



Fundamentos de **Redes de** **Computadores**

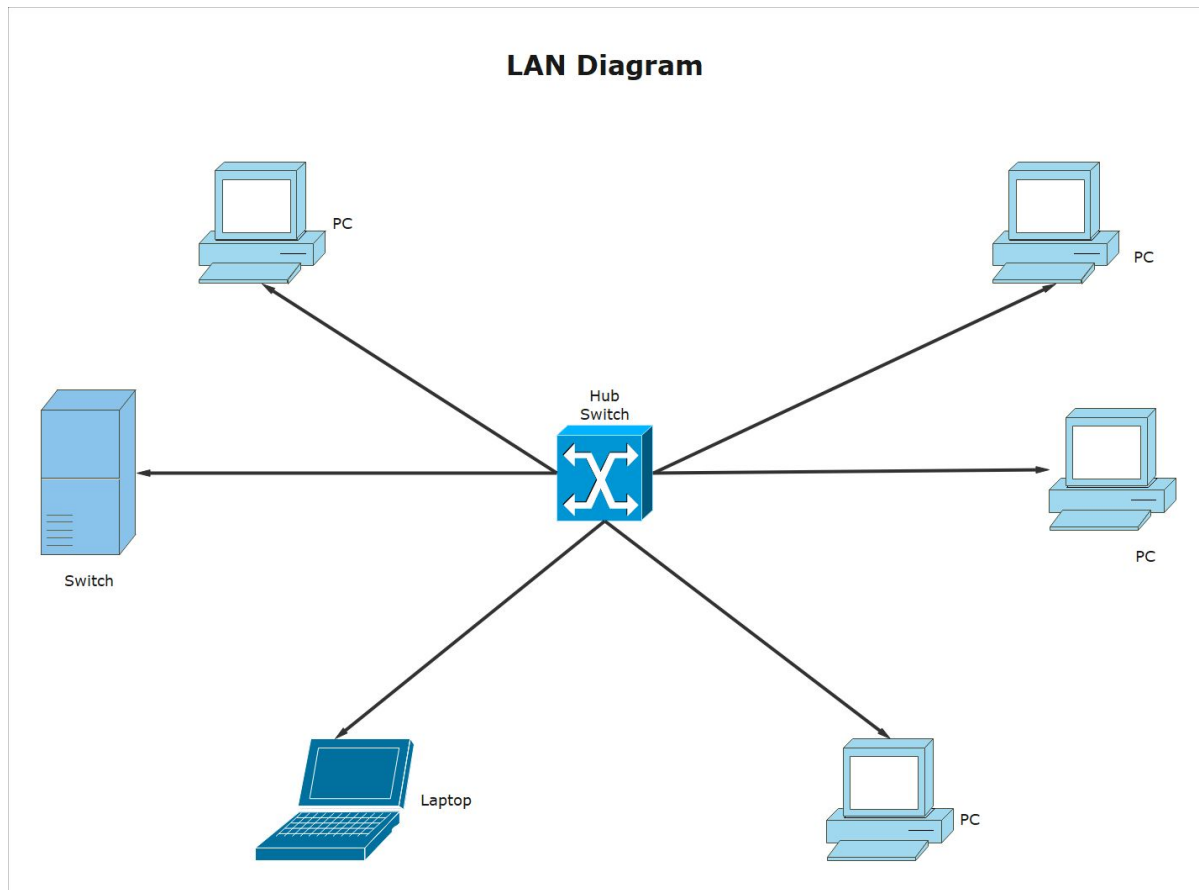
Prof. Pablo De Chiaro Rosa

Objetivos de redes de computadores

Uma das primeiras soluções foi a criação de **padrões de redes locais** (LAN - Local Area Networks).

Já que os padrões de redes locais ofereciam um conjunto aberto de diretrizes para a criação de hardware e software de rede, equipamentos de diferentes companhias poderiam então tornar-se compatíveis.

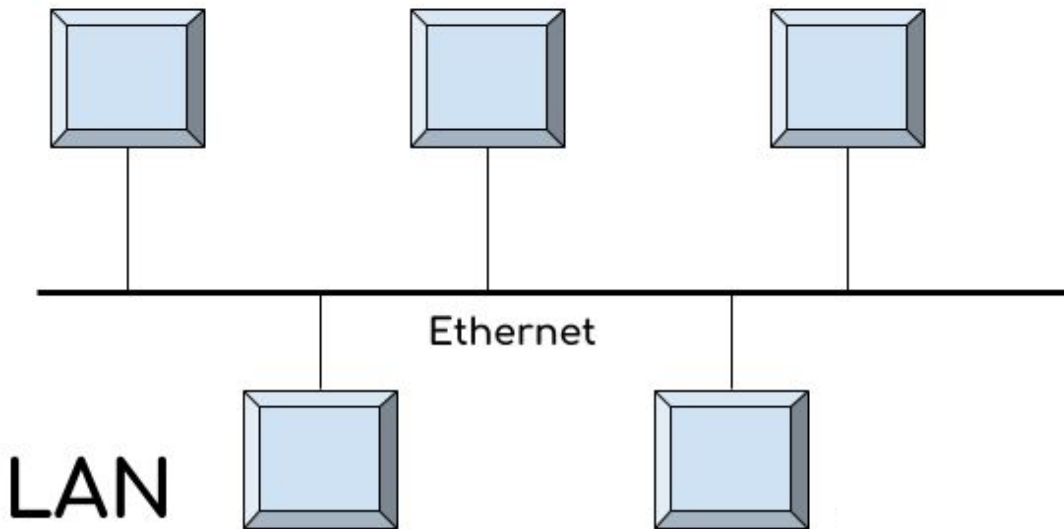
Isto permitiu estabilidade na implementação de **LANs**.



