

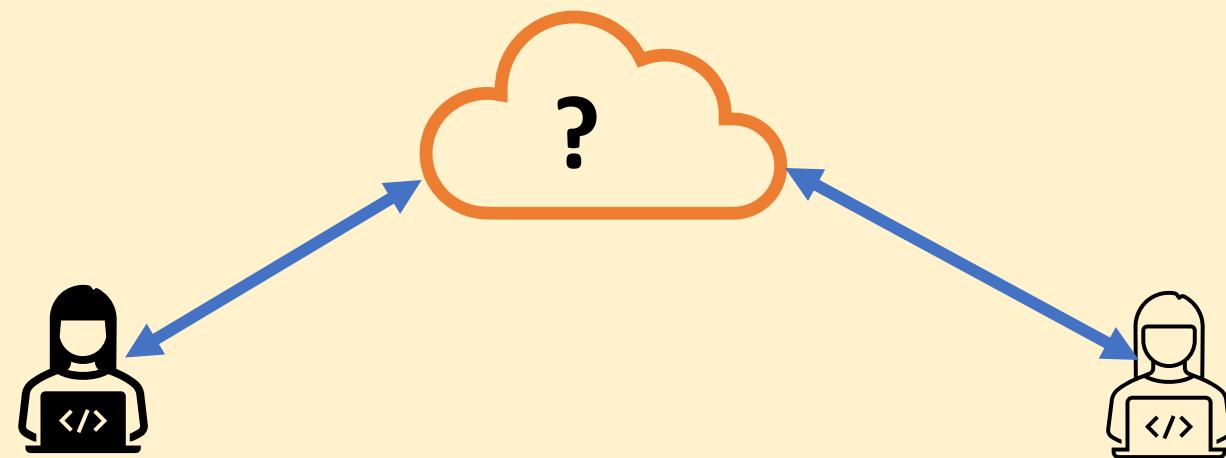


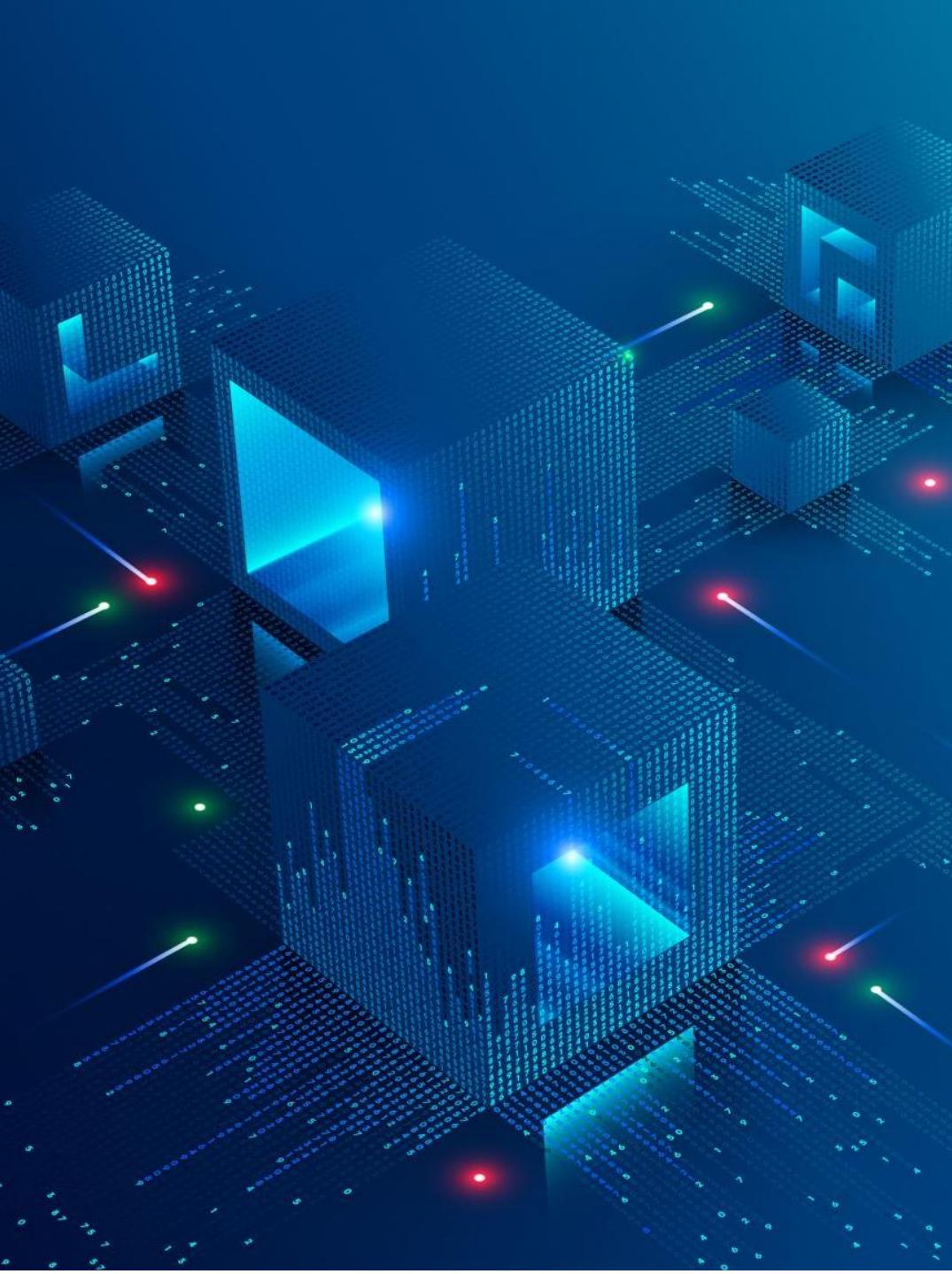
Introdução a Redes de Computadores

Prof. Alessandro Vivas Andrade

Qual o foco do curso?

- O foco do curso é o estudo das técnicas, protocolos e algoritmos que possibilitam o funcionamento das redes de computadores.

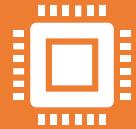




Pontos Principais

- Funcionamento da Internet
- Princípios Básicos de Interligação de Redes
- Funcionamento dos Protocolos
- Projeto de Redes de Computadores
- Entender Tecnologias utilizadas nas Redes de Computadores

O que não vamos abordar



Aprender a configurar roteadores, roteadores sem fio e sistemas equipamentos em geral



Entender detalhes sobre teoria de processamento de sinais e propagação de ondas



Entender detalhes sobre princípios físicos e matemáticos envolvidos nos conceitos de Redes de Computadores

Por que devemos estudar Redes de Computadores?

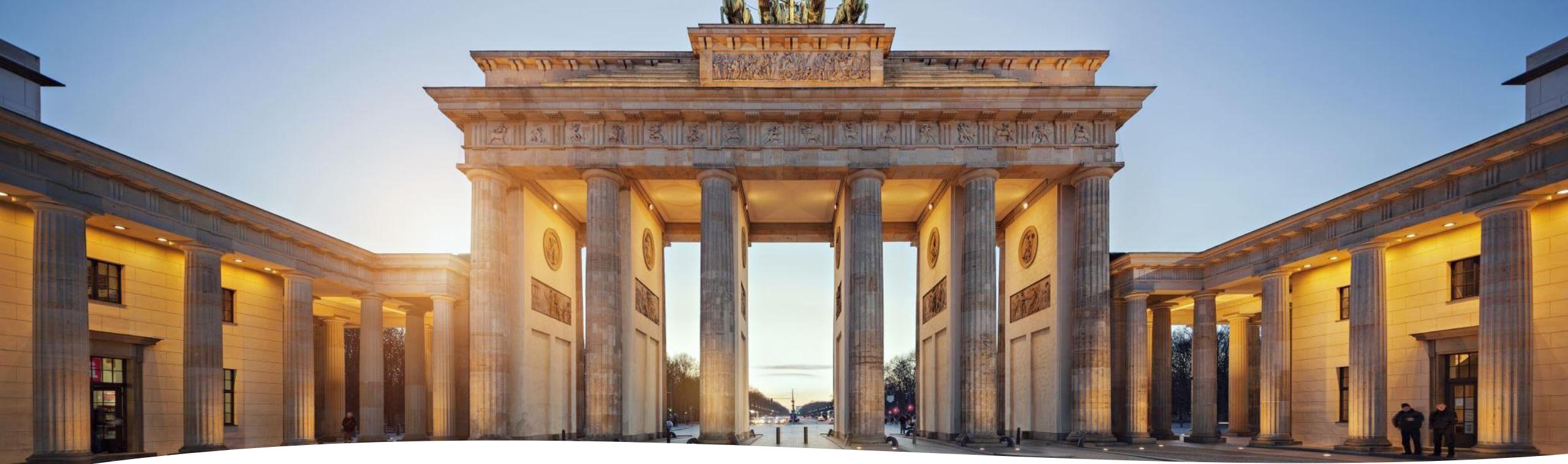
Fatores Econômicos: Compras na Web

Fatores Sociais: Instagram, Tiktok, X e Facebook

Conhecimento: Wikipedia, Google Books

Comunicação: Whatsapp, Telegram, Facetime

História da Comunicação de Dados



Phryctoria (Fonte: Wikipedia)

- Segundo o Wikipedia, "*Phryctoria era um sistema de semáforo usado na Grécia Antiga. As phryctoriae eram torres construídas no topo de montanhas selecionadas para que uma torre (phryctoria) fosse visível para a próxima torre (geralmente a 32 quilômetros de distância). As torres foram utilizadas para a transmissão de uma mensagem específica pré-combinada. Uma torre acenderia sua chama, a próxima torre veria o fogo e acenderia a sua própria.*



Sinais de Fumaça dos Nativos Americanos

China

- Utilizavam sinais de fumaça para comunicar invasões.

Fonte: http://www.chinaheritagequarterly.org/articles.php?searchterm=006_wolf.inc&issue=006



Correios – 25 de janeiro de 1663

- Início do Serviço Postal no Brasil em 1663
- O Primeiro selo (Olho de boi) foi criado em 1843



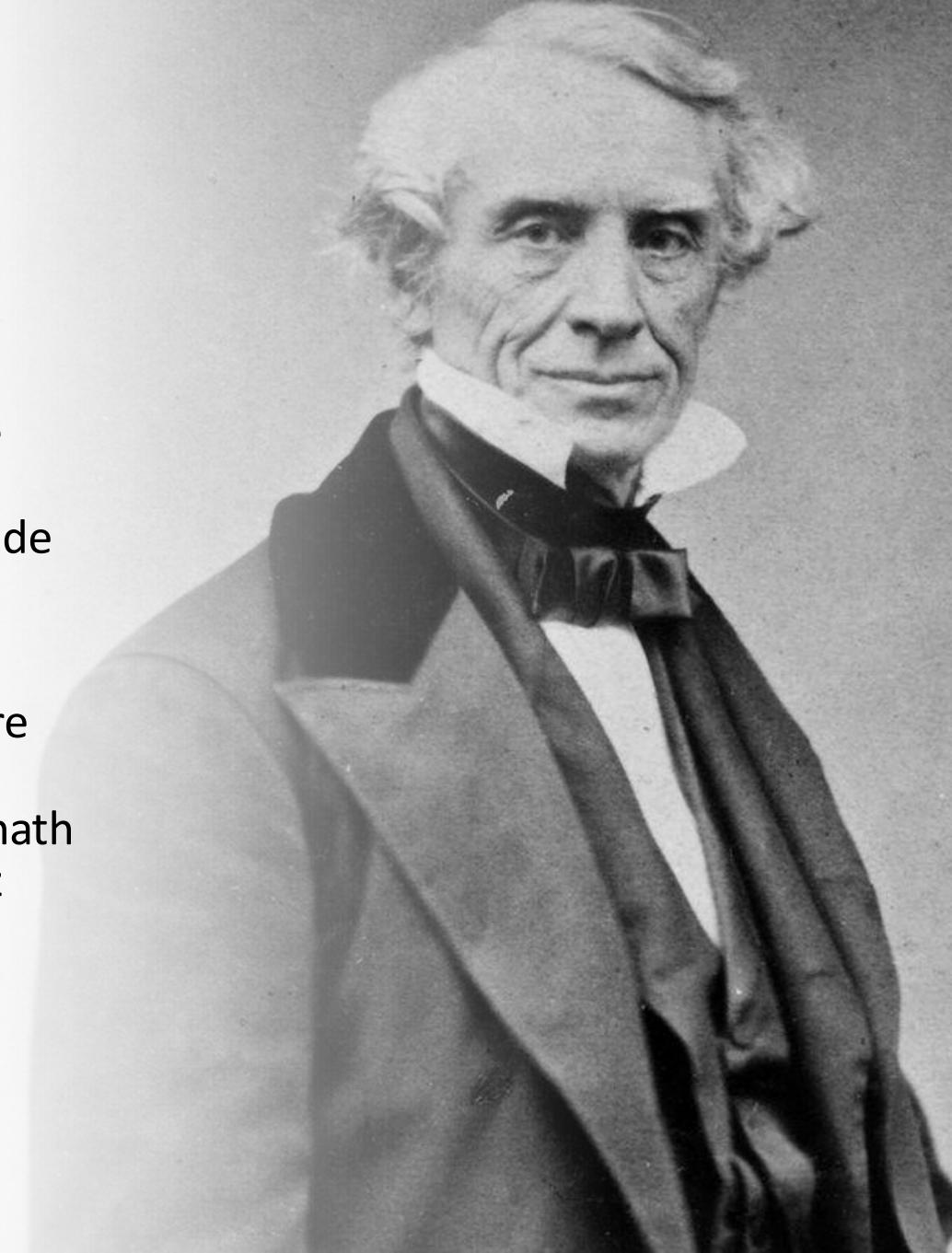
Pombo Correio

- A pomba **Cher Ami** foi responsável por salvar a vida de 194 soldados.
- Na Batalha de Argonne (4/10/1918) um batalhão americano ficou cercado pelas tropas alemãs. O Major Charles Whittlesey enviou uma mensagem pedindo ajuda.
- Mesmo com diversos ferimentos ela entregou a mensagem e conseguiu salvar os soldados.



Telégrafo

- Em 1837, Samuel F. B. Morse inventou o telégrafo, uma máquina que usa a eletricidade para enviar mensagens.
- Morse criou uma linha de comunicação de 130 km entre Baltimore e Washington, enviando as palavras 'What hath God wrought?' (Que obra fez Deus)



Primeiro Telegrama

- O primeiro telegrama foi enviado em 24 de maio de 1844 utilizando a linguagem chamada de código morse.

1. The length of a dot is one unit.
2. A dash is three units.
3. The space between parts of the same letter is one unit.
4. The space between letters is three units.
5. The space between words is seven units.

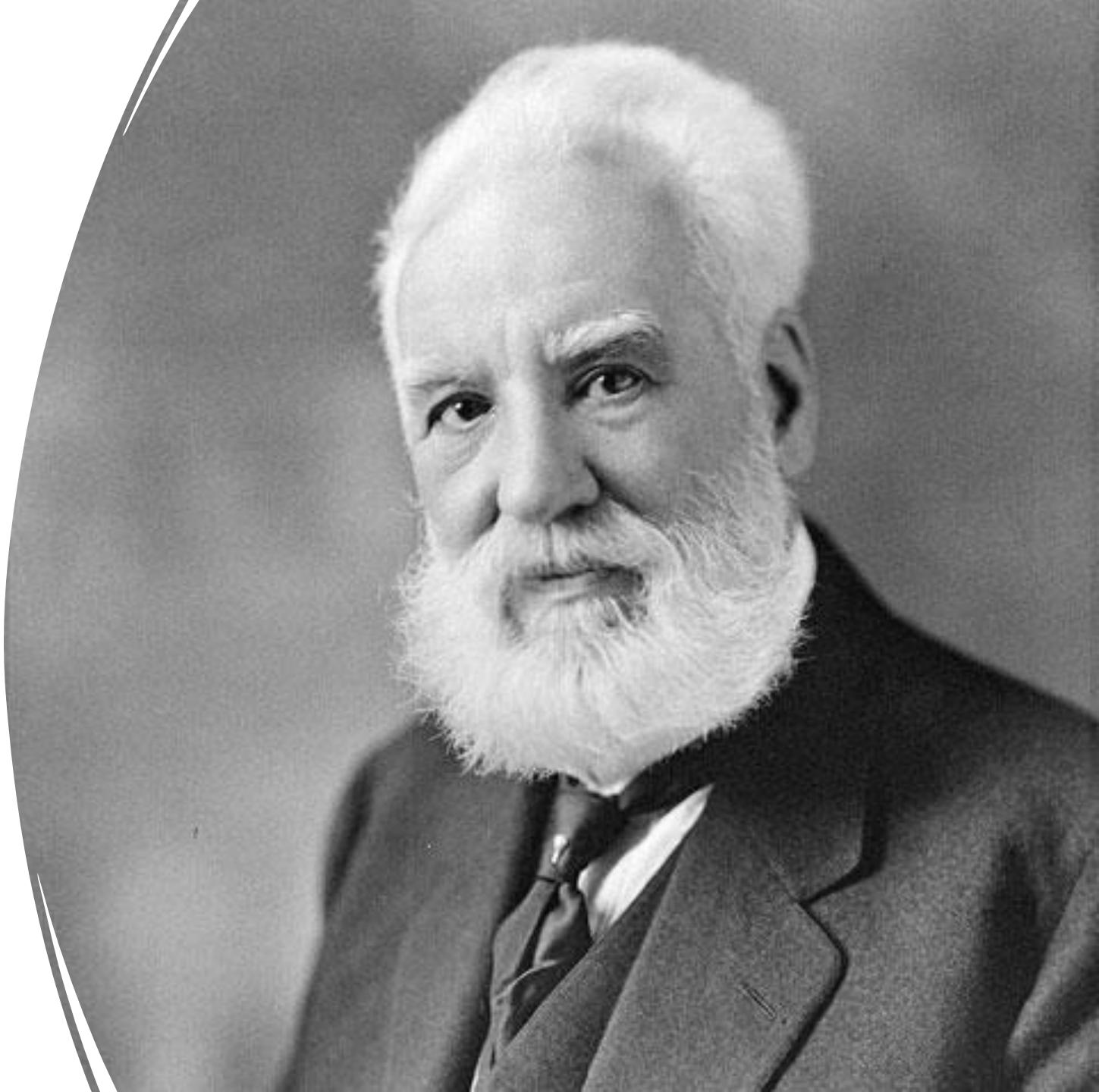
A	● —
B	— — • • •
C	— — • — •
D	— — • •
E	●
F	● • — — •
G	— — — :
H	● • ● • •
I	● ●
J	● — — — —
K	— — • —
L	● — — • •
M	— —
N	— — ●
O	— — —
P	● — — — •
Q	— — — • —
R	● — — •
S	● • ● •
T	— — —

U	● • —
V	● • • —
W	● — —
X	— — • • —
Y	— — • — —
Z	— — — • •

1	● — — — — —
2	● • — — — —
3	● • • — — —
4	● • • • — —
5	● • • • •
6	— — • • •
7	— — • • • •
8	— — — — • •
9	— — — — — •
0	— — — — — —

Telefone

- Em 1876, Alexander Graham inventou o telefone que se tornou o principal meio de comunicação no mundo.

