

# INTERCONEXÃO E PROTOCOLOS DE REDES COMUNICAÇÃO DE DADOS

Autor: Me. Ramiro Sebastião Córdova Junior

Revisor: Luciana de Castro Lugli

INICIAR

# introdução

## Introdução

A conexão entre computadores é uma realidade comum em ambientes corporativos e, mais recentemente, em ambientes domésticos. Os avanços nas tecnologias relacionadas às redes de computadores melhoraram a comunicação e facilitam o acesso à informação.

A estrutura que permite o funcionamento das redes de computadores possui muitos conceitos relacionados à comunicação de dados. Esses conceitos permitem o entendimento das tecnologias que são utilizadas em ambientes de rede e são essenciais para que os profissionais da área possam prover novas soluções nos mais diferentes contextos.

Sendo assim, nesta unidade serão apresentados os principais conceitos relacionados à comunicação de dados. Inicialmente, com uma visão sistêmica da comunicação de dados com os principais conceitos. A unidade também esclarece o funcionamento e as características dos principais meios físicos utilizados na comunicação de dados, além de apresentar os tipos de comunicação de dados e suas principais técnicas.

# Visão Geral da Comunicação de Dados

---

Pode-se dizer que uma rede de computadores é um conjunto de computadores interligados por enlaces de comunicação, ou seja, as redes são compostas por nós (equipamentos) que são interligados. Na internet, que é uma grande rede mundial de computadores conectados, cada equipamento conectado à rede é considerado um nó da rede. Os computadores são nós importantes de uma rede, pois nele rodam os programas que “conversam”, por meio da rede. É bastante comum os computadores de usuários dos sistemas serem chamados de hosts da rede, já os computadores que provêm aplicações de rede são conhecidos como servidores. Como o próprio nome diz estes computadores “servem” os hosts.

Como é impossível conectar todos os computadores entre si, existem nós de rede que são os roteadores. Esses equipamentos têm como função principal definir a direção dos dados que trafegam nas redes. Na internet, que é uma rede de abrangência mundial, existem inúmeros roteadores que se encarregam de definir os melhores caminhos (mais rápidos) para as conexões de comunicação de dados (SOUSA, 2009).

De um modo geral, pode-se dizer que uma rede como a internet divide-se em duas partes: acesso e o núcleo. Em que, a parte de acesso, é aquela que chega até as residências e empresas, e possui equipamentos de menor capacidade de processamento dos dados a serem comunicados. Já a parte do núcleo (ou core) possui uma infraestrutura

com muitos equipamentos de rede, que se preocupam, apenas, com o processamento massivo dos dados que trafegam na rede, utilizando equipamentos de grande porte.

Nesse contexto, a Figura 1.1 apresenta um diagrama exemplo de uma rede de computadores identificando os conceitos recém-abordados. Podemos visualizar exemplos de hosts conectados à rede como computadores, laptops e tablet. No diagrama, também é possível visualizar servidores de rede e um roteador conectado diretamente à infraestrutura de rede da internet (KUROSE; ROSS, 2006).



*Figura 1.1 - Exemplo de rede de computadores conectada à internet*

*Fonte: Weerayut Kongsombut / 123RF.*

As informações que trafegam em redes de computadores estão sempre num formato digital, e são chamadas de dados. Os dados quando processados possuem um significado para as aplicações da rede, mas se analisados isoladamente, os dados que trafegam são chamados de sinais, que podem ser representações elétricas, como por exemplo, tensões ou corrente. Além disso, os sinais podem ser representados por ondas eletromagnéticas, que se propagam no espaço, ou até mesmo podem ser representados pela luz, que se propaga dentro de uma fibra ótica.

O transporte dos sinais através de um meio físico pode ser chamado de sinalização, e cada meio físico possui algumas características de propagação dos sinais. A quantidade de dados que pode ser transportado no meio físico, juntamente com a velocidade e a imunidade a interferências, são parâmetros extremamente importantes, pois determinam o funcionamento das aplicações na rede (TANENBAUM, 2003).

A taxa de sinalização é considerada como sendo a quantidade de dados que podem trafegar no meio físico, por unidade de tempo, por exemplo, a quantidade de sinais por segundo que pode ser enviada. Na engenharia foi definido um nome para medida da taxa de sinalização, em que bauds foi o nome adotado. Sendo assim, podemos dizer que uma taxa de sinalização de 500 bauds significa que podem ser transportados 500 sinais por segundo. Além disso, é importante ficar claro que esse conjunto de sinais representam os dados que trafegam na rede.

Contudo, o conceito de transmissão de dados também é importante, pois uma transmissão é a propagação e processamento dos dados que trafegam na rede. Cabe ressaltar que após o processamento, ou seja, após a transmissão os dados (já processados) estes se tornam uma informação, que tem sua quantidade medida em bits. Todos os canais de comunicação (ou enlaces de rede) possuem uma capacidade de informação, que é medida em bits por segundo (bits/s). Geralmente, essas informações são uma quantidade de 0s (zeros) e 1s (uns) codificados, que definem o dado transmitido. No entanto, a utilidade das informações depende dos usuários e dos sistemas da rede.

