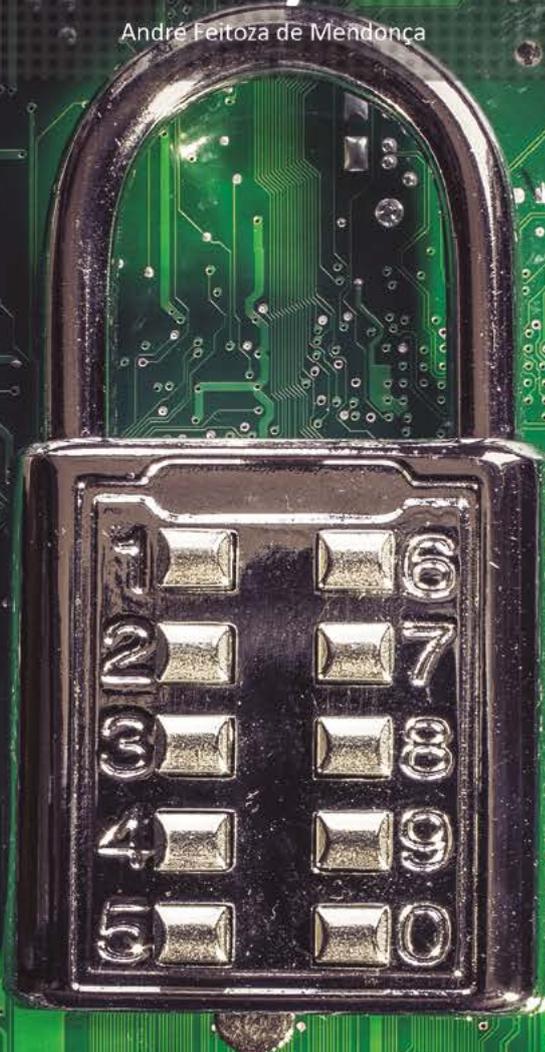


# PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO TCP/IP

André Feitoza de Mendonça



INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

# PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO TCP/IP

André Feitoza de Mendonça

INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO



## **Autor**

**André Feitoza de Mendonça**

Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (2012) e laureado em Engenharia da Computação pela mesma Instituição (2010). Coordenador de desenvolvimento de sistemas voltados à automação do processo de aplicação de exames nacionais (ENEM, ENCCEJA, ENADE, por exemplo) no Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira. Foi Analista de processos com vistas à automatização do Processo Decisório do Conselho Deliberativo Nacional do SEBRAE.

### **Design Instrucional**

NT Editora

### **Projeto Gráfico**

NT Editora

### **Revisão**

Michael Jacinto

### **Capa**

NT Editora

### **Editoração Eletrônica**

Kaleo Amorim

### **Ilustração**

Thiago Ferreira

### **NT Editora, uma empresa do Grupo NT**

SCS Quadra 2 – Bl. C – 4º andar – Ed. Cedro II

CEP 70.302-914 – Brasília – DF

Fone: (61) 3421-9200

sac@grupont.com.br

www.nteditora.com.br e www.grupont.com.br

Mendonça, André Feitoza de.

Protocolos de comunicação TCP/IP / André Feitoza de Mendonça  
– 1. ed. – Brasília: NT Editora, 2021.

128 p. il. ; 21,0 X 29,7 cm.

ISBN 978-65-5914-011-4

1. Rede. 2. Computadores. 3. Tecnologia.

I. Título

Copyright © 2021 por NT Editora.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida por qualquer modo ou meio, seja eletrônico, fotográfico, mecânico ou outros, sem autorização prévia e escrita da NT Editora.

## ÍCONES

Prezado(a) aluno(a),

Ao longo dos seus estudos, você encontrará alguns ícones na coluna lateral do material didático. A presença desses ícones o(a) ajudará a compreender melhor o conteúdo abordado e a fazer os exercícios propostos. Conheça os ícones logo abaixo:



### **Saiba mais**

Esse ícone apontará para informações complementares sobre o assunto que você está estudando. Serão curiosidades, temas afins ou exemplos do cotidiano que o ajudarão a fixar o conteúdo estudado.



### **Importante**

O conteúdo indicado com esse ícone tem bastante importância para seus estudos. Leia com atenção e, tendo dúvida, pergunte ao seu tutor.



### **Dicas**

Esse ícone apresenta dicas de estudo.



### **Exercícios**

Toda vez que você vir o ícone de exercícios, responda às questões propostas.



### **Exercícios**

Ao final das lições, você deverá responder aos exercícios no seu livro.

**Bons estudos!**

## Sumário

<b>1 REDES DE COMPUTADORES .....</b>	<b>9</b>
1.1 História das redes.....	9
1.2 Núcleos de rede .....	11
1.3 Tipos de rede.....	13
1.4 Topologias de rede.....	15
1.5 Camadas e Protocolos de Comunicação.....	18
<b>2 ARQUITETURA DE REDES.....</b>	<b>24</b>
2.1 Conceitos das arquiteturas de redes.....	24
2.2 Modelo de referência OSI.....	28
2.3 Modelo de referência TCP/IP.....	32
<b>3 ENDEREÇAMENTO NA INTERNET.....</b>	<b>38</b>
3.1 Como endereçar um computador na Internet? .....	38
3.2 Sub-redes .....	42
3.3 Network Address Translation (NAT).....	47
<b>4 CAMADA FÍSICA E DE ENLACE.....</b>	<b>53</b>
4.1 Conceitos da camada física.....	53
4.2 Meios de transmissão .....	55
4.3 Camada de enlace.....	59
4.4 Protocolo Ethernet.....	62
<b>5 CAMADA DE REDE.....</b>	<b>68</b>
5.1 Conceitos da camada de rede e roteadores .....	68
5.2 Protocolo IP .....	72
5.3 Algoritmos de roteamento .....	78
<b>6 CAMADA DE TRANSPORTE .....</b>	<b>83</b>
6.1 Conceitos da camada de transporte .....	83
6.2 Protocolo TCP.....	86
6.3 Protocolo UDP .....	93
<b>7 CAMADA DE APLICAÇÃO .....</b>	<b>97</b>
7.1 Conceitos da camada de aplicação .....	97
7.2 Protocolo HTTP .....	102
7.3 Protocolo SMTP.....	105

<b>8 SEGURANÇA DE REDES .....</b>	<b>112</b>
8.1 Conceitos de segurança de redes .....	112
8.2 Criptografia.....	114
8.3 Assinatura digital.....	118
8.4 Algoritmos criptográficos.....	121
<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>126</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>127</b>



Caro(a) estudante,

Olá! Seja bem-vindo(a) aos estudos de **Protocolos de comunicação TCP/IP!** Neste material, você terá a oportunidade de entender em detalhes como computadores e dispositivos conseguem trocar mensagens e informações por meio da rede mundial de computadores (Internet).