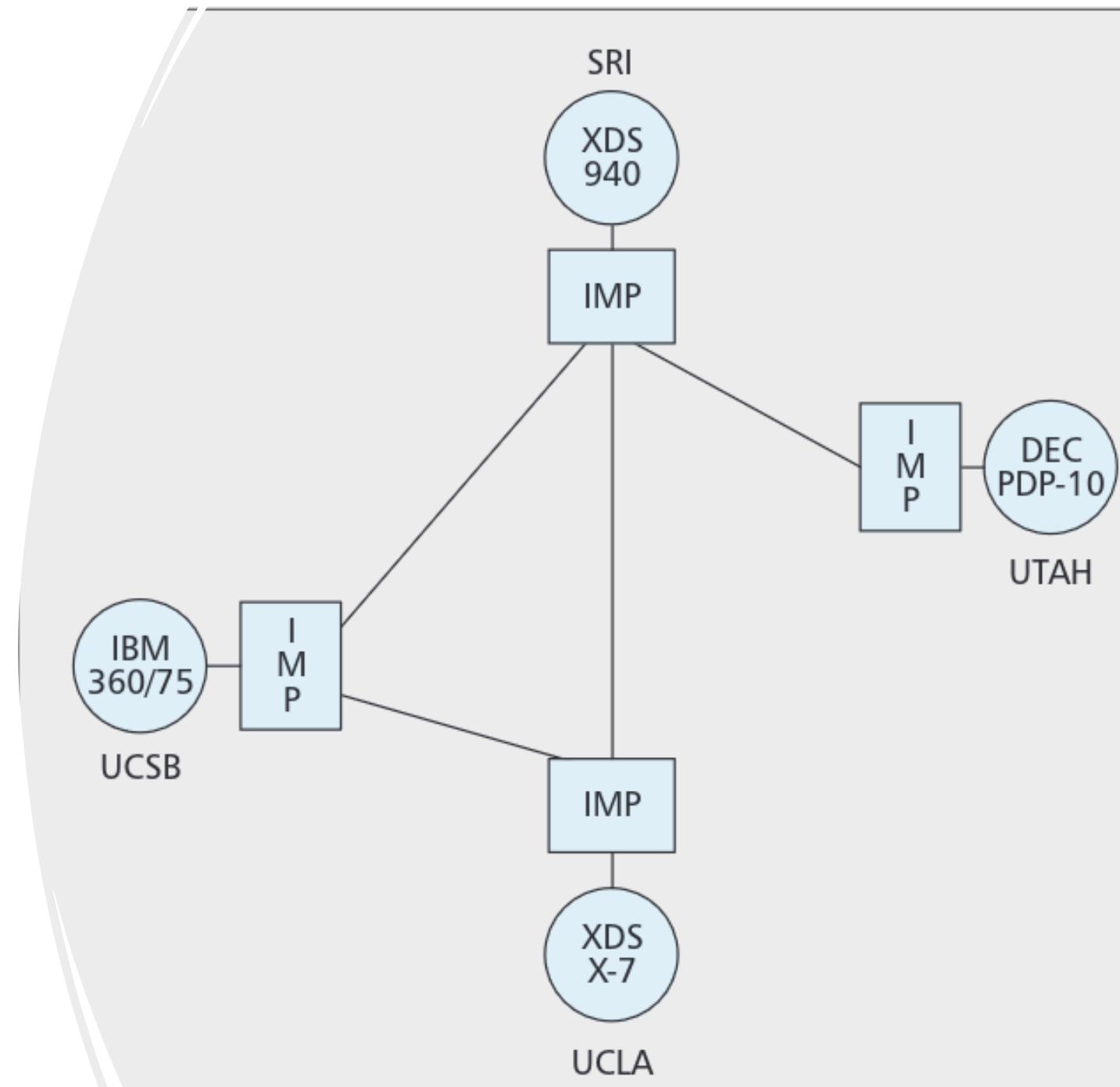




História da Internet

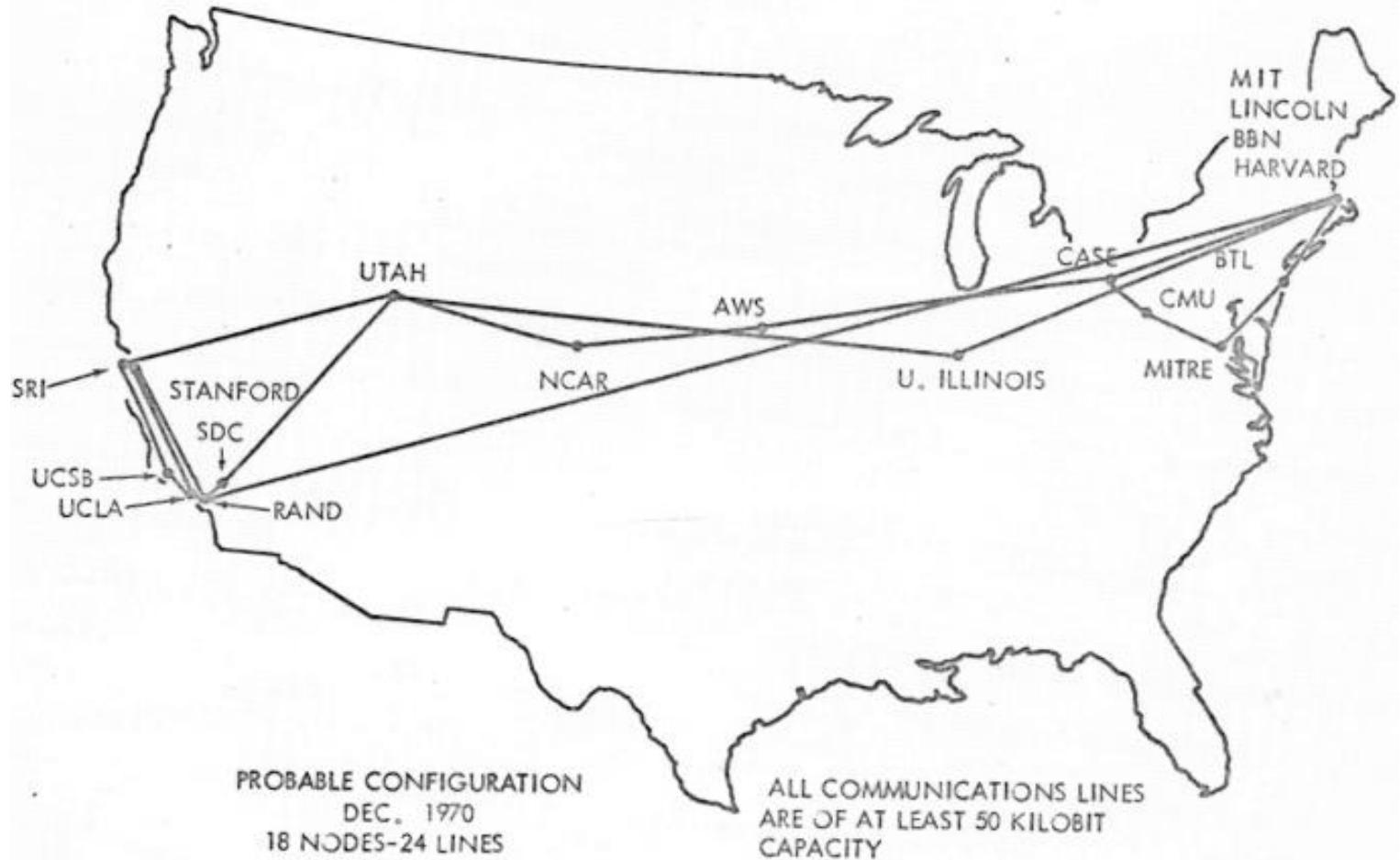


Arpanet 1969 com 4 nós

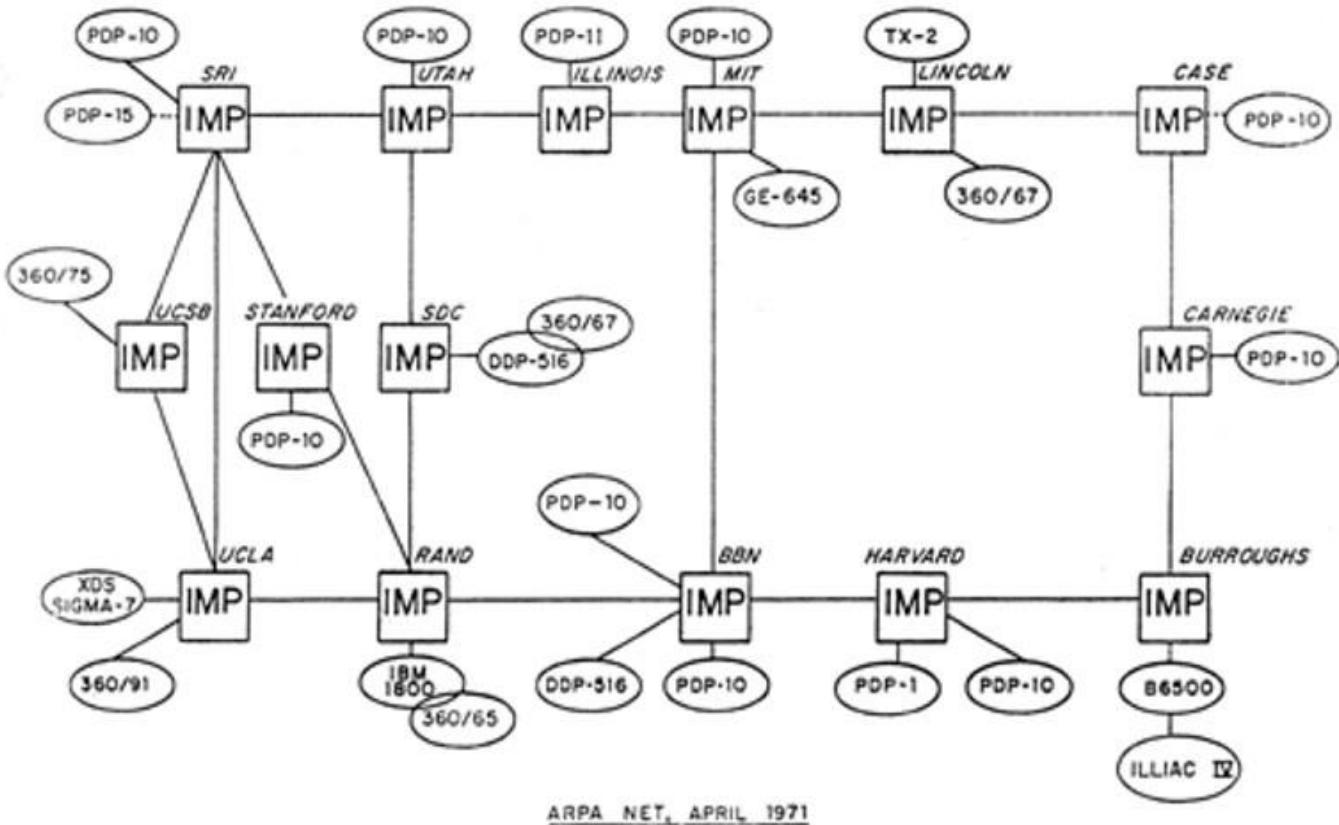


Arpanet 1970

ARPA COMPUTER NETWORK



Arpanet 1971



Ano	Número de Nós	Nome da Rede
1969	4	ARPANET
1971	23	ARPANET
1973	40	ARPANET
1977	111	ARPANET
1981	213	ARPANET
1984	1.000	ARPANET
1989	100.000	NSFNET
1993	1.000.000	Internet
1997	6.300.000	Internet
2000	50.000.000	Internet
2005	512.000.000	Internet
2010	1.966.000.000	Internet
2015	3.415.000.000	Internet
2020	4.661.000.000	Internet
2023	5.312.000.000	Internet

Timeline

1967	ARPANET concebida pela Advanced Research Projects Agency
1969	Primeiro nó da ARPANET operacional
1970	ALOHAnet, rede via satélite no Havaí
1971	23 nós na ARPANET
1972	ARPANET demonstrada publicamente, primeiro programa de e-mail; 15 nós na ARPANET
1973	Tese de doutorado de Metcalfe propõe a Ethernet
1974	Cerf and Kahn definem a arquitetura das redes de interconexão; ARPANET com 200 nós
1977	111 nós na ARPANET
1981	213 nós na ARPANET
1982	Protocolos SMTP de e-mail definidos
1983	Desenvolvimento do TCP/IP; definição do DNS para conversão de nomes em IPs
1984	1.000 nós na ARPANET
1985	Protocolo FTP definido
1988	Controle de congestionamento do TCP
1989	100.000 nós na NSFNET
1990	ARPANET terminada; surgimento da World Wide Web (WWW), HTML e HTTP
1991	NSF retira as restrições comerciais do uso da NSFNET

Timeline

1993	1.000.000 de nós na Internet
1994	Navegadores Mosaic e Netscape lançados
1997	6.300.000 de nós na Internet
1998	Google e Yahoo! fundados
2000	50.000.000 de nós na Internet
2004	Facebook lançado
2005	YouTube lançado
2007	iPhone lançado
2010	1.966.000.000 de nós na Internet
2015	3.415.000.000 de nós na Internet
2020	4.661.000.000 de nós na Internet
2023	5.312.000.000 de nós na Internet

Sistema de Comunicação



Componentes de um Sistema de Comunicação



Fonte: este dispositivo gera a informação a ser transmitida, como exemplo pode-se citar telefones, computadores, microfones, vídeo.



Transmissor: este elemento tem como objetivo transformar e codificar a informação gerada para a que mesma possa ser enviada no meio de transmissão.



Meio de transmissão: pode ser um simples cabo, ar, fibras ópticas, etc...



Receptor: tem como função receber os sinais provenientes do meio de transmissão e convertê-lo em um formato que possa ser entendido e manipulado pelo destino.



Destino: recebe as informações de receptor.