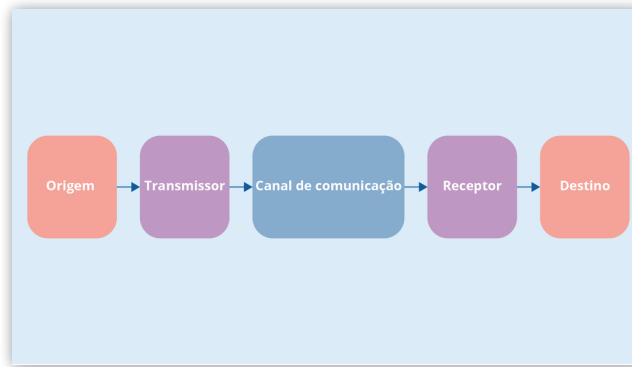
Dessa forma, é possível calcular a taxa de informação, ou seja, a quantidade de bits que é enviada por segundo. Esse cálculo é realizado multiplicando os bauds (unidade de medida da taxa de sinalização), pela quantidade de bits existentes em cada sinal.

Todos esses conceitos estão presentes nas grandes redes de comunicação com que temos contato no nosso dia a dia. Atualmente, essas redes possuem características mais avançadas que alguns anos atrás. Por exemplo, há uma tendência de convergência de voz e dados nas redes de comunicação.

Até um bom tempo atrás, essas redes (telefonia e dados) eram dissociadas, o que resultava na provisão de infraestrutura física e lógica específica para cada uma delas. Como qualquer tipo de informação pode ser representado em bits (vídeo, voz etc.), esse processo de convergência é considerado um grande avanço na comunicação de dados. Outra característica importante nas redes de comunicação é a acessibilidade, que garante o acesso em qualquer lugar, a qualquer momento, permitindo mobilidade aos usuários e serviços. O grande pilar dessa convergência da comunicação é a Internet, que é uma rede de abrangência mundial, com alta capacidade e capilaridade atingindo inúmeros pontos.

A Figura 1.2 apresenta de uma maneira simples os atores envolvidos em uma rotina de comunicação de dados. A origem e o destino são considerados os sistemas ou usuários que farão a utilização da informação transmitida, os transmissores são responsáveis para

transformar a informação em sinal e os receptores fazem o contrário, ou seja, transformam o sinal em informação. E, por fim, o canal de comunicação é o meio físico por onde essa informação vai trafegar.



*Figura 1.2 - Fluxo de comunicação*

*Fonte: Elaborada pelo autor.*

Independentemente da complexidade envolvida nas técnicas de transmissão de dados, podemos analisar o fluxo de comunicação de uma maneira macro com os seus principais atores. Conforme for a necessidade de detalhamento, pode-se estudar mais a fundo a peculiaridade envolvida nas técnicas utilizadas em cada um dos atores do processo.

## praticar

### Vamos Praticar

Nos processos de comunicação de dados, existem diferentes tipos de equipamentos de rede. Eles podem atuar de forma ativa ou passiva. Assinale a alternativa que apresenta o nome do equipamento de rede utilizado para conectar diferentes redes de computadores entre si.

- ☐ a) Ponto de Acesso.
- ☐ b) Hub.

- ☐ **c)** Roteador
  - ☐ **d)** Switch.
  - ☐ **e)** Placa de rede.
-

# Meios de Comunicação de Dados

---

Os meios de comunicação ou meios de transmissão de dados garantem a troca de bits (informação) entre os dispositivos conectados a uma rede de computadores. Também é bastante comum utilizar a nomenclatura de meio físico para abordar esse tema. Em se tratando de redes de computadores existem 3 tipos de meios de comunicação mais usuais atualmente:

1. Cabos de par trançado;
2. Fibra ótica; e
3. Wireless (sem fio).

Esses três meios de comunicação possuem suas vantagens e desvantagens, que são relacionadas a custos, performance, viabilidade de implementação, entre outros aspectos relevantes. Por isso, antes da implementação de uma rede é importante realizar uma análise de custo/benefício para cada projeto.

Vejamos a seguir mais detalhes de cada um desses meios de comunicação.

## Cabos de Par Trançado



O meio de comunicação de par trançado surgiu, originalmente, para ser utilizado na telefonia fixa, transmitindo voz no formato analógico. Atualmente, são bastante utilizados em redes de computadores, e em alguns casos, ainda para telefonia. Esse tipo de cabo é composto por pares de fio de cobre, que são trançados entre si. Contudo, existem diferentes tipos, categorias e padrões de cabos de par trançado.

Nesses cabos, o cobre é o material condutor que transmite os sinais elétricos, os quais possuem uma frequência de transmissão, ou seja, a quantidade de bits por segundo que pode ser transferida. Com os cabos de par trançado, é possível atingir altas taxas de transferência, atualmente na casa dos gigabits por segundo (COMER, 2016).

Sendo assim, na Figura 1.3, é possível ver a estrutura interna de um cabo de par trançado, em que os fios são entrelaçados, para evitar interferências eletromagnéticas, que podem afetar a transmissão.

Esse tipo de cabo é muito sensível a interferências do meio externo de origens eletromagnéticas e de radiofrequência, porém existe a opção de cabo com blindagem (mais caro), que pode minimizar esse tipo de problema. Dentre as principais vantagens de utilização dos cabos de par trançado, estão o preço e facilidade de realização de manutenção, em caso de ocorrência de problemas. A conexão de nós de rede aos cabos também é simples e com baixo custo. Além disso, os tipos de cabos de par trançado mais conhecidos são os cabos UTP e STP.

Os cabos UTP (*Unshielded Twisted Pair*) não possuem blindagem e são formados por pares trançados isolados uns dos outros, o único limitador de interferências utilizado por esse

tipo de cabo é o trançamento dos pares, que limita a degradação do sinal que é causada por interferências eletromagnéticas. Esse tipo de cabo é mais barato e de fácil instalação, custando menos que qualquer outro tipo de cabo utilizado para redes locais. Outra vantagem dos cabos UTP é sua espessura, que permite uma maior quantidade de cabos nos dutos de infraestrutura (TANENBAUM, 2003).

