACESSO**
 - Acesso residencial
 - Modem discado
 - Banda Larga
 - DSL (Digital Subscriber Line) Linha Digital de Assinante
 - Híbrido coaxial/fibra
 - Acesso Corporativo
 - Acesso sem fio

Introdução

- **ACESSO DISCADO**
 - Residencial (não + utilizado)

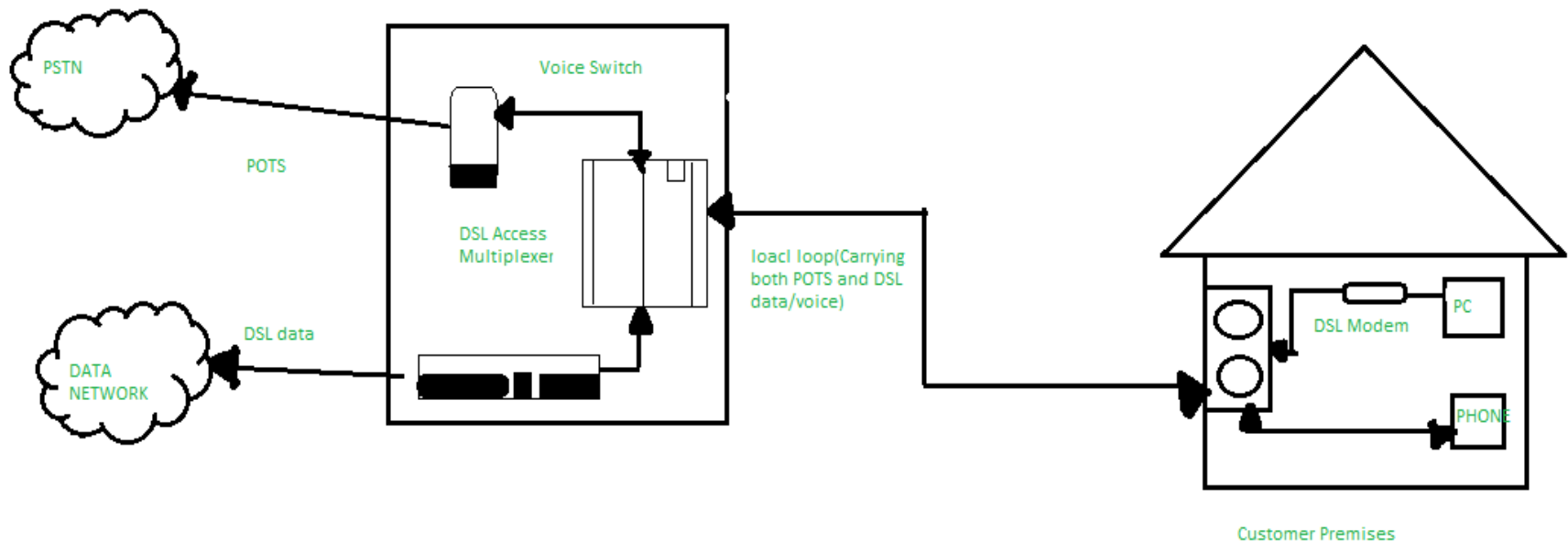


Fonte: https://sites.google.com/site/hdinformatcaltda/_/rsrc/1310707883618/internet-via-wireless/wireless4.JPG

Fonte: <http://imagens2.ne10.uol.com.br/blogsne10/mundobit/uploads/2013/05/discadores.jpg>

Introdução

- **ACESSO BANDA LARGA**
 - DSL(Digital Subscriber Line)