Diagrama de um
Sistema de
Comunicação Simples

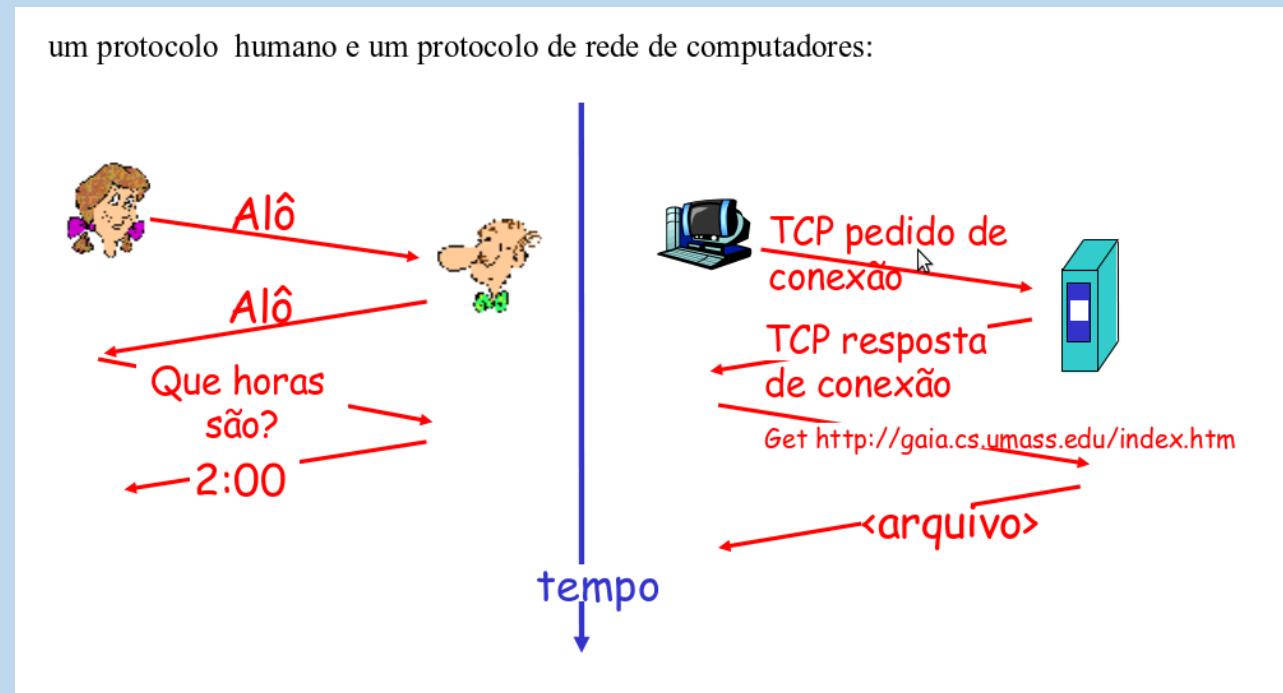
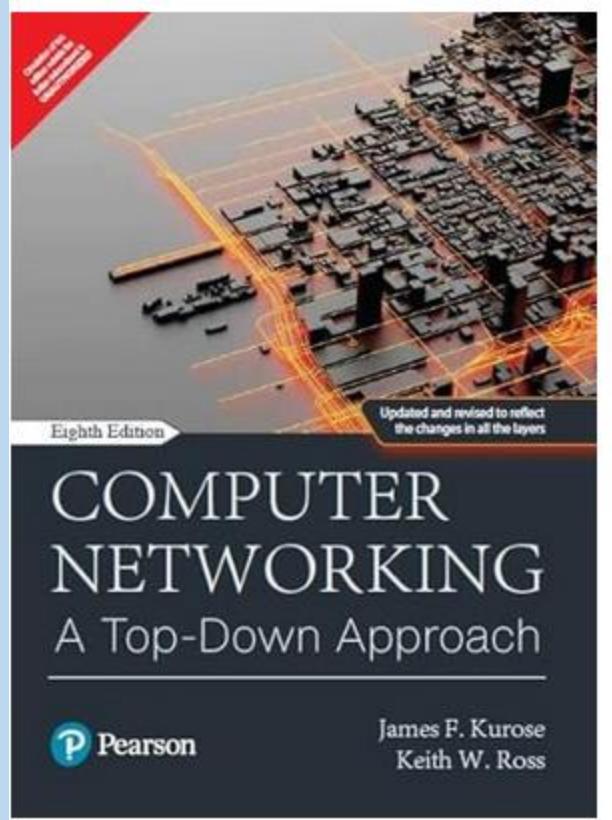


Protocolos de Comunicação

Como os computadores entendem as mensagens?

- Os computadores conseguem "conversar" entre si porque falam a mesma "língua".
- O conjunto de regras que define como a comunicação irá ocorrer é chamado de protocolo de comunicação.
- Os protocolos definem os formatos, ordem das mensagens enviadas e recebidas pelas entidades de rede e ações a serem tomadas na transmissão e recepção de mensagens

Exemplo de um protocolo de comunicação



Funções dos Protocolos

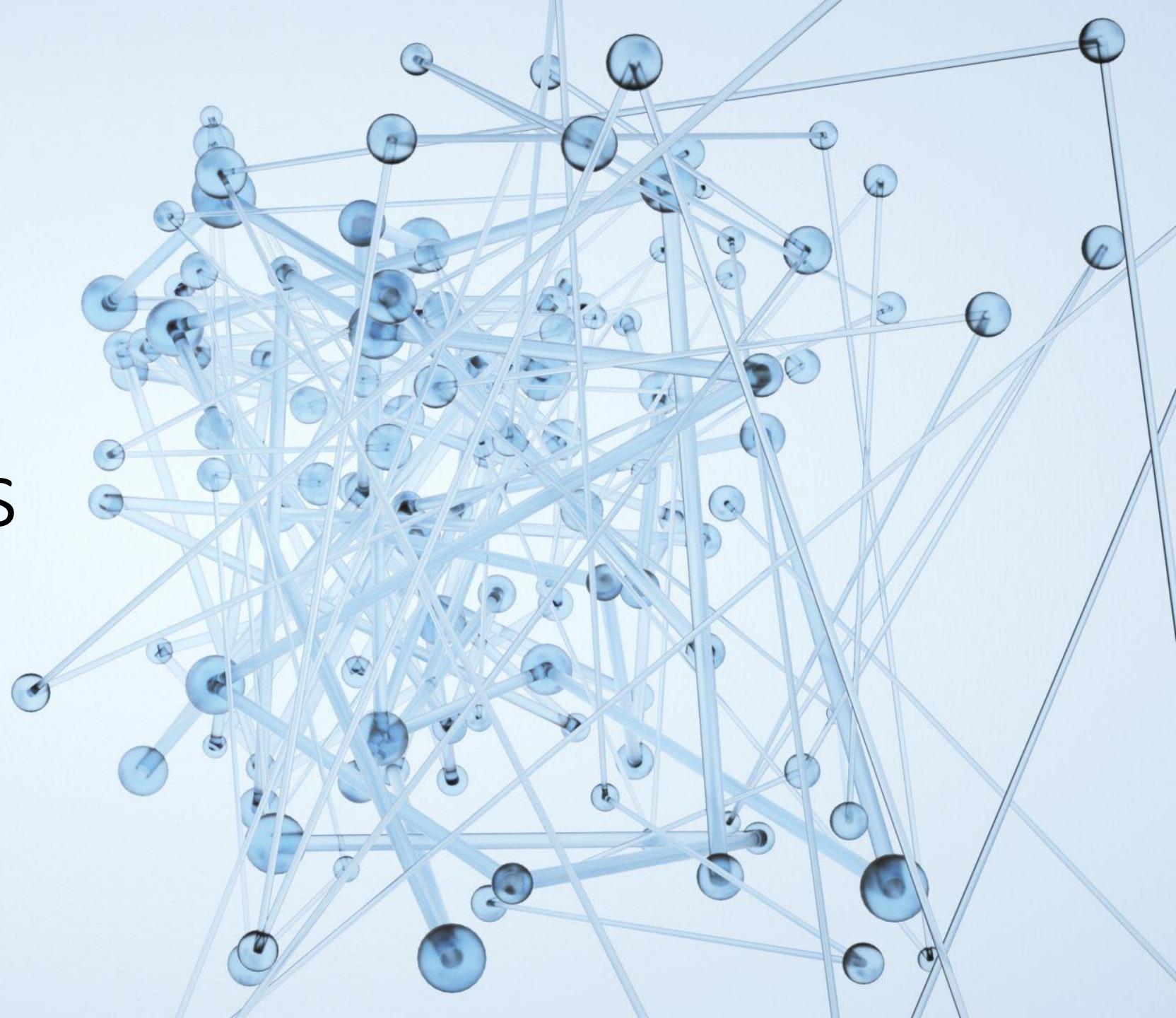
Padronização

Organização

Controle de Erros

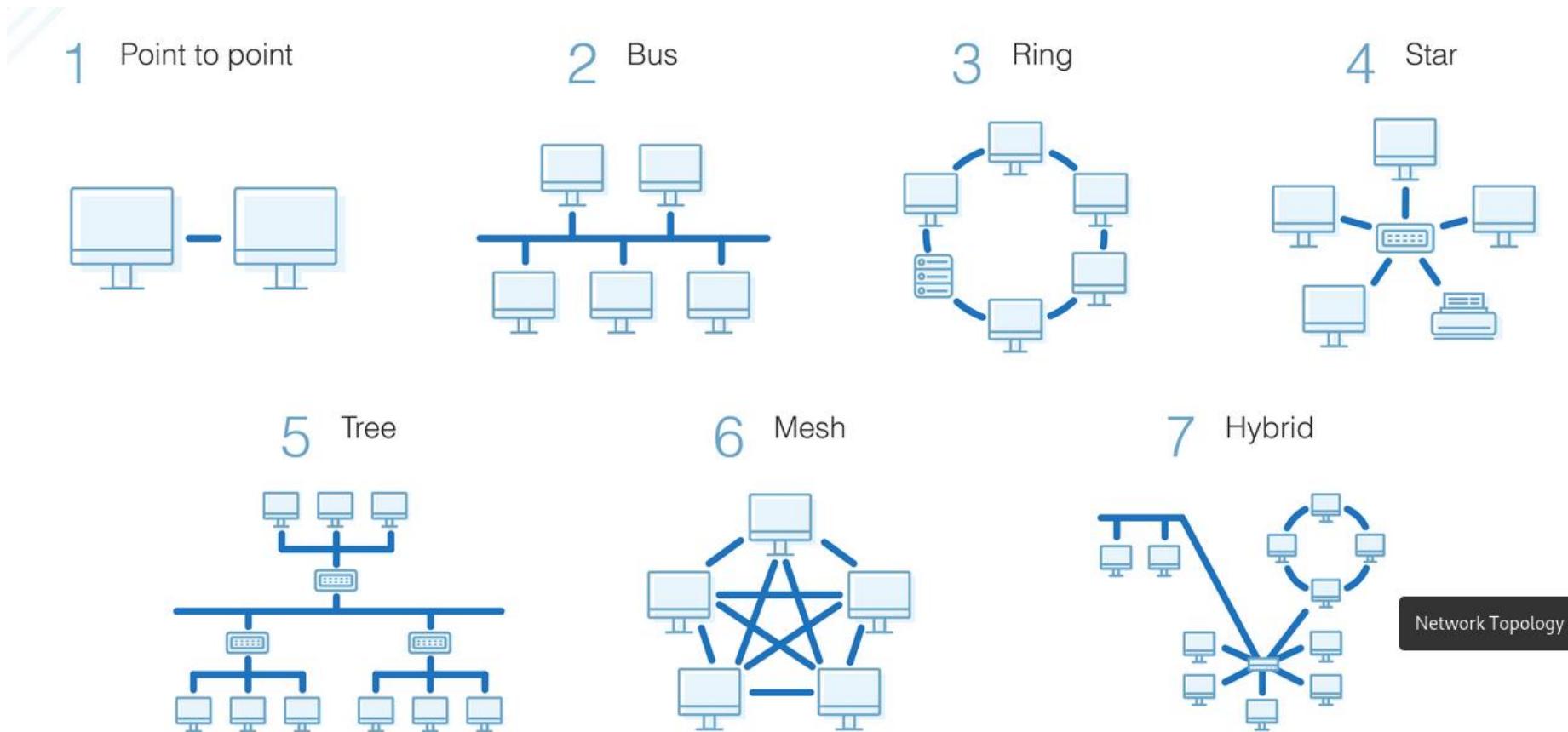
Segurança

Como os
computadores
se conectam?



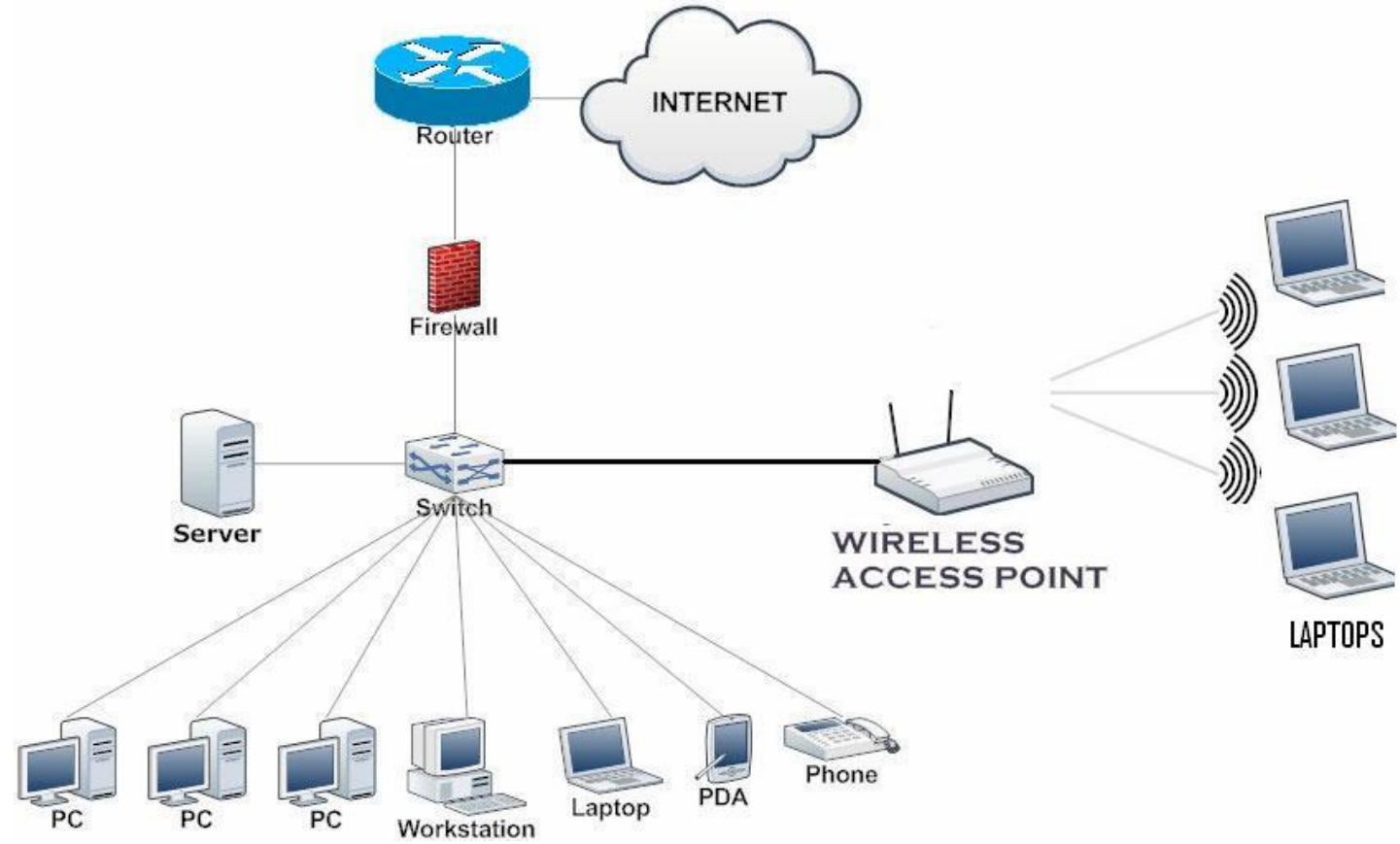
Topologia

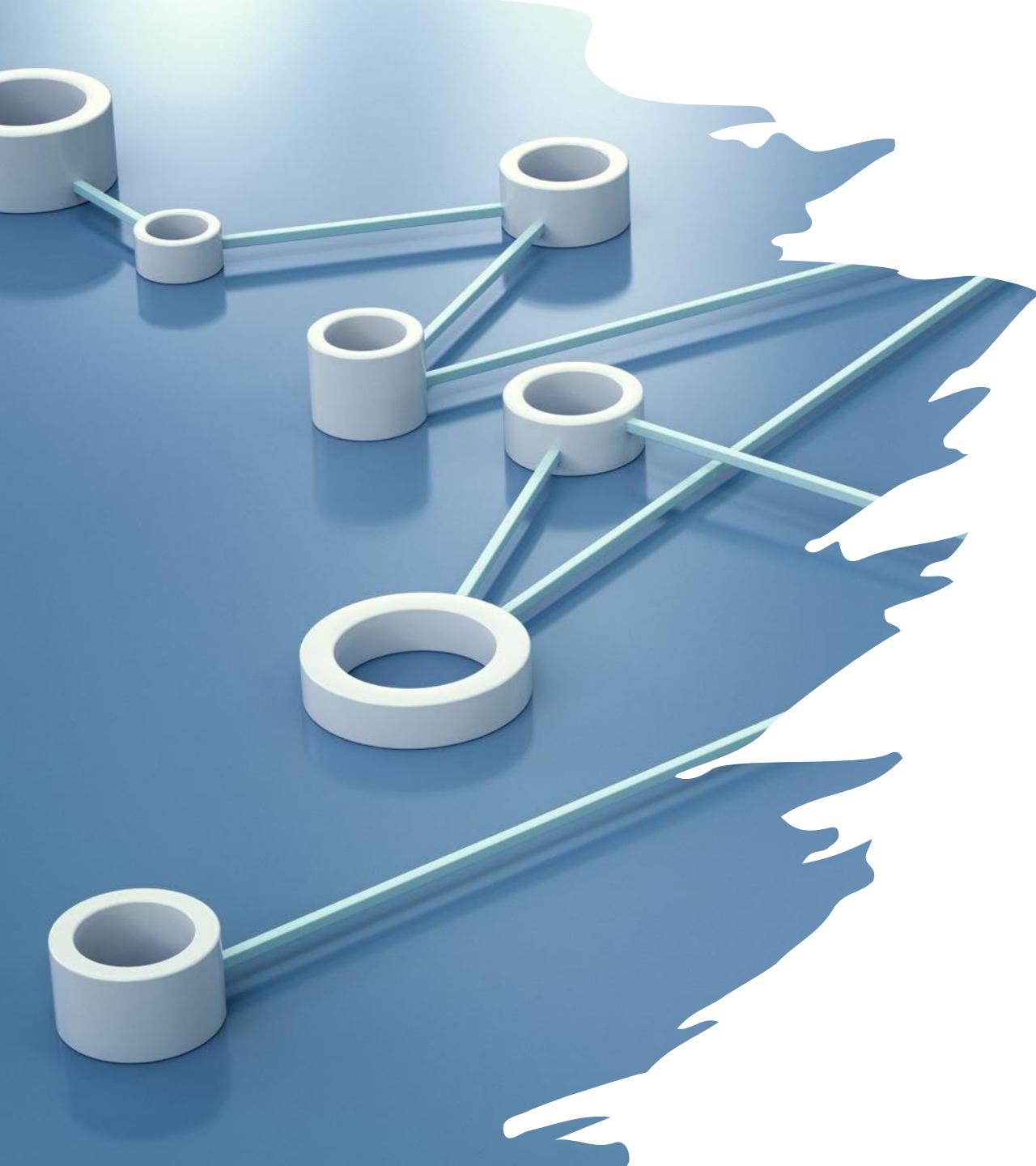
A topologia de uma rede pode ser definida como os computadores conectam entre si.



