

NÃO PODE FALTAR

O MODELO DE REFERÊNCIA OSI E TCP/IP

Renato Cividini Matthiesen

O MODELO DE REFERÊNCIA E OS PROTOCOLOS DE REDES DE COMPUTADORES

Apresentação do modelo de referência ISO/OSI e TCP/IP como modelos de referência que classificam e organizam os protocolos de rede em camadas virtuais que regem toda a comunicação em redes e garantem a interoperabilidade de sistemas computacionais distribuídos.



Fonte: Shutterstock.

Deseja ouvir este material?

Áudio disponível no material digital.

PRATICAR PARA APRENDER

Caro aluno, esta seção trará a você informações importantes a respeito da organização dos protocolos e serviços de comunicação em redes de computadores dentro de uma estrutura em camadas chamada de modelo de referência.

Você será apresentado ao modelo de referência *International Organization for Standardization/Open Systems Interconnection (ISO/OSI)*, que está estruturado em um conjunto de sete camadas hierárquicas que alocam os protocolos de comunicação conforme sua operação na rede. Em seguida, você conhecerá uma arquitetura que traz um conjunto de protocolos utilizados na estrutura de redes e da internet chamado de *Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)*, que, apesar do nome, não representa apenas dois protocolos e sim um conjunto de quatro camadas que, a exemplo do modelo OSI, também alocam os protocolos de rede de computadores pertinentes a cada nível de referência aos serviços de rede.

Com essas informações, você será capaz de organizar o conhecimento sobre os protocolos de rede e serviços de rede de forma a serem independentes, ou seja, que promovam a interoperabilidade entre diferentes sistemas de *hardware* e *software* dentro do cenário das redes de computadores.

Você poderá compreender que o conceito de encapsulamento é utilizado em um sistema de redes de computadores de forma que um computador, com um *hardware* específico, com seu sistema operacional também específico, possa se comunicar com outro *hardware* e sistema operacional diferentes em um sistema de rede, pois os dados que trafegam entre as diferentes camadas de rede recebem cabeçalhos com dados adicionais que os preparam para adequada interpretação nos níveis superiores ou inferiores e, assim, podem ser transmitidos dentro de um ambiente tecnologicamente heterogêneo.

Você foi contratado como consultor para avaliar um cenário de tecnologia de redes de computadores, propor uma breve explicação sobre a organização e a utilização de protocolos de rede para uma empresa e conduzir os seus principais gestores de tecnologia a buscarem investimentos na área tecnológica para absorção de *Internet of Things* (IoT) ou Internet das Coisas em seus sistemas industriais.

A empresa que contratou sua consultoria desenvolve projetos de automação industrial em diversas áreas de produção e controle de suas linhas de produção e está buscando soluções de conectividade de sensoriamento de atividades de produção mediante emergente conceito de IoT, que permite que sensores diversos sejam instalados em dispositivos também diversos.

Seu trabalho consiste em gerar um relatório chamado Relatório do projeto de redes: análise de protocolos para elucidar e conduzir investimentos em tecnologias emergentes que contribuam com a automação de processos e o enriquecimento de sistemas de Business *Intelligence* (BI) com informações mais detalhadas e precisas sobre as linhas de produção da indústria em questão. Esse relatório deve trazer a descrição das camadas do modelo de referência TCP/IP com as suas devidas funções, que serão operacionalizadas pelos protocolos de rede.

O estudo de modelos de referência em camadas levará o profissional a compreender e vivenciar o conceito de independência de tecnologias de *hardware* e *software* dentro de sistemas de redes de computadores. Sua correta compreensão, facilitará uma organização didática e prática dos diversos protocolos de comunicação de sistemas em redes.

CONCEITO-CHAVE

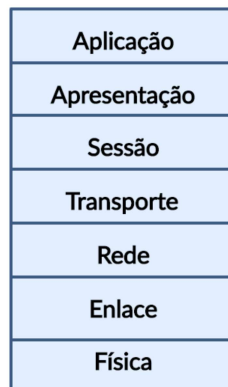
Caro aluno, vamos iniciar nossos estudos sobre o modelo de referência e os protocolos de redes de computadores. Tais estudos são fundamentais para o entendimento de como os diversos dispositivos e sistemas se comunicam em uma rede de computadores, como se dá essa troca de informações e como os serviços e as aplicações são oferecidos em uma rede de computadores.

