

# Unidade IV

## 7 A CAMADA FÍSICA

### 7.1 A camada 1: física

#### 7.1.1 Conceitos da camada física

A função principal da camada física é a codificação dos dígitos binários. Estes representam todo quadro a ser preparado pela camada de enlace em sinais elétricos, óticos ou ondas eletromagnéticas para que possam ser transmitidos ao meio de comunicação.

O processo de comunicação da camada física atribui uma série de elementos importantes relacionados ao meio físico:

- Os meios físicos e os conectores.
- A representação dos bits no meio físico.
- A codificação dos dados e informações de controle.
- Os circuitos transmissor e receptor nos dispositivos da rede.

Invariavelmente, os meios físicos envolvem eletricidade, componentes eletrônicos, sinalização de frequência de onda etc. Os protocolos que definem a padronização dessas camadas são desenvolvidos por diversas organizações internacionais, entre elas:

- ISO: International Organization for Standardization.
- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- ANSI: American National Standards Institute.
- ITU: International Telecommunication Union.
- FCC: Federal Communication Commission.
- EIA/TIA: Electronics Industry Alliance/Telecommunications Industry Association.



### Observação

O FCC é o órgão internacional que regulamenta os dispositivos de transmissão de dados no mundo, ele é responsável pela manutenção e regulamentação dos endereços MAC Address dos fabricantes destes dispositivos.

Por causa de tantas e diferentes organizações, encontraremos diversos protocolos para esta camada (e até protocolos de organizações diferentes, mas definindo a mesma transmissão).

Os protocolos e tecnologias definidos por essas organizações são divididos em quatro áreas:

- Propriedades físicas e elétricas do meio físico.
- Propriedades mecânicas (material utilizado, pinagem, dimensão etc.).
- Representação dos bits pela codificação (codificação utilizada).
- Definição de sinais de informações de controle.

Dois pontos se destacam no quesito processo de conversão dos bits em sinais, de acordo com a tecnologia empregada.

A codificação é o método de conversão de um conjunto de bits em um código predefinido. Esses códigos representam este conjunto de bits no processo de conversação entre o receptor e o transmissor. Essa codificação presta auxílio no processo de detecção de erros, pois o padrão de bits, definido por esses métodos de conversão de bits, são elaborados para que possam auxiliar neste processo da detecção de erros.

Em relação à sinalização, sabemos que o que será transferido serão valores binários, ou seja, zeros (0) e uns (1), porém o processo de sinalização existente consiste em definir o que significam os valores 0 e o que significam os valores 1, de acordo com a tecnologia física em uso.

Podemos entender que transmitir um quadro da camada 2 (enlace) pela camada física não significa apenas converter zero e um, diretamente para o meio físico.

A existência de processos anteriores garante a veracidade da informação que será transferida, ou seja, entender corretamente as informações transferidas entre as partes, transmissor e receptor.



### Saiba mais

Para saber mais sobre a codificação, deixo a vocês uma leitura indispensável:

MORAES, A. F. *Redes de computadores: fundamentos*. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

## 7.2 Métodos de sinalização

Os métodos de sinalização criados pelos organismos internacionais tradicionalmente se alteram em umas das características físicas (amplitude, frequência ou fase) para representar o bit. Essas características são trabalhadas de acordo com o padrão de sinalização criado para a tecnologia em questão.

Por exemplo: no método Manchester, o **0** é indicado por meio de uma transição de voltagem do nível alto para o nível baixo, no meio do tempo de bit. Já o **1** é o inverso, ocorrendo uma transição de voltagem do nível baixo para o nível alto.

Exemplos do método de sinalização:

- Manchester.
- NRZ-L: não retorno ao nível zero.
- NRZI.

## 7.3 Métodos de codificação

Processos de codificação dizem o formato como os bits serão agrupados antes de serem convertidos em sinal, de forma a garantir a integridade do grupamento de informações que serão transferidas.

Lembramos que, quanto maior a velocidade desejada na transmissão, maior a probabilidade de que os bits sejam corrompidos ou comprometidos quanto à sua integridade. Os métodos de codificação são utilizados permitindo uma detecção mais rápida de quais dados foram corrompidos.