Local Area Network (LANs)

Uma rede local (LAN) é um grupo de dispositivos de computação interconectados, como computadores, impressoras, servidores, hubs, switches e roteadores, que **estão localizados em um espaço geográfico limitado, como um escritório, prédio ou campus.**

As LANs são usadas para permitir a comunicação de dados entre esses dispositivos, permitindo que eles **compartilhem recursos, arquivos e aplicativos.**



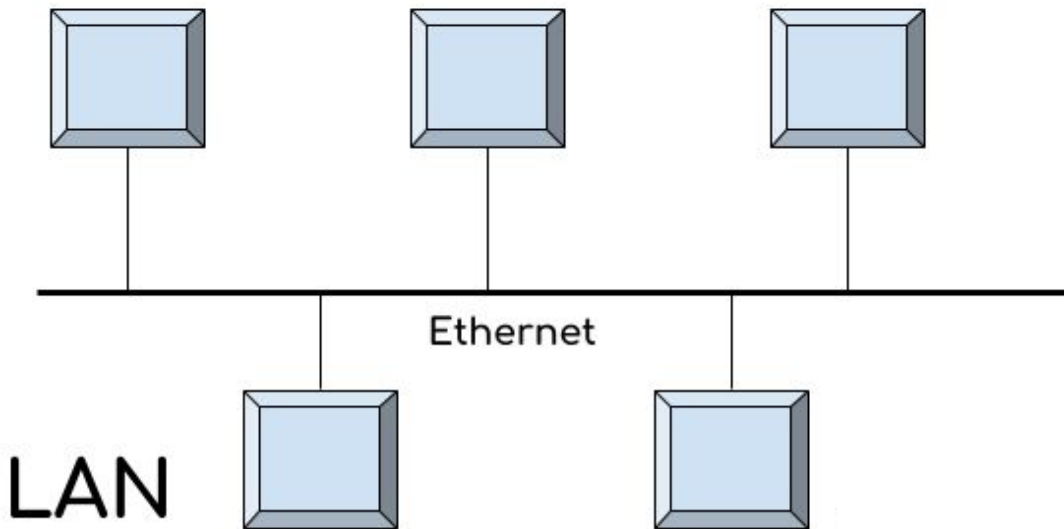
Local Area Network (LANs) - utilizadas:

Compartilhamento de recursos:

Uma rede local permite que os dispositivos compartilhem recursos, como impressoras, arquivos e aplicativos, o que aumenta a eficiência e produtividade da empresa.

Comunicação eficiente:

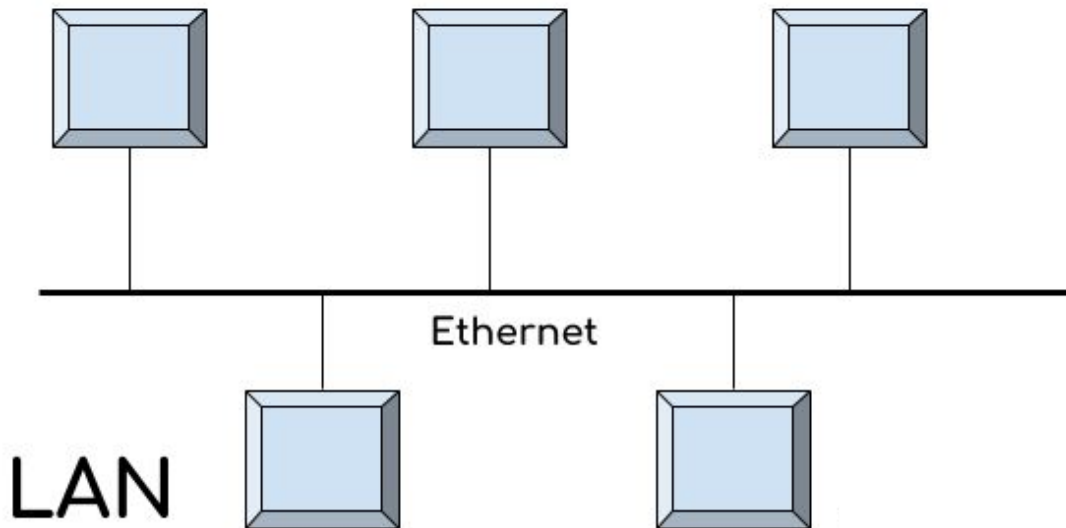
Com uma LAN, os funcionários podem se comunicar uns com os outros de forma mais rápida e fácil, seja por meio de e-mail, chat ou outras ferramentas de comunicação.



Local Area Network (LANs) - utilizadas:

Gerenciamento centralizado: Com uma rede local, as empresas podem gerenciar todos os dispositivos conectados a ela de forma centralizada, permitindo que elas façam atualizações e manutenção de forma mais fácil e eficiente.

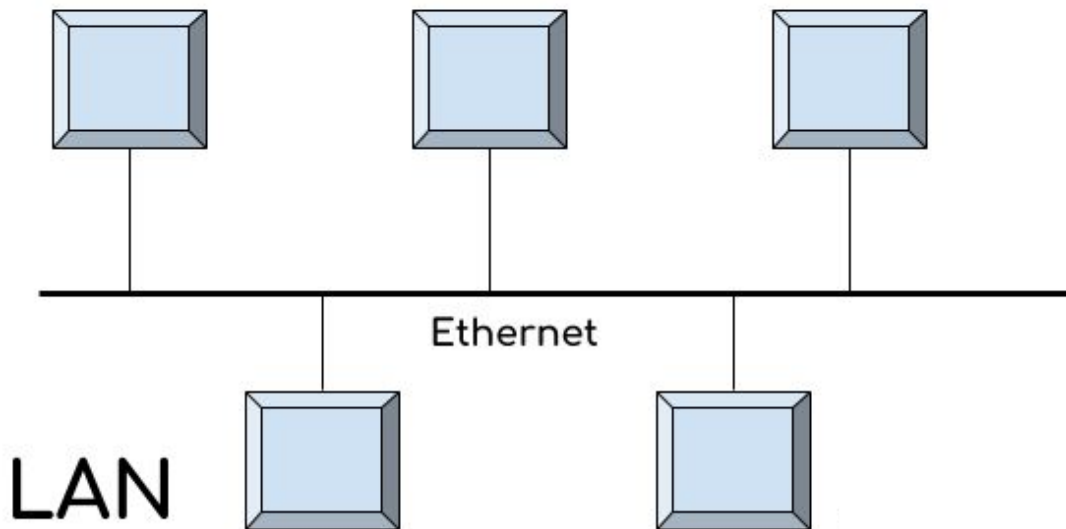
Maior segurança: As LANs permitem que as empresas estabeleçam controles de segurança centralizados, como firewalls e autenticação de usuários, o que aumenta a segurança da rede e dos dados da empresa.