Uma **rede de computadores** é definida como uma estrutura de computadores e dispositivos conectados através de um sistema de comunicação com o objetivo de compartilharem informações e recursos entre si. Diante de um meio corporativo cada vez mais conectado, a troca de informações entre dispositivos computacionais é fundamental para que negócios sejam viáveis e produtivos. É difícil imaginar um ambiente de negócios global sem a troca de informações através da internet. Com certeza, diversos negócios seriam menos produtivos ou, até mesmo, inviáveis economicamente.

Considerando as redes de computadores, o seu rápido progresso tecnológico possibilitou um tempo cada vez menor para que o fluxo tradicional de uma informação se complete. Dessa forma, processos relativos a coleta, transporte, armazenamento e processos de informações ocorrem com menores custos computacionais. Atualmente, por exemplo, existem dispositivos instalados em áreas públicas que coletam imagens de pessoas para auxiliar na identificação de crimes. As imagens coletadas são transmitidas por meio de rede de computadores para centrais especializadas que realizam o processamento das imagens e seu cruzamento com bases de dados. Esse é um caso típico em que o momento entre a coleta e o efetivo uso da informação dá-se em um tempo reduzido devido à formação de redes de computadores.

As redes de computadores possibilitam que organizações com centenas de escritórios dispersos possam funcionar com uma grande sinergia. Processos organizacionais tornam-se, dessa forma, independentes da localização geográfica, tendo em vista que a comunicação entre os computadores ocorre de forma efetiva.

Para que computadores possam trocar informações e recursos, é de suma importância o estabelecimento de protocolos de comunicação reconhecidos internacionalmente. Para uma melhor organização dos protocolos utilizados, convencionou-se o uso de camadas hierárquicas, sendo que cada camada superior utiliza protocolos localizados em camadas inferiores. Dessa forma, quando um dispositivo computacional envia informações, estas são encapsuladas em vários protocolos de comunicação. Em seu destino, os cabeçalhos inseridos são processados e removidos e, por fim, a informação transmitida é consumida.

Diante da quantidade de dados que passaram a ser transmitidos pela internet, protocolos de segurança da informação também foram introduzidos para que dados sensíveis pudessem trafegar pela rede sem que terceiros mal-intencionados interceptassem as comunicações. Tais mecanismos de segurança permitiram, por exemplo, que ferramentas de Internet Banking pudessem evoluir sem maiores riscos.

Outro aspecto bastante interessante, em se tratando de comunicação de dispositivos em rede, é o mecanismo de endereçamento utilizado. Um pacote de dados, ao ser enviado por um remetente, passa por inúmeros dispositivos de rede até que encontre o seu destino. Porém, tamanha inovação costuma trazer dúvidas consigo, as quais são: como esse pacote é devidamente roteado da origem ao destino? Como o remetente sabe se o seu envio foi apropriadamente recebido em seu destino?

Essas e outras perguntas serão respondidas ao longo deste material. Só para matar um pouco a curiosidade, tudo se resume a protocolos de comunicação definidos a nível global e que são agrupados por meio de camadas hierárquicas.

Você irá se entusiasmar com a quantidade de detalhes envolvidos. Até mesmo um simples envio de e-mail possui detalhes extremamente interessantes.

**Bons estudos!**



# 1 REDES DE COMPUTADORES

Antes de começarmos a detalhar os aspectos relacionados com os Protocolos TCP/IP, é de suma importância que você tenha um arcabouço teórico relativo às redes de computadores. E isso é o que veremos agora. Vamos lá?

## Objetivos

Ao finalizar esta lição, você deverá ser capaz de:

- entender o processo da evolução de redes de computadores;
- identificar núcleos de rede e seus tipos;
- compreender as mais importantes topologias de rede;
- conhecer conceitos básicos relativos a camadas e protocolos de rede.

## 1.1 História das redes

No decorrer do século XX, com o surgimento dos computadores, diversos pesquisadores criaram pequenas redes que propiciaram a conexão entre tais dispositivos. Era o início de uma revolução que proporcionou uma mudança completa no modo de trabalho moderno. Uma das primeiras redes criadas foi a ARPANET.

A história dessa rede começa no final da década de 1950, em pleno auge da Guerra Fria. Nesse contexto, o Departamento de Defesa dos EUA iniciou esforços para a construção de uma rede capaz de sobreviver a uma guerra nuclear. Na época, todas as comunicações passavam por redes de telefônicas públicas e, além disso, existiam pontos de comutação que realizavam a interligação entre diversas redes. Tal fato criava um ponto de falha único, ou seja, bastava o inimigo identificar esses pontos centrais que toda a comunicação militar poderia ser interrompida.

### ARPANET



Por volta de 1960, o pesquisador Paul Baran propôs um projeto distribuído e tolerante a falhas. Ao invés de utilizar redes de telefone fixas, a ideia era empregar computadores para a realização da transmissão de dados. Nesse novo paradigma, cada nó era um dispositivo do qual se poderia enviar e receber mensagens. Uma vez conectado à rede, o dispositivo também era responsável por rotear mensagens entre outros dois nós.