Topologia em Estrela

- Na topologia estrela os computadores e outros dispositivos são conectados a um dispositivo de interconexão chamado de switch.
- O roteador, por outro lado, é responsável por **interligar diferentes redes** e encaminhar **os dados** para o destino correto.





Vantagens da Topologia Estrela

- **Escalabilidade:** É fácil adicionar novos dispositivos à rede simplesmente conectando-os ao switch.
- **Desempenho:** O switch comuta os dados de forma eficiente, evitando congestionamentos na rede.
- **Confiabilidade:** Se um dispositivo final falhar, isso não afeta o restante da rede.
- **Segurança:** O switch pode ser configurado para segmentar a rede e isolar dispositivos uns dos outros.

Desvantagens

Custo de
aquisição do
switch

Se o switch falhar
toda a rede para
de funcionar

Switch

- Quantas portas?

Computadores e Informática > Dispositivos de Conexão em Rede > Switches de Rede



Switch 24 Portas Gigabit 10/100/1000 Tp-link TL-SG1024D

Visite a loja TP-Link

4,7 31 avaliações de clientes | Pesquisar nesta página

R\$ 650⁰⁰

Em até 10x R\$ 65,00 sem juros [Ver parcelas disponíveis](#)



Pagamentos e Segurança



Política de devolução

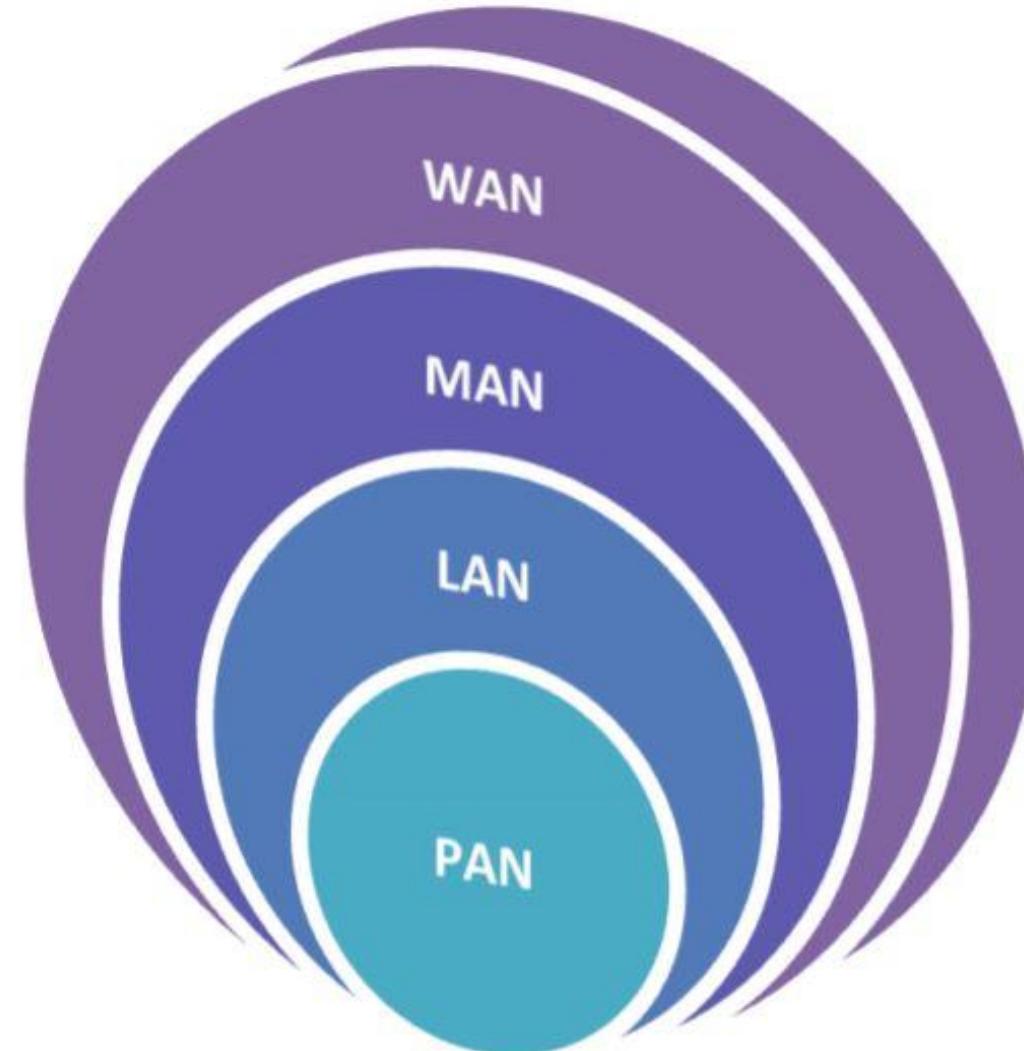
Marca TP-Link

Número de portas 24

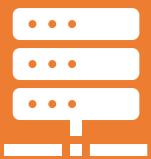
Dimensões do produto 44C x 28L x 11A centímetros

Peso do produto 2 Quilogramas

Tamanho e Abrangência



Personal Area Network (PAN)



Rede pessoal de **pequeno alcance** (< 10 metros).



Conecta dispositivos **próximos ao usuário**, como smartphones, smartwatches, fones de ouvido Bluetooth, etc.

Local Area Network (LAN)

- Rede presente em escritórios, universidades e residências.
- **Alcance limitado**, geralmente **até 1 km**.
- Conecta dispositivos em um **ambiente específico**, como uma casa, escritório, escola, prédio, etc.
- Exemplos de tecnologias LAN: Ethernet, Wi-Fi, Powerline.



Redes Metropolitanas (MAN)

Rede metropolitana de **alcance intermediário**, geralmente até 50 km.

Conecta redes LAN em uma **cidade ou região metropolitana**.

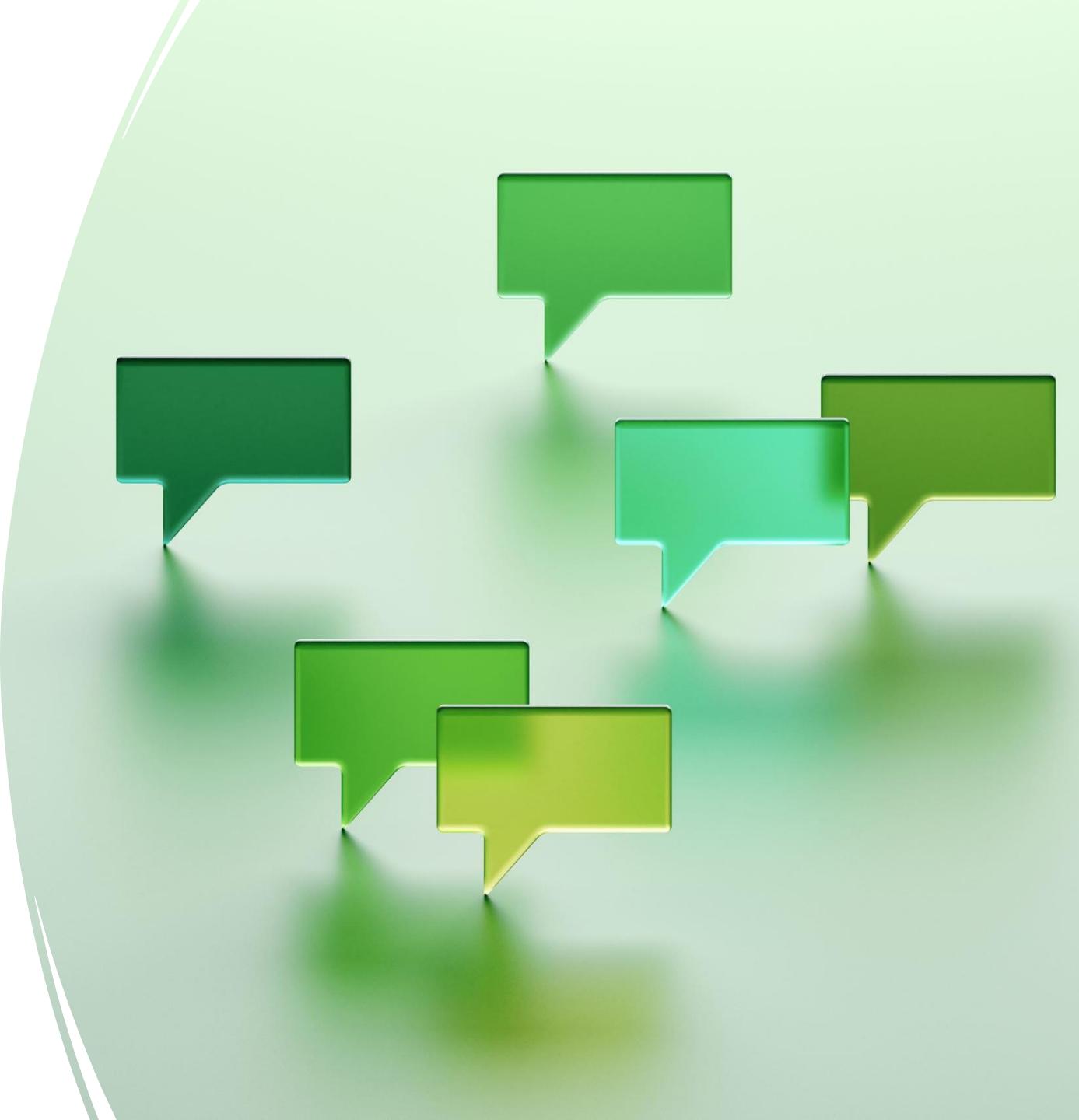
Exemplos de tecnologias MAN:
WiMAX, ATM, Frame Relay.

Wide Area Network (WAN)

Rede de longa distância de grande alcance, cobrindo centenas ou milhares de quilômetros.

Conecta redes em diferentes regiões, países ou continentes.

Modos de Transmissão

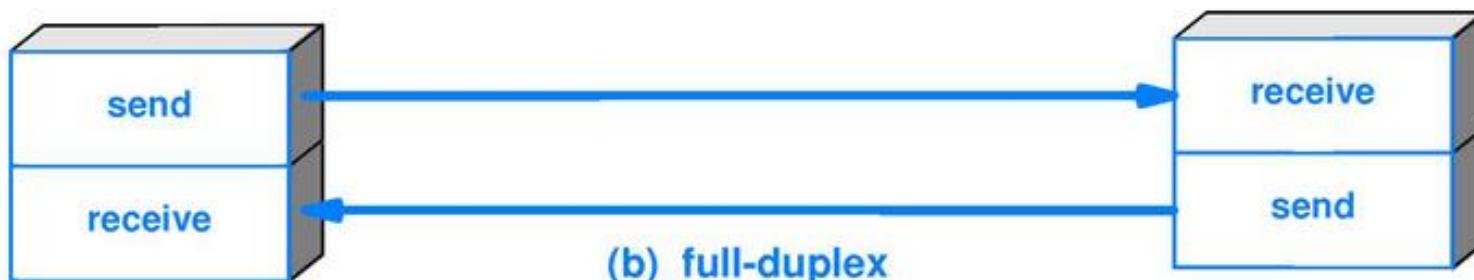


Simplex, Half-Duplex e Full-Duplex

- O fluxo de informações no meio de transmissão pode ser em apenas um sentido, unidirecional, ou nos dois sentidos, bidirecional.
- Outra forma de classificação é a possibilidade da troca simultânea de informações nos sistemas bidirecionais.
- Existem duas classificações relativas a troca de informações: full-duplex e half-duplex.
 - Nas comunicações half-duplex apenas uma das duas estações podem transmitir por vez. Este esquema é empregado nos rádios de polícia e corpo de bombeiros.
 - Nas comunicações full-duplex os dois terminais podem transmitir ao mesmo tempo.



(a) simplex



(b) full-duplex



(c) half-duplex

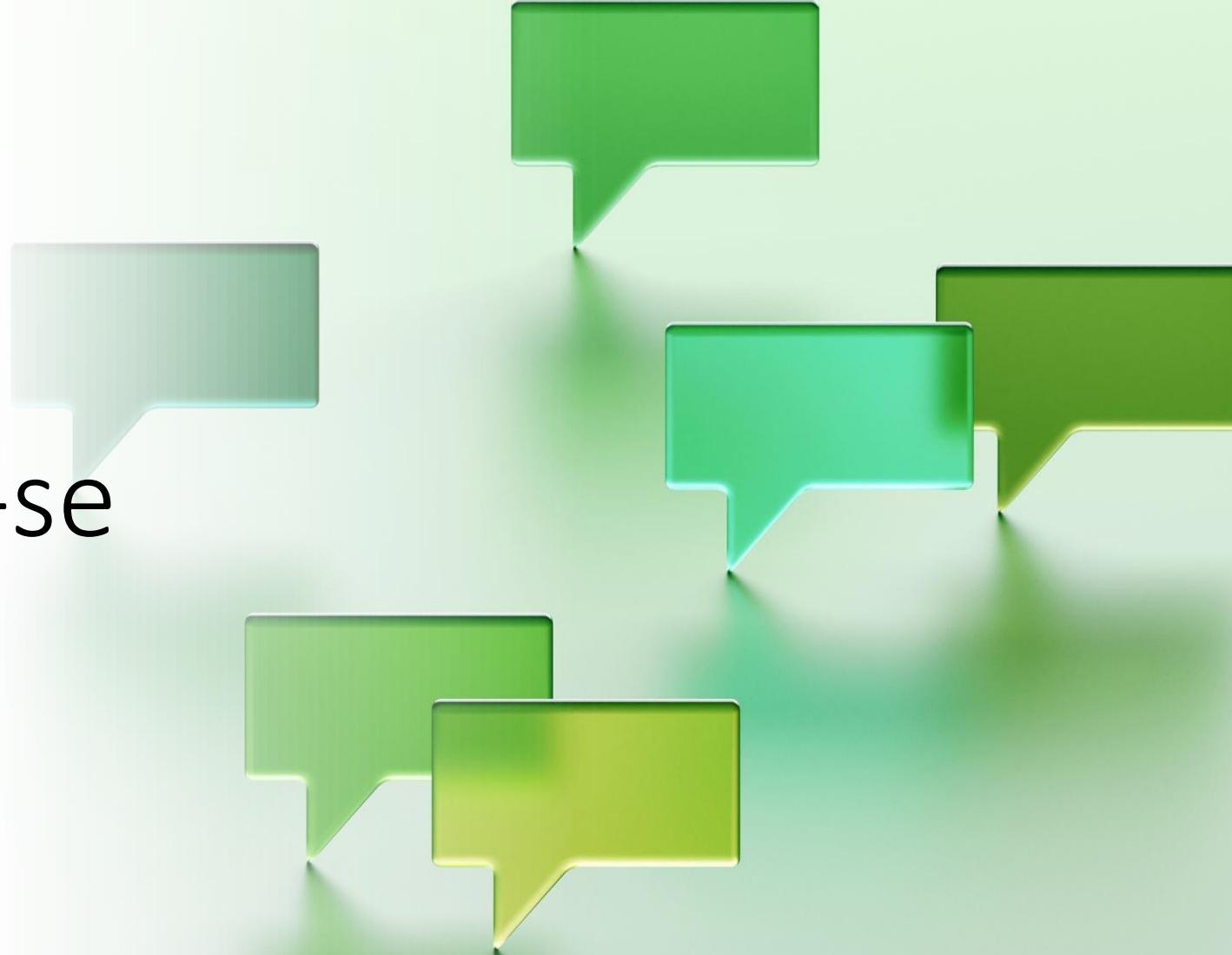
Modo	Comunicação	Exemplos
Full Duplex	Bidirecional e simultânea	Telefone, videochamada, chat online
Half Duplex	Bidirecional, mas não simultânea	Walkie-talkie
Simplex	Unidirecional	Rádio AM/FM, transmissão de TV