Local Area Network (LANs) - utilizadas:

Facilidade de backup e recuperação de dados: Com uma LAN, as empresas podem fazer backup de dados de forma centralizada e recuperá-los mais facilmente em caso de perda de dados.

Em resumo, as **redes locais** são essenciais para as empresas modernas, permitindo uma comunicação eficiente, compartilhamento de recursos, gerenciamento centralizado e maior segurança.



Necessidade de comunicação entre
empresas remotas, filiais. **Localizados em
um espaço geográfico maior.**

Redes de Computadores

LAN (Rede Local): é uma rede de computadores que cobre uma área geográfica limitada, como uma casa, escritório ou campus universitário.

As LANs são usadas principalmente para compartilhar recursos entre dispositivos conectados, como impressoras, arquivos e aplicativos.

As LANs geralmente são gerenciadas localmente e possuem alta velocidade e baixa latência.

Distância Entre CPUs	Localização de CPUs	Nome
0.1 m	Placa de circuito impresso Assist. pessoal de dados	Placa-mãe Personal Area Network (PAN)
1.0 m	Milímetro Mainframe	Sistemas de Computadores Rede
10 m	Sala	Rede Local (LAN) Sua sala de aula
100 m	Edifício	Rede Local (LAN) Sua escola
1000 m = 1 km	Cidade Universitária	Rede Local (LAN) Stanford University
100,000 m = 100 km	País	Rede de Longa Distância (WAN) Cisco Systems, Inc.
1,000,000 m = 1,000 km	Continente	Rede de Longa Distância (WAN) África
10,000,000 m = 10,000 km	Planeta	Rede de Longa Distância A Internet
100,000,000 m = 100,000 km	Earth-moon system	Rede de Longa Distância (WAN) Satélites artificiais e da Terra

Redes de Computadores

MAN (Rede Metropolitana)

Metropolitan Area Network : é uma rede de computadores que cobre uma área geográfica maior, **como uma cidade ou região metropolitana**. As MANs são usadas principalmente para **interconectar LANs** em diferentes locais geográficos.

As MANs são gerenciadas por provedores de serviços de rede e possuem uma velocidade intermediária e latência moderada.

Distância Entre CPUs	Localização de CPUs	Nome
0.1 m	Placa de circuito impresso Assist. pessoal de dados	Placa-mãe Personal Area Network (PAN)
1.0 m	Milímetro Mainframe	Sistemas de Computadores Rede
10 m	Sala	Rede Local (LAN) Sua sala de aula
100 m	Edifício	Rede Local (LAN) Sua escola
1000 m = 1 km	Cidade Universitária	Rede Local (LAN) Stanford University
100,000 m = 100 km	País	Rede de Longa Distância (WAN) Cisco Systems, Inc.
1,000,000 m = 1,000 km	Continente	Rede de Longa Distância (WAN) África
10,000,000 m = 10,000 km	Planeta	Rede de Longa Distância A Internet
100,000,000 m = 100,000 km	Earth-moon system	Rede de Longa Distância (WAN) Satélites artificiais e da Terra

Redes de Computadores

WAN (Rede de Área Ampla) Wide

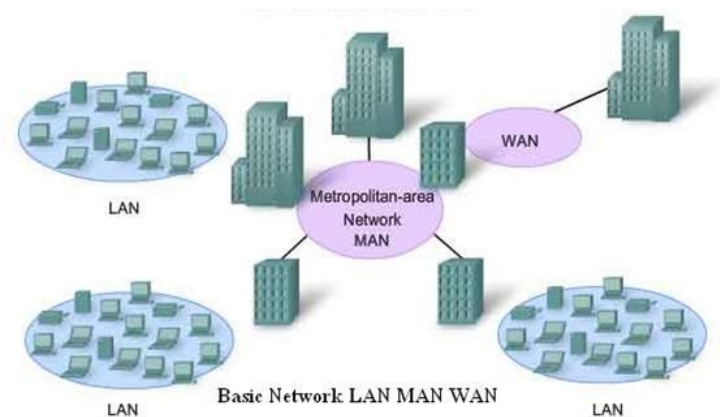
Area Network: é uma rede de computadores que cobre uma área geográfica muito grande, como um país ou continente. **As WANs são usadas principalmente para interconectar LANs e MANs em diferentes locais geográficos.**

As WANs são gerenciadas por **provedores de serviços de rede** e possuem uma velocidade mais baixa e latência mais alta do que as LANs e MANs.