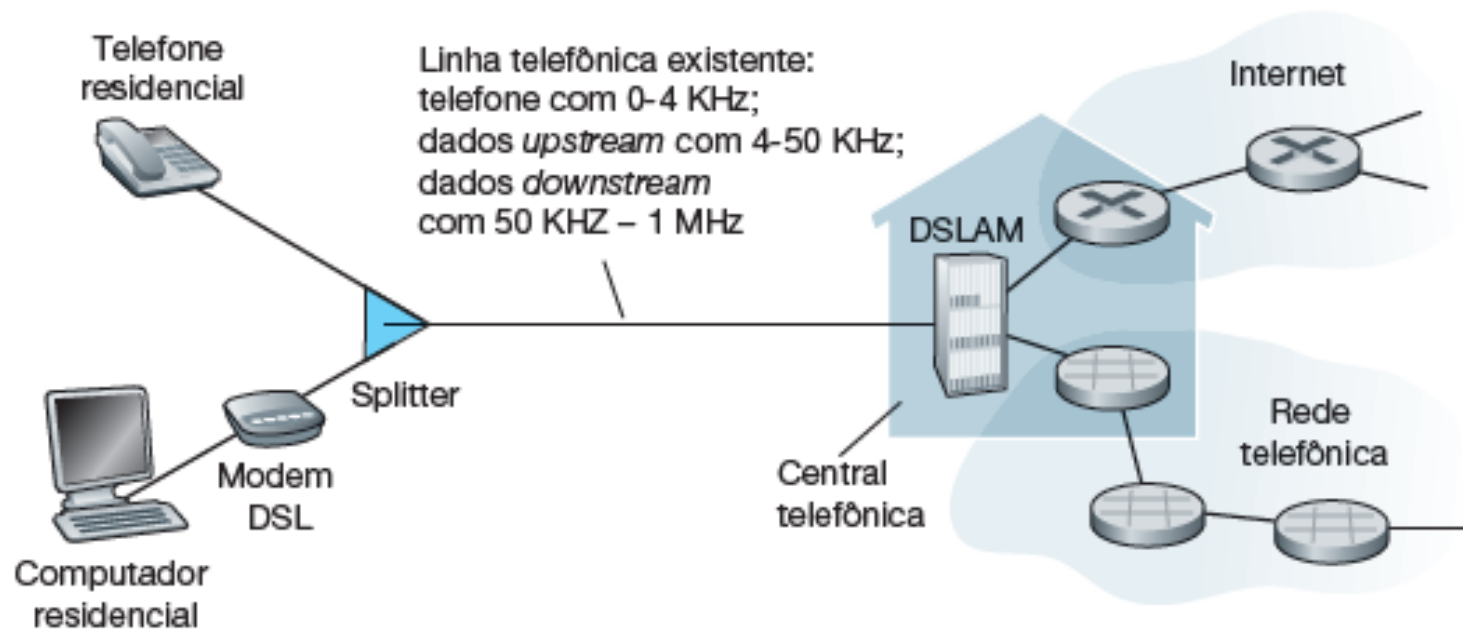


Fonte: <https://cdncontribute.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/Capture-86.png>

Introdução

- **ACESSO BANDA LARGA**
 - DSL(Digital Subscriber Line)

ACESSO À INTERNET POR DSL



Introdução

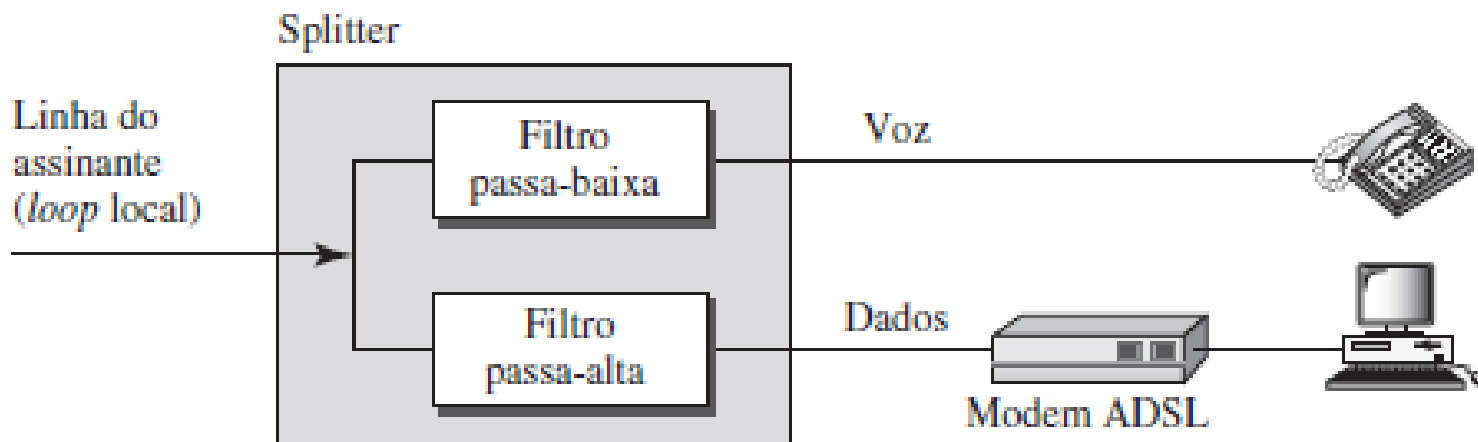
- **ACESSO BANDA LARGA**
 - DSL(Digital Subscriber Line)



Introdução

- **ACESSO BANDA LARGA**
 - **ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)**