Padrões de comunicação são de extrema importância quanto à transmissão de dados entre computadores e sistemas em uma rede de computadores, principalmente quando vemos a quantidade e a diversidade de dispositivos e sistemas conectados à internet hoje. Antes da criação de um modelo de referência, quando uma empresa desejava desenvolver uma solução de computação em rede, ela precisava construir um sistema de informação baseado no conjunto de *hardware*, *software*, redes, dados e serviços, e todos baseados em tecnologias

homogêneas, ou seja, era preciso que os computadores, os sistemas operacionais, os cabos e as aplicações, por exemplo, utilizassem tecnologias padronizadas entre os diferentes *hosts* (*computadores*) conectados a uma rede.

Com a evolução da tecnologia e o aumento de dispositivos de um sistema de informação, houve a necessidade de se desenvolver um modelo que possibilitasse que diferentes tecnologias interoperassem dentro de uma rede de computadores, o que exigiu que as tecnologias de rede fossem divididas em camadas ou níveis e organizadas em um modelo de referência. Nesse cenário, a ISO normatizou um modelo de camadas de protocolos chamado OSI, que se tornou o modelo de referência ISO/OSI para os sistemas de redes de computadores, sobretudo para organização e interoperação dos protocolos de rede. Esse modelo foi originalmente organizado em sete camadas (aplicação, apresentação, sessão, transporte, rede, enlace e física) com funções bem definidas, conforme sua nomenclatura. Conforme afirmam Kurose e Ross (2013, p. 36-37), cada protocolo de rede pertence a uma das camadas do modelo, e uma camada de protocolo pode ser executada em *softwares*, *hardware* ou em uma combinação de ambos. A Figura 1.19 apresentada a seguir nos mostra a estrutura de camadas do modelo OSI.

Figura 1.19 | Modelo OSI



Fonte: elaborada pelo autor.

De acordo com Tanenbaum (2011), as funções das camadas são as seguintes:

- **Camada de aplicação:** camada mais próxima do usuário em que ocorre a comunicação; responsável por operacionalizar os sistemas de informação/aplicativos, definindo como ocorre a comunicação entre esses sistemas e os usuários e como as informações devem ser transmitidas e recebidas via protocolos existentes. Um exemplo de protocolo dessa camada é o *Hyper Text Transfer Protocol* (HTTP), utilizado para sistemas baseados em hipertexto no universo da *World Wide Web* (WWW) e acessado via navegadores (browsers).
- **Camada de apresentação:** responsável por definir a apresentação e a formatação dos dados. Essa camada tem por objetivo a compreensão dos dados, considerando a sintaxe e a semântica das informações transmitidas

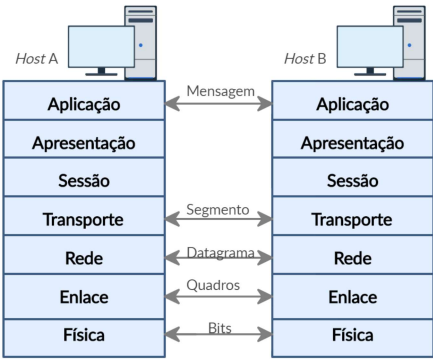
pela rede, direcionando os dados para aplicações finais na camada de aplicação.

- **Camada de sessão:** essa camada permite que os usuários, em diferentes hosts ou em uma instância de navegador, como *software* de aplicação, estabeleçam sessões de comunicação entre as aplicações.
- **Camada de transporte:** essa camada tem como função básica aceitar dados da camada acima, dividi-los em unidades menores e determinar o tipo de serviço a ser executado com um protocolo orientado à conexão ou com um protocolo não orientado à conexão. O *Transmission Control Protocol (TCP)* e o *User Datagram Protocol (UDP)* são exemplos de protocolos dessa camada.
- **Camada de rede:** essa camada tem como objetivo controlar as operações da sub-rede, identificando e gerenciando a maneira como os pacotes de dados são roteados do *host* de origem até o *host* de destino e realizando, também, o endereçamento lógico dos *hosts* de rede. Um exemplo de protocolo dessa camada é o *Internet Protocol (IP)*.
- **Camada de enlace:** essa camada tem como tarefa principal transformar um canal de comunicação em uma linha de dados livre de erros. Alguns exemplos de protocolos dessa camada são o *IEEE 802.3* para redes cabeadas e o *IEEE 802.11* para redes *wireless*, *Asynchronous Transfer Mode (ATM)* e *Frame Relay*.
- **Camada física:** camada que trata a transmissão de sinais, o meio físico e onde está situada toda a parte de hardware da rede, como placas, *switches*, conectores, cabos, entre outros.