Já os cabos de par trançado do tipo STP (*Shielded Twisted Pair*) têm como principal característica o fato de possuir uma blindagem especial, que é combinada com as técnicas de cancelamento e trancamento. A blindagem é importante para diminuir as interferências eletromagnéticas e não aumenta, significativamente, a espessura do cabo. Devido ao preço, que é mais elevado, em comparação com os cabos UTP, os cabos STP são mais indicados para ambientes em que o nível de ruído e interferências eletromagnéticas são mais elevados.

Existe também uma variação dos cabos STP, que são os cabos do tipo SSTP (*Screened Shielded Twisted Pair*), os quais possuem uma blindagem individual para cada par de cabos, combinada com uma blindagem individual externa que envolve todos os pares. Isso faz com que esses cabos sejam mais resistentes ainda (se comparados ao STP) a interferências externas.

Os cabos de par trançado são classificados em categorias de 1 a 7, que variam as características de transmissão dos dados, como a frequência (largura de banda) e a taxa máxima de transmissão. O quadro 1.1 apresenta as características para cada categoria de cabo de par trançado.

#### Quadro 1.1 - Categorias de cabos de par trançado

Fonte: Adaptado de Pinheiro (2015, p. 30).

Sendo assim, os cabos de categoria 1 e 2 não são mais padrões reconhecidos pela associação que regulamenta as telecomunicações em nível mundial, a TIA (*Telecommunications Industry Association*). No passado, essas categorias foram bastante utilizadas para telefonia. O mesmo aconteceu com o padrão de cabos categoria 4, que não são mais reconhecidos pela TIA.

Os cabos de par trançado utilizam conectores específicos definidos pela TIA, os mais comuns são chamados de RJ-45. Esses conectores são utilizados nas extremidades dos cabos e variam conforme a categoria dos cabos, além disso, existem em dois tipos: macho e fêmea. Os conectores RJ-45 machos ficam nas extremidades dos cabos, que são conectados nos computadores e outros dispositivos de rede, e os conectores RJ-45 fêmea

ficam acoplados nos dutos de infraestrutura. Nesse contexto, a Figura 1.4 apresenta os dois tipos de conectores RJ-45.



*Figura 1.4 - Conectores RJ-45 macho (dir.) e fêmea (esq.)*

*Fonte: BANJONG KHANYAI / 123RF.*

Além dos conectores RJ-45, existe o conector do tipo TERA, que é um tipo de conector que permite atingir a velocidade de 100 Gbps, em cabos de par trançado. A principal característica dos conectores TERA é a blindagem, que diminui a possibilidade de mau contato e problemas relacionados a interferências. Sendo assim, a Figura 1.5 apresenta um conector TERA.

Os cabos de par trançado são compostos por 8 fios divididos em 4 pares, em que os fios possuem cores diferentes, que são utilizadas para definir o padrão de conectorização dos cabos. Um termo bastante comum utilizado é a crimpagem do cabo, que nada mais é do

que acoplar de maneira adequada o cabo ao conector. Para isso, também existem padrões que foram definidos pela TIA, os padrões 568A e 568B.

Normalmente, os cabos devem possuir o mesmo padrão nas duas pontas, os cabos que utilizam um padrão em cada ponta são chamados de *crossover*, e são utilizados para conectar um dispositivo diretamente no outro, e os padrões são identificados pelas cores dos 8 fios. Nesse contexto, a Figura 1.6 apresenta as combinações dos padrões.

## Cabos Fibra Ótica

Os cabos de fibra ótica são muito utilizados nas telecomunicações, normalmente em enlaces de rede que necessitam de uma alta taxa de transmissão de dados. Os principais exemplos de utilização são os serviços de telefonia e tv a cabo. Atualmente, o preço da fibra ótica está reduzindo, e isso aumenta a popularidade da fibra.

Sendo assim, uma das principais vantagens da utilização de fibra ótica é o alcance. Diferentemente dos cabos de par trançado, que possuem um limite de 100 m por enlace de rede, as fibras podem ser utilizadas em longas distâncias. Além disso, já está se tornando comum a utilização de fibra ótica em redes locais de computadores.

A tecnologia da transmissão, via fibra ótica, consiste na refração interna de feixes de luz. Internamente os cabos possuem um núcleo de vidro, extremamente fino, que é feito de sílica, envolvido por uma camada que possui uma capacidade menor de refração dos feixes de luz, essa camada é chamada de *cladding* (casca). Isso faz com que os feixes de

luz transmitidos pelo núcleo da fibra reflitam nas paredes do cabo. Assim, a luz é capaz de ser conduzida por longas distância e com baixo índice de perdas de sinal. Sendo assim, a Figura 1.7 apresenta a estrutura interna de um cabo de fibra ótica.

A quantidade de fios no interior dos cabos de fibra ótica é variável, depende de como o cabo será utilizado. No caso de utilização de cabos de fibra ótica para redes de computadores, geralmente é utilizado um único cabo, e em contrapartida os cabos de fibra ótica utilizados em redes links de comunicação de grandes distâncias normalmente possuem diversos fios.

Outra importante vantagem na utilização de fibra ótica é que são necessários menos dispositivos de repetidores de sinal, essa característica influencia diretamente na economia, saindo bem mais barato. O fato de utilizar o princípio da refração de luz na transmissão também deixa os cabos imunes a interferências eletromagnéticas.

Como desvantagem da utilização da fibra ótica, temos a fragilidade da fibra para utilização em curvas, podendo vir a quebrar. Também é necessária mão de obra especializada para realizar a conectorização em cabos de fibra ótica.