Modem ADSL



Introdução

- ACESSO BANDA LARGA**

Resumo das tecnologias DSL

<i>Tecnologia</i>	<i>Velocidade de Downstream</i>	<i>Velocidade de Upstream</i>	<i>Distância (pés)</i>	<i>Pares Trançados</i>	<i>Código de Linha</i>
ADSL	1,5 a 6,1 Mbps	16 a 640 kbps	12.000	1	DMT
ADSL Lite	1,5 Mbps	500 kbps	18.000	1	DMT
HDSL	1,5 a 2 Mbps	1,5 a 2 Mbps	12.000	2	2B1Q
SDSL	768 kbps	768 kbps	12.000	1	2B1Q
VDSL	25 a 55 Mbps	3,2 Mbps	3.000 a 10.000	1	DMT

ADSL – Asymmetric Digital Subscriber Line

HDSL - High-bit-rate Digital Subscriber Line

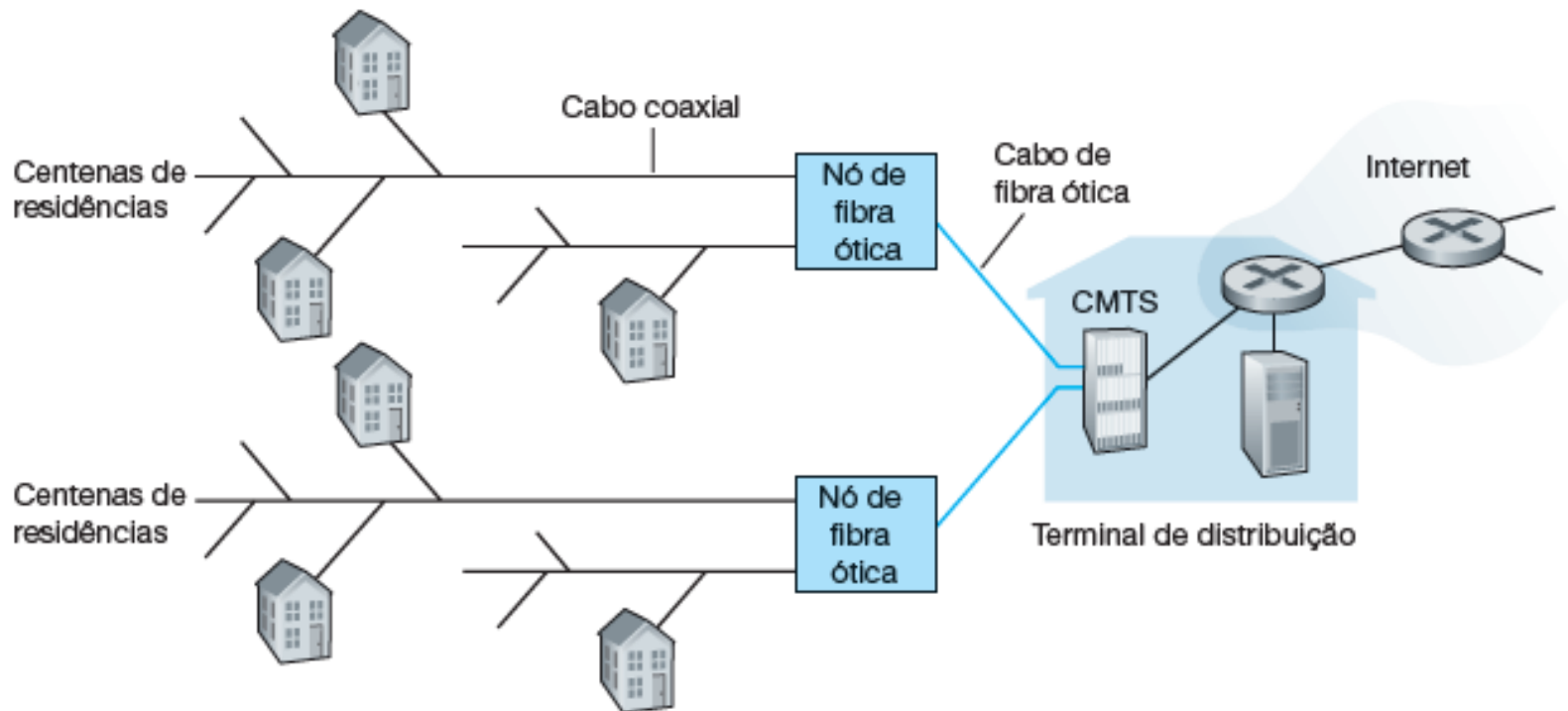
SDSL - Symmetric Digital Subscriber Line

