

FUNDAMENTOS DE REDES DE COMPUTADORES

Rejane Cunha Freitas



sagah⁺

Identificação interna do documento LMFXY5JPD5-50NQQ01

Conceitos básicos em redes de computadores

Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Definir redes de computadores, protocolos e modelo de camadas.
- Identificar classificações de redes de computadores.
- Descrever o modelo cliente-servidor e serviços oferecidos pelas redes.

Introdução

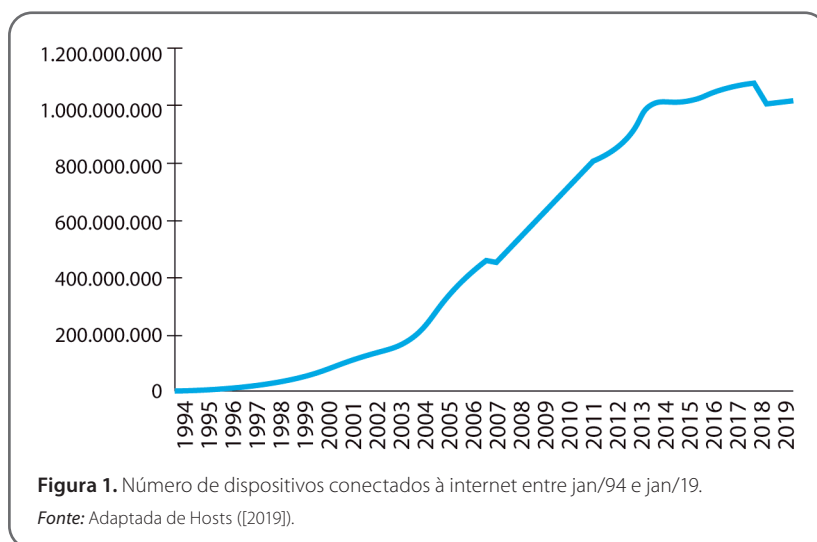
Os protocolos de redes de computadores são elementos fundamentais no contexto das arquiteturas de camadas de redes. As redes operam para suportar as necessidades das empresas e pessoas que dependem delas.

Neste capítulo, você terá uma visão de alguns conceitos essenciais sobre as redes de computadores e a internet. Para isso, vai ver como se define redes de computadores, protocolos e modelo de camadas, vai conhecer as diferentes classificações para essas redes de computadores e vai aprender a descrever o modelo cliente-servidor e os serviços oferecidos pelas redes.

Os protocolos e a arquitetura em camadas em redes de computadores

A evolução dos sistemas de comunicações de voz (telégrafo, telefones convencionais, telefones celulares) se uniu ao desenvolvimento dos sistemas de informação, o que resultou no uso de redes de comunicação de dados para interconectar vários sistemas computacionais (aqui chamados genericamente de **dispositivos**). Desse modo, as redes de comunicação de dados permitem comunicação e acesso a informações independentemente de localização física, especialmente, em ambientes corporativos.

A internet é a rede mundial de comunicação de dados e, inicialmente, foi pensada para conectar computadores operados por diversas universidades envolvidas em pesquisa militar. Contudo, a rede original cresceu, integrando mais computadores e, depois, outras redes de computadores. Gradualmente, as distinções entre as redes começaram a diminuir e a internet passou a ser referenciada como a rede mundial de computadores. A Figura 1 ilustra o crescimento em ritmo acelerado do número de dispositivos conectados à internet, desde o início da década de 1990 até os dias atuais.



Com a possibilidade de serviços comerciais *on-line*, a conexão das empresas à internet passou a ter uma importância estratégica. Além disso, as redes de computadores permitem conectividade e compartilhamento de recursos e informações. Surpreendentemente, o desafio hoje está exatamente na dificuldade em controlar e tirar proveito da quantidade de informações recebidas diariamente.

Equipamentos de interconexão específicos são necessários para transmissão de dados em maiores distâncias e velocidades de transmissão. Esses enlaces possuem características diversas quanto aos tipos de meios físicos e equipamentos de interconexão. Kurose e Ross (2013) propõem a Figura 2 para ilustrar os elementos constituintes da internet e permitem entendê-la como uma rede de redes. Além disso, os autores destacam as partes descritas a seguir.