Conforme afirma Tanenbaum (2011), o modelo OSI segue os seguintes princípios: uma camada deve ser criada onde houver necessidade de outro grau de abstração; cada camada deve executar uma função bem definida; a função de cada camada deve ser escolhida tendo-se em vista a definição de protocolos; e os limites de cada camada devem ser escolhidos para minimizar o fluxo de informações.

Os dados transmitidos em um sistema de redes são chamados de “carga útil” ou *payload*, conforme Kurose e Ross (2013). Para cada camada, os dados (ou carga útil) adicionados de informações de cada camada recebem nomes diferentes. Considerando-se o modelo OSI, os dados da camada física são chamados de **bits**, os dados na camada de enlace são chamados de **quadros** (*frame*), os dados na camada de rede são chamados de **datagramas** (pacotes), os dados na camada de transporte são chamados de **segmentos** ou, tecnicamente, de *Transport Protocol Data Unit (TPDU)*, os dados na camada de sessão são chamados de *Session Protocol Data Unit (SPDU)*, na camada de apresentação de *Presentation Protocol Data Unit (PPDU)* e, por fim, na camada de aplicação de **mensagem** ou *Application Protocol Data Unit (APDU)*.

Figura 1.20 | Terminologia de dados nas camadas do modelo OSI

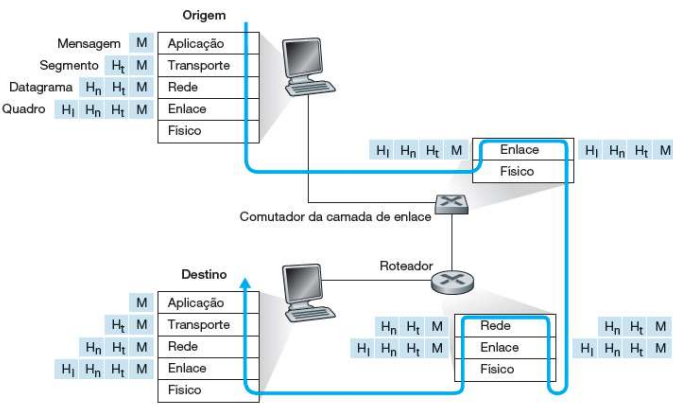


Fonte: elaborada pelo autor.

ENCAPSULAMENTO

No conceito de arquitetura em camadas dos modelos de referência, a operação de transportar dados entre as diferentes camadas de forma controlada, independente e com dados adicionais de controle é chamada de encapsulamento. De forma geral, essa técnica adiciona um cabeçalho com informações adicionais quando um dado é encaminhado a outro nível, ou seja, para outra camada do modelo de referência ou para outros protocolos de rede. Os diferentes nomes para os dados que trafegam nas camadas de rede são dados aos que chamamos de dados + cabeçalho. Pense em uma analogia para encapsulamento considerando que uma carta enviada por você chega até uma agência de correios da cidade com um conteúdo e os devidos dados, porém, como a carta é direcionada a outro estado, é colocada dentro de outro pacote com mais informações que, por ser destinado a outro país e com outros modelos de gestão das informações e de distribuição das cartas, é colocado novamente em outro envelope com mais informações detalhadas. A Figura 1.21 ilustra o caminho que um dado percorre, como é formado e seus respectivos nomes.

Figura 1.21 | Conceito de encapsulamento de dados representado nas camadas de referência



Fonte: Kurose; Ross (2013, p. 40).

Nunes (2017) apresenta o trajeto de um dado conduzido pelos protocolos em rede e pelas camadas conforme a técnica de encapsulamento. A sequência inicia com os dados inseridos em um *browser* na camada de **aplicação** que realiza uma solicitação ao site destino e encaminha os dados à camada de **sessão** para gerenciamento da conexão. Em seguida, os dados são encapsulados na camada de **transporte** com o nome de **segmento** utilizando-se o protocolo orientado à conexão (TCP) ou o protocolo não orientado à conexão (UDP), que o envia os dados para a camada de **rede** com os seus endereços de *host* de origem e destino adicionados e já com o nome Pacote (datagrama). Na camada de **enlace**, os dados são divididos em quadros que seguem para a camada **física** para serem transmitidos em formato de bits e adequados ao *hardware*, que realizará, fisicamente, o transporte dos dados até o seu destino.