No quadro a seguir, temos as vantagens de cada método de sinalização:

**Quadro 2 – Métodos e vantagens de sinalização**

Método	Vantagens
Manchester diferencial	
4B/5B	Melhor detecção de problemas de transmissão e erros do meio físico
MLT-3	Auxílio da diferenciação de bit de dados e de controle
8B6T	Redução de erros no nível de bit
8B10T	Economia de energia em função da codificação usada
4D-PAM5	

## 7.4 Meios físicos de transmissão

Consideramos que os meios físicos são os responsáveis pelo transporte de sinalização que representam os dígitos binários, porém, esses sinais podem assumir diversos formatos, como sinais elétricos, sinais ópticos e ondas de rádio.

Dependendo do meio físico usado pela transmissão, a sinalização irá assumir uma forma diferente, temos então três tipos de sinalização comuns em redes:

- Cabos metálicos para sinalização elétrica.
- Fibra ótica para sinais óticos.
- Sem fio com sinalização de radiofrequência.



### Observação

Nem toda sinalização por rádio frequência do Brasil é de uso livre, a maior parte delas é regulamentada pela Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações).

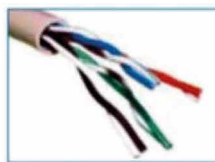
#### 7.4.1 Cabo de cobre

O cabo de cobre é, de longe, o meio físico mais usado em redes corporativas até os dias de hoje. É baseado em uma série de cabos metálicos perfilados em encapsulamento plástico, onde, agrupados, são dedicados às funções de transmissão eletromagnética.

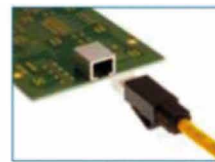
Os meios de cobre ainda usam conectores e sistemas de tomadas que fornecem facilidades à conexão e desconexão, ainda são construídos com rígidas normas e recomendações de fabricação que propiciam o melhor processo de transmissão dos dados.



Cabo coaxial (cobre)



Cabo par trançado UTP  
(unshielded twisted pair)



Conector padrão RJ45

Figura 87 – Modelos de cabeamento e conectorização em meio metálico

A transmissão ocorre no cobre pela transmissão de impulsos eletromagnéticos, que são codificados e decodificados pelas interfaces conectadas a esses cabos.

As deficiências em usar cabos de cobre são:

- Atenuação do sinal.
- Interferência ou ruído.

A decorrência desses problemas é importante no momento da aquisição ou fabricação do cabo a ser utilizado, observar os itens:

- Seleção da qualidade do cabo.
- Projeto de rede.
- Técnicas de cabeamento.
- Uso de equipamentos e ferramentas corretas e de acordo com o cabeamento desejado.



### **Observação**

A normativa NBR ISO/IEC 17.799 regulamenta o uso de cabeamento de redes com foco na segurança da informação.

#### **7.4.2 Fibra ótica**

Fibra ótica é o meio físico que usa cabeamento composto por fibras feitas de vidro ou plástico por onde são transportados sinais luminosos a partir de diodos laser.

Os bits são transportados e codificados na fibra, como se fossem pulsos de luz.

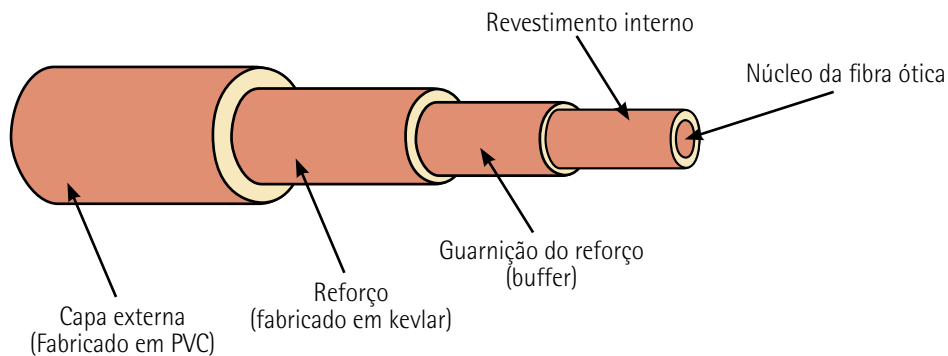


Figura 88 – Detalhes da fabricação da fibra óptica



Figura 89 – Detalhe dos conectores usados em fibra óptica

A fibra óptica possui diversas vantagens em comparação com o fio de cobre:

- Não é condutor elétrico, por isso está imune às interferências eletromagnéticas.
- Usa a luz como meio, tendo uma perda de sinal muito menor que o sinal elétrico, cobrindo distâncias maiores.