Além da conectorização da fibra ótica existe o procedimento conhecido como fusão da fibra, que serve para estender o alcance da fibra ótica aumentando o comprimento do cabo ótico. Atualmente com a popularização da fibra ótica esse procedimento já vem sendo bastante utilizado por técnicos especializados. Apesar de exigir uma instrumentação mais adequada e conhecimento técnico mais apurado, a fusão da fibra

ótica vem se tornando bastante comum em enlaces que necessitam de desempenho e com uma distância além dos 100 metros (suportados pelo cabo de par trançado).

Existem basicamente dois tipos de fibra ótica, as fibras monomodo e as fibras multimodo. A diferença entre elas é que, na monomodo o núcleo da fibra é bem mais fino, e devido a essa característica, a transmissão de luz se concentra em um único feixe, percorrendo todo o cabo com um número baixo de reflexões. Já nas fibras multimodo, que possuem um núcleo mais espesso, o sinal é dividido em vários feixes de luz separados, que ricocheteiam internamente no cabo em diferentes pontos, o que aumenta a perda de sinal durante a transmissão.

Para que se tenha uma noção da performance, as fibras monomodo podem garantir um alcance de 80 quilômetros, com uma taxa de transmissão de 10 gigabits por segundo, enquanto que as fibras multimodo garantem essa velocidade a uma distância máxima de 300 metros.

## Wireless

As comunicações do tipo wireless (sem fio) funcionam como uma alternativa para ambientes que não possam dispor de infraestrutura para passagem de cabos ou para situações onde a mobilidade de rede é um pré-requisito. Nesse caso, o meio de transmissão utilizado é o ar. A Figura 1.8 apresenta um diagrama de rede de um estabelecimento comercial com dispositivos conectados via cabo e via wireless.



Figura 1.8 - Exemplo de rede com conexões via cabo e wireless

Fonte: Maxim Popov / 123RF.

Existem diferentes tecnologias que dispensam cabos para a transmissão de dados, como bluetooth, sistemas infravermelhos e wifi. A tecnologia mais popular em redes de computadores é a Wi-Fi (*Wireless Fidelity*), que se refere ao padrão de comunicação 802.11, definido pela associação IEEE.

Esse padrão de comunicação permite a conexão de dispositivos (sem a necessidade de utilização de cabos) como notebooks, tablets, smartphones, impressoras, entre outros. Isso faz com que o Wi-fi seja bastante popular em bares, restaurantes, aeroportos, ambientes corporativos e domésticos etc., pois o sinal é transmitido por radiofrequências, e esse é o fator que limita o alcance das redes. A potência dos equipamentos transmissores, bem como as características do ambiente influenciam diretamente.

Um equipamento de rede importante em redes wireless é o ponto de acesso (em inglês *access point*), cuja função é retransmitir os dados para todos os nós da rede. Esse equipamento possui antenas que transmitem o sinal, e possuem uma interface de rede para conexão de cabo de rede, o que permite a integração da rede sem fio com a cabeada. Vejamos a seguir algumas vantagens na utilização de redes sem fio:

- **Mobilidade:** os usuários não precisam ficar limitados ao espaço físico definido por um cabo, pois dentro da área de cobertura da rede é possível ter conectividade;



- **Conveniência:** o acesso a sistemas e recursos pode ser realizado sem a necessidade de usar um computador instalado em uma mesa;
- **Facilidade de configuração:** com a popularização das redes sem fio, os fabricantes desenvolveram assistentes de configuração bem simples de serem utilizados, com manuais bem detalhados;
- **Expansão da rede:** caso seja necessário aumentar os dispositivos conectados à rede, isto pode ser feito sem a necessidade de um projeto envolvendo a infraestrutura de cabeamento;
- **Custo:** com a redução das despesas relacionadas à infraestrutura de cabeamento, é possível economizar.

No que diz respeito às desvantagens, sempre surgem discussões relacionadas à segurança e interferência no sinal. Do ponto de vista de segurança, como o sinal se propaga no ar, pode facilitar a realização de um ataque por alguém mal-intencionado que esteja na área de cobertura da rede.

Por isso, existem mecanismos de segurança que variam desde a utilização de senhas, até a utilização de recursos de criptografia dos dados que trafegam, no caso da criptografia existe uma perda na velocidade de transmissão dos dados.

Em relação à interferência, existem outros dispositivos comuns que utilizam radiofrequência e que quando colocados no mesmo ambiente de cobertura da rede podem fazer com que a qualidade da conexão diminua, como por exemplo, telefones sem fio que atuam na mesma frequência dos pontos de acesso.

# reflita

## Reflita

Atualmente são inúmeras as possibilidades na internet. Através das aplicações de streaming de vídeo, por exemplo, acompanhamos uma nova opção para a televisão. Os aplicativos de streaming de áudio também são considerados uma opção em relação ao rádio. A cultura das pessoas vai mudando conforme as velocidades de acesso a dados da internet aumenta, e a fibra ótica tem uma relação direta com essas mudanças. Mas existe a possibilidade de ir além? Quais serão os próximos passos no avanço da tecnologia de transmissão de dados?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Podemos perceber que as redes sem fio são extremamente úteis, e hoje em dia utilizadas em abundância. Porém, é importante que durante os projetos de rede seja realizada uma análise analisando os prós e contras da utilização de redes sem fio que levem em consideração principalmente a performance e a segurança dos dados.

# praticar

## Vamos Praticar

Os cabos de par trançados são classificados conforme as suas características de transmissão de dados. Nesse contexto, assinale a alternativa que apresenta a principal diferença entre as categorias 5 e 5e:

- ☐ **a)** A distância máxima entre cada enlace.
- ☐ **b)** A taxa máxima de transferência de dados.
- ☐ **c)** O padrão de conectorização dos cabos.