Redes de Computadores

Redes de Computadores

- Quando um ou mais computadores trocam informações de maneira coordenada, esta ação é geralmente chamada de comunicação de computadores ("computer communications").
- Quando um ou mais computadores são interconectados via rede, tem-se uma rede de computadores.
- Para que a comunicação ocorra, o transmissor e o receptor devem utilizar um sistema de regras e códigos comuns, isto é, um protocolo de comunicação. Protocolo pode ser definido como o conjunto de regras que permite a troca de informações entre duas entidades comunicantes, no mesmo ou em diferentes sistemas

Como os usuários conectam-se a Internet



ISPs

- O usuário contrata um serviço de um Provedor de Acesso à Internet (ISP)
- Os provedores disponibilizam alguma forma de acesso:
 - Cabo
 - Rádio
 - Fibra óptica
 - Via telefone (Sistema Público de Telefonia)



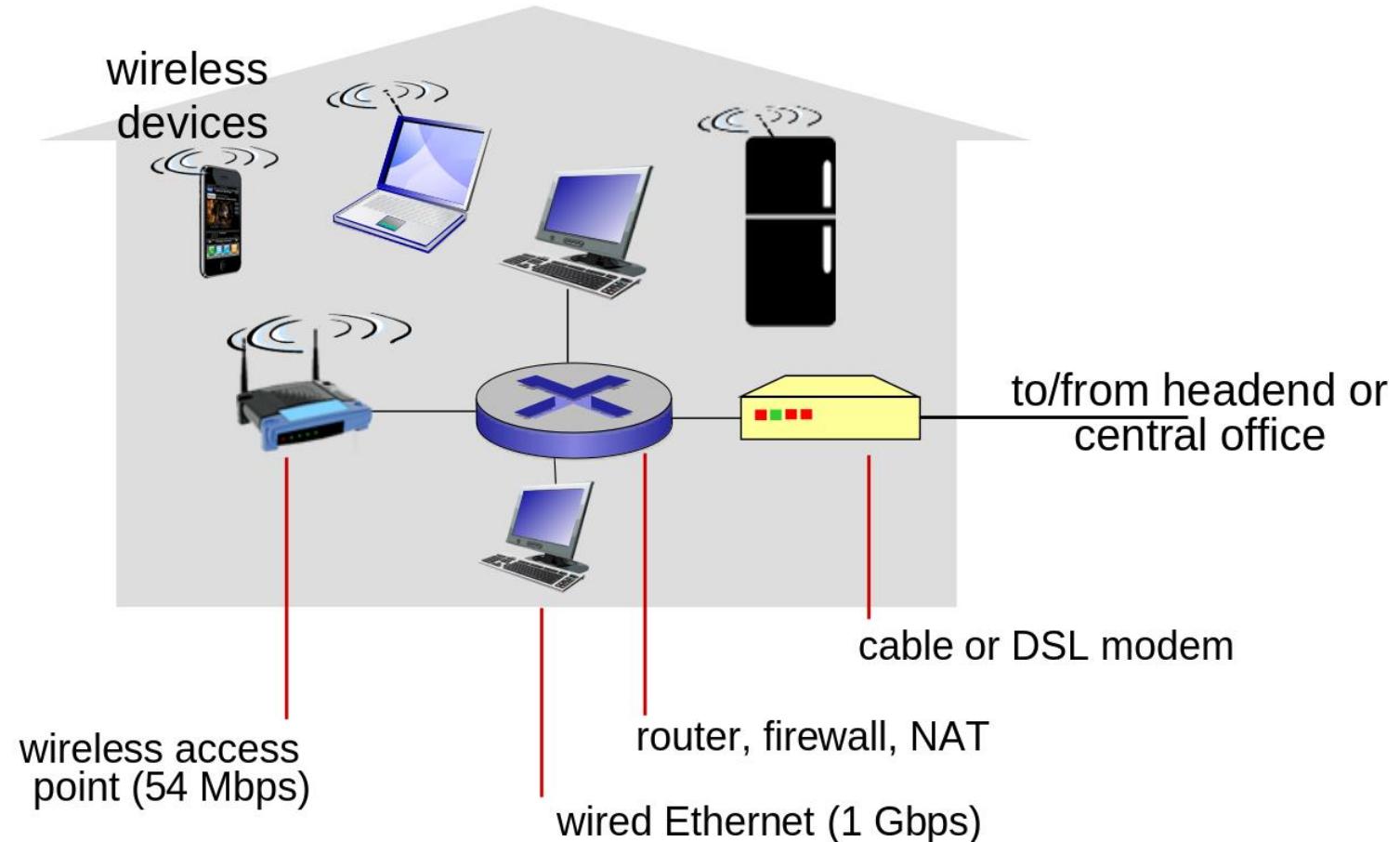
Tipos de Conexões

- **Cabo:** Conexão via cabo coaxial, geralmente oferecida por empresas de TV a cabo.
- **Fibra óptica:** Conexão via fibra óptica, que oferece a maior velocidade de internet.
- **DSL:** Conexão via linha telefônica, geralmente mais lenta que as outras opções.
- **Rádio:** Conexão via rádio frequência, geralmente utilizada em áreas rurais.

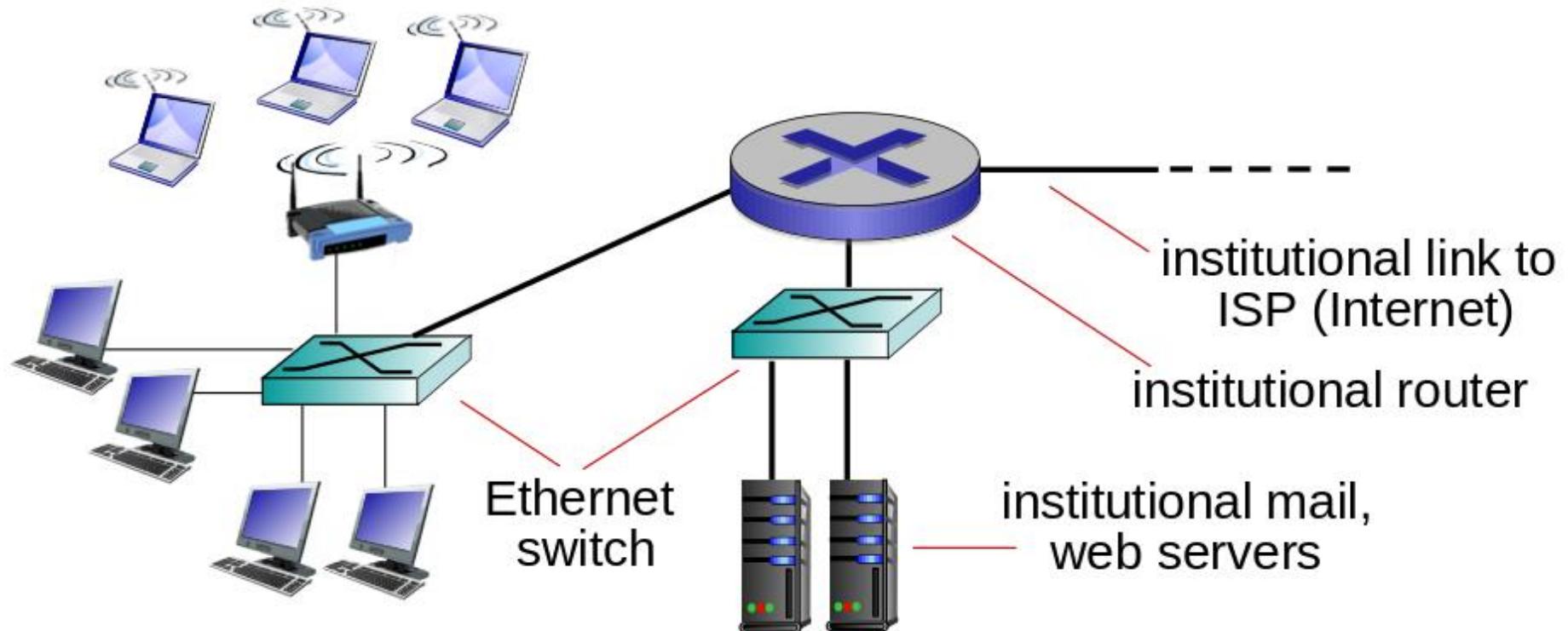


Tipo de Conexão	Velocidade	Data Aproximada	Observações
Modem Dial-up	56 Kbps	1990s	Coneção discada via linha telefônica, lenta e instável.
ISDN	128 Kbps - 2 Mbps	1990s	Mais rápido que o dial-up, mas ainda lento para streaming de vídeo e jogos online.
DSL	1 Mbps - 100 Mbps	2000s	Coneção via linha telefônica, mais rápida que ISDN, mas com desempenho variável.
Cabo	1 Mbps - 1 Gbps	2000s	Coneção via cabo coaxial, geralmente oferecida por empresas de TV a cabo, com velocidades mais altas e estáveis.
Wi-Fi	1 Mbps - 1 Gbps	2000s	Coneção sem fio via roteador, permitindo acesso à internet em qualquer lugar da casa ou escritório.
3G	384 Kbps - 2 Mbps	2000s	Primeira geração de internet móvel, com velocidades lentas e cobertura limitada.
4G	1 Mbps - 100 Mbps	2010s	Segunda geração de internet móvel, com velocidades mais altas e melhor cobertura que o 3G.
Fibra óptica	100 Mbps - 10 Gbps	2010s	Coneção via fibra óptica, a tecnologia mais recente, com velocidades extremamente altas e baixíssima latência.
5G	1 Gbps - 10 Gbps	2020s	Terceira geração de internet móvel, com velocidades ainda mais altas e menor latência que o 4G, em fase de implantação.