CARACTERÍSTICAS E ARQUITETURA *TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL/INTERNET PROTOCOL* (TCP/IP)

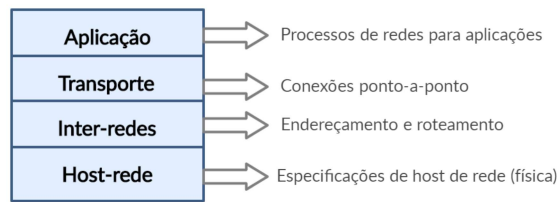
O modelo TCP/IP foi uma evolução dos primeiros protocolos desenvolvidos para a ARPANet e reúne um conjunto de protocolos padronizados para a utilização de sistemas de rede juntamente à internet. Assim, o modelo TCP/IP foi incorporado nas organizações para padronização dos sistemas de rede. Nesse modelo, existe a classificação dos protocolos em quatro camadas: aplicação, transporte, inter-rede e *host* de Rede ou camada física. A Figura 1.22 apresenta um esquema dos protocolos TCP/IP e as atribuições em camadas a exemplo do modelo OSI.

ATENÇÃO

De acordo com Kurose e Ross (2013), o TCP/IP foi uma evolução dos primeiros protocolos desenvolvidos para a ARPANet e abrange diversos outros protocolos. Tanenbaum direciona o TCP/IP como um modelo, de fato; já Kurose e Ross (2013) fazem referência ao TCP/IP como arquitetura em camadas e Forouzan (2010) como conjunto de protocolos.

A arquitetura TCP/IP representa uma arquitetura de um conjunto de protocolos de rede que não se limita apenas aos protocolos de transporte TCP e de rede IP. Outros protocolos fazem parte desse conjunto de protocolos e compõem o conjunto de protocolos utilizados, na atualidade, nos sistemas de redes de computadores. O TCP é considerado o principal protocolo de camada de transporte por ser orientado à conexão e garantir a entrega dos pacotes; já o IP é considerado o principal protocolo de endereçamento e roteamento de camada de Rede e possui duas versões atuais, o IPv4 e o IPv6.

Figura 1.22 | Modelo TCP/IP



Fonte: elaborada pelo autor.

A arquitetura ou conjunto de protocolos TCP/IP é, na realidade, um nome dado a um conjunto de protocolos de rede organizados em uma estrutura dividida em quatro camadas. As suas quatro camadas e suas funcionalidades serão descritas a seguir:

- **Camada de aplicação:** ou *application layer* é uma camada composta por protocolos de rede de nível de aplicação que são responsáveis pela operacionalização de sistemas e aplicações finais para o usuário. Nessa camada, são definidos como os programas vão se comunicar com as aplicações de rede e como se dará o gerenciamento da interface e o que o usuário vai utilizar para executar a aplicação. Normalmente, mas não exclusivamente, as aplicações são executadas em um *browser* (navegador) de internet. Alguns dos principais protocolos de camada de aplicação são: HTTP, *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP), *Domain Name System* (DNS), *Simple Mail Transfer Protocol* (SNMP) e *File Transfer Protocol* (FTP).
- **Camada de transporte:** ou *Transport Layer* é uma camada composta por protocolos de transporte de dados em rede que fornecem, à camada de aplicação, serviços de empacotamento e comunicação de duas formas, sendo uma delas via serviços orientados à conexão e a outra via serviços não orientados à conexão. Ela tem como função realizar e gerenciar conexões ponto a ponto para garantir a integridade dos dados por meio de sequenciamento de pacotes segmentados no envio e recebimento de mensagens. Seus dois principais protocolos são o TCP e o UDP.
- **Camada de inter-rede:** ou *Internet Layer* ou, ainda, camada de Rede é responsável pela definição do endereçamento de um *host* de rede por meio do endereço de rede e também de roteamento dos pacotes de dados pelos dispositivos de rede. O principal protocolo dessa camada é o IP, responsável pelos endereçamentos de *hosts* na rede. Outros protocolos de camada de *Inter-rede* são: *Internet Control Message Protocol* (ICMP), *Address Resolution Protocol* (ARP) e *Reverse Address Resolution Protocol* (RARP).