Porém, como desvantagens, as fibras apresentam as seguintes:

- O custo é maior do que com os fios de cobre.
- A manipulação da fibra exige mais cuidado do que a manipulação com o cobre.

O grande sucesso da solução de fibra ótica não é apenas a fibra em si, mas também os lasers ou os diodos responsáveis pela emissão e recepção dos sinais de luz.

Esses ativos detectam o sinal de luz e, de acordo com a sinalização e codificação usada, transformam-no em sinais digitais.

As fibras são divididas em dois tipos principais:

- **Monomodo:** fibra que transporta um único sinal de luz, geralmente emitido por um laser. Um único feixe de luz, concentrado no meio da fibra, é transmitido. Esses pulsos normalmente podem ser transmitidos por longas distâncias.
- **Multimodo:** fibra que transporta múltiplos sinais de luz, geralmente emitidos por LEDs, e que, devido às características da transmissão, não permite comprimentos longos.

### 7.4.3 Sem fio

É o meio físico sem fio que é responsável pela transmissão de dígitos binários utilizando sinais eletromagnéticos nas frequências de rádio e de micro-ondas.

A principal característica do uso do meio sem fio é que a transferência que usa esse meio não está restrita ao meio condutor que está utilizando, como no caso do cobre e fibra. Porém, isto é, em muitas situações, considerado um problema, porque o gerenciamento e as questões de segurança precisam de mais atenção em projetos com essa tecnologia

Em função das evoluções da tecnologia, hoje existem diversos tipos de redes sem fio, com diferentes características próprias e áreas de cobertura. Todos esses diferentes tipos estão regulamentados pela IEEE:

- **Padrão 802.11:** também conhecido como Wi-Fi, muito utilizado e responsável pela difusão da utilização deste tipo de meio em redes locais. Utiliza o protocolo CSMA/CA e permite velocidades de 11 Mbps até 300 Mbps.
- **Padrão 802.15:** conhecido como WPAN ou bluetooth, muito utilizado nas chamadas redes pessoais. Trabalha na transmissão quando do emparelhamento de dois equipamentos.
- **Padrão 802.16:** conhecido como WIMAX, utiliza uma topologia mais avançada, que permite acesso à banda larga sem fio em uma topologia ponto-a-multiponto.



#### **Observação**

O padrão WIMAX também é referenciado na bibliografia como protocolo WMAN (Wireless Metropolitan Area Network).

## 7.5 Das topologias

Na camada física é possível a interconexão de computadores e dispositivos de diversas formas, essas interconexões podem ser definidas como topologias físicas. Entendemos que essas topologias físicas são a forma como os dispositivos e computadores são interligados por meio de um layout físico dos cabos ou da concentração por sinalização eletromagnética.