Perfil Típico de Acesso uma Residência

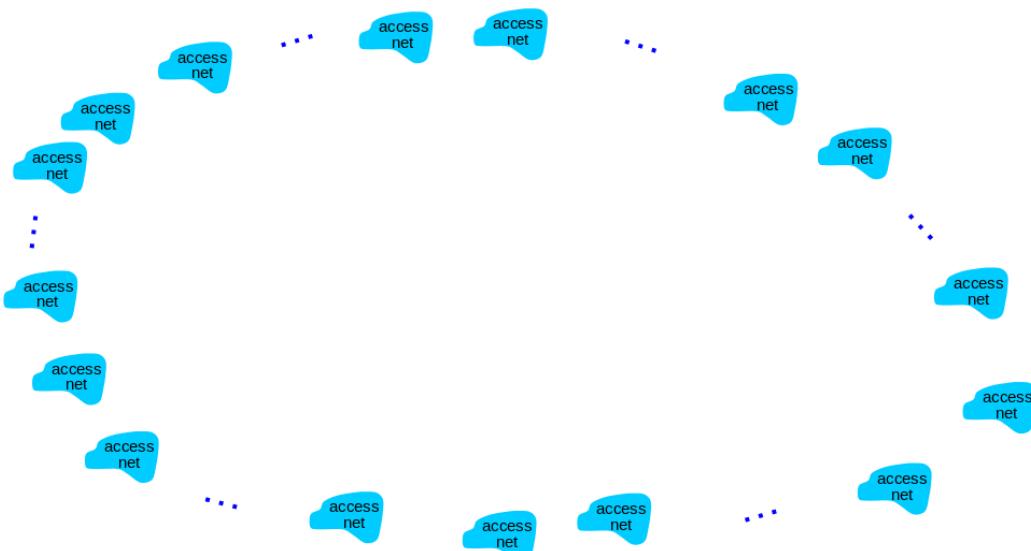


Empresas e Universidades

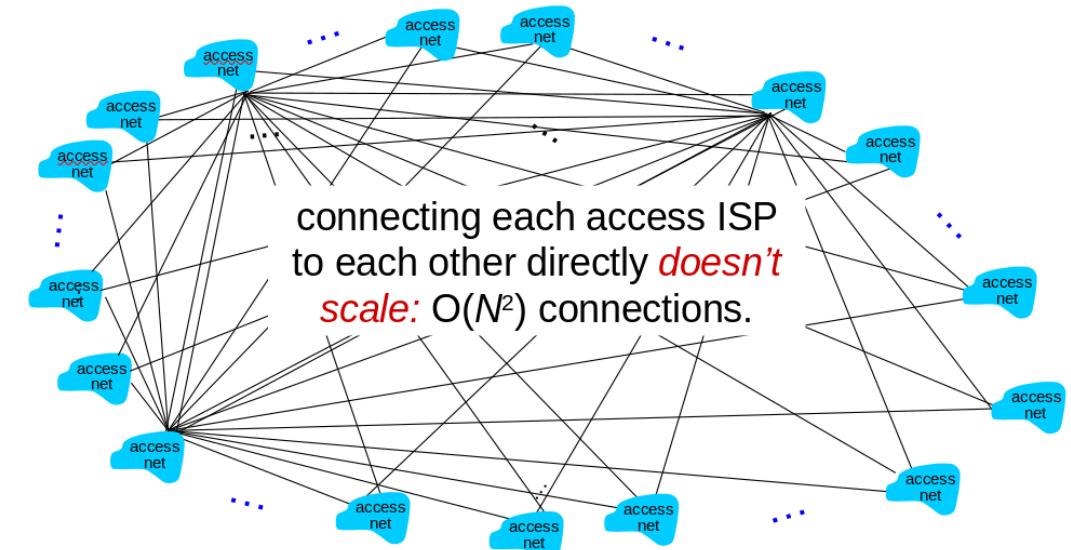


Como as redes são conectadas

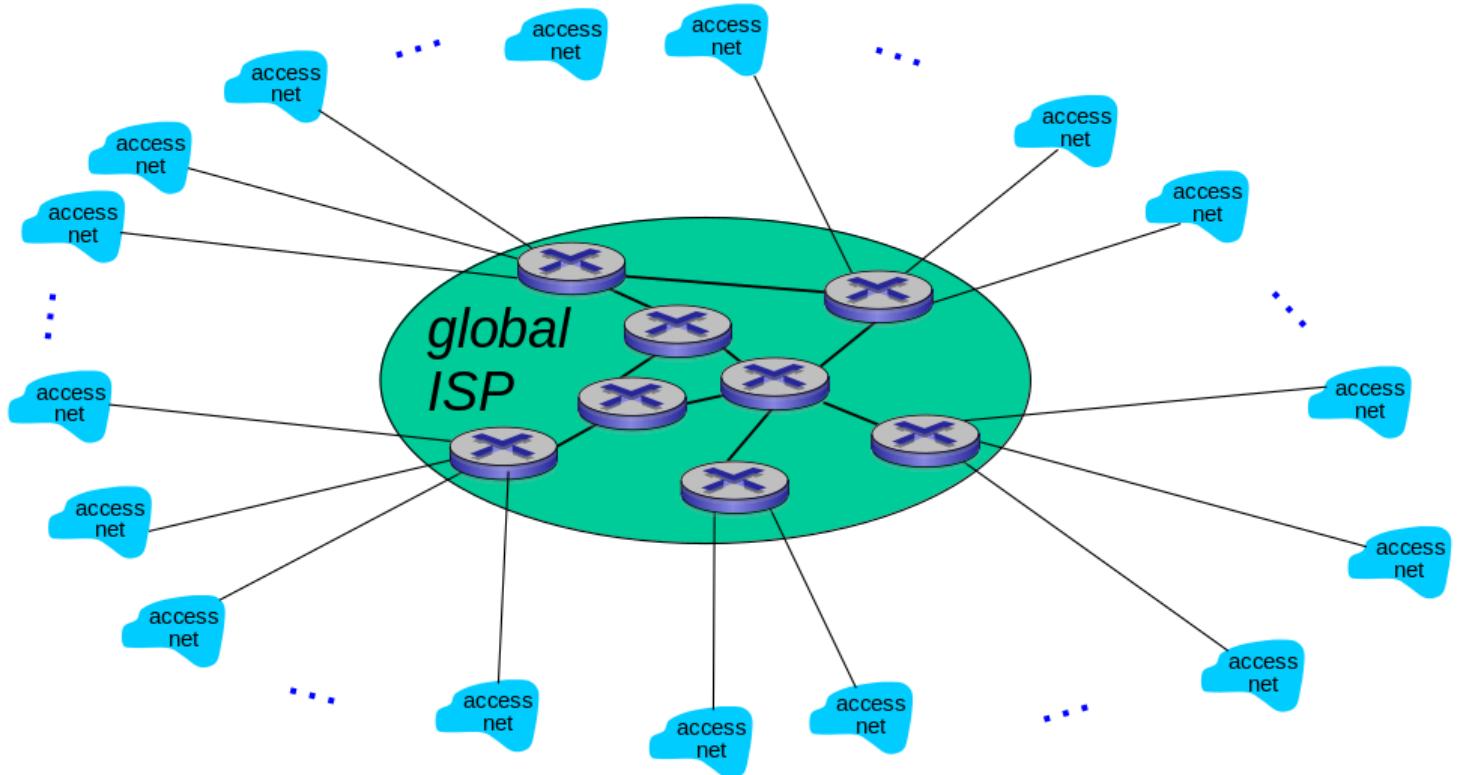
Problema



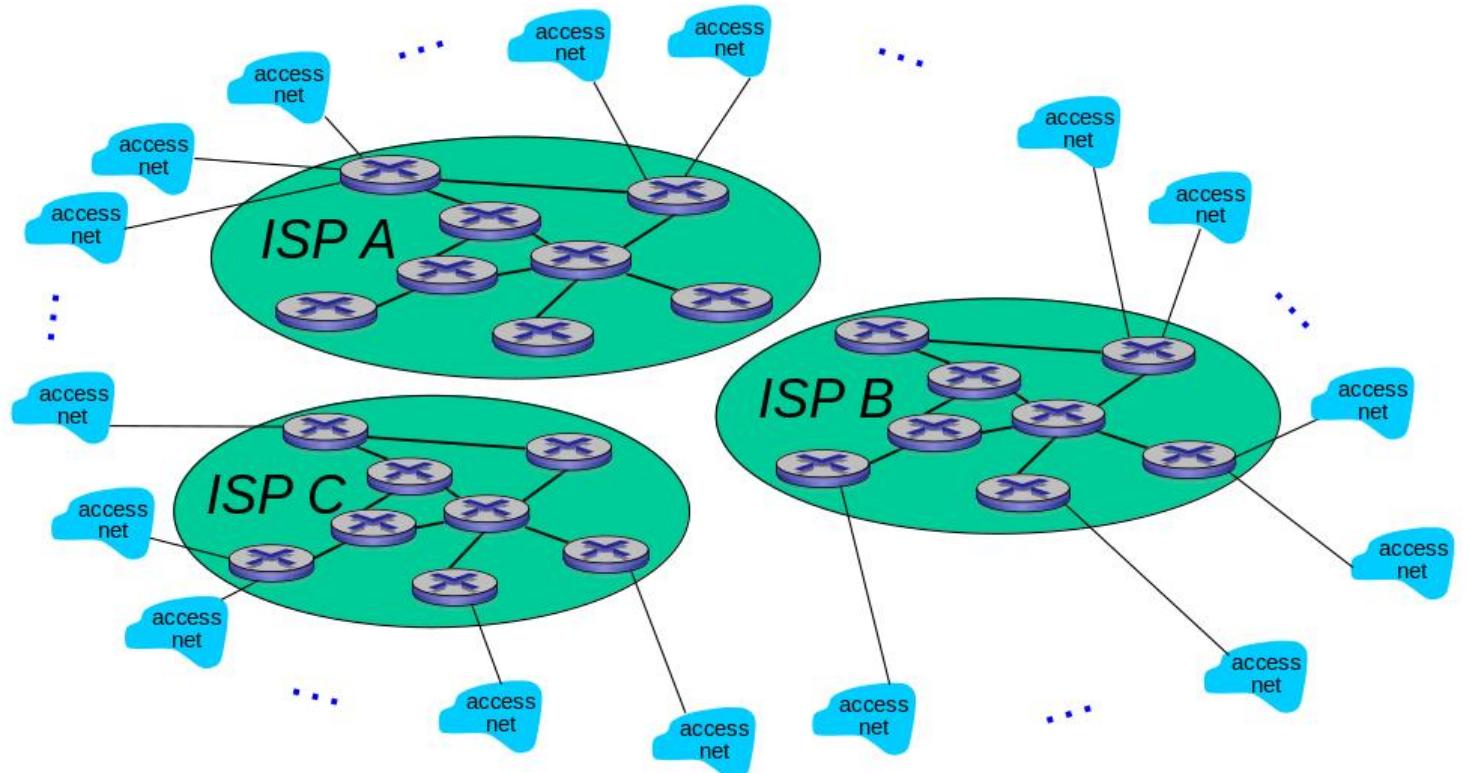
Solução?

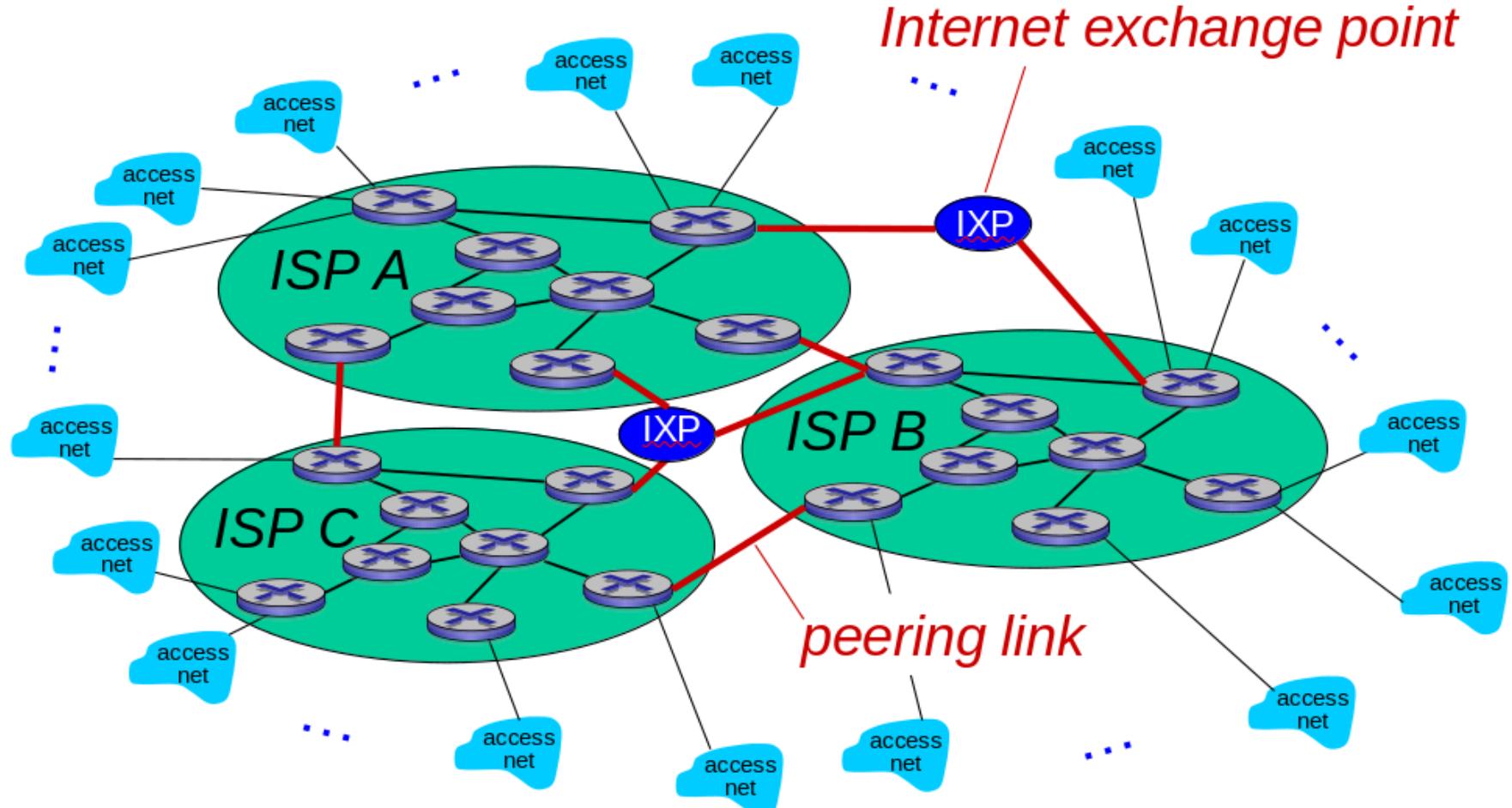


Vamos criar um provedor global



Devem existir
mais
competidores



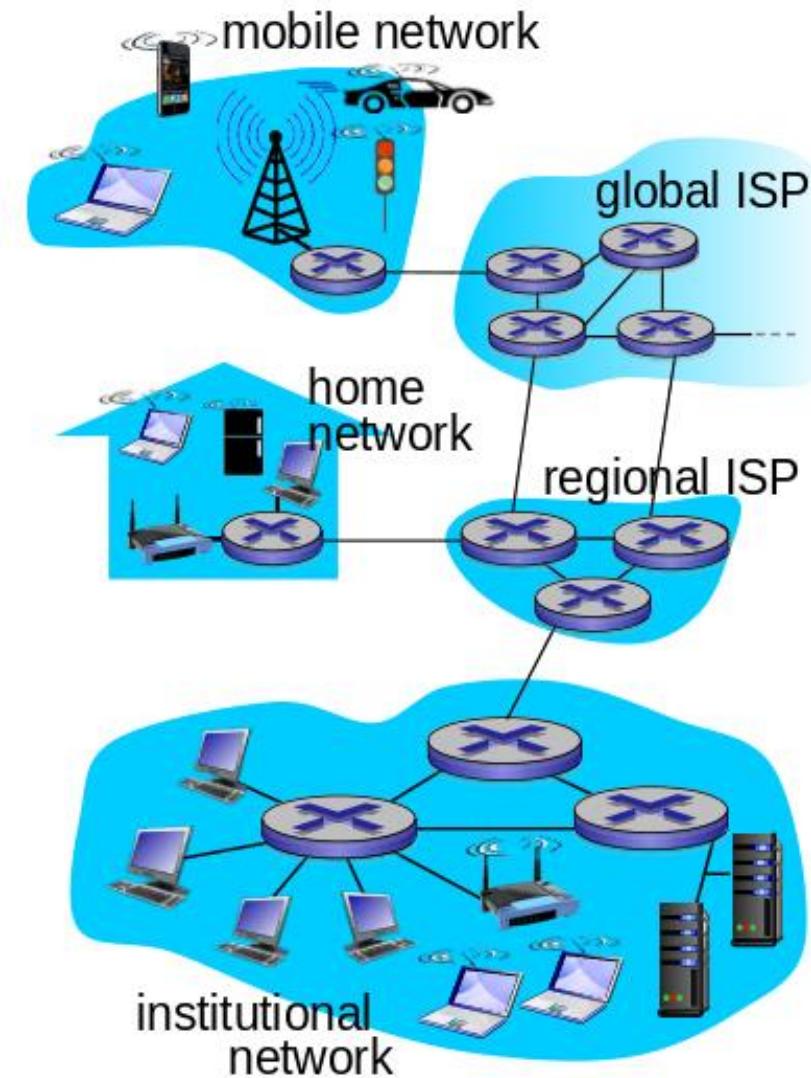


Internet Exchange Point

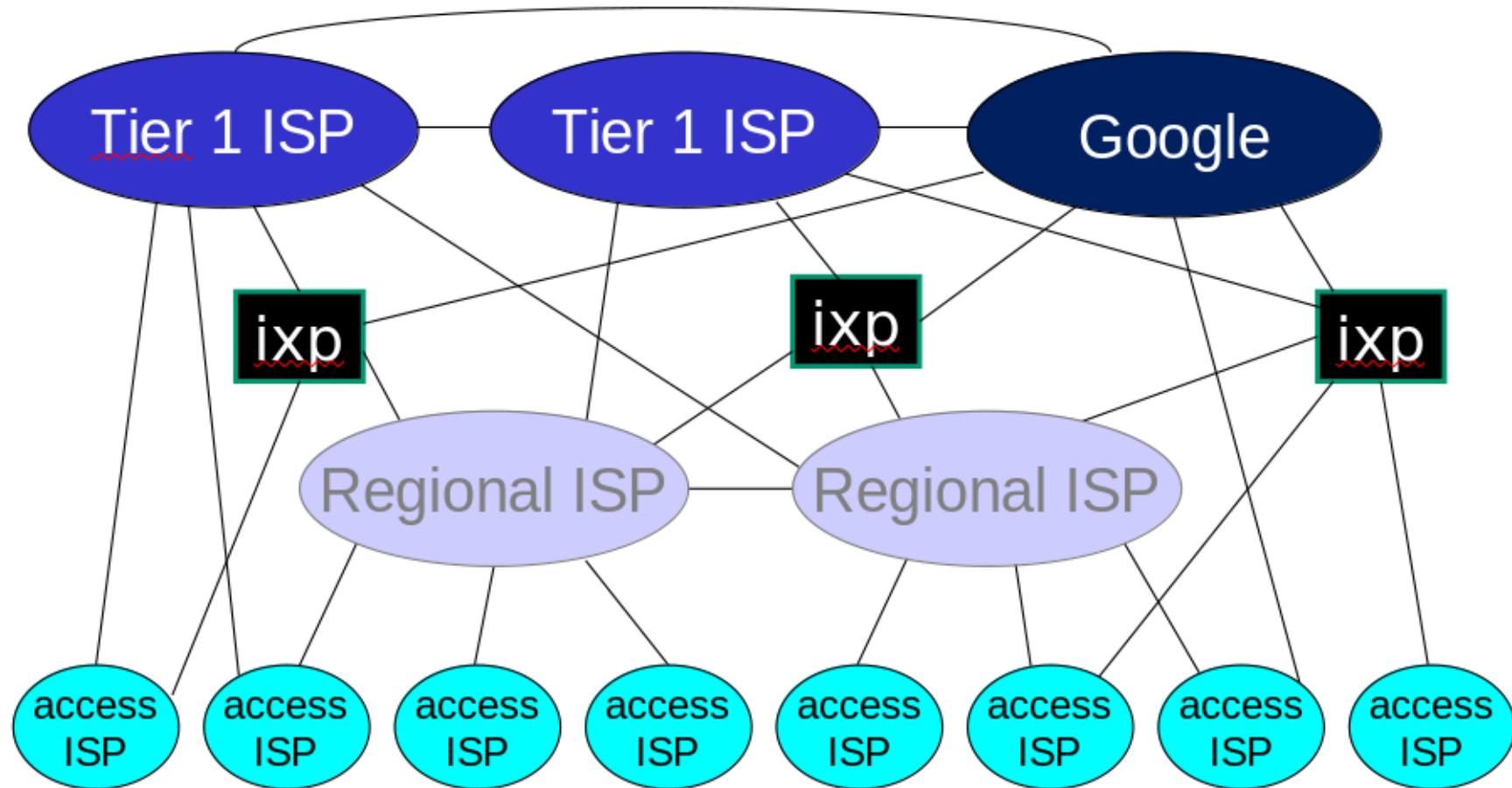


Como as redes são conectadas

- Provedores Regionais conectam-se aos provedores globais.