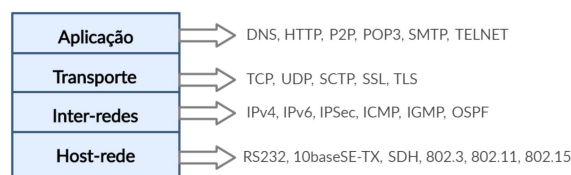
EXEMPLIFICANDO

A arquitetura TCP/IP, como conjunto de protocolos de rede, apresenta, em sua camada de Inter-rede, protocolos que são utilizados na prática para a configuração de *hosts* de rede. O Protocolo IP (*Internet Protocol*) deve ser atribuído de forma única em cada host de rede, ou seja, em cada dispositivo que venha a fazer parte de uma rede. Por exemplo, para que um *notebook* seja ativo dentro da rede local de uma empresa, ele precisa receber um endereço IP válido, como 192.168.0.15 ou 172.16.0.18 ou, ainda, 10.0.0.125, em conformidade com a política de endereçamento da empresa. O mesmo ocorre para qualquer outro dispositivo de rede, como impressoras e *smartphones*, por exemplo. Se for um endereço para um host em rede pública, uma organização de atribuição de endereços na internet, como a IANA (*Internet Assigned Number Authority*) e seus representantes locais, deverá atribuir o endereço.

- **Camada host de rede:** ou *network access layer*, como no modelo OSI, é a camada em que se localizam os dispositivos físicos da rede e as funções de enlace para acesso aos dispositivos físicos da rede. Entre suas atribuições, estão o monitoramento de tráfego de rede e o endereçamento em nível físico de dispositivos de rede para se realizar a transmissão de dados. São exemplos de protocolos de camada de host de rede: IEEE 802.3, IEEE 802.11 e IEEE 802.16, em que IEEE representa uma instituição internacional que organiza, regulamenta e padroniza sistemas de comunicação de rede em nível de *hardware*.

Com o objetivo de organizar alguns dos principais protocolos de comunicação de rede de computadores com as camadas do modelo TCP/IP, a Figura 1.23 ilustra exemplos de protocolos.

Figura 1.23 | Exemplos de protocolos das camadas do modelo TCP/IP



Fonte: elaborada pelo autor.

ARQUITETURA E SERVIÇOS DE REDES TCP/IP

Quando se aborda serviços oferecidos pelos protocolos de redes, uma análise de protocolos pode ser vista como essencial. Em redes de computadores, são oferecidos serviços orientados à conexão e serviços não orientados à conexão.

Serviços orientados à conexão são aqueles que necessitam de garantia de entrega dos dados. O protocolo de nível de transporte que realiza esse tipo de serviço é o TCP, e os protocolos de nível de aplicação que utilizam esse tipo de serviço são o

HTTP, FTP, Telnet e SMTP. Esses protocolos são utilizados por aplicações que transmitem dados como arquivos, imagens, textos e que precisam ter garantia de entrega para completar a transmissão.

Um exemplo de serviço orientado à conexão é o *Internet Banking*, em que, para se finalizar uma transação bancária, é necessário que a entrega da totalidade dos dados seja concluída.

Outro tipo de serviço em redes de computadores é o não orientado à conexão, em que a rapidez para transmissão de dados é mais relevante do que a entrega na totalidade dos dados. Esse serviço, por sua vez, transporta dados sem a confiabilidade entre os *hosts* da rede. O protocolo de camada de transporte que realiza esse tipo de comunicação é o *User Datagram Protocol* (UDP), e alguns exemplos de protocolos de nível de aplicação que utilizam esse serviço são: *Dynamic Host Control Protocol* (DHCP), *Domain Name System* (DNS), *Simple Network Management Protocol* (SNMP) e *Network File System* (NFS). Esse tipo de serviço é utilizado em aplicações de *streamings* de áudio e vídeo, em que a perda de um ou mais dados não interfere com grande impacto na comunicação. Esse tipo de serviço é comum em sistemas de transmissão de *streaming* de áudio e vídeo ou, ainda, em uma ligação pelo WhatsApp, por exemplo, em que ocorre a degradação do serviço, mas os pacotes não são retransmitidos.