VDSL - Very High-bit-rate Digital Subscriber Line

Introdução

- **ACESSO REDE HÍBRIDA COAXIAL-FIBRA**

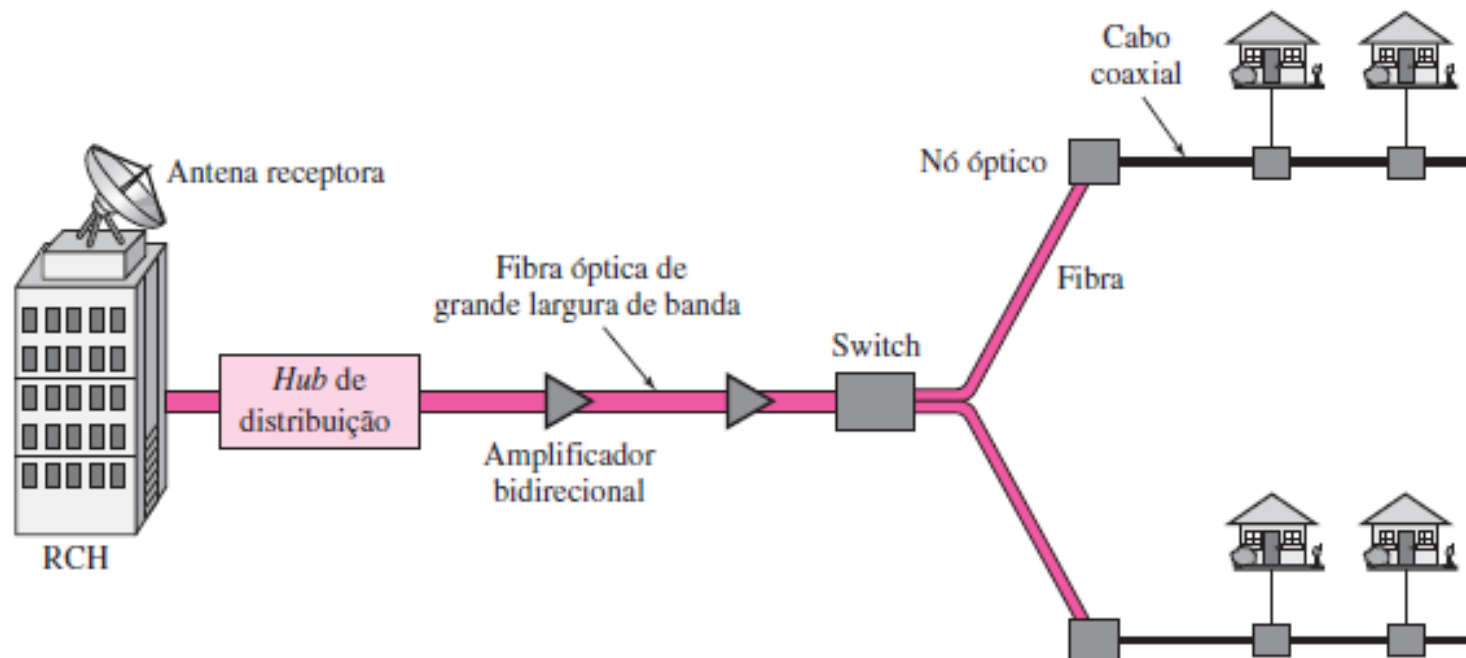
UMA REDE DE ACESSO HÍBRIDA FIBRA-COAXIAL