- ☐ **d)** A quantidade de pares existentes nos cabos.
  - ☐ **e)** A espessura dos cabos.
-

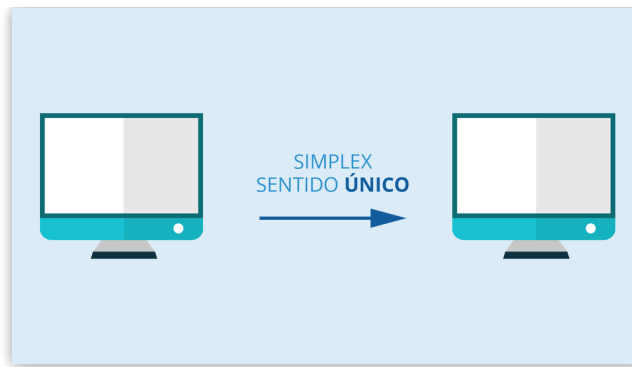
# Tipos de Comunicação de Dados

---

Os tipos de comunicação de dados se referem à transferência de dados entre dois dispositivos, e também podem ser chamados de modos de comunicação. Diante desse contexto, existem três modos de transmissão de dados em rede, que são: (i) Simplex; (ii) Half Duplex; e (iii) Full Duplex. Vejamos mais detalhes nos tópicos a seguir.

## Simplex

No modo Simplex a comunicação é unidirecional, ou seja, os dados são transmitidos em um único sentido por vez. Apenas um dos dispositivos irá transmitir e outro poderá receber, além disso, esse modo de comunicação tem como característica utilizar toda a capacidade do link para enviar os dados (numa direção). Na Figura 1.9 podemos observar o fluxo de comunicação ocorrendo em apenas um único sentido.



*Figura 1.9 - Fluxo de comunicação Simplex*  
*Fonte: Elaborada pelo autor.*

## Half Duplex

No modo half duplex, cada estação pode transmitir e receber, mas não ao mesmo tempo, pois quando um dispositivo está enviando, o outro só pode receber e vice-versa. Portanto, o modo half duplex é usado nos casos em que não há necessidade de comunicação nas duas direções ao mesmo tempo, nesses casos toda a capacidade do canal pode ser utilizada para cada direção. Sendo assim, a Figura 1.10 apresenta o fluxo de comunicação em um canal half duplex.

## Full Duplex

No modo full duplex, ambas as estações podem transmitir e receber, simultaneamente. Nesse modo, os sinais que estão trafegando em uma direção compartilham a capacidade do link com sinais trafegando em outra direção. Esse compartilhamento do link pode ocorrer a partir da divisão da capacidade do meio físico nas duas direções, ou com a existência de dois caminhos separados (um para envio e outro para recebimento).

Sendo assim, o modo full duplex é usado quando a comunicação nas duas direções é necessária o tempo todo. Nesse caso, a capacidade do canal deve ser dividida entre as duas direções. Vejamos a Figura 1.11, que apresenta um exemplo de comunicação full duplex.



*Figura 1.11 - Fluxo de comunicação Full Duplex*

*Fonte: Elaborada pelo autor.*

Os três tipos de comunicação servem para classificar muitos equipamentos de rede quanto ao seu modo de operação. Por isso, é importante conhecer esses princípios básicos relacionados à direção de tráfego dos dados.

praticar  
Vamos Praticar

Quando escutamos um programa de rádio, estamos acessando um serviço de comunicação de dados. Do ponto de vista do tipo de comunicação, assinale a alternativa que indica como podemos categorizar esse tipo de transmissão.

- ☐ **a)** Simplex.
- ☐ **b)** Half Duplex.
- ☐ **c)** Full Duplex.
- ☐ **d)** Não é possível definir.
- ☐ **e)** Se for transmissão FM, Half duplex, se for AM, Full Duplex.

# Comutação de Dados

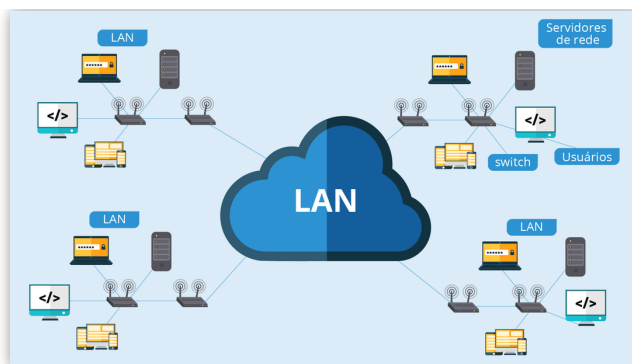
---

Pode-se dizer que a comutação é a técnica pela qual os nós controlam ou alternam dados para transmiti-los, entre pontos específicos de uma rede. A origem da comutação em redes se deu com as redes de telefonia pública, permitindo por meio da alocação de recursos a conexão dos equipamentos conectados na rede.

As conexões telefônicas realizadas antigamente necessitavam de um operador (telefonista) que conectava, por meio de cabos, os circuitos em um painel. No entanto, essa operação foi substituída pelo processo de comutação, que é automatizado na rede. Hoje em dia, o sistema de telefonia funciona com a comutação de circuitos e pacotes, cada um com uma finalidade mais específica.

As topologias de rede são essenciais para a definição de como os nós da rede serão conectados. A comutação de dados em redes ocorre quando a transferência de dados entre uma origem e um destino é roteada por vários nós intermediários na rede. Em redes de grande porte, com nós espalhados geograficamente (redes WAN) a adoção de topologia em malha possibilita que a comutação ocorra por variadas rotas, o que garante a continuidade dos serviços, caso ocorram falhas em alguns nós da rede. Além disso, há a possibilidade de distribuição do tráfego por rotas menos congestionadas, aumentando assim a performance da rede. Na Figura 1.12 é possível visualizar os roteadores que interligam 3 diferentes redes, fazendo a comutação entre as mesmas.