Para melhor entendimento, apresentaremos, a seguir, uma comparação entre as estruturas do modelo de referência ISO/OSI e TCP/IP. A partir dela, podemos observar que existe apenas uma reorganização conceitual dos níveis de protocolos e nomenclatura, que se referem, na prática, ao mesmo contexto.

Figura 1.24 | Modelos ISO/OSI e TCP/IP



Fonte: Lorem ipsum dolor sit amet.

ASSIMILE

O modelo de referência ISO/OSI e a arquitetura (conjunto de protocolos) TCP/IP são referenciais que buscam organizar os protocolos que executam os serviços de transmissão e interpretação de dados em um sistema distribuído em redes de computadores. O modelo ISO/OSI é considerado um modelo referencial desenvolvido no início das tecnologias de rede; já a arquitetura de protocolos TCP/IP é considerada um conjunto de protocolos que representa, na prática, a distribuição dos protocolos utilizados, na atualidade, em redes de computadores e na internet.

Chegamos ao final da seção, que nos apresentou como é estruturado o modelo de referência OSI e a arquitetura TCP/IP, estruturas que visam garantir a interoperabilidade de uma rede e possibilitam oferecer serviços padronizados para transferência de dados em redes com independência de tecnologias de *hardware* e *software*.

FAÇA VALER A PENA

Questão 1

O modelo de referência ISO/OSI e a arquitetura ou o conjunto de protocolos TCP/IP são estruturas que organizam os protocolos de redes de computadores em camadas. Além de organizar os protocolos de redes de computadores, eles garantem a interoperabilidade de um sistema computacional quando um *bit* inicia sua trajetória dentro do sistema pela camada de host de rede, passando pelas diferentes camadas, até ser apresentado como mensagem na camada de apresentação. Esses *bits* ganham cabeçalhos e informações de controle conforme passam de uma camada mais básica (em níveis menores) para as mais superiores. O caminho inverso também faz uso da interpretação dos *bits* para o transporte dos dados do outro lado da comunicação.

Assinale a alternativa que apresenta a técnica que adiciona informações aos dados de camadas inferiores para as camadas superiores em um sistema de redes de computadores.

a. Serviço.

b. Protocolo.

c. Encapsulamento.

d. Endereçamento.

e. Cabeamento.

Questão 2

O modelo de referência OSI e a arquitetura (ou conjunto de protocolos) foram criados para organizar os protocolos de comunicação em redes de computadores de forma didática, a fim de que os dados possam ser tratados de forma interoperável entre *hosts*, passando pelas diferentes tecnologias de *hardware*, *software* e algoritmos nos diversos sistemas computacionais distribuídos mundo afora.

Considerando o modelo de referência TCP/IP, analise as afirmativas a seguir:

- O conjunto de protocolos TCP/IP é um modelo de organização de protocolos de redes de computadores dividido em quatro camadas: aplicação, transporte, inter-redes e *host* de rede.
- A camada de aplicação da arquitetura (conjunto de protocolos) TCP/IP é composta por protocolos responsáveis pela operacionalização de sistemas e aplicações finais para o usuário. São exemplos desses protocolos o: HTTP, SMTP e o SNMP.

- O modelo de referência TCP/IP é um modelo conceitual, sem aplicabilidade na prática e que não apresenta o conjunto total de protocolos de uma rede de computadores.
- O conjunto de protocolos TCP/IP é uma estrutura de organização de protocolos de redes de computadores formado por dois protocolos: o TPC, que rege a comunicação na camada de transporte, e o IP, que rege a comunicação na camada de inter-redes.

Considerando o contexto apresentado, é correto o que se afirma em:

a. I e II, apenas.

b. II e III, apenas.

c. I, II e IV, apenas.

d. I e IV, apenas.

e. I, II e III, apenas.

Questão 3

Os serviços oferecidos pelos protocolos de redes para um sistema computacional distribuído utilizam duas abordagens, sendo a primeira serviços orientados à conexão e a segunda serviços não orientados à conexão.

Assinale alternativa correta que apresenta dois protocolos de nível de aplicação que fazem uso de serviços de natureza orientada à conexão.

a. HTTP e DNS.

b. FTP e SNMP.

c. DHCP e DNS.

d. SNMP e NFS.

e. FTP e SMTP.

REFERÊNCIAS

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

FOTORUZAN, B. A. **Comunicação de dados e redes de computadores**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

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.

NUNES, S. E. **Redes de computadores**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A. 2017.

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