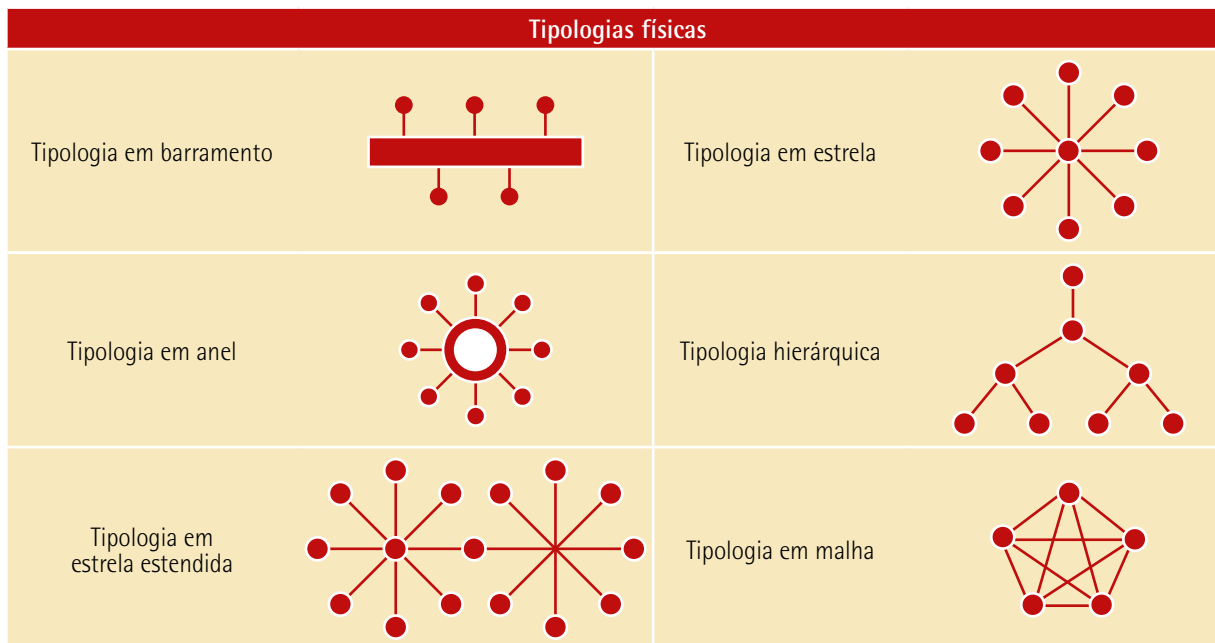


Figura 90 – Topologias físicas de rede



### Lembrete

O órgão internacional que regulamenta os dispositivos de transmissão de dados no mundo é o FCC (Federal Communications Commission), ele é responsável pela manutenção e regulamentação dos endereços MAC Address dos fabricantes destes dispositivos.

As formas como topologias físicas podem ser representadas:

- Totalmente conectada: em que cada equipamento possui uma conexão individual para cada outro equipamento. Possui diversas vantagens, como redundância e disponibilidade, porém, os custos e as características técnicas dificultam a interligação de todos com todos, a implementação deste tipo de rede é inviável na maioria das situações. É também chamada de topologia em malha.
- Malha: similar à topologia totalmente conectada, porém sem a necessidade de todos conversarem com todos. Apenas deve-se garantir que a comunicação entre todos os equipamentos ocorra,



mesmo que, em algumas circunstâncias, esta se realize por meio de outros dispositivos. É também chamada de topologia em malha parcial.

- Anel: cada equipamento possui dois cabos que serão conectados em outros equipamentos, e, a partir disso, será construído um anel com essas interligações. A comunicação entre equipamentos poderá passar por outros dispositivos da rede. A transmissão sempre **trafega** em um sentido (exemplo: sentido horário).
- Barramento: cada equipamento é conectado a um barramento (cabo). Se ocorrer algum problema com o cabo, a rede deixa de funcionar. Esta é a topologia típica em redes padrão Ethernet com cabo coaxial.
- Estrela: os equipamentos são conectados em um ponto central (cabo, hub, switch). Se ocorrer algum problema com o elemento central, a rede deixa de funcionar. Esta é a topologia típica em redes padrão Ethernet.
- Árvore: representada na interligação de diversas redes em estrela. Esta é a topologia mais comum atualmente e não deixa de ser uma rede em estrela. É também chamada de topologia em estrela estendida.
- Hierárquica: semelhante a uma estrela estendida, porém, em vez de unir os hubs ou switches, o sistema é vinculado a um dispositivo que controla o tráfego na topologia.
- Sem fio: os equipamentos se conectam à rede sem a necessidade de uso de cabos de rede. Utiliza ondas eletromagnéticas de rádio ou micro-ondas. Neste tipo de topologia, existe um equipamento central chamado Wireless Access Point (WAP) ou mesmo um concentrador sem fio, usado para fazer a conexão entre os dispositivos que, por sua vez, possuem placa de rede sem fio.