- **Dispositivos finais:** situados nas extremidades (bordas) das redes.
- **Núcleo:** ilustrado pelo *backbone* mantido por provedores de serviço internet (*Internet Service Providers* — ISP).
- **Redes de acesso:** os diferentes tipos de rede física que conectam os dispositivos finais a equipamentos que possibilitarão sua interligação com a internet.

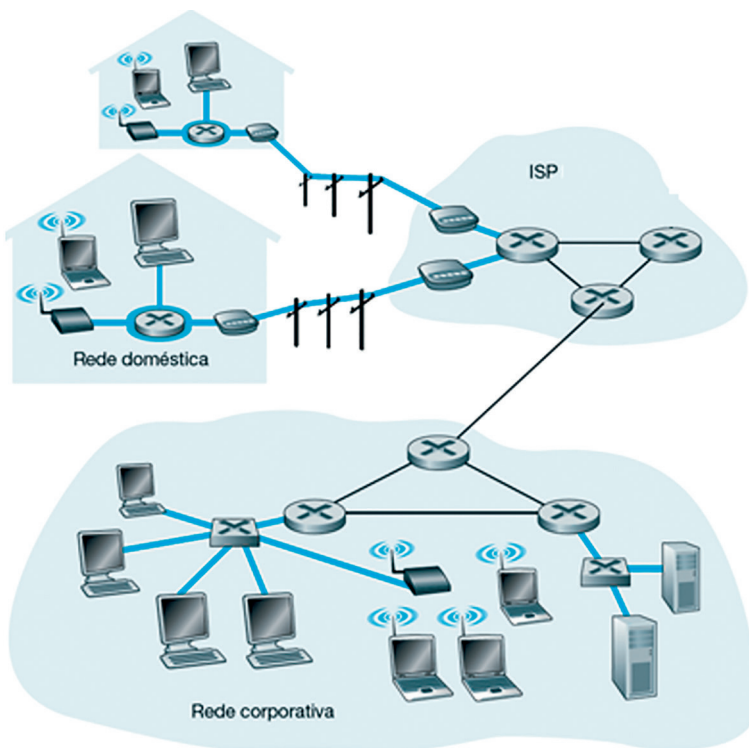


Figura 2. A internet como uma rede de redes.

Fonte: Kurose e Ross (2013, p. 9).

No cenário mostrado na Figura 2, em que vários dispositivos estão conectados a uma rede de longo alcance, seria inviável conectar um dispositivo final, diretamente, a outro dispositivo final, por causa do desperdício de recursos e da dificuldade de manutenção da rede.

Como se observa, existem equipamentos mantidos pelos ISP que exercem uma função de encaminhamento no núcleo dessas grandes redes. Alguns

desses equipamentos de comutação estão diretamente conectados aos dispositivos finais, e outros são utilizados para roteamento (nesse caso, chamados **roteadores**).

Os protocolos são partes essenciais nas redes de computadores. Kurose e Ross (2013), para explicar o papel dos protocolos nas redes de computadores, fazem uma analogia dessas redes com a comunicação entre seres humanos. Os autores explicam que existem mensagens e ações específicas esperadas quando pessoas se comunicam, ou seja, as pessoas reagem de um modo esperado a determinada mensagem recebida ou mesmo à falta dela.

A transmissão e recepção de mensagens e a realização de ações convencionais, quando as mensagens são enviadas e recebidas, são essenciais na comunicação. A violação de um protocolo dificultará a comunicação, podendo torná-la completamente impossível. Portanto, um protocolo é basicamente um acordo entre as partes que se comunicam, o que estabelece como se dará a comunicação (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

Do mesmo modo, nas redes de computadores, os dispositivos necessitam executar determinados ações e respeitar certas regras para que uma comunicação aconteça. Assim, a troca de dados em uma rede de computadores é regida por um protocolo de rede. Os protocolos existem para codificar e transferir dados de um ponto para outro; para habilitar essa função, os protocolos podem ter que controlar o modo como os dados são encaminhados, estabelecendo os caminhos que os dados seguem, o que significa, muitas vezes, trocar informações de estado da rede. Por fim, os protocolos podem gerenciar os recursos das redes e controlar seu desempenho. Veja alguns exemplos de regras definidas pelos protocolos de rede:

- como a mensagem é formatada ou estruturada;
- como dispositivos de rede compartilham informações sobre rotas;
- como e quando mensagens de erro são passadas entre dispositivos;
- a configuração e o término das sessões de transferência de dados.