*Figura 1.12 - Comutação de dados entre redes*

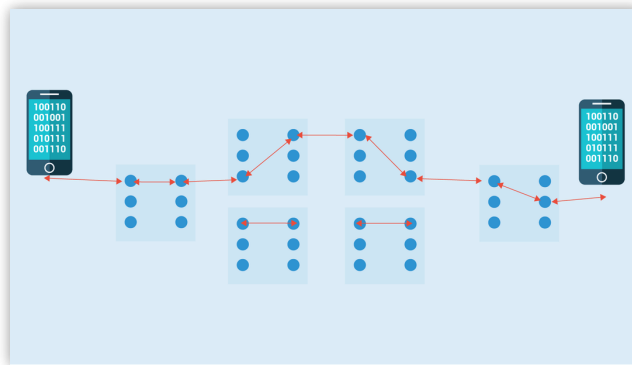
*Fonte: Reis (2016, on-line).*

Nas redes locais (LAN), a comutação pode ocorrer em topologias de rede mais simples e com um elevado grau de conectividade. As topologias de rede mais comuns para redes locais são: (i) barramento; (ii) anel; (iii) árvore; e (iv) estrela. Na Figura 1.13 podemos observar o desenho dessas topologias, com os nós representados por computadores.

## Comutação de Circuitos

Na comutação de circuitos, os recursos de rede (largura de banda) são alocados conforme a necessidade durante uma conexão. O caminho dedicado é estabelecido entre o emissor e o receptor fornecendo uma taxa de dados garantida, esses dados podem ser transmitidos sem atrasos após o estabelecimento do circuito.

Antes do envio da informação deve ser definida a ligação física (de ponta a ponta) entre os nós que desejam se comunicar. Esse tipo de comutação é utilizado na telefonia, garantindo assim que a informação de voz chegará em ordem no receptor. A Figura 1.14 apresenta a comutação de circuitos em uma rede de telefonia, podemos notar que entre os dois telefones existem diversos circuitos abertos (sem conectividade). Quando um usuário da rede de telefonia deseja realizar uma chamada, é realizada a comutação, estabelecendo a conexão por um dos caminhos possíveis, que é definido por equipamentos que realizam a tarefa de comutação e pode ocorrer em diferentes meios físicos.



*Figura 1.14 - Comutação de circuitos em uma rede de telefonia*

*Fonte: Elaborada pelo autor.*

Então pode-se dividir a comutação de circuitos em 3 etapas:

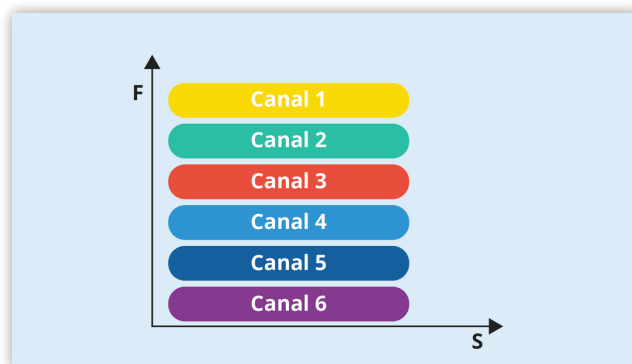
1. **Estabelecimento do circuito:** antes que o emissor e o receptor se comuniquem, é realizada a alocação de recursos necessários (largura de banda) para a comunicação.
2. **Transmissão:** acontece após o estabelecimento do circuito, com a realização de troca de informações entre o emissor e o receptor.
3. **Desconexão:** uma vez que a comunicação foi encerrada, os recursos alocados para essa conexão são liberados em todos os equipamentos de comutação.

Dentre as principais vantagens da comutação de circuitos estão a inexistência de congestionamento no meio físico, tendo em vista que a garantia de recursos prevê um caminho dedicado para transmissão. Além disso, a disputa pelo acesso ocorre somente

na etapa de estabelecimento do circuito. Algumas desvantagens que podem ser citadas são o desperdício de banda em períodos ociosos, a falta de correção de erros durante a transmissão e a possibilidade de existir um certo atraso no estabelecimento de conexão, quando todos os caminhos estejam sendo utilizados.

Uma técnica importante quando se fala em comutação de circuitos é a multiplexação, pois permite a transmissão de mais de uma mensagem, utilizando o mesmo meio físico, permitindo assim uma economia em infraestrutura. A multiplexação pode ser realizada de duas formas, por meio da divisão de frequência (FDM) e da divisão do tempo (TDM).

No método FDM (*Frequency Division Multiplexing*) ocorre a divisão da banda de frequência do meio físico, por meio da definição de faixas diferentes de frequência, que são chamadas de canais. Portanto, para que a comunicação ocorra, é necessário que o emissor e o receptor estejam no mesmo canal. Sendo assim, na Figura 1.15 temos um gráfico que relaciona os canais em função do tempo.



*Figura 1.15 - Exemplo de distribuição de canais utilizando FDM*

*Fonte: Elaborada pelo autor.*

É possível observar no exemplo da Figura 1.15 que existem 6 canais que podem transmitir informações ao mesmo tempo. Nesse caso, estão envolvidos 12 dispositivos (6 enviando e 6 recebendo informações), portanto, o exemplo apresentado ilustra bem o aproveitamento do meio físico com a divisão de canais.