O Departamento de Defesa dos EUA demorou aproximadamente uma década para que uma rede que seguisse esse paradigma fosse implementada, até que, no fim dos anos 1960, uma rede de minicomputadores chamados de *Interface Message Processors* (IMPs) foi formada por linhas de transmissão de 56kbps. A rede foi montada de tal forma que cada IMP seria conectado a pelo menos dois outros IMPs. Essa configuração garantia alta confiabilidade à rede, tendo em vista que um dispositivo em estado de falha não comprometia as comunicações. Estava, assim, montada a ARPANET.

No final da década de 1970, percebendo o impacto da primeira rede de computadores ARPANET, a *National Science Foundation* (NSF) iniciou os estudos para o estabelecimento de uma rede que permitisse aos cientistas de todos os lugares dos EUA compartilharem dados em projetos de pesquisas. A adesão a ARPANET para esse fim tornou-se inviável, uma vez que era necessário o estabelecimento de um contrato de pesquisa com o Departamento de Defesa, o que não era possível para a maior parte das universidades.

Sendo assim, a NSF focou seus esforços para a criação de uma rede aberta a todos os grupos de pesquisa universitários. Desse modo, surgiu a NSFNET.

Diante do grande sucesso da NSFNET e da expansão da ARPANET, problemas de interoperabilidade e lentidão passaram a ser cada vez mais constantes. Era necessária uma solução mais escalável que proporcionasse uma conexão aos mais diversos dispositivos computacionais que chegavam com a necessidade de trocar mensagens com outros computadores. Nesse contexto, surgiu a **internet**. Vamos entender melhor o que ela é e quais são seus benefícios?

Durante a década de 1980, as diversas redes de computadores vigentes (NSFNET e ARPANET) passaram a estar conectadas e as pessoas começaram a vislumbrar a possibilidade da formação de uma rede mais ampla. Para esse fim, estabeleceram-se os protocolos TCP/IP, usados na normatização da transmissão de dados. Dessa forma, o TCP/IP possibilitou a criação de um serviço universal para o envio e recebimento de dados. Agora, qualquer computador poderia ser ligado a uma rede de computadores e, seguindo esses protocolos, poderiam, de forma transparente, trocar informações na grande rede. Estava, portanto, criada a internet.

Até a década de 1990, a internet era majoritariamente usada por pesquisadores. Entretanto, a aplicação *World Wide Web* (WWW) permitiu a exibição de páginas de informações de um site contendo texto, figuras e, até mesmo, vídeos e sons, sendo que tais páginas poderiam ter links para outras páginas. Esse tipo de recurso abriu uma série de oportunidades para novas comunicações e para que novos negócios pudessem prosperar.



**Internet:** conjunto de redes de computadores espalhados a nível mundial que conseguem trocar dados e mensagens utilizando um protocolo comum.



### Importante

Antes do surgimento do WWW, a internet era composta por apenas quatro aplicações:

- correio eletrônico (e-mail);
- newsgroups (fóruns especializados para que usuários com interesses semelhantes possam trocar experiências);
- acesso remoto (permite que um usuário acesse remotamente outro computador);
- transferência de arquivos.

Considerando o ponto de vista dos seus usuários, a WWW ou apenas Web é uma enorme coleção mundial de documentos, denominados de páginas da Web. Como já mencionado, cada uma das páginas pode ter um ou mais vínculos com outras páginas. Os algoritmos de busca da Internet fazem uso das ligações entre páginas para otimizar os seus resultados.

Outro aspecto importante propiciado pelo crescimento da Web foi o surgimento de programas próprios para a exibição de páginas na Web. Tais programas, também chamados de navegadores ou browsers, buscam a página solicitada e interpretam o seu texto e seus comandos de formatação.

#### Saiba mais

Os primeiros navegadores eram extremamente simples e exibiam apenas texto. Com a evolução do conteúdo trafegado pela internet, os navegadores passaram a ter a capacidade de processar diversos tipos e formatos de arquivos, como: HTML, XML, JPEG, GIF, PNG, entre outros.



#### Conectando o conhecimento

Qual foi a aplicação que permitiu que a internet ultrapassasse a fronteira acadêmica e fosse empregada em diversos setores econômicos?

- a) FTP.
- b) SMTP.
- c) WWW.
- d) Telnet.

**Comentário:** a alternativa correta é a letra “c”. Como vimos, o WWW permitiu a criação de páginas (sites) que puderam apresentar os mais variados conteúdos. Além disso, os chamados hiperlinks foram popularizados e permitiram que páginas pudessem encaminhar os seus usuários para outras páginas, formando uma verdadeira teia de aranha.



## 1.2 Núcleos de rede

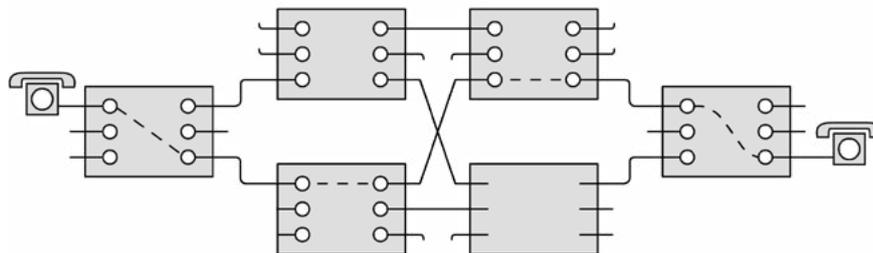
Após termos entrado na história das redes de computadores, que tal conhecer as duas principais abordagens para a montagem de um núcleo de rede?

Historicamente, temos duas abordagens predominantes para a montagem de uma rede, que são: comutação de circuitos e comutação de pacotes. Atualmente, a grande maioria das redes de computadores está projetada utilizando a comutação de pacotes. Entretanto, para que você tenha um conhecimento sólido relativo às redes de computadores, é importante o estudo da comutação de circuitos para fins de comparação de conceitos.