Para que os protocolos possam operar, precisam identificar a origem e o destino das mensagens, pois os computadores necessitam de nomes e endereços para se identificarem. Além disso, as mensagens de protocolos, de um modo geral, são construídas como um cabeçalho seguido pelos dados (a informação útil a ser transferida).

Todas as transmissões de dados na internet fazem uso de diferentes tipos de protocolos, pois eles são responsáveis por diferentes funções na comunicação. Como sabemos, uma rede de computadores interliga vários dispositivos. Além

disso, várias redes interligadas por dispositivos como roteadores formam uma rede de redes, como é o caso da internet.

Dessa forma, nas redes de comunicação, foi necessário criar padrões que garantissem a interligação e a interoperabilidade entre dispositivos de rede. Para o desenvolvimento dos modelos de comunicação, a abordagem utilizada foi dividir o processo de comunicação em camadas. A cada camada são associados funções e serviços. O modelo em camadas tem duas principais vantagens:

- reduz a complexidade do processo de comunicação, pois dividir um problema complexo em problemas menores permite chegar mais facilmente a uma solução;
- facilita o desenvolvimento de novos produtos ou a inclusão de novos serviços em qualquer camada, sem ter que alterar as restantes.

Uma arquitetura de redes de computadores inclui um conjunto de protocolos que dá suporte à transmissão de dados. Numa arquitetura de camadas, os protocolos possuem uma estruturação hierárquica entre si, porque cada protocolo de nível superior é suportado por um ou mais protocolos de nível inferior. O processo de adição de informações relativas aos serviços de cada camada, chamado de **encapsulamento**, acontece no dispositivo que envia a mensagem. O processo de retirada dessas informações, o **desencapsulamento**, ocorre no dispositivo que recebe a mensagem.

O tipo de encapsulamento usado em uma determinada camada tem que ser conhecido pelas camadas correspondentes, em todos os dispositivos que participam da comunicação, o que é garantido com o uso do mesmo protocolo. Portanto, cada uma das camadas do dispositivo de origem se comunica apenas com a camada correspondente do dispositivo de destino, bem como com a camada correspondente dos equipamentos de rede ao longo do caminho. As interações entre camadas iguais são apenas lógicas, pois a comunicação real ocorre pelo uso dos serviços de comunicação das camadas inferiores.

Uma arquitetura de redes em camadas tem duas principais características: cada camada disponibiliza serviços à camada superior e cada camada se comunica apenas com camadas correspondentes em outros dispositivos. Na prática, quando uma camada recebe dados da camada superior, ela adiciona informações de acordo com o serviço que realiza, implementado por protocolos.

O conjunto formado pelos dados e pelo cabeçalho em cada camada chama-se PDU (*Protocol Data Unit*). Desse modo, nas camadas de aplicação, transporte, rede e enlace, os PDU recebem nomes próprios, respectivamente: mensagem, segmento, datagrama e quadro.



Fique atento

Roteadores são equipamentos usados para conectar redes. Por isso, o roteador possui uma característica específica: buscar as melhores rotas para enviar e receber dados, podendo escolher os melhores caminhos, a partir de diferentes critérios, como transmissões mais curtas ou menos congestionadas.

Classificação das redes de computadores

Para discutir as classificações de redes de computadores em relação à escala, a seguir, será apresentada a diferença entre tipos de redes no que se refere à distância geográfica dos seus dispositivos: redes locais (*Local Area Network* — LAN), redes metropolitanas (*Metropolitan Area Network* — MAN) e redes de longa distância (*Wide Area Network* — WAN).

Redes de longa distância

As redes de longa distância ou rede geograficamente distribuída (*Wide Area Network* — WAN) abrangem com frequência um país ou continente. Nas WAN, existem numerosas linhas de transmissão, todas conectadas a um par de roteadores.