### Lembrete

Devemos lembrar que nem toda sinalização por rádio frequência do Brasil é de uso livre, a maior parte delas é regulamentada pela Anatel.

## 8 O MODELO TCP

### 8.1 O modelo TCP

#### 8.1.1 A Pilha de protocolos TCP/IP

O modelo TCP/IP é a arquitetura aberta que fornece os elementos básicos para a comunicação em redes atuais. Da mesma forma que o modelo de referência OSI, o modelo TCP/IP é dividido em camadas e seu modelo leva no nome seus dois principais protocolos, o TCP (Transmission Control Protocol) e o IP (Internet Protocol). Sendo uma arquitetura aberta, teve sua adoção largamente aplicada pelos fabricantes em busca de interoperabilidade de seus equipamentos com os concorrentes de mercado.

Este modelo foi empregado a partir de projetos de pesquisa financiados pela ARPA (Advanced Research Projects Agency), órgão financiado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. A rede inicialmente chamada de Arpanet foi criada na década de 1970 e era uma rede de comutação por pacotes. Com seu crescimento, esta rede se mostrou limitada e acabou alavancando o desenvolvimento de novos protocolos e do modelo conhecido por TCP/IP. Esse modelo e seus protocolos passaram a ser utilizados no início da década de 1980.

O modelo TCP/IP é constituído de uma pilha de protocolos que permanecem atrelados a cada uma de suas camadas. Sua divisão é constituída de quatro camadas, sendo elas:

- Aplicação.
- Transporte.
- Internet.
- Acesso à rede.

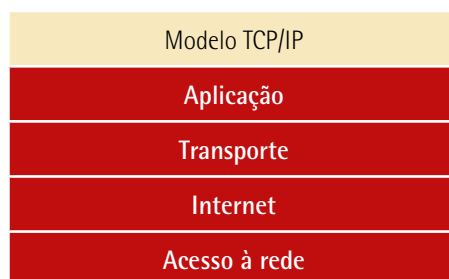


Figura 91 – Pilha TCP com suas quatro camadas

### 8.2 Camada de aplicação

A camada de aplicação oferece o serviço para que as aplicações dos usuários possam interagir com elementos da rede. A camada é composta por protocolos que possibilitam a comunicação entre as aplicações, então, quando uma aplicação precisa de um protocolo específico dessa camada, ela usará esse protocolo para codificar os dados e encaminhá-los à camada subsequente, a camada transporte.

Dentre os protocolos que fazem uso dessa camada, podemos citar o SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) para serviços de entrega de mensagens de e-mail, o DNS (Domain Name System) para resolução de nomes de internet, o FTP (File Transfer Protocol) para transferência de arquivos, o HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) para navegação em páginas web, entre outros.

### 8.3 Camada transporte

Como vimos, a camada transporte faz uso de um endereço de porta para possibilitar o mapeamento das diversas aplicações pela camada de aplicação. No caso do UDP, este diferencia a origem entre os diferentes fluxos dos dados da camada de aplicação e está ligado diretamente ao número da porta de serviço.

Já no protocolo TCP, temos o conceito do Socket, que é a relação entre o conjunto de números de porta e o endereço IP e que é usada para a identificação da conexão existente entre dois ou mais dispositivos que fazem uso do serviço simultaneamente.

### 8.4 Camada de internet

Já conhecemos os processos básicos da camada de rede e os detalhes do protocolo IP, sabemos que se trata de um protocolo não confiável e sem conexão. Pelo fato de não oferecer garantias, o protocolo IP é conhecido como protocolo melhor esforço. Sistemas de roteamento (roteadores e switches que operam em camada de rede) farão o possível para entregar os pacotes, entretanto esses dispositivos que compõem o núcleo da rede (core) não operam nas camadas de transporte e aplicação, colocando esta responsabilidade aos dispositivos finais com a função de avaliar e receber os pacotes usando os serviços da camada de transporte e aplicação. Sobretudo por não oferecer garantias, o IP é responsável pela definição de quando as mensagens de erros e inconsistências deverão ser geradas. Para gerar mensagens de erro relacionadas ao encaminhamento e entrega dos pacotes é usado o protocolo ICMP.