A técnica de multiplexação TDM (*Time Division Multiplexing*) também consiste em uma divisão, mas ao invés da divisão de frequência é realizada a divisão de tempo, pois são criadas fatias de tempo fixas, que são chamadas de quadros e cada um dos quadros é dividido novamente em fatias fixas de tempo chamadas de slots.

A realização da transmissão é realizada quadro a quadro, em que o quadro de um emissor trafega no canal em um determinado tempo, e quando o tempo termina, o outro quadro de um outro emissor também é enviado. Esse processo se repete até que o primeiro quadro de todos emissores seja enviado (encerramento do ciclo).

Após esse primeiro ciclo, o processo se repete com os demais quadros, até que todos os quadros tenham sido enviados. Na Figura 1.16 temos um exemplo de transmissão utilizando TDM, em que é possível perceber que o canal de comunicação é utilizado por 4 computadores e cada um dos quadros possui 4 slots.

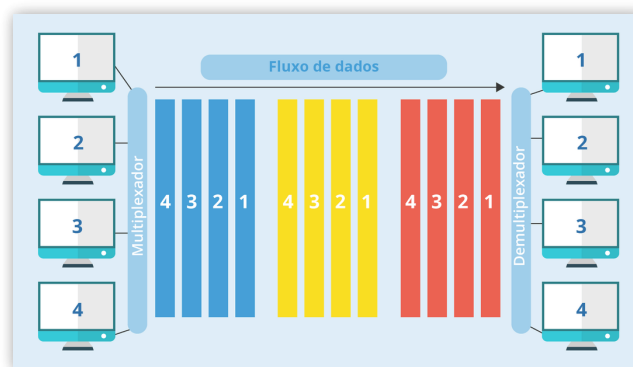


Figura 1.16 - Exemplo de distribuição de canais utilizando TDM

Fonte: Elaborada pelo autor.

## Comutação de Mensagens

A comutação de mensagens era uma técnica desenvolvida como alternativa à comutação de circuitos, antes da introdução da comutação de pacotes. Na comutação de mensagens, os usuários finais se comunicam enviando e recebendo mensagens, sem que haja o estabelecimento de um caminho dedicado (TANENBAUM, 2003).

Além disso, o remetente e o destinatário não estão conectados diretamente, pois há vários nós intermediários que transferem dados e garantem que a mensagem chegue ao seu destino. O emissor coloca a mensagem completa a ser enviada no meio físico com o endereço do receptor, a partir daí, a mensagem é transmitida nó por nó da rede, até que chegue ao destino.

Cabe ressaltar que as mensagens só avançam para o próximo nó após serem integralmente recebidas no nó anterior. Em cada nó é realizado o processo de armazenamento temporário da mensagem, e esse processo pode ser visualizado na Figura 1.17.

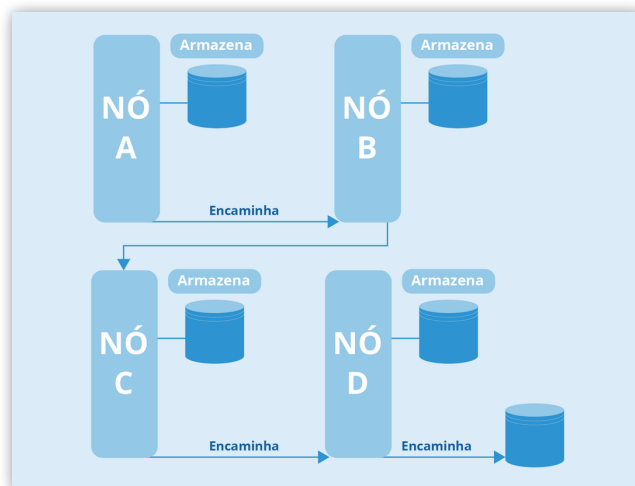


Figura 1.17 - Comutação de mensagens

Fonte: Elaborada pelo autor.

A comutação por mensagens permite um maior aproveitamento das linhas de comunicação, proporcionando assim uma otimização da utilização do meio físico. Os atrasos são reduzidos, devido ao armazenamento temporário das mensagens recebidas em cada um dos nós, além disso, essa técnica também permite que sejam definidas prioridades no envio das mensagens.

Também é possível perceber que essas características aumentam o tempo de transferência das mensagens, fazendo com que a comutação por mensagens não seja indicada para aplicações de tempo real e aplicações que necessitem de interatividade. Esses atrasos se devem aos tempos de armazenamento das mensagens nos nós, e ao tempo gasto na busca do próximo nó, por onde a mensagem deve trafegar.

## Comutação de Pacotes

A comutação de pacotes é um método de transferência de dados em rede utilizado para transferir arquivos de maneira rápida e eficiente, minimizando a latência de transmissão. Os dados são divididos em pequenos “pedaços” de comprimento variável, chamados de

pacotes. No destino, todas essas pequenas peças (pacotes) são remontadas, formando o mesmo arquivo enviado na origem (CANTÚ, 2003).

A comutação de pacotes usa a técnica *Store and Forward* que encaminha o pacote, e a cada salto, primeiro o pacote é armazenado e depois encaminhado. Essa técnica é muito benéfica porque os pacotes podem ser descartados a qualquer momento, caso ocorra algum problema durante a transmissão.

Além disso, é possível que seja utilizado mais de um caminho entre um par de origem e destino. Cada pacote contém o endereço de origem e destino e pode trafegar independentemente pela rede. Ou seja, pacotes pertencentes ao mesmo arquivo podem ou não percorrer o mesmo caminho, caso ocorra congestionamento em algum caminho da rede os pacotes poderão escolher um caminho diferente (se possível) na rede existente.