A comutação de circuitos surgiu na telefonia para o estabelecimento de ligações entre duas pessoas. Nesse tipo de rede, quando um ponto A quer realizar uma comunicação com o ponto B, um circuito físico é inicializado e ativos de comunicação são reservados. Dessa forma, estabelece-se uma conexão entre os ativos da rede que serão necessários para o tráfego de dados. Os circuitos estabelecidos só são liberados quando a conexão realizada anteriormente é fechada.

Observe a figura a seguir, nela é exibida uma rede que emprega a comutação de circuitos.

#### Exemplo de comutação de circuitos



**FDM:** sigla de *Frequency-division multiplexing*; é uma técnica de multiplexação da comutação de circuitos em que o espectro de frequência é compartilhado na transmissão.

Perceba que, na figura, uma rede comutada por circuito é formada por enlaces intermediários compostos por multiplexadores. Esses multiplexadores são formados por uma quantidade específica de entradas e saídas, bem como existem circuitos elétricos físicos que ligam cada entrada a uma saída. Neste exemplo, as linhas pontilhadas indicam um caminho utilizado na conexão entre dois telefones.

#### Importante

Por multiplexação entende-se o processo em que um enlace de rede recebe um dado e seleciona qual a saída apropriada. Na comutação por circuitos, a multiplexação realizada pelos enlaces de rede pode ser de dois tipos: *frequency-division multiplexing* (FDM) ou *time-division multiplexing* (TDM). Na FDM, o espectro de frequência de um enlace é compartilhado, ou seja, bandas de frequência são empregadas para o estabelecimento de transmissões dedicadas. Por exemplo, uma faixa de frequência de transmissão de 1GHz poderia ser dividida em 10 canais de 100MHz. Já o TDM divide a transmissão por bandas de tempo, assim o tempo é dividido em quadros de duração fixa e, quando uma conexão é estabelecida, os dados são trafegados somente quando o seu quadro estiver ativo. Ao utilizar o TDM, em uma janela de transmissão de 1 segundo, por exemplo, poderiam existir 10 canais de transmissão de 100ms cada.

**Quadro:** conjunto de dados que é processado pela camada de enlace.

Um aspecto importante deve ser considerado na utilização da comutação por circuitos. O estabelecimento de conexão envolve uma reserva de recursos durante toda a comunicação. Portanto, nos momentos em que a conexão é formada e não existe tráfego de informações (período de silêncio), existe um desperdício da estrutura física alocada para essa comunicação e que, por estar reservada, não pode ser compartilhada com outras conexões.

É importante destacar que toda a comunicação de uma rede comutada por circuitos requer que todo o caminho entre remetente e destinatário seja previamente configurado e reservado.

Por outro lado, na comutação por pacotes não se usa circuitos físicos que reservam recursos de enlaces intermediários. Dessa forma, nesse tipo de comutação, não existe a reserva prévia de ativos de rede ponta a ponta entre dois pontos comunicantes.

De modo geral, cada pacote enviado por uma rede comutada por pacotes tem um endereço de destino e, ao longo do caminho, os ativos que compõem essa rede recebem e encaminham o pacote até a saída mais apropriada para que a informação seja recebida pelo destinatário. Caso um ativo de rede intermediário esteja fora do ar, um caminho alternativo é estabelecido para o envio do pacote.

Dessa forma, a flexibilidade é maior e, portanto, existe um desperdício menor de banda de rede na comutação de pacote do que na comutação por circuitos, uma vez que, durante os períodos de silêncio, outras conexões podem ser transmitidas por um mesmo enlace de rede.

### Saiba mais

Redes comutadas por pacotes podem ser de dois tipos: datagramas e circuitos virtuais. Redes de datagramas são aquelas em que pacotes são transmitidos de acordo com um endereço de um sistema final destinatário. Toda a internet emprega essa abordagem. Por outro lado, as redes de circuitos virtuais estabelecem uma conexão virtual entre o remetente e o destinatário. Para cada circuito virtual (CV), um identificador é utilizado e, por meio deste, pacotes são transmitidos.



Posteriormente, você conhecerá em detalhes o funcionamento de uma rede comutada por pacotes, tendo em vista que toda a internet utiliza esse paradigma.

### Conectando o conhecimento

Considerando as redes comutadas por circuitos, qual é a abordagem de multiplexação que emprega a divisão por faixas de frequências?

- a) FDM.
- b) TDM.
- c) STDM.
- d) LDP.

**Comentário:** a alternativa correta é a letra “a”. Como vimos, ao empregar o FDM (*frequency-division multiplexing*), a faixa de frequência de transmissão é dividida em bandas. Cada banda pode se tornar um canal de transmissão dedicado para uma conexão estabelecida.



## 1.3 Tipos de rede

Uma maneira muito comum de se realizar a classificação de uma rede é pelo seu tamanho. Vamos, agora, detalhar como as redes podem ser tipificadas pelo seu porte.

As redes de menor alcance são as denominadas redes locais ou LANs. Tais redes são privadas e, geralmente, conectam equipamentos dentro de uma residência, um prédio ou, até mesmo, um campus universitário de alguns quilômetros. Ressalta-se, ainda, que as LANs são comumente empregadas em ambientes empresariais para conectar os computadores de forma local.

Em geral, as redes LAN são utilizadas para conectar estações de trabalho e servidores entre si. Para esse fim, diversos tipos de dispositivos de rede são usados para realizar o roteamento de informações. Entre os principais estão: concentradores, roteadores, repetidores, *gateways*, *switches*, *bridges*, entre outros.

Por ser empregada para interligar dispositivos que estão dentro de uma área limitada, redes LANs podem suportar altas velocidades de transmissão que podem atingir até 1Gbps. Além disso, as redes locais apresentam taxa de perda de pacotes muito baixas.



### Saiba mais

Inicialmente, as redes locais utilizavam o cabo como meio físico para a interconexão de dispositivos. Atualmente, as transmissões sem fio vêm sendo predominantes na implementação desse tipo de rede local. Para esse fim, a tecnologia IEEE 802.11 é amplamente empregada. Os seus menores custos de implantação explicam o seu amplo uso.