### 8.5 Camada de acesso à rede

A responsabilidade da camada de acesso à rede é basicamente o encaminhamento local entre dois dispositivos diretamente conectados. Enquanto a camada de rede entrega uma informação de uma origem até um destino através de vários saltos dentro da rede, a camada de acesso à rede entrega as informações de um salto ao outro. Ela basicamente controla como será o acesso ao meio físico.

Diversas tecnologias podem ser usadas para essa execução. Atribuindo funções dessa camada durante o trajeto da origem até o seu destino, a informação pode transitar por diferentes meios de tecnologia, como o padrão Ethernet, ponto a ponto, frame-relay etc.

A designação dessa camada tem como responsabilidade a especificação dos protocolos e a forma como se dará a integração com o meio físico. Assim, permite que a pilha de protocolos TCP/IP possa ser executada sobre qualquer tecnologia de camada física ou hardware.

### 8.6 Comparando o modelo TCP/IP e OSI

Como sabemos, o modelo OSI possui sete camadas, enquanto o modelo TCP/IP possui apenas quatro. Sabendo dessa divergência no número de camadas, mesmo utilizando o protocolo TCP/IP, sempre vamos nos referir às definições das camadas do modelo OSI, que continua sendo de grande importância, pois, no formato como foi apresentado, nos ajuda na compreensão do funcionamento das redes de computadores e seus protocolos ora definidos.

O modelo TCP/IP tem uma ampla aplicação, apesar de ainda não estar com uma especificação completamente definida e madura (em constante aprimoramento), fora instantaneamente inserido a partir de sistemas Unix. Esta implementação atingiu um grande número de usuários na época, ao contrário do TCP/IP.

O modelo OSI exigiu diversas etapas de preparação para que essas especificações fossem completas, com a intenção clara de implementar os seus códigos. O amadurecimento da tecnologia e as exigências decorrentes acarretam certa lentidão, que acaba provocando a não adesão aos protocolos do modelo OSI, mas mesmo havendo diferenças em relação à adoção ao sucesso ou não do protocolo de cada modelo, estes ainda compartilham muitas de suas características.

Observe na figura a seguir a relação existente entre as camadas de cada modelo:

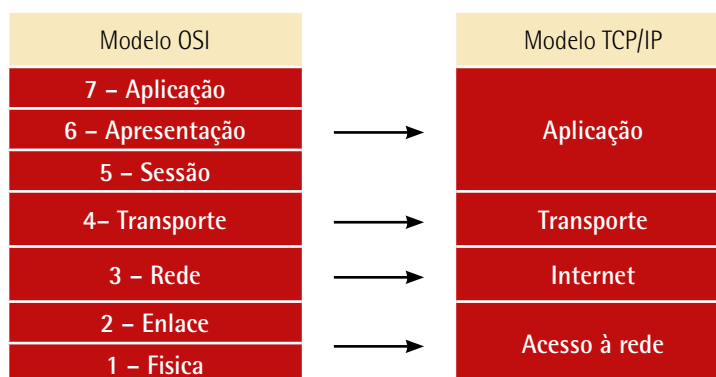


Figura 92 – Relação entre os modelos OSI e TCP/IP

Observamos que a relação mais significativa acontece entre as camadas de transporte, rede e internet.

A camada rede tem a sua função bem estabelecida nos dois modelos, OSI e TCP/IP. A capacidade de endereçamento e de roteamento das informações acontece igualmente na camada rede do modelo OSI.

No caso da camada de transporte do modelo OSI, as responsabilidades de recuperação de erros, garantia de entrega dos pacotes em sua sequência correta e a confiabilidade da comunicação fim a fim permanecem também idênticas no modelo TCP/IP.

Por possuir apenas quatro camadas, o modelo o TCP/IP tem funções aglutinadas, ao passo que, no modelo OSI, essas funções são desmembradas. Basta observar as funções da camada aplicação dos dois modelos, em que as camadas sessão, apresentação e aplicação do modelo OSI ficam inseridas em uma única camada no modelo TCP/IP, chamada de aplicação.

Essa condição também acontece na camada TCP/IP de acesso à rede, que engloba tanto as funções das camadas física e enlace, observadas no modelo OSI.