Na comutação de pacotes não há estabelecimento de nenhum caminho físico dedicado entre o emissor e o receptor, o que é semelhante à comutação por mensagens, porém ao invés de mensagens são enviados pacotes. Cada um dos pacotes enviados possui um cabeçalho com uma informação que permite o encaminhamento pela rede. Devido a essa característica, a comutação de pacotes é considerada com mais tolerância a falhas em relação à comutação de circuitos. A comutação de pacotes pode ser realizada através de duas técnicas distintas: (i) circuito virtual; e (ii) datagramas.

Na técnica de circuito virtual, antes do estabelecimento da transmissão é definido um caminho lógico (ou conexão virtual), por meio de um protocolo de sinalização entre o emissor e o receptor, e todos os pacotes pertencentes a esse fluxo seguirão essa rota predefinida. O circuito virtual possui uma identificação que é fornecida por switches/roteadores para identificar de maneira exclusiva essa conexão virtual. Os dados são divididos em pequenas unidades e todas essas pequenas unidades são anexadas com a ajuda do número de sequência.

Na comutação de pacotes de datagrama, cada pacote é tratado de forma independente. Os pacotes pertencentes a um fluxo podem seguir rotas diferentes, porque as decisões de roteamento são tomadas dinamicamente, ou seja, os pacotes que chegaram ao destino podem estar com problemas. Sendo assim, a entrega de pacotes não é garantida na comutação de pacotes de datagrama, portanto, a entrega confiável deve ser fornecida pelos sistemas finais utilizando protocolos adicionais.

# praticar

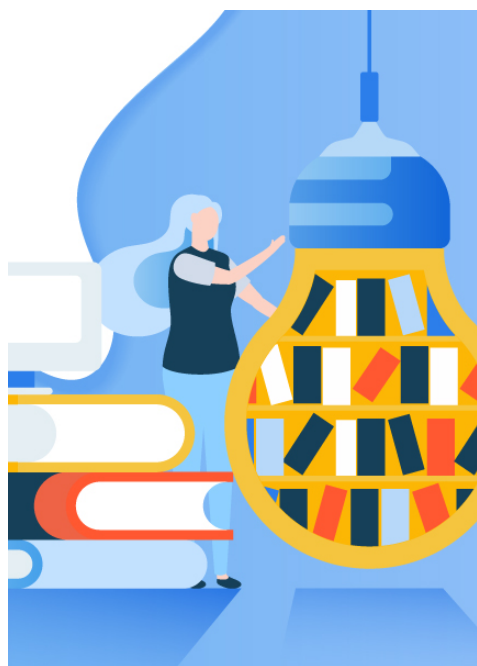
## Vamos Praticar

Durante o processo de comunicação de dados a utilização do meio físico é controlada, e após a liberação de acesso ao meio pode ser realizada a alocação de recursos para transmissão. Assinale a alternativa que indica a técnica de comutação de dados que necessita alocar recursos antes do estabelecimento da comunicação.

- ☐ **a)** Comutação de pacotes.
- ☐ **b)** Comutação de mensagens.
- ☐ **c)** Comutação de circuitos.
- ☐ **d)** Comutação por datagramas.
- ☐ **e)** Comutação de mensagens e comutação de pacotes.

# indicações

## Material Complementar



### LIVRO

## **Redes de Computadores - Estudo e Ensino**

**Editora:** e-Tec Brasil

**Autor:** Márcio Aurélio dos Santos Alencar

**ISBN:** 978-85-63576-04-0

**Comentário:** No capítulo 1 deste livro é possível complementar os conceitos relacionados à transmissão de dados que foram vistos nesta unidade. Através de uma abordagem mais sintética o autor apresenta os conceitos básicos relacionados à transmissão de dados, com figuras bem autoexplicativas.



## WEB

## A História da Internet

**Ano:** 2018

**Comentário:** O vídeo indicado retrata com uma linguagem bem simples como surgiu a internet. As motivações e os principais avanços na fase de concepção da rede são apresentados.

ACESSAR

---

## conclusão

# Conclusão

Atualmente as redes de comunicação de dados se fazem presente no nosso cotidiano. Inúmeras são as aplicações úteis para a sociedade como um todo que tem o seu pilar na comunicação de dados.

Nesta unidade tivemos a oportunidade de entender de forma geral a comunicação de dados em redes. Por isso, apresentados os principais conceitos relacionados com o tráfego de dados em redes, partindo de uma abordagem sistêmica da comunicação de dados.

Além disso, estudamos os principais meios físicos responsáveis pelo tráfego de dados, além dos padrões existentes de comunicação. Por fim, foram apresentadas as principais técnicas de comutação de dados em rede, que permitem que a comunicação de dados ocorra de fato.

---

## referências

# Referências Bibliográficas

CANTÚ, E. **Redes de Computadores e a Internet**. São José: CEFET, 2003.

COMER, D. E. **Redes de Computadores e Internet**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de Computadores e a Internet** - Uma nova abordagem. São Paulo: Pearson, 2006.

PINHEIRO, J. M. dos S. **Guia Completo de cabeamento de redes**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

REIS, F. dos. **Escopos de Redes** – Curso de Redes de Computadores. 22 jun. 2016. Disponível em: <http://www.bosontreinamentos.com.br/redes-computadores/escopos-de-redes-curso-de-redes-de-computadores/>. Acesso em: 16 jan. 2020.

ROSS, J. **Redes de computadores**. Rio de Janeiro: Antenna, 2008.

SOUSA, L. B. **Redes de computadores** - Dados Voz e Imagem. São Paulo: Érica, 2009.

TANENBAUM, A. S. **Redes de computadores**. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.