Distância Entre CPUs	Localização de CPUs	Nome
0.1 m	Placa de circuito impresso Assist. pessoal de dados	Placa-mãe Personal Area Network (PAN)
1.0 m	Milímetro Mainframe	Sistemas de Computadores Rede
10 m	Sala	Rede Local (LAN) Sua sala de aula
100 m	Edifício	Rede Local (LAN) Sua escola
1000 m = 1 km	Cidade Universitária	Rede Local (LAN) Stanford University
100,000 m = 100 km	País	Rede de Longa Distância (WAN) Cisco Systems, Inc.
1,000,000 m = 1,000 km	Continente	Rede de Longa Distância (WAN) África
10,000,000 m = 10,000 km	Planeta	Rede de Longa Distância A Internet
100,000,000 m = 100,000 km	Earth-moon system	Rede de Longa Distância (WAN) Satélites artificiais e da Terra

LAN, MAN, WAN

diferenças importantes incluem:



Topologia: As LANs geralmente usam topologias de rede como barramento, anel ou estrela. As MANs e WANs geralmente usam topologias de rede em malha ou árvore.

Protocolos: As LANs geralmente usam protocolos de rede como Ethernet e Wi-Fi. As MANs e WANs usam protocolos de rede como Frame Relay, ATM e MPLS, além do Ethernet.

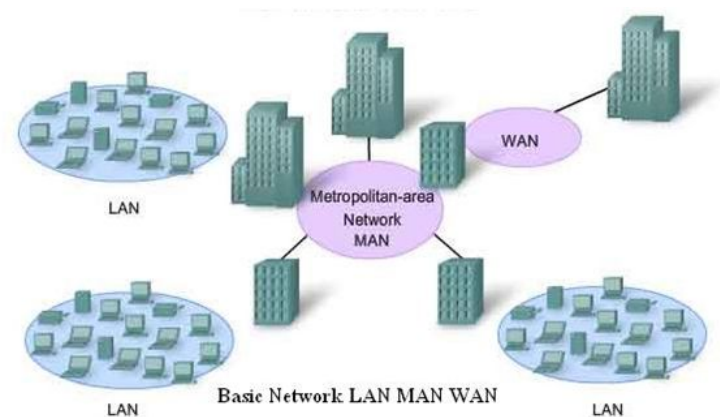
Custo: As LANs são geralmente mais baratas de implantar e gerenciar do que as MANs e WANs, que exigem mais equipamentos e infraestrutura de rede.

Propriedade: As LANs são de propriedade das empresas ou organizações que as utilizam. As MANs e WANs são geralmente de propriedade de provedores de serviços de rede, como empresas de telecomunicações.

Segurança: As LANs geralmente são mais seguras do que as MANs e WANs, que podem ser alvos de ataques cibernéticos em larga escala. As WANs geralmente exigem medidas de segurança adicionais, como VPNs e firewalls elaborados, para proteger a rede e os dados das empresas.

LAN, MAN, WAN

diferenças importantes incluem:



Topologia: As LANs geralmente usam topologias de rede como barramento, anel ou estrela. As MANs e WANs geralmente usam topologias de rede em malha ou árvore.

Protocolos: As LANs geralmente usam protocolos de rede como Ethernet e Wi-Fi. As MANs e WANs usam protocolos de rede como Frame Relay, ATM e MPLS, além do Ethernet.

Custo: As LANs são geralmente mais baratas de implantar e gerenciar do que as MANs e WANs, que exigem mais equipamentos e infraestrutura de rede.


Propriedade: As LANs são de propriedade das empresas ou organizações que as utilizam. As MANs e WANs são geralmente de propriedade de provedores de serviços de rede, como empresas de telecomunicações.

Segurança: As LANs geralmente são mais seguras do que as MANs e WANs, que podem ser alvos de ataques cibernéticos em larga escala. As WANs geralmente exigem medidas de segurança adicionais, como VPNs e firewalls elaborados, para proteger a rede e os dados das empresas.

Comutação

Comutação de circuitos

Redes orientadas à
conexão de comutação de
circuito



O sistema de telefonia tradicional é um exemplo clássico de comutação de circuitos.

Quando você faz uma ligação telefônica, um circuito dedicado é estabelecido entre os dois aparelhos até que a chamada seja encerrada.

Comutação

Comutação de circuitos

Redes orientadas à
conexão de comutação de
circuito

.....

Durante essa conexão, a **largura de banda** é reservada exclusivamente para essa chamada, o que significa que não há interferência de outras transmissões.

8
kHz

Comutação

Comutação de circuitos

Redes orientadas à
conexão de comutação de
circuito

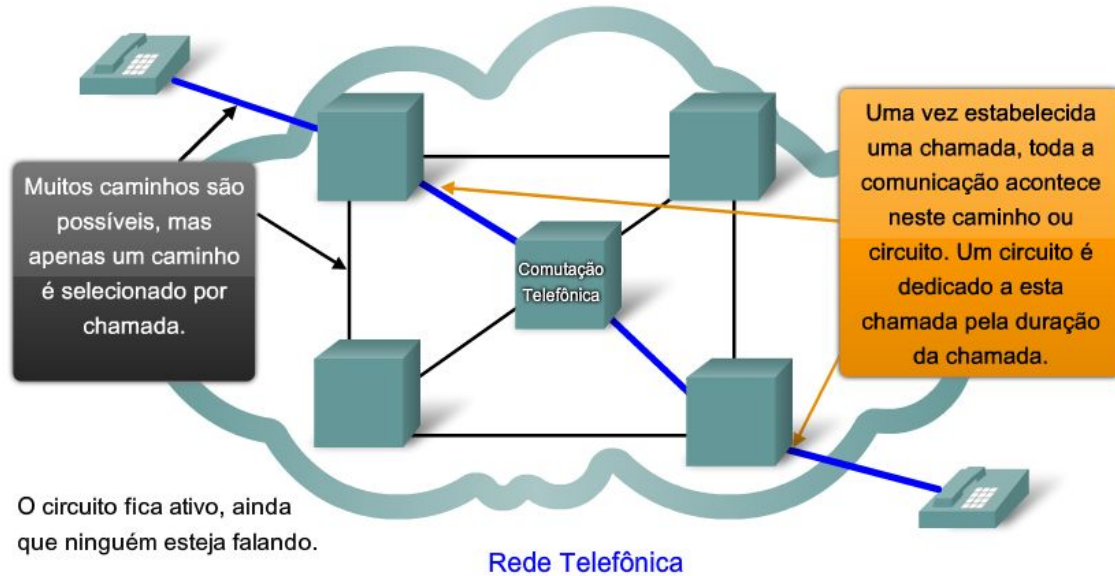
ISDN

Comutação de
circuitos para rede
digitais

O **ISDN (Integrated Services Digital Network)** é outro exemplo de comutação de circuitos, no Brasil como RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados)