### Saiba mais

Sobre o tema, indicamos a seguinte leitura:

FOROUZAN, B. A.; MOSHARRAF, F. A pilha de protocolos TCP/IP. *In: \_\_\_\_*. *Redes de computadores: uma abordagem top-down*. São Paulo: McGraw Hill, 2013. p. 11-19.

Ainda na camada de acesso à rede, observamos que acontece uma interação entre a camada de internet e a camada de meio físico. Enquanto não são declaradamente específicos os protocolos existentes nelas, nem como elas realizam suas funções, todos os procedimentos estabelecidos nas conversações dessa camada são especificados pelas camadas física e enlace do modelo OSI.



### Resumo

Revimos a camada física e sua interação direta com o meio físico, aprendemos a identificar os elementos que compõem essa camada, bem como a representação dos bits, a qualificação dos dados e as informações de controle dos circuitos transmissores e receptores junto aos dispositivos de rede.

Aprendermos sobre codificação, em que o método de conversão de um conjunto de bits em um código para ser definido em relação à sinalização. Aprendemos que os valores que são transportados na camada física são apenas binários, os zeros e uns, entendemos a atribuição da camada física, que é entender o significado dessa representação binária.

Estudamos um pouco mais sobre cabos de cobre, que são os meios físicos metálicos, e cabos de fibra ótica; entendemos o funcionamento das redes sem fio e ainda avaliamos as topologias físicas, como: totalmente conectada, malha, anel, barramento, estrela, árvore, hierárquica e até sem fio.

Depois seguimos aprendendo sobre o modelo TCP e desvendamos os mistérios da pilha de protocolos, sobretudo conceituando o modelo TCP em comparação ao modelo OSI.

Entendemos que o modelo OSI é verdadeiramente um conceito importante para explicar o funcionamento das redes de computadores, e que, na construção e aplicação desse modelo, nem todas as camadas são expressivas e devem ser declaradas textualmente no modelo prático.



## Exercícios

**Questão 1.** (Femperj, 2012) João acabou de selecionar um link para obter uma página Web de dentro do seu browser Web, o qual está configurado como um cliente HTTP com conexões não persistentes. O endereço IP para a URL selecionada não está armazenado no seu host local. Os protocolos das camadas de aplicação e de transporte que serão usados para completar a requisição feita por João, além do protocolo HTTP, serão:

- A) DNS e UDP.
- B) TCP e IP.
- C) ARP e UDP.
- D) DNS e TCP.
- E) UDP e IP.

Resposta correta: alternativa D.

### Análise da questão

#### DNS

O DNS pode ser visto como um grande banco de dados distribuído e integrado através de uma hierarquização de servidores de nomes, chamados de servidores DNS. Tem a assistência de um protocolo da camada de aplicação que permite que hosts consultem o banco de dados de informações.

#### TCP

O Transmission Control Protocol (TCP), que em uma tradução livre significa Protocolo de Controle de Transmissões, faz referência ao sistema de envio de pacotes mais comum da internet. Ao acessar um site, um computador envia dados ao servidor pedindo que ele encaminhe os conteúdos da página à máquina que está sendo utilizada. A principal característica do TCP é o fato de que ele não somente envia dados, como também recebe informações de volta para se assegurar que os pacotes foram recebidos corretamente.

#### UDP

O UDP (User Datagram Protocol) também se baseia no envio de pacotes de informações, mas remove toda a parte de verificação de erros da outra tecnologia. O objetivo dessa opção é acelerar o processo

de envio de dados, visto que todas as etapas de comunicação necessárias para verificar a integridade de um pacote contribuem para deixá-lo mais lento.

IP

IP significa "Internet Protocol" e é um número que identifica um dispositivo em uma rede (um computador).

ARP

Cada máquina ligada à rede possui um número de identificação de 48 bits. Esse número é um número único que é fixado a partir da fabricação da placa na fábrica. Contudo, a comunicação na internet não é feita diretamente a partir desse número, mas a partir de um endereço lógico, atribuído por um organismo, o endereço IP. Assim, para fazer a correspondência entre os endereços físicos e os endereços lógicos, o protocolo ARP interroga as máquinas da rede para conhecer o seu endereço físico e depois cria uma tabela de correspondência entre os endereços lógicos e os endereços físicos.