As redes de longa distância envolvem tanto os *backbones* que interligam a internet quanto as linhas dedicadas que conectam um dispositivo doméstico à internet. Forouzan (2008) se refere à primeira como WAN comutada e à segunda como WAN ponto a ponto. A WAN comutada conecta dispositivos finais, equipamentos de conexão de rede, como roteadores, que se conectam a outras WAN ou LAN. A WAN ponto a ponto refere-se a uma linha alugada de uma companhia telefônica, por exemplo, que conecta dispositivos de casa ou de uma rede local a um provedor de serviço da internet. As tecnologias de redes WAN têm evoluído no sentido de aumento das taxas de transmissão, redução de atrasos e perdas de dados.

Redes metropolitanas

Uma rede metropolitana (*Metropolitan Area Network* — MAN) abrange uma cidade ou região metropolitana. O exemplo mais conhecido de uma MAN é a

rede de televisão a cabo disponível em muitas cidades. Além disso, a evolução das redes MAN ocasionou o desenvolvimento de tecnologias padronizadas, pelo Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), por exemplo, para MAN cabeadas e sem fio.

Redes locais

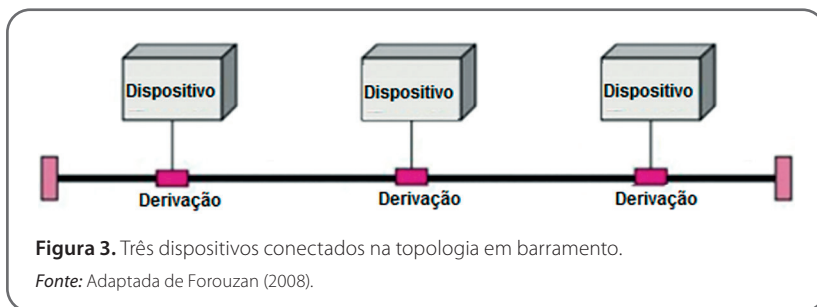
Uma rede local (*Local Area Network* — LAN) conecta alguns dispositivos em um único escritório, prédio ou *campus*. Uma LAN, caracteristicamente, consiste em uma propriedade privada e pode tanto interligar alguns dispositivos e uma impressora em uma residência quanto pode interligar dispositivos em uma empresa. Cada dispositivo em uma rede local possui um endereço, que identifica esse dispositivo de forma única, e uma placa, também chamada placa de interface de rede (*Network Interface Card* — NIC), a parte eletrônica que faz a conversão de sinal e as operações de protocolos necessárias que permitem que o dispositivo envie e receba dados pela rede.

As propriedades geralmente associadas às LAN são baixos atrasos de transmissão, altas taxas de transmissão, alcance geográfico e número de dispositivos limitados. Contudo, o significado de termos como baixo, alto e limitado é relativo e muda com o tempo.

Outro aspecto em relação às redes locais são as decisões de projeto, especialmente, componentes como servidores, sistemas operacionais, cabeamento, equipamentos de interligação, bem como aspectos relacionados a suporte, manutenção e segurança, que podem ser decisivos no que se refere ao custo e ao desempenho da LAN. Algumas empresas veem na aquisição de equipamentos uma desvantagem e, por isso, preferem alugar equipamentos, contratar terceiros para manter seus serviços ou para suporte e manutenção.

As redes locais evoluíram com o tempo em relação à sua topologia física. O primeiro projeto físico de LAN que se tornou amplamente disponível no mercado foi a rede em barramento. O barramento, essencialmente, consiste em um cabo compartilhado ao qual todos os dispositivos são conectados. Desse modo, quando um dispositivo transmite pelo barramento, todos os outros conectados a esse cabo recebem o sinal transmitido, o destinatário correto armazena esses sinais e os outros dispositivos os descartam. Tanenbaum (2003) define esse modo de transmissão como **difusão**. À medida que um sinal trafega ao longo de um cabo, sua energia é dissipada e o sinal se torna mais fraco conforme vai se propagando para os pontos mais distantes. Por

isso, existe uma distância e um número de dispositivos limitados que um barramento é capaz de suportar. A Figura 3 ilustra a topologia barramento conectando três dispositivos.