Ele foi um sistema de telecomunicações utilizado para conectar redes de computadores e dispositivos de telecomunicações. **Na na rede telefónica pública.**

Circuitos Alternados em uma Rede Telefônica



Existem muitos, muitos circuitos, mas um número finito. Durante períodos de pico, algumas chamadas podem ser negadas.

Comutação

Comutação

Redes

conexão

circuitos

Na busca por uma rede que pudesse resistir à perda de uma quantidade significativa de suas instalações de comutação e transmissão, os primeiros criadores da Internet reavaliaram as pesquisas iniciais sobre redes de comutação de pacotes.

A premissa para esse tipo de rede é que uma única **mensagem** pode ser separada em **múltiplos blocos de mensagem**.

digitais

Cada pacote é então **roteado individualmente por diferentes rotas** até chegar ao destino final, onde é remontado em sua **forma original**.

Comutação

Comutação de circuitos

Redes orientadas à conexão de comutação de circuito

ISDN

Comutação de circuitos para rede digitais

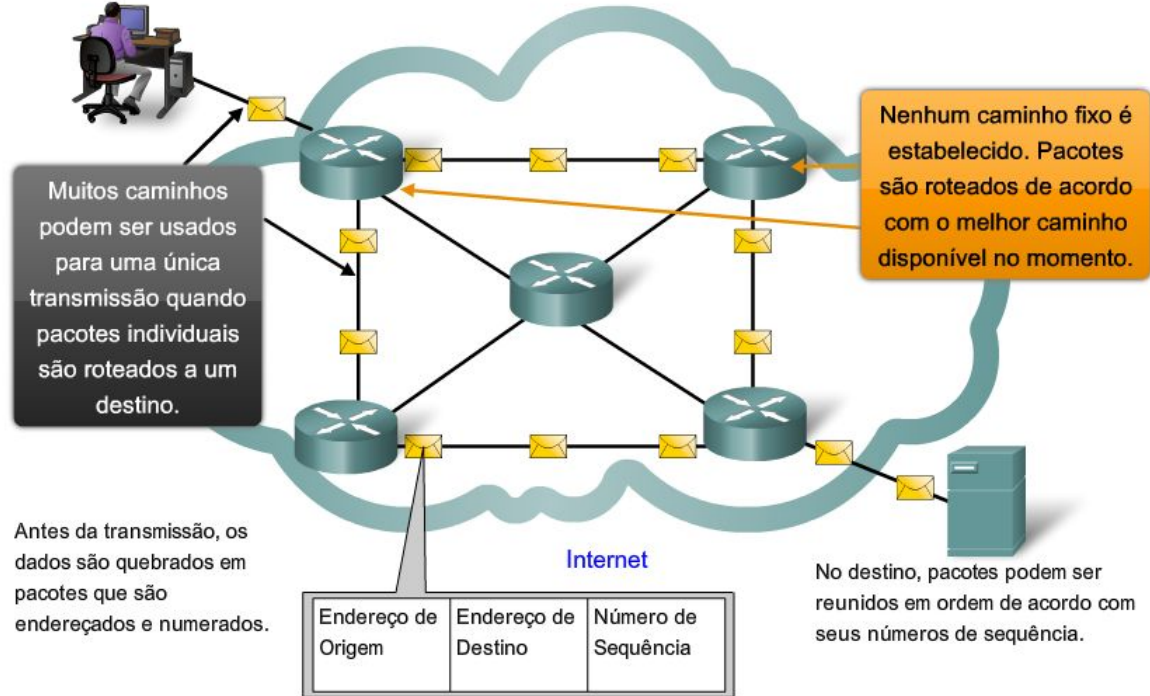
Comutação de pacotes

Transmitir dados de forma mais eficiente e compartilhar a largura de banda entre vários dispositivos.

A Internet é um exemplo comum de comutação de pacotes. Quando você envia um e-mail ou acessa um site, os dados são **divididos em pacotes menores antes de serem transmitidos**.

Cada pacote é então **roteado individualmente por diferentes rotas** até chegar ao destino final, onde é remontado em sua **forma original**.

Entrega de Pacote em uma Rede de Dados



Durante períodos de pico, a comunicação pode ser atrasada, mas não negada.

Como funciona?

Comutação de Circuitos

A comutação de circuitos é uma técnica utilizada para estabelecer uma conexão dedicada entre dois dispositivos de rede antes que os dados sejam transmitidos.

Essa técnica é geralmente utilizada em redes que requerem uma transmissão confiável e em tempo real, como chamadas telefônicas e videoconferências.

1

Quando uma chamada é iniciada, um circuito dedicado é estabelecido entre os dois dispositivos de rede.

Esse circuito é composto por vários canais físicos, como cabos de cobre, fibra óptica ou satélites, que são **reservados exclusivamente para essa chamada** durante toda a sua duração.

Isso significa que a **largura de banda é dedicada** apenas para essa chamada e não é compartilhada com outras transmissões.

Como funciona?