Introdução

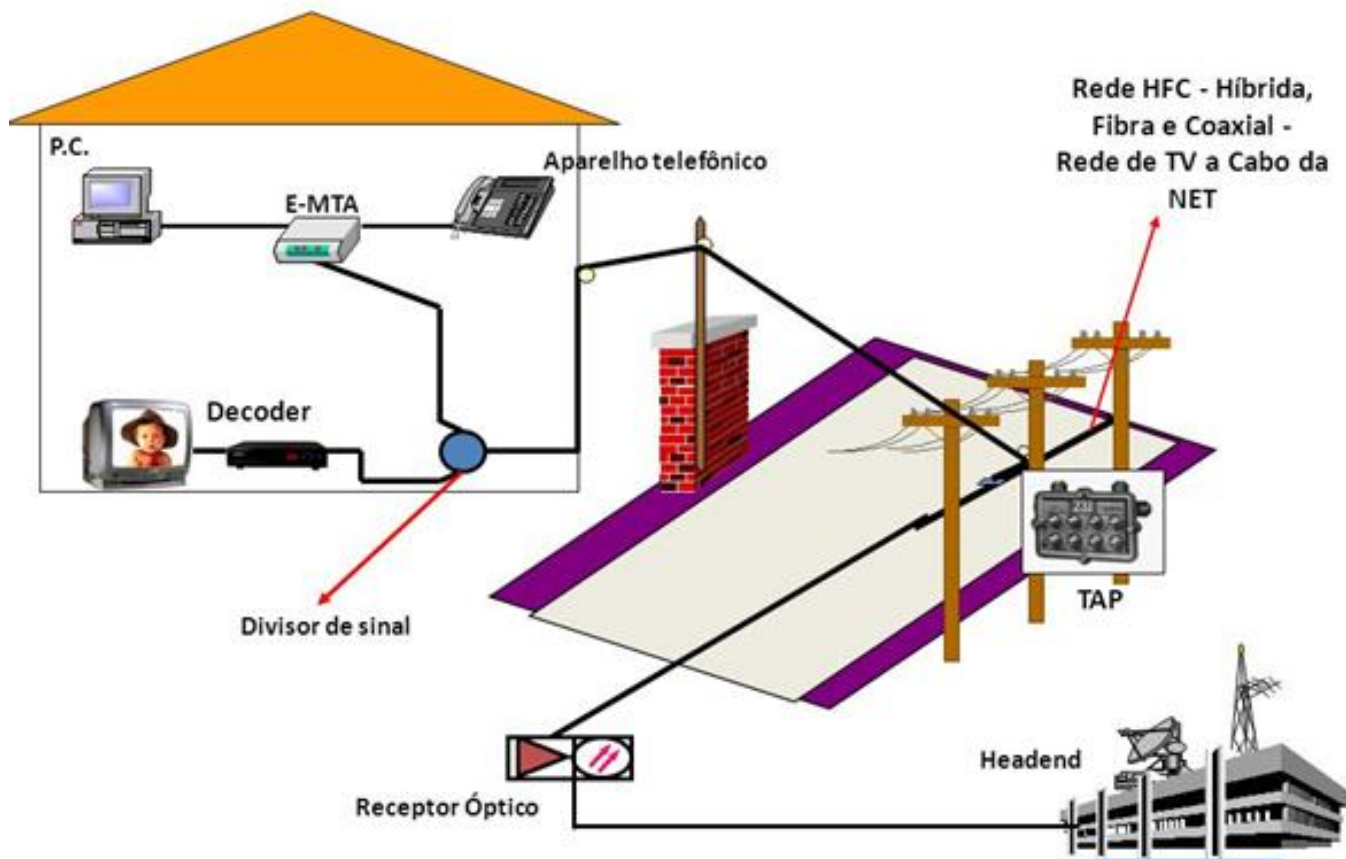
- **ACESSO REDE HÍBRIDA COAXIAL-FIBRA**

Rede HFC (Hybrid fiber-coaxial)



Introdução

- **ACESSO REDE HÍBRIDA COAXIAL-FIBRA**



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/4872293/16/images/71/Rede+HFC+--+H%C3%ADbrida%2C+Fibra+e+Coaxial+-+jpg>