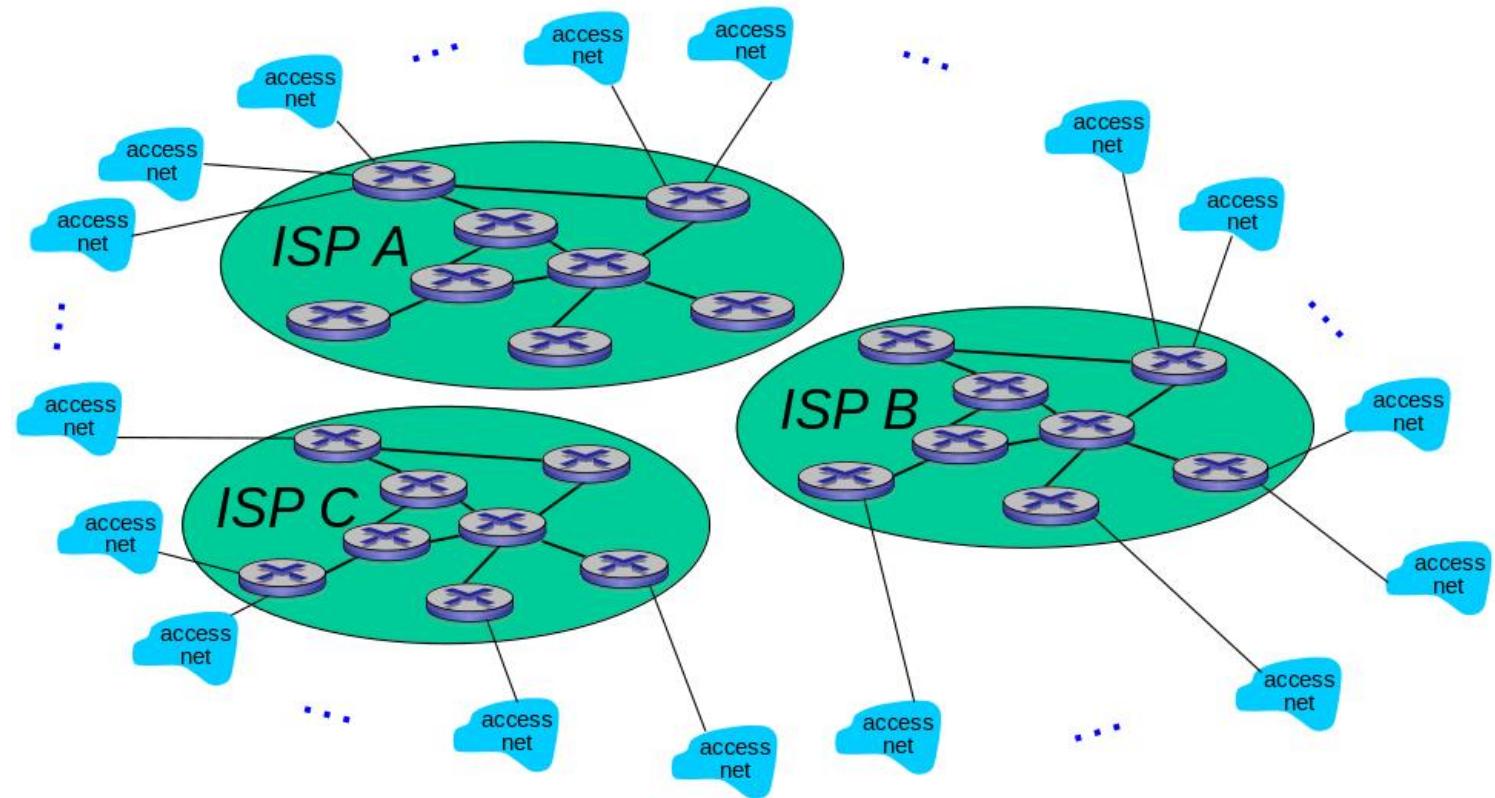
Estrutura de Conexão



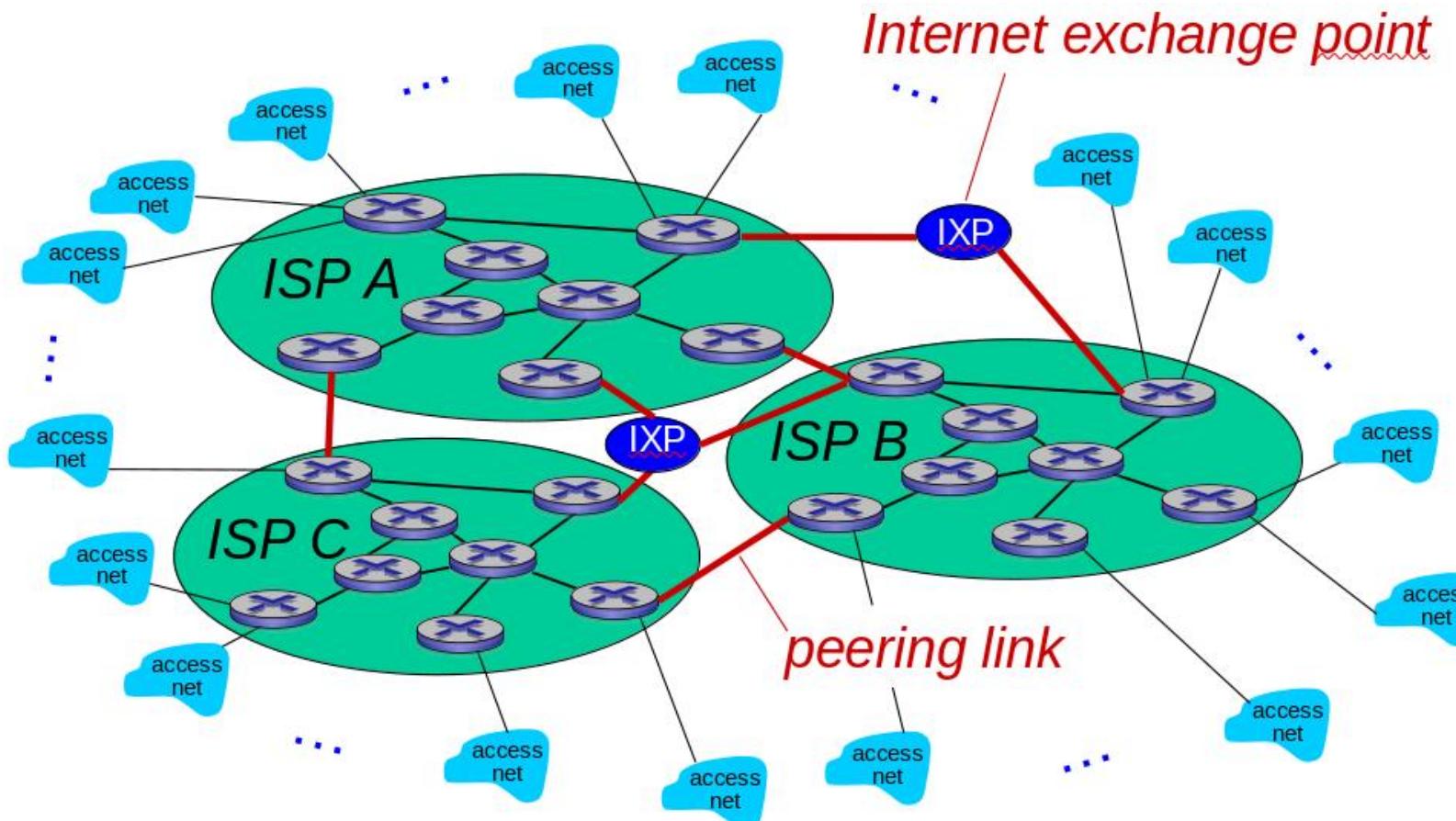
Nível dos Provedores

Nível (Tier)	Descrição
Tier 1	Provedores de backbone com conectividade direta a outros provedores Tier 1. Possuem infraestrutura própria e global, roteiam tráfego para grandes redes e operadoras, e geralmente não oferecem serviços diretamente ao consumidor final.
Tier 2	Provedores regionais que compram conectividade de Tier 1s e a revendem para ISPs menores e clientes corporativos. Possuem infraestrutura regional, roteiam tráfego para uma área específica e podem oferecer serviços diretamente ao consumidor final.
Tier 3	Provedores locais que compram conectividade de Tier 2s e a revendem para clientes residenciais e pequenas empresas. Possuem infraestrutura local, roteiam tráfego para uma área limitada e geralmente oferecem serviços diretamente ao consumidor final.

Como os provedores são conectados?



Internet Exchange Point (IXP)



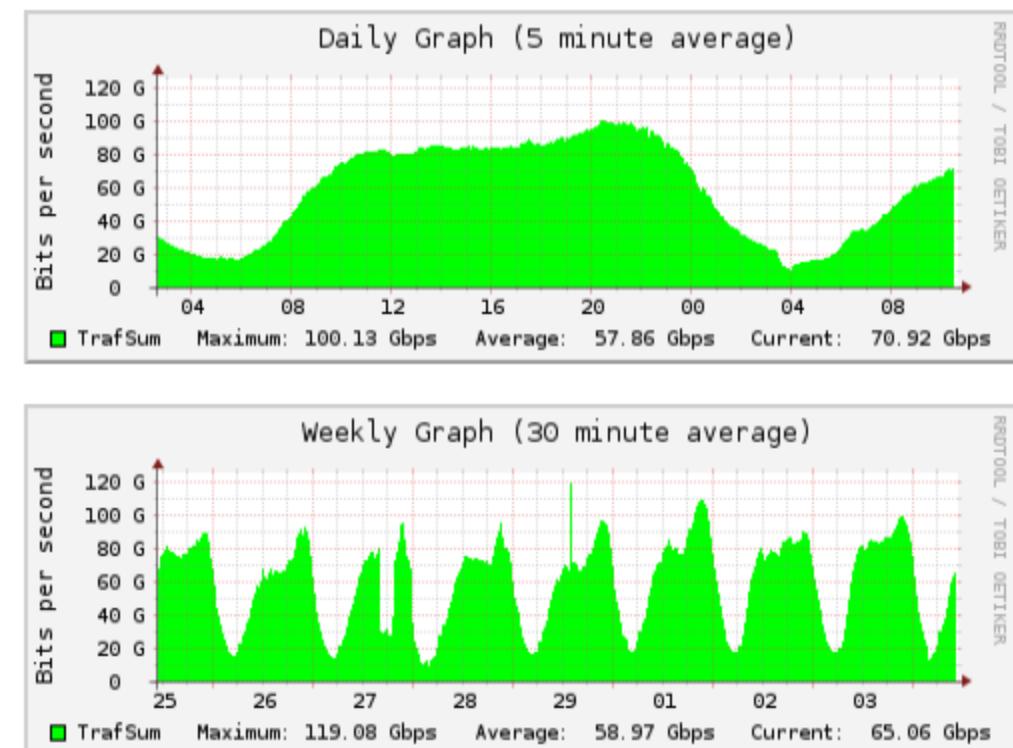
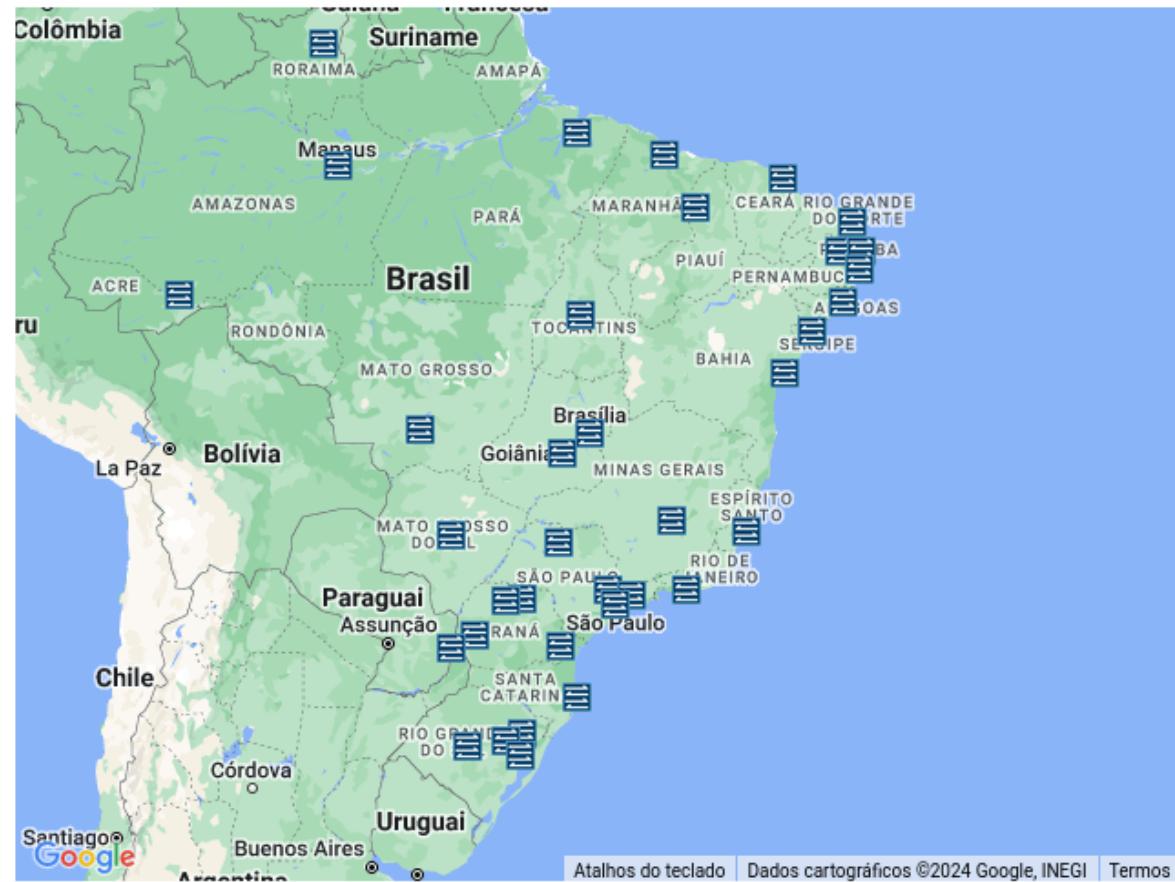
Vamos utilizar o comando traceroute

```
vivas $ traceroute www.jknet.com.br
traceroute to www.jknet.com.br (177.36.49.4), 30 hops max, 60 byte packets
 1 _gateway (192.168.68.1)  4.325 ms  4.237 ms  4.198 ms
 2 10.0.0.1 (10.0.0.1)  3.901 ms  3.867 ms  3.834 ms
 3 100.66.36.1 (100.66.36.1)  8.445 ms  8.413 ms  8.376 ms
 4 100.116.0.10 (100.116.0.10)  8.630 ms  8.599 ms  8.567 ms
 5 100.116.0.1 (100.116.0.1)  8.271 ms  8.204 ms  8.130 ms
 6 177.74.225.36.cmdnettelecom.com.br (177.74.225.36)  10.631 ms  9.876 ms  9.
790 ms
 7 4.250.175.45.northtelecom.com.br (45.175.250.4)  9.952 ms  8.275 ms  8.207
ms
 8 as262909.saopaulo.sp.ix.br (187.16.220.150)  29.590 ms  28.952 ms  27.913 m
s
 9 10.1.4.1 (10.1.4.1)  27.913 ms  29.143 ms  29.998 ms
10 10.30.30.1 (10.30.30.1)  30.005 ms  30.003 ms  31.264 ms
11 172.16.178.14 (172.16.178.14)  28.871 ms  28.830 ms  28.780 ms
12 177.36.49.4 (177.36.49.4)  29.605 ms  29.359 ms  28.326 ms
```

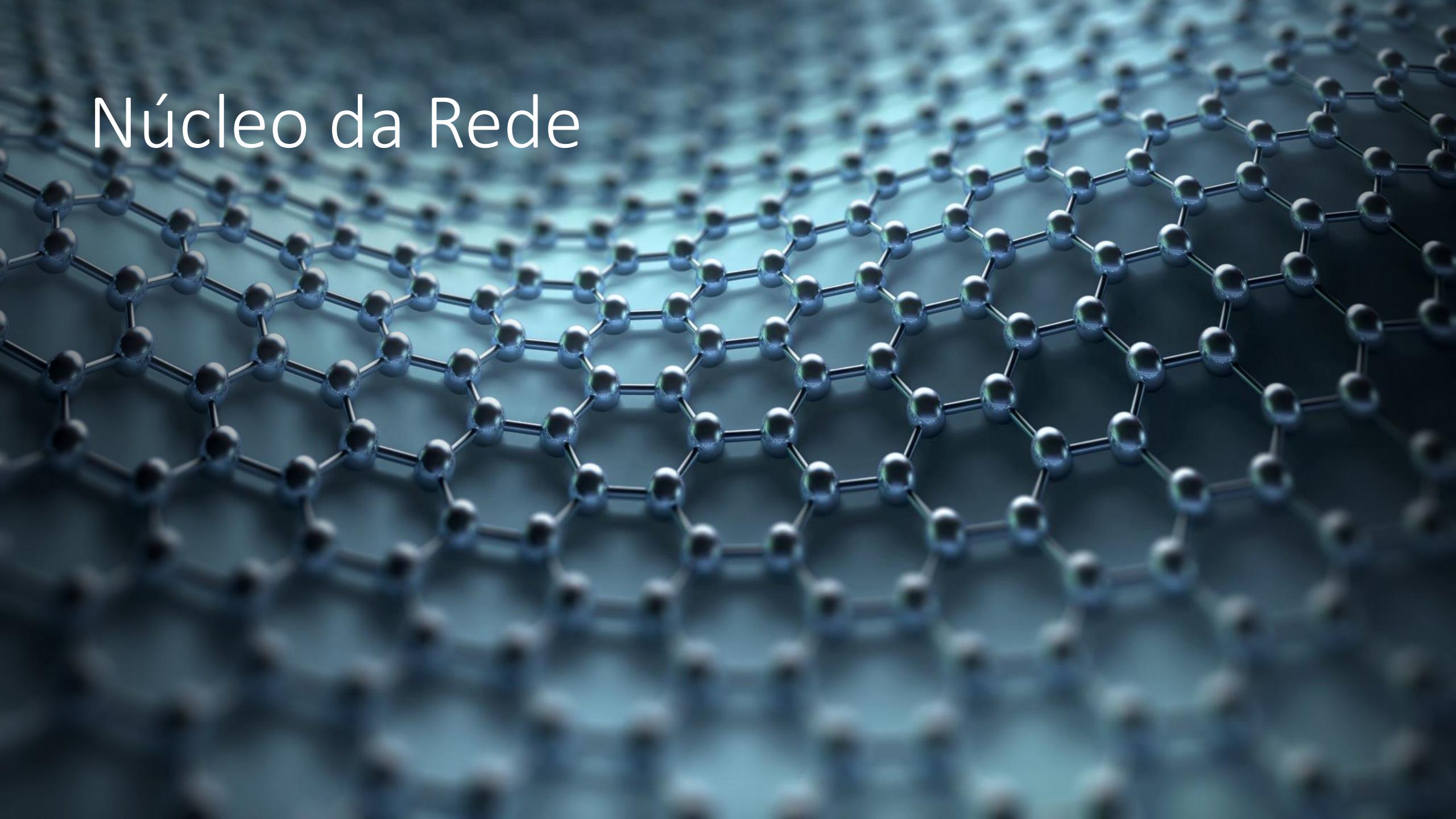
Definição do ix.br

- Um Internet Exchange Point (IX ou IXP) ou Ponto de Troca de Tráfego Internet (PTT), é um serviço oferecido em caráter privado, que funciona como um componente da infraestrutura da Internet, por meio do qual os Sistemas Autônomos Independentes, englobando provedores de acesso (ISPs), provedores de conteúdo da Internet, redes de distribuição de conteúdos (CDNs), instituições acadêmicas, financeiras e governamentais, entre outros tipos de redes, podem interligar-se diretamente com a finalidade principal de trocarem tráfego de Internet (tráfego IPv6 e IPv4) entre si.
- A interligação entre os Sistemas Autônomos Independentes é feita por meio do estabelecimento de sessões BGP, em razão de acordos bilaterais ou multilaterais celebrados entre os participantes de um mesmo IXP.