**Questão 2.** A função da camada física é codificar os dígitos binários que representam quadros da camada de Enlace de Dados em sinais e transmitir e receber esses sinais através do meio físico que conecta os dispositivos de rede.

Assinale a alternativa que apresenta corretamente as formas como topologias físicas para a interconexão de computadores.

- A) Totalmente conectada; barramento; em linha; e em estrela.
- B) Em malha; em árvore; em célula; em anel; e em estrela.
- C) Em árvore; em barramento; em linha; e em malha.
- D) Em malha; em anel; em estrela; e em célula.
- E) Em barramento; em anel; em estrela; e totalmente conectada.

Resposta correta: alternativa E.

### Análise da questão

As descrições das topologias são:

Barramento: cada equipamento é conectado a um barramento (cabo). Se ocorrer algum problema com o cabo, a rede deixa de funcionar. Essa é a topologia típica em redes padrão Ethernet com cabo coaxial.

Anel: cada equipamento possui dois cabos que serão conectados em outros equipamentos, e, a partir disso, será construído um anel com essas interligações. A comunicação entre equipamentos poderá passar por outros dispositivos da rede. A transmissão sempre trafega em um sentido (exemplo: sentido horário).

Estrela: os equipamentos são conectados em um ponto central (cabo, hub, switch). Se ocorrer algum problema com o elemento central, a rede deixa de funcionar. Essa é a topologia típica em redes padrão Ethernet.

Totalmente conectada: em que cada equipamento possui uma conexão individual para cada outro equipamento. Possui diversas vantagens, como redundância e disponibilidade, porém, os custos e as características técnicas dificultam a interligação de todos com todos, a implementação desse tipo de rede é inviável na maioria das situações. É também chamada de topologia em malha.



## FIGURAS E ILUSTRAÇÕES

### Figura 13

TANEMBAUM, A. S. *Redes de computadores*. 4. ed. São Paulo: Campus, 2003. p. 275.

### Figura 14

TANEMBAUM, A. S. *Redes de computadores*. 4. ed. São Paulo: Campus, 2003. p. 282.

## REFERÊNCIAS

### Textuais

COMER, D. E. *Internetworking with TCP/IP*. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000. v. 1.

DIMARZIO, J. F. *Projeto e arquitetura de redes: um guia de campo para profissionais de TI*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.

FOROUZAN, B. A.; MOSHARRAF, F. *Redes de computadores: uma abordagem top-down*. São Paulo: McGraw Hill, 2013.

ITU (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION). *Information technology: lower layers security model*. Genebra, 1995. (Recommendation X.802). Disponível em: <<http://handle.itu.int/11.1002/1000/3103-en?locatt=format:pdf&tauth>>. Acesso em: 25 maio 2017.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. R. *Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down*. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2006.

LEE, V. *Aplicações móveis: arquitetura, projeto e desenvolvimento*. São Paulo: Pearson, 2005.

MAIA, L. P. *Arquitetura de redes de computadores*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MICROSOFT. *Informações sobre as versões do Internet Explorer*. 2017. Disponível em: <<https://support.microsoft.com/pt-br/help/969393/information-about-internet-explorer-versions>>. Acesso em: 25 maio 2017.

MORAES, A. F. *Redes de computadores: fundamentos*. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

MURDOCCA, M. J. *Introdução à arquitetura de computadores*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

RED HAT ENTERPRISE. Apêndice C: portas comuns. In: \_\_\_\_\_. *Linux 4: guia de segurança*. Raleigh, 2005. p. 111-114. Disponível em: <[http://web.mit.edu/rhel-doc/4/RH-DOCS/pdf/rhel-sg-pt\\_br.pdf](http://web.mit.edu/rhel-doc/4/RH-DOCS/pdf/rhel-sg-pt_br.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2017.





A series of horizontal lines for writing, consisting of 30 evenly spaced lines across the page.





# Interativa

Informações:  
[www.sepi.unip.br](http://www.sepi.unip.br) ou 0800 010 9000