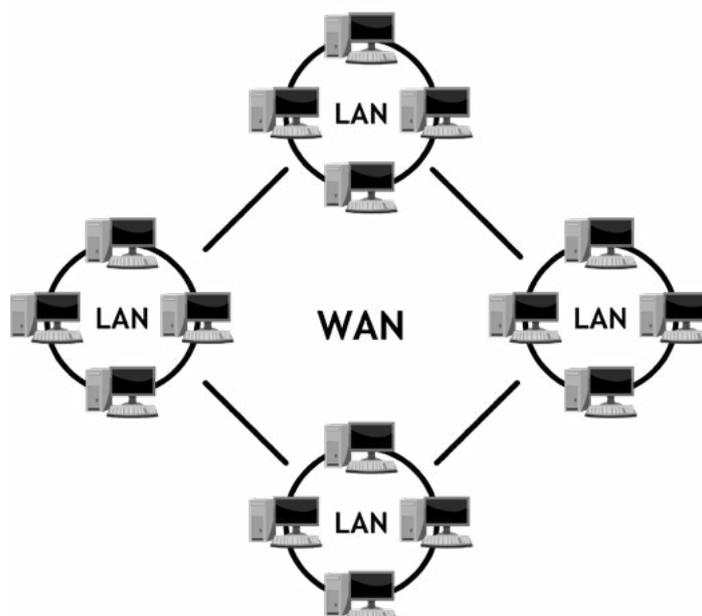
Apresentando um alcance maior que as LANs, estão as redes metropolitanas ou MANs (*Metropolitan Area Network*). Esse tipo de rede abrange, geralmente, uma cidade. O exemplo mais comum de uma MAN é a rede de televisão a cabo disponível em diversas cidades.

Por fim, as redes de maior alcance são as redes geograficamente distribuídas ou WANs (*Wide Area Network*). Esse tipo de rede abrange uma grande área geográfica, que pode compreender um país ou um continente. Nesse tipo de rede, *hosts* (computadores) estão conectados a sub-redes. Quando dois *hosts* localizados em sub-redes distintas querem se comunicar, o pacote é encaminhado ao seu destino por meio de roteadores.

Analisando mais detalhadamente a maneira com que pacotes trafegam em uma WAN, é importante ressaltar que, na maior parte das vezes, os *hosts* estão localizados dentro de uma rede local (LAN). Portanto, um pacote enviado por um remetente trafega pela LAN até que encontre um roteador de borda, ou seja, um roteador que tem comunicação com sub-redes externas. Após isso, o pacote é conduzido por meio de uma estrutura de roteadores pertencentes a WAN até o seu destino. Quando o seu destino está localizado em uma rede local, primeiramente, o roteador de borda do destinatário recebe esse pacote e, internamente, o *host* de destino recebe a informação enviada.

Observe a figura a seguir, que ilustra a forma com que LANs e WANs se conectam.

**Conectividade entre redes WAN e LANs**



Toda a estrutura de rede externa às redes locais é chamada de Internet Pública. A Internet Pública é composta por centrais de transferências de pacotes denominadas de *Internet Service Provider* (ISP). As ISPs são estabelecidas por empresas que oferecem serviços de acesso, participação ou utilização da internet.

ISPs podem ser classificadas nos seguintes níveis:

- ISP de nível 1 – apresenta cobertura internacional e conectam ISPs de níveis 2 e 3;
- ISP de nível 2 – possui alcance regional e nacional;
- ISP de nível 3 – apresenta alcance local e se utiliza de ISPs de níveis 1 e 2 para acesso à internet.

## Conectando o conhecimento

Com base nos tipos de rede estudados, qual deles tem um alcance que engloba uma cidade inteira?

- a) WAN.
- b) LAN.
- c) ISP.
- d) MAN.

**Comentário:** a alternativa correta é a letra “d”. Como vimos, as redes MAN (*Metropolitan Area Network*) são apropriadas para criar redes que podem conectar uma cidade. Por terem um alcance maior que as redes locais LAN, as redes MAN possuem uma velocidade de transmissão menor.



## 1.4 Topologias de rede

Agora, iremos mostrar para você as mais diversas topologias de rede que podem ser empregadas na formação de uma rede. Porém, antes de adentrarmos no assunto, é importante destacar alguns conceitos fundamentais.

Existem duas categorias básicas quando se trata de topologia de rede: topologia física e topologia lógica. Uma topologia física refere-se à organização física dos dispositivos que compõem essa rede, ou seja, ela descreve o layout físico de conexão dos componentes dessa rede. Por outro lado, a topologia lógica descreve a maneira com que os dados trafegam na rede.

Agora, você irá conhecer as topologias físicas mais utilizadas.

### Topologia em barramento

Nesta topologia, todos os computadores estão ligados em um mesmo barramento físico de dados, ou seja, toda a comunicação entre os *hosts* participantes dessa rede é realizada por meio de um único canal de comunicação. Dessa forma, quando existe uma transmissão, todos os participantes do barramento têm acesso à informação enviada.

Em algumas situações, uma rede configurada em barramento possui um endereçamento para cada *host*. Neste caso, cada participante do barramento verifica se a mensagem foi direcionada ao seu endereço.