Comutação de Circuitos

A comutação de circuitos é uma técnica utilizada para estabelecer uma conexão dedicada entre dois dispositivos de rede antes que os dados sejam transmitidos.

Essa técnica é geralmente utilizada em redes que requerem uma transmissão confiável e em tempo real, como chamadas telefônicas e videoconferências.

2

Durante a chamada, os dados são transmitidos em **tempo real** pelo circuito dedicado.

O circuito permanece aberto até que a chamada seja encerrada, **garantindo uma conexão estável e sem interrupções**.

Quando a chamada é **encerrada**, o circuito é **liberado** e pode ser utilizado por **outros** dispositivos de rede.

Como funciona?

Comutação de Circuitos

A comutação de circuitos é uma técnica utilizada para estabelecer uma conexão dedicada entre dois dispositivos de rede antes que os dados sejam transmitidos.

Essa técnica é geralmente utilizada em redes que requerem uma transmissão confiável e em tempo real, como chamadas telefônicas e videoconferências.

3

Uma das **principais vantagens** da comutação de circuitos é a qualidade da transmissão, que é geralmente de alta qualidade e sem interferência.

No entanto, a **desvantagem** é que a largura de banda é reservada exclusivamente para essa chamada, o que significa que a rede pode ficar ociosa enquanto o circuito está aberto e não pode ser utilizada por outros dispositivos de rede.

Além disso, a comutação de circuitos é geralmente mais cara do que a comutação de pacotes, pois requer a reserva de canais físicos exclusivos para cada chamada.

Como funciona?

Comutação de Pacotes

Técnica utilizada em redes de computadores para transmitir dados de forma eficiente e compartilhar a largura de banda entre vários dispositivos.

Quando um dispositivo envia dados pela rede, eles são divididos em pacotes menores antes de serem transmitidos.

1

Cada pacote contém **informações** sobre o endereço de **origem e destino**, bem como o próprio **conteúdo** dos dados.

Os pacotes são transmitidos por **diferentes rotas** pela rede, usando os **caminhos mais eficientes disponíveis naquele momento**.

Isso significa que os pacotes podem chegar ao destino em **diferentes momentos e em diferentes rotas**.

Como funciona?

Comutação de Pacotes

Técnica utilizada em redes de computadores para transmitir dados de forma eficiente e compartilhar a largura de banda entre vários dispositivos.

Quando um dispositivo envia dados pela rede, eles são divididos em pacotes menores antes de serem transmitidos.

2

Ao chegar ao destino, cada pacote é **remontado** em sua forma original para formar os dados completos.

Isso é possível graças às informações de endereço contidas em cada pacote, que permitem que os **dispositivos de rede saibam onde** cada pacote deve ser encaminhado.

Como funciona?

Comutação de Pacotes

Técnica utilizada em redes de computadores para transmitir dados de forma eficiente e compartilhar a largura de banda entre vários dispositivos.

Quando um dispositivo envia dados pela rede, eles são divididos em pacotes menores antes de serem transmitidos.

3

A comutação de pacotes é **mais eficiente** do que a comutação de circuitos porque permite que vários dispositivos **compartilhem a largura de banda da rede**.

Isso significa que a rede não fica ociosa enquanto um circuito está aberto, como acontece na comutação de circuitos.

Além disso, a comutação de pacotes é **menos suscetível a falhas**, pois os pacotes podem ser transmitidos por rotas alternativas se uma rota estiver congestionada ou falhar.

Como funciona?

Comutação de Pacotes

Técnica utilizada em redes de computadores para transmitir dados de forma eficiente e compartilhar a largura de banda entre vários dispositivos.

Quando um dispositivo envia dados pela rede, eles são divididos em pacotes menores antes de serem transmitidos.

4

Uma das desvantagens da comutação de pacotes é que ela pode introduzir **atrasos na transmissão de dados (delay)**, pois os pacotes podem chegar ao destino em momentos diferentes e precisam ser remontados antes que os dados possam ser utilizados.

Além disso, a comutação de pacotes pode resultar em **congestionamento** da rede se houver muitos dispositivos transmitindo dados simultaneamente.

Como funciona?

Comutação de Pacotes

Técnica utilizada em redes de computadores para transmitir dados de forma eficiente e compartilhar a largura de banda entre vários dispositivos.

Quando um dispositivo envia dados pela rede, eles são divididos em pacotes menores antes de serem transmitidos.



Rede datagrama é o mesmo que comutação de pacotes.

A rede datagrama é um tipo de rede de comutação de pacotes em que cada pacote é tratado de forma independente e não há conexão pré-estabelecida entre o emissor e o receptor. Cada pacote é encaminhado de forma independente e pode seguir um caminho diferente pela rede para chegar ao seu destino. A rede datagrama é utilizada em muitas redes de computadores, incluindo a Internet.

Em resumo, rede datagrama e comutação de pacotes são sinônimos, referindo-se ao processo de dividir os dados em pacotes menores e transmiti-los de forma independente pela rede.

Como funciona?

Largura de Banda

Conceito de redes, visto em
comutação de circuitos e pacotes.

Medida em bits por segundo (bps)

Largura de banda na comutação refere-se à
quantidade de dados que pode ser transmitida
através de uma rede de computadores em um
determinado período de tempo.

É **medida em bits por segundo (bps)**, kilobits por
segundo (Kbps), megabits por segundo (Mbps), gigabits
por segundo (Gbps) ou terabits por segundo (Tbps).

A largura de banda é importante na comutação porque
determina a quantidade de dados que pode ser
transmitida através da rede. Quanto maior a largura de
banda, maior a quantidade de dados que pode ser
transmitida em um determinado período de tempo.

Como funciona?

Largura de Banda

Conceito de redes, visto em
comutação de circuitos e pacotes.

Medida em bits por segundo (bps)

Na **comutação de circuitos**, a largura de banda é alocada para um único circuito durante a duração da conexão.