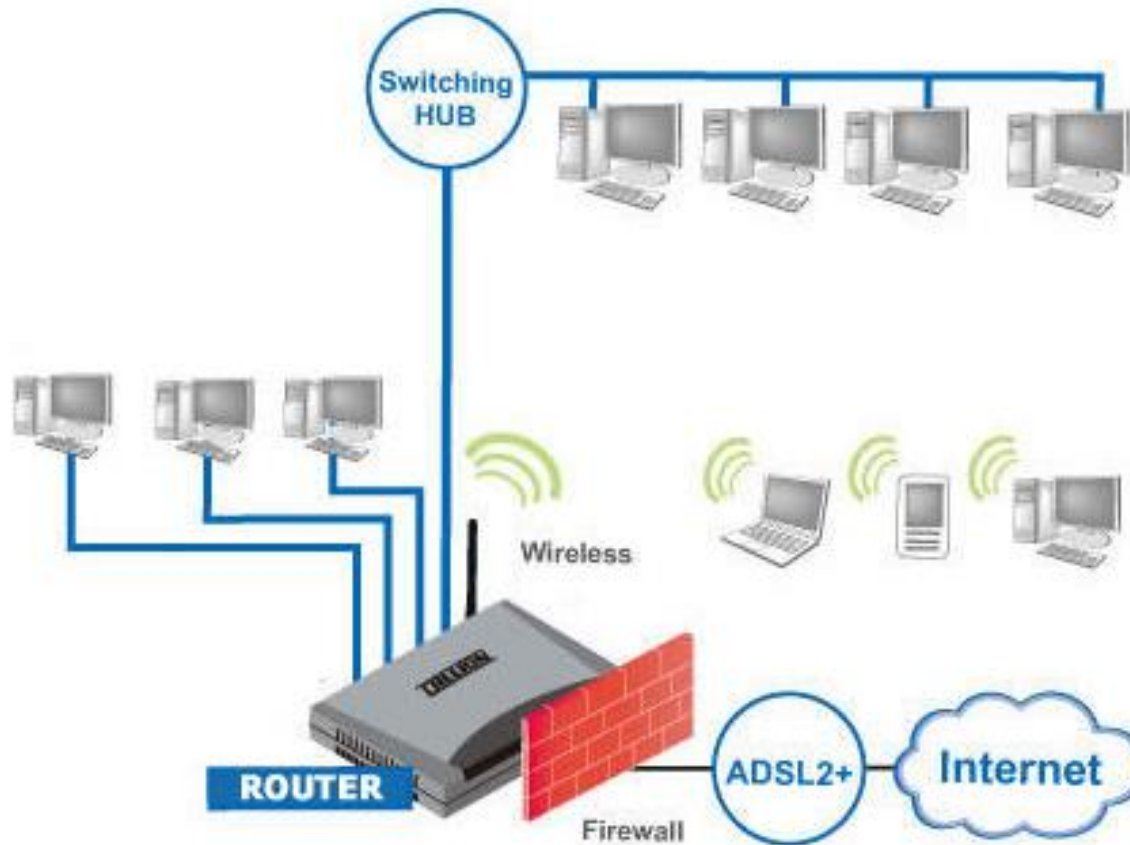
Introdução



- **ACESSO CORPORATIVO**
 - DSL (Digital Subscriber Line) Linha Digital de Assinante
 - HÍBRIDO
 - RÁDIO

Introdução

- **ACESSO CORPORATIVO - DSL**

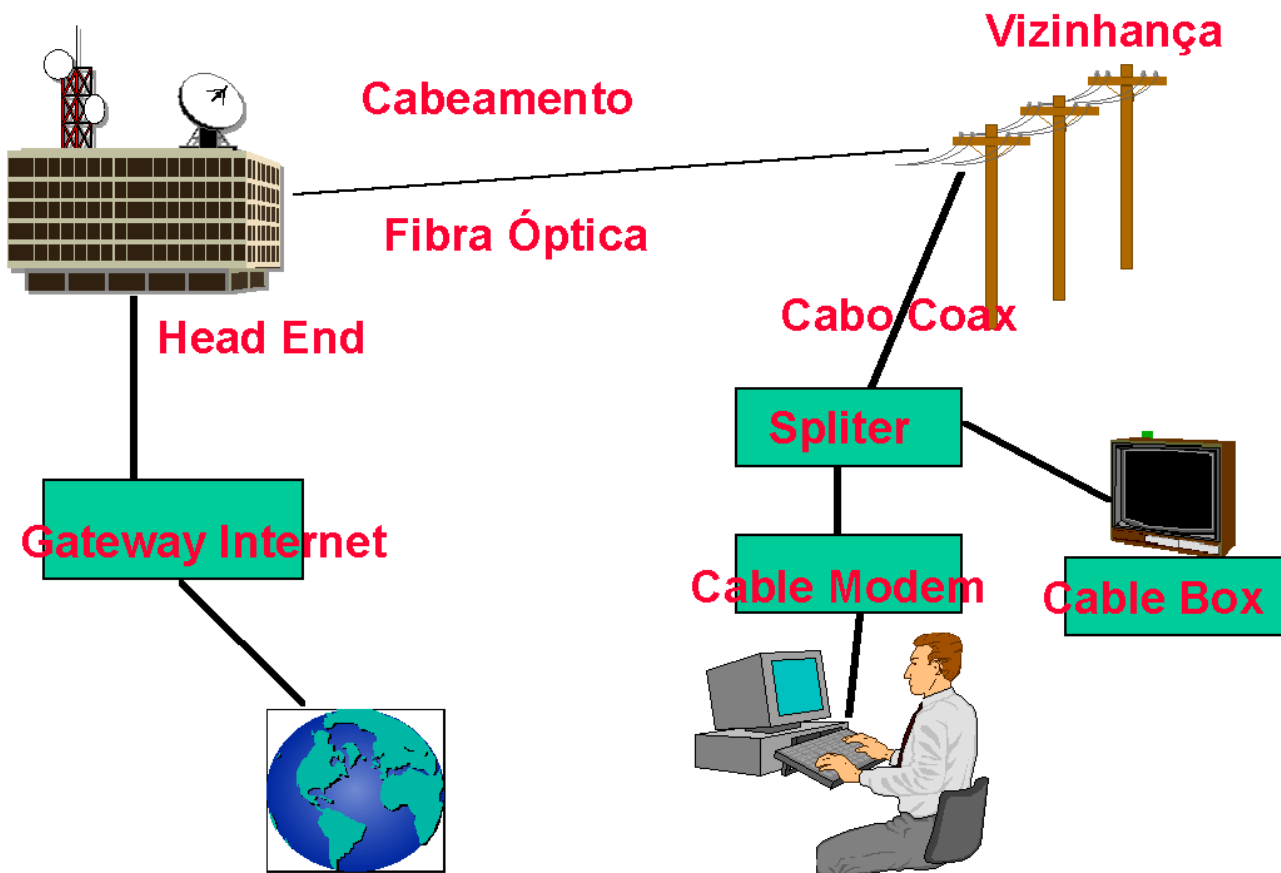


Fonte: <http://www.cascaweb.com.br/wp-content/uploads/2014/12/rede-router-diagrama.jpg>