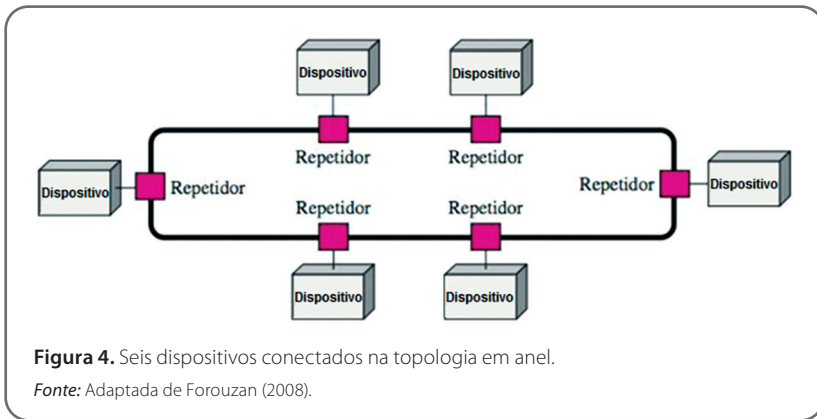


As redes de barramento são, relativamente, fáceis de instalar, e apenas o cabo é estendido ao longo de toda a instalação. Normalmente, um barramento é projetado para ter a máxima eficiência na instalação. Entretanto, essas redes compartilham duas grandes desvantagens, a dificuldade de reconfiguração e o isolamento de falhas. Em geral, é difícil acrescentar um novo dispositivo de trabalho se nenhuma **derivação** existir no momento. A derivação é responsável pela conexão do dispositivo ao cabo e, para sua instalação, o cabo tem de ser modificado ou substituído, o que interrompe o tráfego na rede. Como é difícil prever antecipadamente onde os dispositivos serão adicionados, as redes de barramentos perderam a popularidade e, hoje, praticamente, não existem mais.

A topologia de anel foi também utilizada para redes locais. Nesse tipo de rede, o sinal percorre todo o anel em um sentido, passando de dispositivo em dispositivo, até atingir o destino. Trata-se de um sistema de difusão do sinal. Cada dispositivo no anel possui um repetidor que regenera o sinal e o passa adiante, caso o destinatário do sinal seja para outro dispositivo, ou processa o sinal, caso ele próprio seja o destinatário.

Um anel tem a vantagem de fácil instalação e reconfiguração, pois cada dispositivo é ligado apenas a seu vizinho; desse modo, adicionar ou desconectar dispositivo implica uma alteração em apenas duas conexões. Contudo, a topologia em anel possui limitações quanto ao comprimento máximo do anel, à quantidade de dispositivos e também apresenta dificuldade no isolamento de problemas.

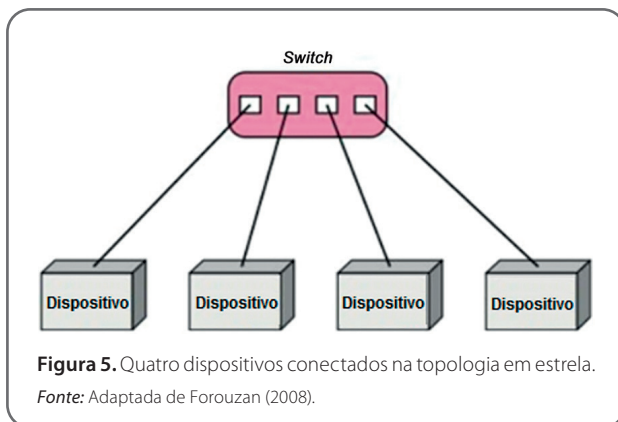
Outro problema é que um anel unidirecional pode incorrer em uma interrupção do funcionamento da rede caso um dispositivo fique inoperante. Uma forma de resolver esse problema é empregar um anel duplo. Entretanto, a necessidade de redes locais mais rápidas tornou as redes em anel pouco adotadas. A Figura 4 ilustra a topologia em anel conectando seis dispositivos.