Isso significa que, mesmo que o circuito não esteja sendo utilizado, a largura de banda permanece alocada para ele.

Na **comutação de pacotes**, a largura de banda é compartilhada entre vários dispositivos, o que permite uma utilização mais eficiente da largura de banda da rede.

Como funciona?

Largura de Banda

Conceito de redes, visto em comutação de circuitos e pacotes.

Medida em bits por segundo (bps)

Em redes de computadores, a largura de banda é **afetada por vários fatores, incluindo a tecnologia de rede utilizada, a qualidade dos cabos de rede, a distância entre os dispositivos e o número de dispositivos que compartilham a rede.**

É importante que a largura de banda da rede seja dimensionada corretamente para garantir um **desempenho** adequado da rede e evitar congestionamento.

Como funciona?

Largura de Banda

Conceito de redes, visto em
comutação de circuitos e pacotes.

Largura de Banda (Bandwidth): é definida como a quantidade de informações que flui através da conexão de rede durante de um certo período de tempo.

Medida em bits por segundo (bit/s), bps

A largura de banda é finita;

A largura de banda não é grátis;

A largura de banda é um fator importante na análise do desempenho da rede, na criação de novas redes, e no entendimento da Internet;

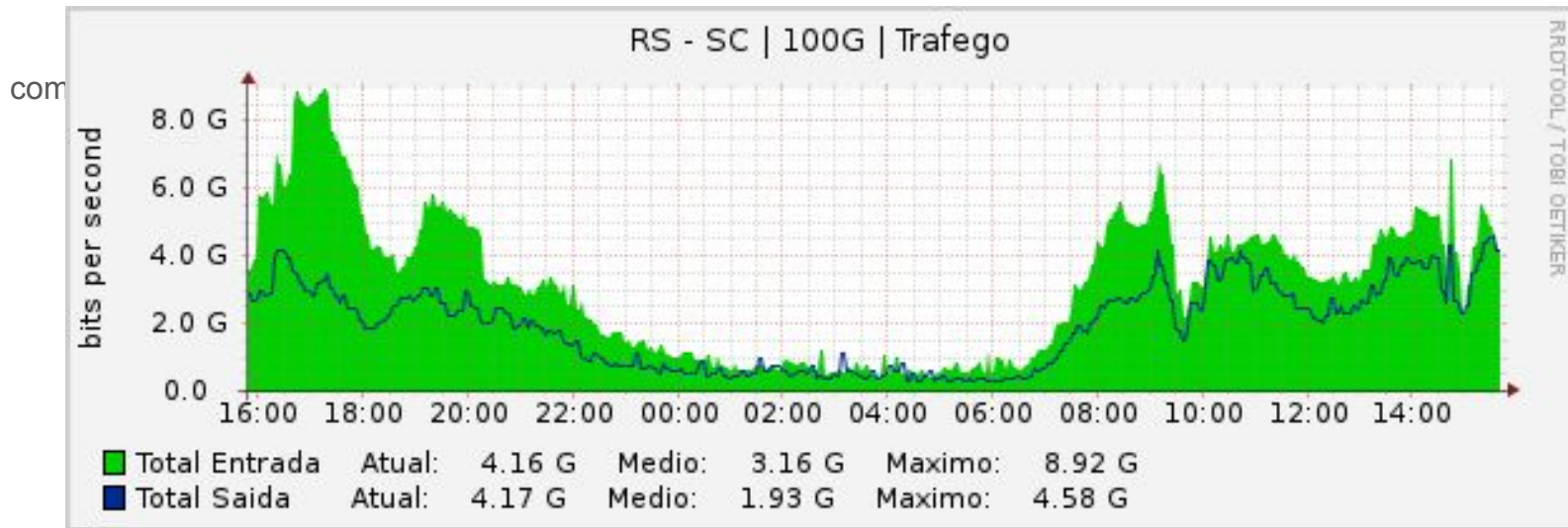
A demanda por largura de banda está sempre crescendo;

Largura de banda não é o mesmo que a velocidade.

Como funciona?

Largura de Banda

Largura de Banda (Bandwidth): é definida como a quantidade de informações que flui através da conexão de rede durante de um certo período de tempo.



Exemplo real, acesse:

<https://www.rnp.br/sistema-rnp/ferramentas/panorama-de-trafego>

A demanda por largura de banda está sempre crescendo;

Largura de banda não é o mesmo que a velocidade.

Como funciona?

Largura de Banda

Largura de Banda (Bandwidth) pode ser convertida em outras medidas para se adaptar melhor ao volume de informações analisadas, podendo ser descrita em:

Unidades de Largura de Banda	Abreviação	Equivalência
Bits por segundo	bps	1 bps = unidade fundamental de largura de banda
Kilobits por segundo	kbps	1 kbps = 1,000 bps = 10^3 bps
Megabits por segundo	Mbps	1 Mbps = 1,000,000 bps = 10^6 bps
Gigabits por segundo	Gbps	1 Gbps = 1,000,000,000 bps = 10^9 bps
Terabits por segundo	Tbps	1 Tbps = 1,000,000,000,000 bps = 10^{12} bps

Uma empresa exigirá uma largura de banda maior do que um usuário doméstico, pois eles podem exigir conexão com a Internet para algumas centenas de sistemas e serviços de cada vez.

Largura de Banda (Bandwidth) é então a medição da quantidade de informações que podem ser transferidas através da rede. Qual a diferença para o Vazão da rede (Throughput) ?

Vazão da rede (Throughput) vs Largura de Banda

O throughput se refere à largura de banda real medida, em um determinado período (Ex.: uma hora do dia específica), usando específicas rotas de Internet, e durante a transmissão de um conjunto específico de dados na rede.