ricardo.souza@ifpa.edu.br

Introdução

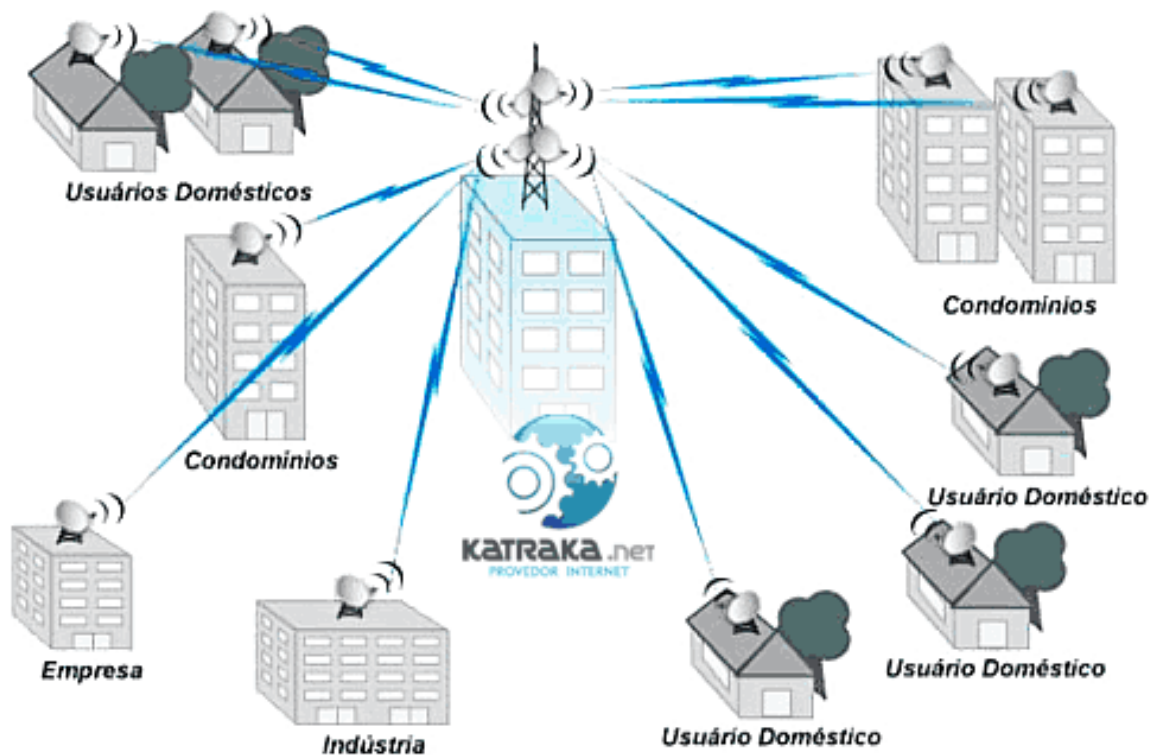
- **ACESSO REDE HÍBRIDA COAXIAL-FIBRA**



Fonte: <http://slideplayer.com.br/9537296/30/images/43/ACESSO+REDE+H%C3%80BRIDA+COAXIAL-FIBRA.jpg>