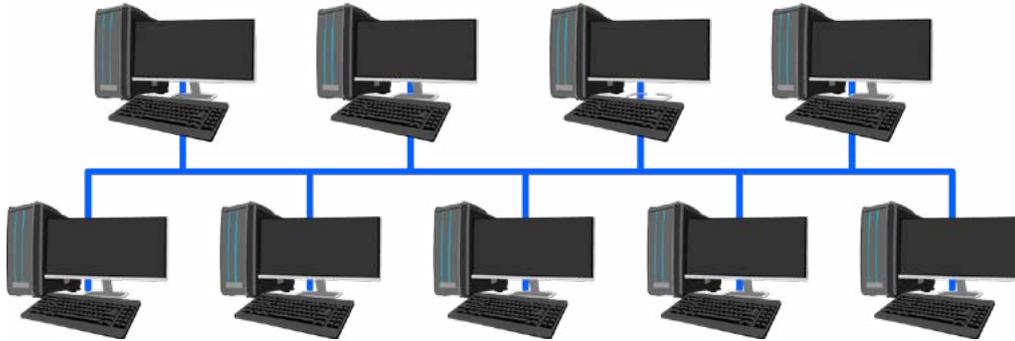
Um dos problemas mais comuns que ocorre na utilização desse tipo de topologia é a colisão. Uma colisão ocorre quando dois ou mais *hosts* de um mesmo barramento transmitem dados ao mesmo tempo. Nessa situação, por empregar o mesmo meio de transmissão físico, as transmissões interferem umas nas outras e não são encaminhadas apropriadamente. Para que esse problema seja contornado, existem protocolos que identificam colisões e arbitram intervalos de tempo aleatórios

**Meio de transmissão:** espécie de “túnel” em que bits (representados por sinais elétricos ou ondas eletromagnéticas) são encaminhados para outros *hosts*.

para que os *hosts* envolvidos passem a enviar pacotes novamente, o que reduz a probabilidade de novas colisões.

Na figura a seguir, você pode ver como é organizada uma rede com topologia em barramento.

#### Exemplo de rede com topologia em barramento



#### Importante

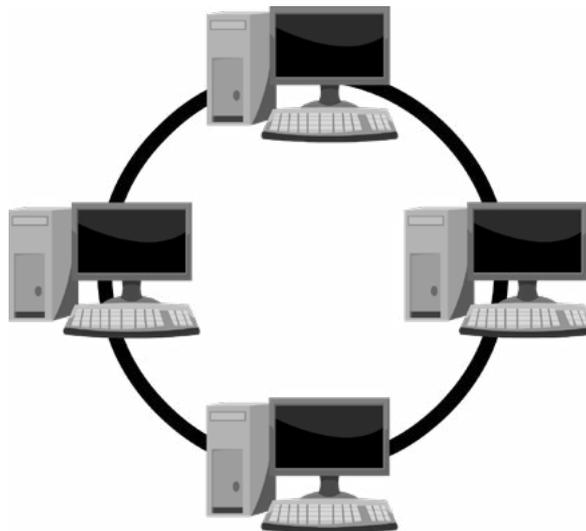
As transmissões em uma rede que utiliza a topologia barramento são realizadas por meio de *broadcasting*. Trata-se de um método de transferência de um pacote para todos os usuários participantes da rede. Dessa forma, os pacotes são enviados para o denominado domínio de *broadcast*, que é formado por todos os *hosts* do barramento.

#### Topologia em anel

Esse tipo de topologia apresenta *hosts* conectados em série, ou seja, cada computador é conectado a somente outros dois, formando um circuito fechado.

Na figura a seguir, você pode visualizar um exemplo de rede em anel.

#### Exemplo de rede com topologia em anel



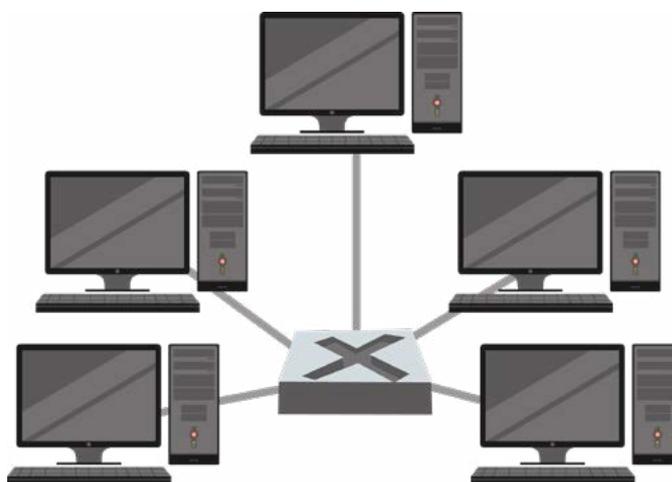
Em uma topologia em anel, as mensagens são repassadas de um computador para o outro até o destinatário receber a informação. Uma vantagem desse formato é que distorções e atenuações nos sinais transmitidos são reduzidas, pois cada estação deve possuir um equipamento denominado de repetidor, que restabelece o sinal digital que passa por ele. Por outro lado, uma grande desvantagem desse tipo de arranjo é a suscetibilidade a falhas. Apesar de não inviabilizar por completo essa rede, basta uma máquina estar indisponível para que a sua performance seja comprometida. Contudo, falhas em mais de uma máquina simultaneamente inviabiliza, de fato, o funcionamento de uma rede em anel.

### Topologia em estrela

Ela estabelece que exista um *host* servidor inteligente central. Todos os outros computadores dessa rede devem estar conectados diretamente a ele. Essa central é responsável por gerenciar o fluxo de dados da rede, ou seja, ela encaminha apropriadamente pacotes recebidos para o seu correto destinatário.

Observe a imagem que ilustra esta topologia.

#### Exemplo de rede com topologia em estrela



#### Saiba mais

Geralmente, o elemento central de uma rede com topologia em estrela é um *switch* (comutador), que nada mais é do que um dispositivo empregado em redes para reencaminhar pacotes entre diversos nós. Para esse fim, esse dispositivo é composto por portas. Quando um pacote é recebido pelo *switch*, ele é enviado a apenas uma das portas de saída, evitando que outros nós recebam pacotes desnecessariamente.

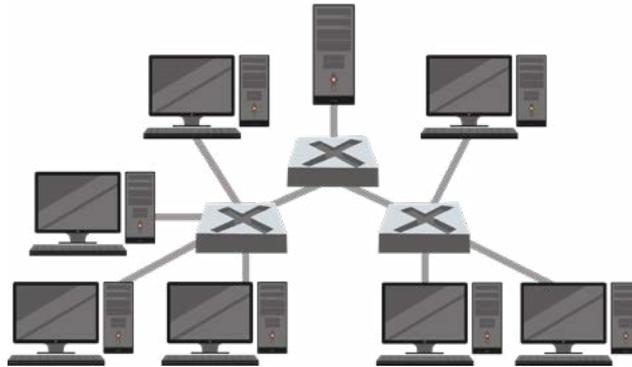


## Topologia em árvore

Ela é bastante semelhante à estrela. Nela, todas as “folhas” da árvore são *hosts* que pertencem à rede. Cada raiz da árvore ou sub-árvore representa um comutador *switch*.