IX.br



Núcleo da Rede





Núcleo da Rede

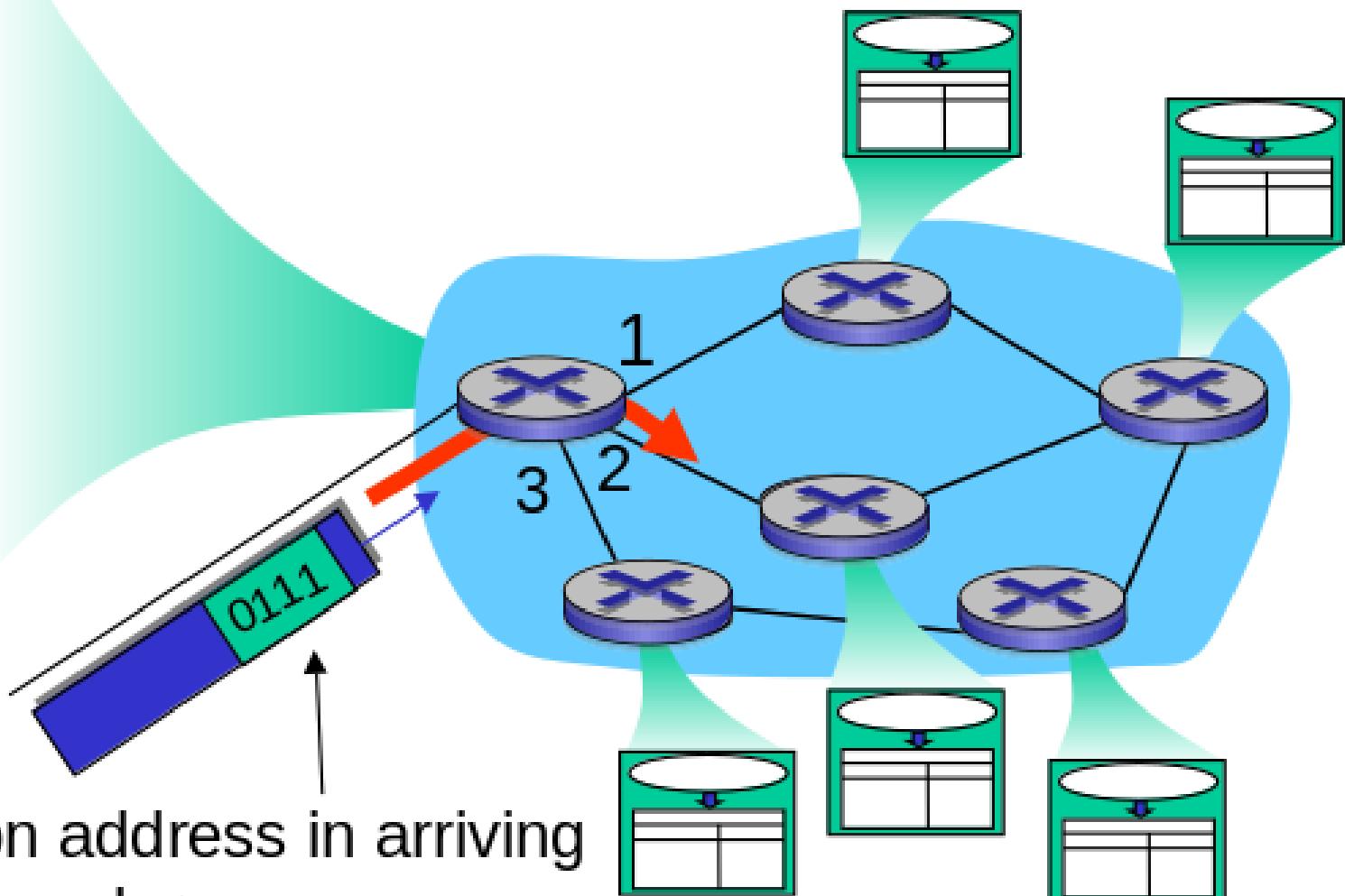
- O núcleo da rede é compostos por roteadores.
- Os roteadores são responsáveis por duas tarefas: a) roteamento e b) encaminhamento.
- Roteamento é o processo de determinar a melhor porta de saída para um pacote.
- Encaminhamento é o processo de pegar um pacote em uma determinada porta de entrada e encaminhar para a saída correspondente.

routing algorithm



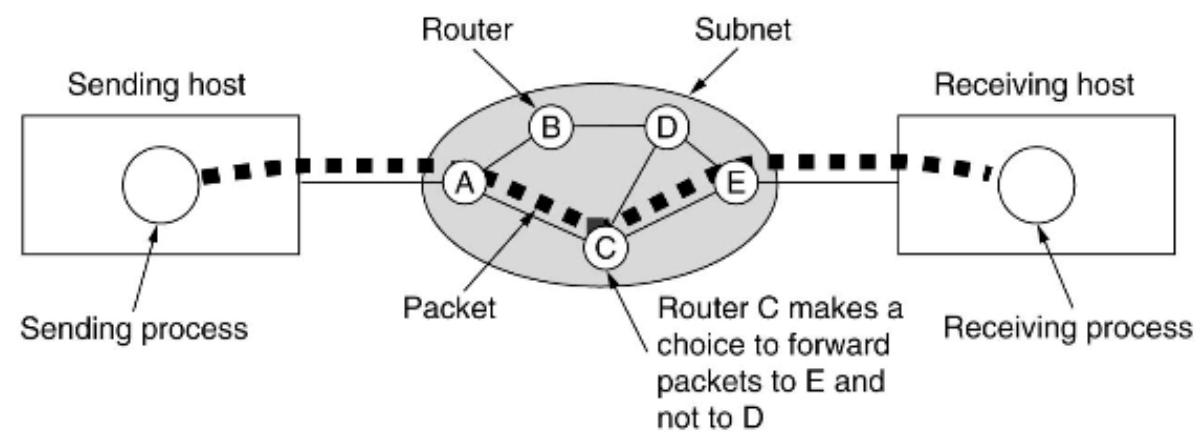
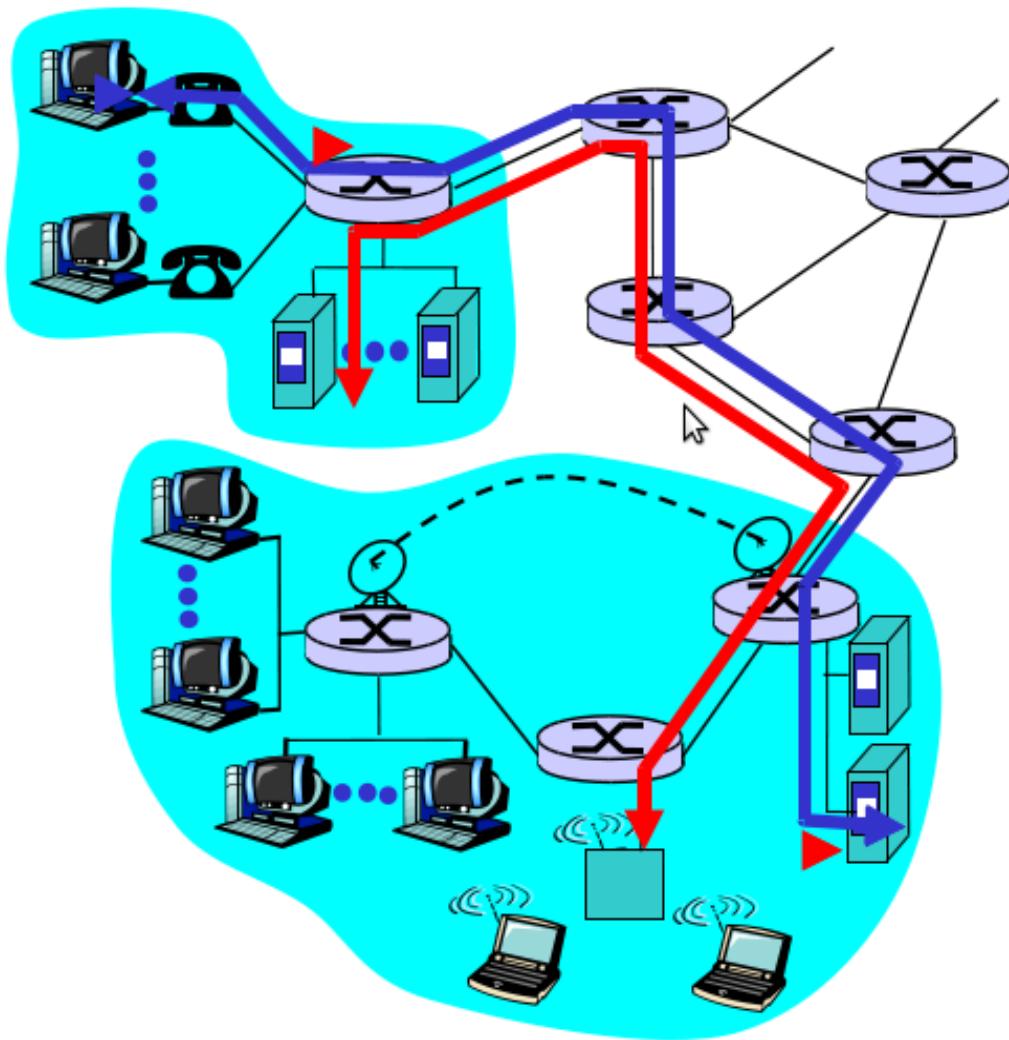
local forwarding table	
header value	output link
0100	3
0101	2
0111	2
1001	1

destination address in arriving
packet's header



A large pile of cardboard boxes of various sizes and colors (brown, white) are stacked haphazardly, filling the frame. The boxes are bound with yellow packing tape at their joints.

Chavamento de Pacotes

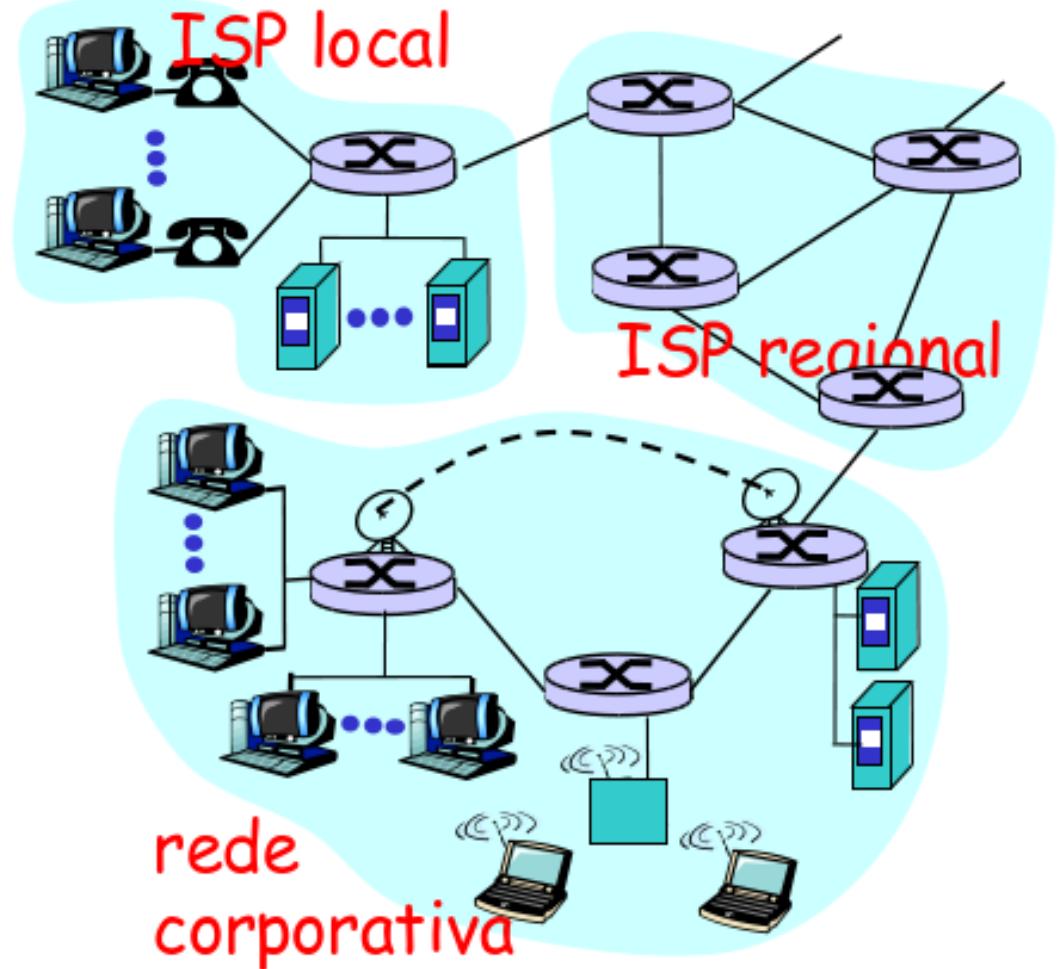




O que é a Internet?

Definição

- A Internet é uma rede global de redes de computadores.
- É o o conjunto de todas as redes de computadores interconectadas permitindo o compartilhamento de informações e recursos.





Parte Técnica

Como a Internet é organizada

- Os **padrões abertos** definem as regras de comunicação entre os dispositivos e softwares na internet.
- Esses padrões são desenvolvidos pelo **IETF (Internet Engineering Task Force)**, um grupo global de especialistas em tecnologia.
- Os documentos que definem os padrões são chamados de **RFCs (Request for Comments)**.
- Qualquer pessoa pode ler, comentar e contribuir para os RFCs.



O que é um padrão fechado

- Um padrão fechado é um conjunto de regras e especificações que define como um software ou hardware deve funcionar.
- Esse tipo de padrão é controlado por uma única empresa ou organização, que detém os direitos de propriedade intelectual sobre ele.

Características

- **Propriedade intelectual:** Padrões fechados são de propriedade de uma única entidade, que pode ser uma empresa, organização ou governo.
- **Controle:** A entidade proprietária do padrão controla como ele é desenvolvido, implementado e usado.
- **Compatibilidade:** O software ou hardware que segue um padrão fechado geralmente só é compatível com outros produtos da mesma empresa ou organização.
- **Acessibilidade:** O acesso ao padrão pode ser restrito e sujeito a pagamento de taxas.

Microsoft Word

- O formato de arquivo .docx do Microsoft Word é um exemplo clássico de um padrão fechado. Esse formato é de propriedade da Microsoft e só pode ser usado por software licenciado pela empresa. Isso significa que outros desenvolvedores não podem criar softwares que sejam compatíveis com o formato .docx sem a permissão da Microsoft.



RFCs do IP



Nome do RFC	Data de Publicação	Descrição
RFC 791	Setembro de 1981	Especifica a versão 4 do IP (IPv4)
RFC 2460	Dezembro de 1998	Especifica a versão 6 do IP (IPv6)
RFC 1122	Outubro de 1989	Define os requisitos básicos para hosts na internet, incluindo o suporte ao protocolo IP
RFC 1812	Junho de 1995	Define os requisitos para roteadores que usam o protocolo IP
RFC 3542	Maio de 2003	Define uma estrutura para qualidade de serviço (QoS) no IP



Entendendo a estrutura
da rede

O que é o traceroute?

- Ele é um comando que consegue traçar a rota entre uma origem e destino na Internet.
- Sintaxe
 - traceroute www.google.com
 - traceroute 200.131.252.165



traceroute -n www.ufvjm.edu.br

traceroute -n www.ufvjm.edu.br	traceroute to www.ufvjm.edu.br (200.131.252.165), 30 hops max, 60 byte packets	1 192.168.68.1 2.815 ms 2.703 ms 4.709 ms	2 10.0.0.1 4.847 ms 4.792 ms 4.739 ms	3 100.66.36.1 7.877 ms 7.820 ms 7.761 ms	4 100.116.0.10 6.118 ms 6.052 ms 5.993 ms
5 100.116.0.1 8.514 ms 8.448 ms 8.354 ms	6 177.74.225.36 10.888 ms 8.787 ms 8.714 ms	7 45.175.250.4 9.172 ms 9.028 ms 8.984 ms	8 187.16.216.4 16.379 ms 14.889 ms 16.721 ms	9 170.79.213.233 17.453 ms 170.79.213.44 19.430 ms 19.414 ms	10 200.143.252.73 24.349 ms 200.143.252.235 21.099 ms 21.050 ms
11 170.79.213.164 28.198 ms 27.186 ms 28.283 ms	12 200.143.253.162 27.104 ms 170.79.213.134 31.007 ms 200.143.253.162 28.787 ms	13 200.143.253.162 30.831 ms 30.489 ms 30.321 ms	14 200.131.0.133 27.534 ms 26.748 ms 27.542 ms	15 200.131.0.143 27.431 ms 27.599 ms 200.19.157.67 27.557 ms	16 200.19.157.67 31.279 ms 200.131.21.189 28.579 ms 29.669 ms
17 200.131.21.189 33.016 ms 31.859 ms 200.131.20.14 29.804 ms	18 200.131.20.14 32.232 ms 200.131.20.17 29.864 ms 200.131.20.14 33.820 ms	19 200.131.20.17 33.861 ms 35.757 ms 200.131.20.118 29.078 ms	20 200.131.20.42 29.608 ms 32.257 ms 33.313 ms	21 200.131.20.42 33.148 ms 44.252 ms 42.283 ms	

```
traceroute -q 1 -w  
1 -m 30 yahoo.com
```

- Neste exemplo, usamos as opções `-q 1` (define o número de pacotes enviados por hop) e `-w 1` (define o tempo limite para cada pacote) para acelerar o processo de rastreamento, e `-m 30` para definir o número máximo de hops permitidos.



Resultado