Introdução

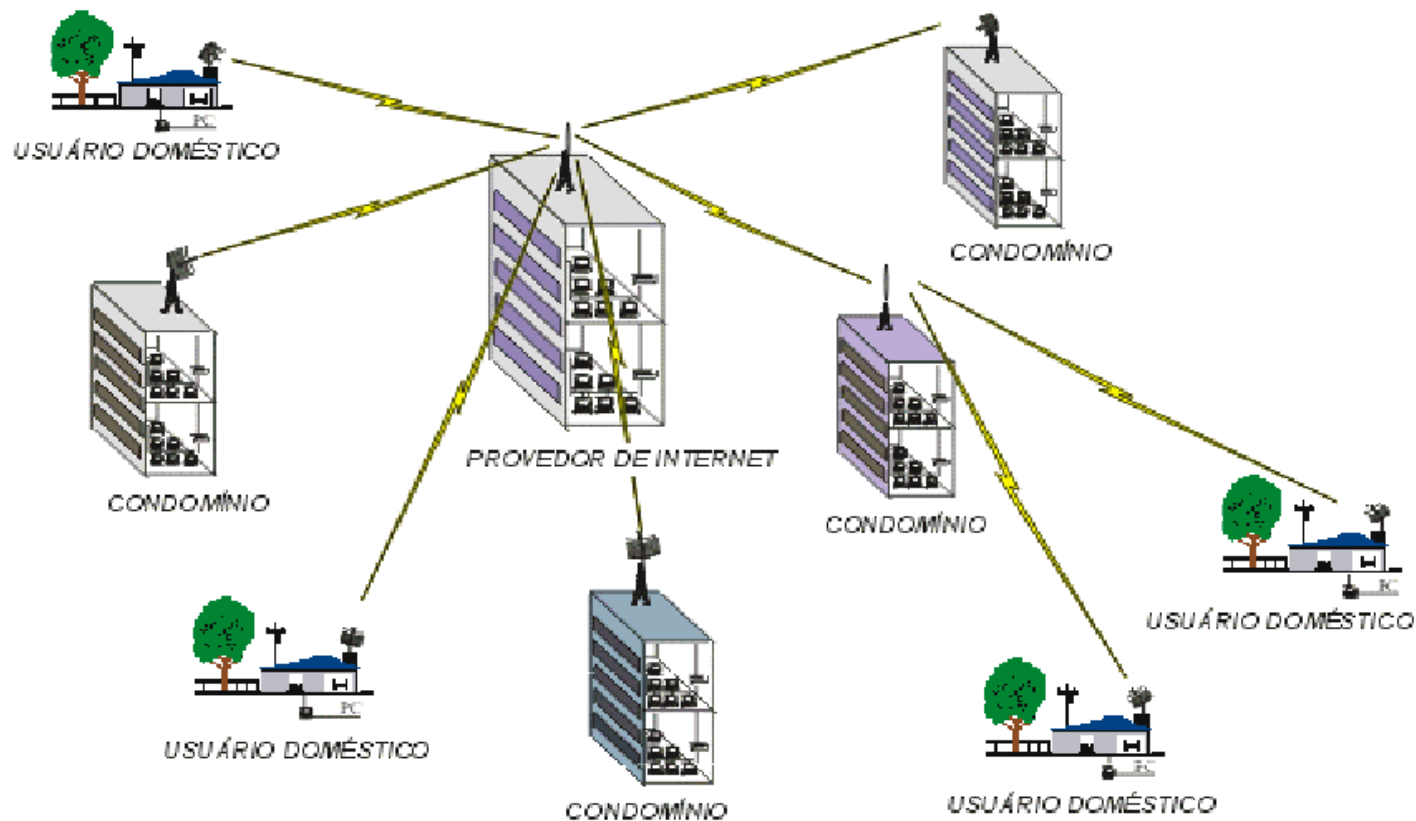
- **ACESSO CORPORATIVO POR RÁDIO**



Fonte: <https://www.invoop.com/uploads/announcements/58b30a44b56b3.gif>

Introdução

- **ACESSO CORPORATIVO POR RÁDIO**



Fonte: http://2.bp.blogspot.com/_1RK1SdVOWCU/TK-t66zJhJI/AAAAAAAAABs/r4s3KX_JywM/s1600/wirele10.gif

Referências



- FOROUZAN, Behrouz A. **Comunicação de dados e redes de computadores**. 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.
- KUROSE, Jim F. ROSS, Keith W. **Redes de Computadores e a Internet**. Uma nova abordagem. 3. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2006.
- TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- COMER, Douglas E. **Internetworking with TCP/IP. Principal, Protocolos, and Architecture**. 2.ed. New Jersey: Prantice Hall, 1991. v.1.
- OPPENHEIMER, Priscilla. **Projeto de Redes Top-down**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- GASPARINNI, Anteu Fabiano L., BARELLA, Francisco Rogério. **TCP/IP Solução para conectividade**. São Paulo: Editora Érica Ltda., 1993.

Referências



- SPURGEON, Charles E. **Ethernet: o guia definitivo**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- SOARES, Luiz Fernando G. **Redes de Computadores: das LANs, MANs e WANs às redes ATM**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito (Org.). **Arquitetura de Redes de Computadores OSI e TCP/IP**. 2. Ed. rev. ampl. São Paulo: Makron Books do Brasil, Brisa; Rio de Janeiro: Embratel; Brasília, DF: SGA, 1997.
- COMER, Douglas E. **Interligação em rede com TCP/IP**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. v.1.
- ARNETT, Matthen Flint. **Desvendando o TCP/IP**. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 543 p.
- ALVES, Luiz. **Comunicação de dados**. 2. Ed. rev. ampl. São paulo: Makron Books do Brasil, 1994.