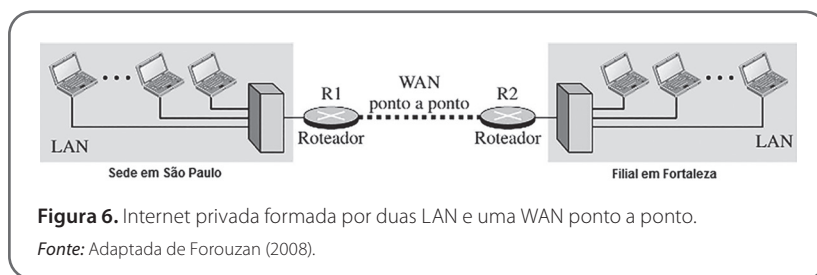
Hoje em dia, a maioria das redes locais usa um mecanismo de conexão, por meio de um concentrador, mais comumente, um *switch*, que é capaz de reconhecer o endereço de destino dos dados e encaminhá-los ao destino sem enviá-los a todos os outros dispositivos. O *switch* permite que mais de um par de dispositivos se comunique um com o outro ao mesmo tempo caso não haja um transmissor ou destinatário em comum entre cada par. Por isso, esse modo de transmissão é chamado ponto a ponto em uma configuração de rede local com topologia estrela.

Na topologia estrela, cada dispositivo precisa de um *link* e uma porta para se conectar a outros dispositivos. Essa organização facilita a instalação e a reconfiguração, pois cada acréscimo ou eliminação de novos dispositivos envolve apenas a conexão entre o dispositivo e o *switch*. Além disso, essa topologia possui robustez, pois, se um *link* falhar, apenas ele será afetado, o que facilita o isolamento de falhas. Contudo, essa topologia tem uma dependência do concentrador como único ponto de falha. Ainda assim, as

redes em estrela são amplamente usadas atualmente e conseguiram evoluir em termos de taxa de transmissão. A Figura 5 ilustra a topologia estrela conectando quatro dispositivos.



Recentemente, é comum que uma organização tenha uma internet privada, com redes LAN e WAN interconectadas. Por exemplo, uma empresa pode ter uma sede na cidade de São Paulo e uma filial na cidade de Fortaleza (Figura 6).



Cada sede tem uma LAN que permite que os colaboradores ali alocados se comuniquem. Para que a comunicação entre colaboradores de diferentes cidades seja possível, os gestores decidem alugar uma WAN dedicada ponto a ponto de um provedor de serviço, de uma empresa telefônica, que conecta as duas LAN. A comunicação entre colaboradores alocados nas diferentes sedes da empresa agora é possível.

**Link**

Viste o *site* Networking Academy da Cisco, que disponibiliza alguns materiais para estudantes na área de redes de computadores.

<https://qrگو.page.link/bmMz1>

O modelo cliente-servidor e os serviços oferecidos pelas redes

Dentre os diversos dispositivos que fazem parte da internet, estão os servidores, que armazenam e transmitem informações, como páginas *web* e mensagens de e-mail. Por outro lado, outros diversos dispositivos se conectam à internet, como TVs, consoles de jogos, telefone celulares, *webcams*, automóveis, sensores, dentre outros.

Desse modo, é possível descrever a internet como uma infraestrutura que provê serviços que necessitam de troca de informações mútuas entre seus dispositivos, os quais executam *softwares* aplicativos. Tais *softwares* aplicativos, do ponto de vista dos profissionais que os desenvolvem, possuem uma arquitetura, como, por exemplo, a chamada cliente-servidor.

Em um modelo cliente-servidor, há um dispositivo que está sempre funcionando, denominado servidor, que atende às requisições de muitos outros dispositivos, chamados clientes, os quais podem funcionar de modo intermitente inclusive. Desse modo, quando um servidor recebe uma requisição de um cliente, ele responde atendendo à requisição feita. Nessa arquitetura, os lados clientes da aplicação não se comunicam diretamente uns com os outros. Além disso, idealmente, o servidor deve ter endereço fixo e bem conhecido — no caso da internet, esse endereço é o IP.

**Link**

Confira este vídeo e entenda como a Internet funciona. A parte 1 apresenta o Protocolo IP, a principal base tecnológica da rede.

<https://qrگو.page.link/n38nV>

Uma arquitetura de aplicação diferente do modelo cliente-servidor é a arquitetura P2P (*peer-to-peer*). Nesse caso, a aplicação define a comunicação direta entre os dois lados comunicantes, sem passar por um servidor.