Infelizmente, por muitas razões, o throughput é muito menor que a largura de banda digital máxima possível do meio que está sendo usado. Abaixo seguem alguns dos fatores que determinam o throughput:

Topologias de rede

Tipos de dados sendo transferidos

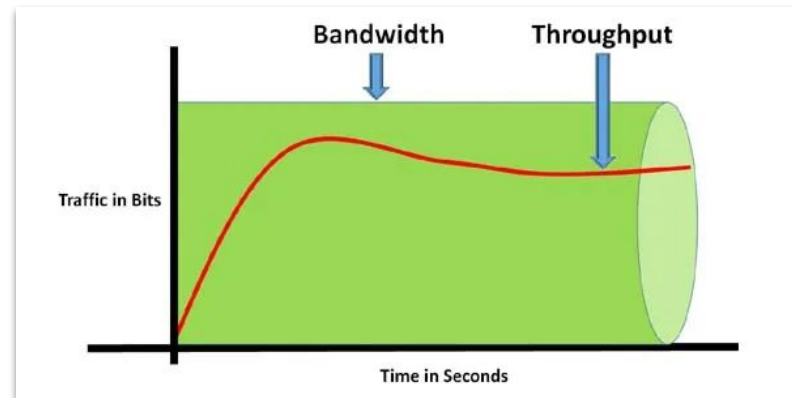
Congestionamento da rede devido ao uso intenso da rede.

Muitos usuários estão acessando o mesmo serviço/servidor.

Baixa alocação de largura de banda entre dispositivos de rede.

Recursos (CPU, RAM) dos dispositivos de rede

Via de regra $\text{Throughput} \leq \text{Bandwidth}$



Exercício

Com relação a Largura de Banda (Bandwidth) nem sempre é fácil encontrar as respostas aos problemas como esses, mas o melhor lugar por onde começar é com um simples cálculo de transferência de dados.

Usando a fórmula tempo de transferência = tamanho do arquivo / largura de banda ($T = S/BW$) permite que um administrador da rede faça uma estimativa de vários dos componentes importantes do desempenho da rede. Se for conhecido o tamanho típico do arquivo para um determinado aplicativo, a divisão do tamanho do arquivo pela largura de banda da rede resulta em uma estimativa do tempo mais rápido no qual o arquivo pode ser transferido.

Devem ser considerados dois pontos importantes ao fazer estes cálculos:

O resultado é apenas uma estimativa, pois o tamanho do arquivo não inclui qualquer encargo adicionado pela encapsulação do Pacote.

É provável que o resultado seja na melhor das hipóteses, por conta da largura de banda disponível. Uma estimativa mais precisa poderá ser obtida se o throughput for substituído pela largura de banda na equação.

Download Melhor

$$T = \frac{S}{BW}$$

Download Típico

$$T = \frac{S}{P}$$

BW	A largura de banda máxima teórica do "link mais lento" entre o host de origem e o host de destino (medida em bits por segundo)
P	O throughput real no instante da transferência (medido em bits por segundo)
T	Tempo da realização da transferência do arquivo (medido em segundos)
S	Tamanho do arquivo em bits

Apesar dos cálculos da transferência de dados serem bem simples, deve-se ter cuidado para usar as mesmas unidades por toda a equação.

Em outras palavras, se a largura de banda for medida em megabits por segundo (Mbit/s), o tamanho do arquivo deverá ser em megabits (Mb), e não megabytes (MB). Já que os tamanhos de arquivos são tipicamente dados em megabytes, talvez seja necessário multiplicar por oito o número de megabytes para convertê-los em megabits.

Tente responder a seguinte pergunta, usando a fórmula $T=S/BW$. Não se esqueça de converter as unidades de medição conforme o necessário.

O que levaria menos tempo, enviar um conteúdo de 100 MB por uma linha ADSL (512Kbit/s de download e 256Kbit/s de upload) OU enviar um arquivo em um disco rígido de 10 GB por uma conexão local 5Mbit/s ?



O que levaria menos tempo, enviar um conteúdo (100 MB) por uma linha ADSL (512Kbit/s de download e 256Kbit/s de upload) ou enviar um arquivo em um disco rígido de 10 GB por uma conexão local 5Mbit/s

Resposta:

Exemplo de plano de internet:

100 MB
256 Kbps (Kbit/s)

~3000 s

10 GB
5 Mbps (Mbit/s)

~16000 s

Plano de Internet	Velocidade de Download
5 Mega	5 Mbps
35 Mega	35 Mbps

Exercícios de fixação - resposta do valor T em segundos (extenso):

- 1) Para calcular o tempo necessário para transferir um arquivo de 500 MB em uma rede local com uma vazão de 100 Mbps, podemos utilizar a seguinte fórmula: *Tempo de transferência* = (tamanho do arquivo em bits) / *Throughput*
- 2) Em um servidor local com *Bandwidth* de 100.000 kbps, foi necessário transferir um arquivo de 3.3 GB, quanto tempo demorou ?
- 3) Suponha que você precise transferir um arquivo de 1 GB (gigabyte) pela Internet. Sabendo que a sua conexão tem uma velocidade de download de 10 Mbps (megabits por segundo), qual seria o tempo estimado para realizar essa transferência ?
- 4) Caso você tenha uma conexão de Internet com velocidade de upload de 5 Mbps e, seja preciso enviar um vídeo de 500 MB (megabytes) para um amigo. Qual seria o tempo estimado para realizar essa transferência?
- 5) Em uma LAN, é necessário transferir um arquivo comprimido de tamanho 250 MB, do seu PC que possui a placa de rede com 1Gbit/s para outro notebook que fora testado o *Throughput* de 600 kbps, qual estimativa de tempo para isto ?

Download Típico

$$T = \frac{S}{P}$$

Download Melhor

$$T = \frac{S}{BW}$$