Na imagem seguinte, você pode ver uma rede com topologia em árvore.

### Exemplo de rede com topologia em árvore



Conforme se observa na figura, a topologia em árvore corresponde à série de redes em barramento interconectadas. Note que existe um barramento central composto por alguns ramos, sendo que alguns deles, por sua vez, são formados por outros barramentos.



### Conectando o conhecimento

Qual topologia de rede utiliza um único canal físico de transmissão para que os *hosts* participantes recebam pacotes?

- a) Barramento.
- b) Estrela.
- c) Anel.
- d) Árvore.

**Comentário:** a alternativa correta é a letra “a”. Como vimos, as redes configuradas em uma topologia em barramento apresentam todos os *hosts* conectados a um único canal de comunicação. Cada pacote transmitido é encaminhado a todos os *hosts* que ficam escutando o barramento.

## 1.5 Camadas e Protocolos de Comunicação

Já discutimos muito a respeito de como as redes são formadas. Entretanto, você já parou para pensar como os computadores trocam informação? Como um computador sabe que outro efetivamente recebeu a informação enviada?

Para que projetos de redes tornem-se mais simples, a maior parte deles é organizada por camadas colocadas umas sobre as outras, formando uma pilha. O conceito envolvido é que as camadas inferiores oferecem serviços para as camadas superiores. Desse modo, detalhes de implementação não precisam ser conhecidos para que uma camada superior empregue um serviço ofertado por uma camada abaixo dela, o que proporciona um baixo acoplamento a esse tipo de arquitetura.



### Saiba mais

Cada camada em uma arquitetura de rede pode ser considerada como uma espécie de máquina virtual. Assim, essa máquina virtual oferece serviços à camada situada imediatamente acima dela. Essa sistemática de funcionamento é utilizada de forma semelhante em linguagens orientadas a objetos. Ocultação de informações, tipos de dados abstratos e encapsulamento de dados são características da orientação a objetos e podem ser empregadas na organização hierárquica de camadas de rede.

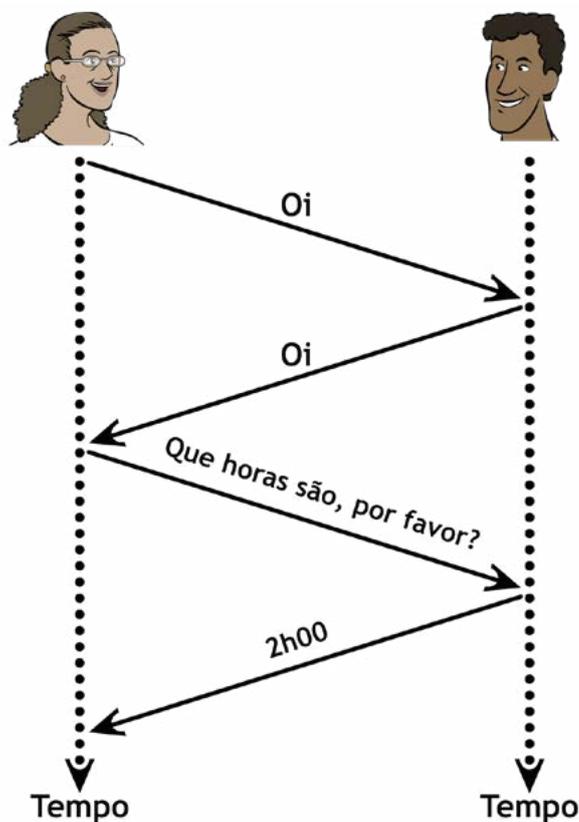
Os serviços oferecidos por uma camada são implementados por meio de protocolos de comunicação. Ao longo de décadas, protocolos de comunicação foram estabelecidos para que computadores pudessem se comunicar, enviar e-mails, transmitir arquivos etc. Dessa forma, um protocolo é uma espécie de convenção empregada por dois sistemas computacionais que possibilita conexão, comunicação, transferência de dados, entre outras funções.

Protocolos de comunicação podem possibilitar a troca de informações por meio do estabelecimento de uma conexão ou não. Caso exista a obrigatoriedade de conexão, o protocolo localizado na camada "n" do remetente estabelece conexão com o mesmo protocolo também localizado na camada "n" do destinatário.

Geralmente, uma conexão é estabelecida por uma troca de mensagens denominada *handshaking*, a qual, como o próprio nome diz, é uma espécie de aperto de mãos entre os participantes da comunicação.

Veja na figura a seguir um exemplo de como o estabelecimento de uma conexão pode ser realizado em uma conversa entre duas pessoas.