No caso de ambientes corporativos, alguns serviços, como gerenciamentos de arquivos, acesso a bancos de dados, gerenciamento de impressões, transferência de e-mail, controle e monitoramento dos programas em execução, dentre outros, são baseados em aplicações cliente-servidor.

Em uma rede local, por exemplo, pode-se realizar o gerenciamento de arquivos ao conectar dispositivos a unidades com grande capacidade de armazenamento que atuam como **servidores de arquivo**. Em uma rede local, também pode ser oferecido um serviço de impressão. O *software* de rede local, chamado **servidor de impressão**, fornece serviço de impressão (coloca na fila trabalhos de impressão, imprime folhas) aos dispositivos ou usuários com autorização de acesso a impressoras.

As redes locais podem ainda disponibilizar serviço de envio e recepção de e-mail, que pode operar tanto na rede local quanto entre a rede local e a internet. Uma rede local pode fazer a interface com outras redes locais, com redes de longa distância, como a internet.

Em geral, as redes locais se conectam a provedores de serviço para se conectarem à internet. Em um cenário assim, podemos questionar: como todos esses dispositivos com funcionalidades distintas, produzidos por diferentes fabricantes conseguem se comunicar através de redes com tecnologias tão diferentes? A resposta está na criação de **padrões**, que são seguidos pelos fabricantes de produtos e soluções.

Os padrões são essenciais na garantia de interoperabilidade nacional e internacional de dados e de tecnologia de telecomunicação e processos. Além disso, permitem criar um mercado aberto e competitivo para fabricantes de equipamentos. Forouzan (2008) explica que os padrões de comunicação de dados são divididos em duas categorias: padrões de *facto* (por convenção), que foram adotados pelo mercado pelo seu amplo uso, e de *jure* (por direito), que foram regulamentados por um órgão oficialmente reconhecido.

As principais organizações que estabelecem padrões são, em geral, organizadas em comitês de padrões, dentre os quais destacam-se nas redes de computadores os listados a seguir.

- ISO (International Organization for Standardization): organização voluntária independente que produz e publica padrões para uma vasta gama de assuntos.
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers): a maior organização profissional do mundo. Além de publicar vários jornais e de realizar conferências anuais, conta com grupos de trabalho que desenvolvem padrões nas áreas de engenharia elétrica e informática.
- IETF (Internet Engineering Task Force): está estruturada em grupos que tratam de questões relacionadas à internet. Conta com um processo formal de padronização, em que, para se tornar um padrão, uma ideia deve ser explicada em uma RFC (*Request For Comments*); a partir disso, essa ideia será avaliada e poderá ganhar o *status* de padrão.
- ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers): esta corporação, sem fins lucrativos, controla os números de redes IP distribuídos pelo mundo com o objetivo de evitar conflitos.



Saiba mais

Padrões são regras pré-acordadas essenciais na manutenção de um mercado aberto para fabricantes de equipamentos e para a interoperabilidade de dados.



Exemplo

Um serviço que você provavelmente já utilizou é o acesso a páginas *web*, que usa o protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) para definir o formato e o tipo de mensagens trocadas entre um navegador (como o Chrome, Internet Explorer ou Firefox, para citar alguns), que é o lado cliente dessa aplicação, e o servidor de páginas *web*, que é o lado servidor dessa aplicação.



Referências

FOROUZAN, B. A. *Comunicação de dados e redes de computadores*. 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

HOSTS. *Internet System Consortium*, [s. l.], [2019?]. Largura: 403 pixels. Altura: 273 pixels. Formato: PNG. Disponível em: <https://downloads.isc.org/www/survey/reports/hosts.png>. Acesso em 18 jun. 2019.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. *Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down*. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

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

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. *Redes de computadores*. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

Leitura recomendada

FOROUZAN, B. A. *Redes de computadores: uma abordagem top-down*. Porto Alegre: AMGH, 2013.

Conteúdo:

sagah⁺

Identificação interna do documento LMF6X5JPD5-5ONQQC1



Nome do arquivo:

C01_Conceitos_basicos_em_redes_de_computadores_20220927173
0277496795.pdf

Data de vinculação à solicitação: 27/09/2022 17:30

Aplicativo: 627940