**Estabelecimento de conexão entre duas pessoas**

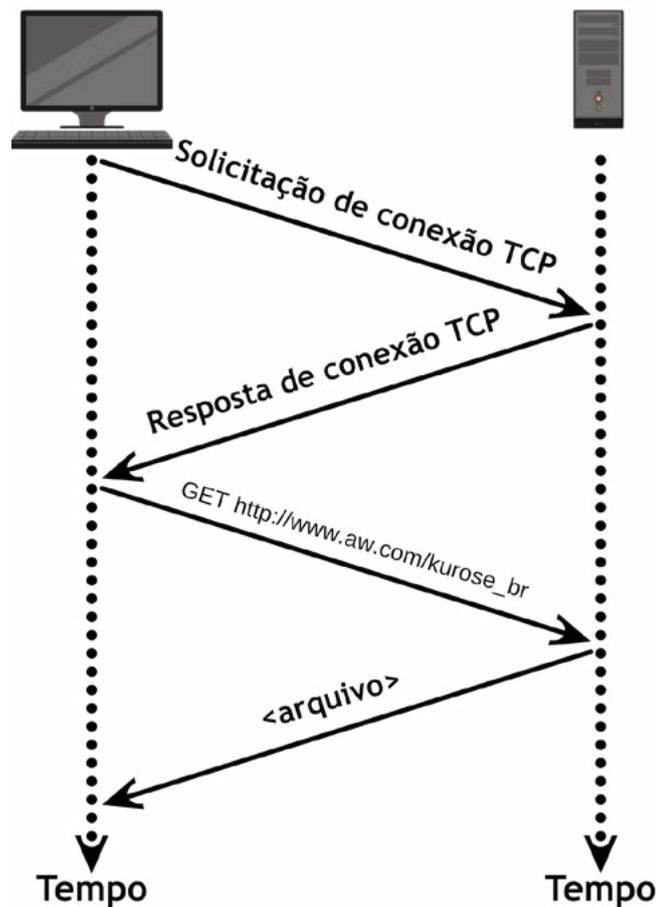


Nesta situação, a mulher quer se comunicar com o homem. Então, ela inicia a comunicação com um pacote com a mensagem "Oi". Logo em seguida, o homem envia a mensagem "Oi" para a mulher. Quando ela recebe essa mensagem, tem a certeza de que o homem está pronto para se comunicar com ela e uma conexão entre os dois é estabelecida. Com a conexão existente, a mulher envia uma requisição solicitando "Que horas são, por favor?". O homem responde "2h00". Em seguida, a conexão é encerrada.

Esse exemplo parece simplório, mas é uma representação do que ocorre quando dois dispositivos computacionais se comunicam.

Agora, observe a imagem a seguir, que mostra detalhes da troca de mensagens entre duas partes realizada por meio do protocolo TCP.

#### Estabelecimento de conexão por meio de protocolo TCP



Você percebeu que os protocolos TCP realizam trocas de mensagem e conexão de forma similar a duas pessoas conversando? Protocolos orientados à conexão garantem que os dados transmitidos de um remetente ao seu destinatário sejam entregues em ordem e de forma completa. Posteriormente, veremos o funcionamento do protocolo TCP com mais detalhes.

## Conectando o conhecimento

Assinale a alternativa que apresenta a melhor definição sobre protocolos de redes de computadores.

- a) Protocolos são compostos por camadas que determinam como *hosts* trocam mensagens.
- b) Protocolos definem a arquitetura de redes e, por conta disso, não estabelecem a sequência de mensagens necessária para que uma determinada tarefa seja executada.
- c) Protocolos determinam a maneira com que *hosts* devem trocar mensagens para que uma determinada tarefa seja executada.
- d) Protocolos determinam o funcionamento das camadas superiores de uma arquitetura de rede.

**Comentário:** a alternativa correta é a letra “c”. Como vimos, cada camada possui protocolos de rede que determinam como os *hosts* devem comunicar-se para que uma determinada tarefa seja executada.



## Resumindo

Nesta lição, estudamos os elementos básicos das redes de computadores. Inicialmente, apresentamos a história da evolução das redes de computadores e, em seguida, mostramos as duas principais formas de funcionamento de núcleos de rede: a comutação de circuitos e a comutação por pacotes.

Além disso, vimos as classificações das redes de acordo com o seu tamanho (LAN, MAN e WAN). E, por fim, apresentamos os principais tipos de topologias de rede: barramento, anel, estrela e árvore.

Veja se você se sente apto a:

- explicar o processo da evolução de redes de computadores;
- conceituar núcleos de rede e seus tipos;
- reconhecer as mais importantes topologias de rede;
- aplicar conceitos básicos relativos a camadas e protocolos de rede.

## Exercícios

**Questão 1** – Qual foi a rede de computadores precursora da internet que era voltada para pesquisadores?

- a) SCIENCE.
- b) ARPANET.
- c) NFSNET.
- d) DATANET.



Parabéns, você finalizou esta lição!

Agora responda às questões ao lado.

**Questão 2** – Qual foi a rede de computadores precursora da internet que foi criada pelo Departamento de Defesa dos Estados?

- a) NASANET.
- b) DEFENCE.
- c) NFSNET.
- d) ARPANET.

**Questão 3** – Qual aplicação permitiu a exibição de páginas de informações de um site contendo texto, figuras, vídeos e sons?

- a) WWW.
- b) HTTPS.
- c) IPV4.
- d) MIB.

**Questão 4** – Qual é o tipo de comutação empregada em redes de telefonia?

- a) Sinais elétricos.
- b) Circuito.
- c) Pacote.
- d) Mensagem.

**Questão 5** – Qual é o tipo de comutação empregada na internet como um todo?

- a) Pacote.
- b) Circuito.
- c) Enlace.
- d) Circuito virtual.

**Questão 6** – É correto afirmar que uma rede comutada por pacotes pode ser classificada como:

- a) rede de datagramas e redes de multiplexadores.
- b) rede de datagramas e redes de circuitos virtuais.
- c) redes de circuitos virtuais e redes de pacotes.
- d) redes de circuitos virtuais e redes de mensagens.

**Questão 7** – Qual dos tipos de multiplexação em comutação de circuitos emprega faixas de frequência dedicadas?

- a) FDM.
- b) TDM.

c) SFDM.

d) WAN.

**Questão 8** – Qual dos tipos de multiplexação em comutação de circuitos emprega faixas de bandas de tempo de transmissão?

a) FDM.

b) LAN.

c) TDM.

d) WAN.

**Questão 9** – Qual é o tipo de rede que apresenta baixo alcance e pode ser empregada, por exemplo, em campus universitários de, no máximo, alguns quilômetros?

a) WAN.

b) LAN.

c) MAN.

d) WMAN.

**Questão 10** – Qual é o tipo de rede geralmente usada em redes de transmissões de TV a cabo?

a) MAN.

b) LAN.

c) WAN.

d) WMAN.

**Gabário:** 1-c; 2-d; 3-a; 4-b; 5-a; 6-b; 7-a; 8-c; 9-b; 10-a.