

4. Arquitetura de protocolos de redes

Modelo OSI

Arquitetura TCP/IP

Correlação entre modelos TCP/IP e OSI

O estudo de redes de computadores baseia-se no entendimento do modelo de referência OSI (Open System Interconnection) e suas camadas. Com esses conceitos em mente, o profissional de redes entenderá melhor como elas e a interação dos diversos protocolos existentes funcionam. Este capítulo mostra como o modelo OSI foi estruturado e como se dá a comunicação entre as camadas, além da correlação do modelo OSI com a arquitetura TCP/IP, que é o padrão mundialmente utilizado atualmente.

Modelo OSI

O modelo OSI foi formalizado pela ISO, em 1983, para padronizar a indústria de software e hardware de rede. Ele estabelece critérios para orientar os fabricantes e permitir maior compatibilidade e interoperabilidade entre as diversas tecnologias de redes.

O modelo OSI foi desenvolvido em camadas para facilitar a compreensão das funções, protocolos e equipamentos de cada camada. Como modelo de arquitetura de rede, o OSI também facilita a adoção de novas tecnologias, sem o usuário se preocupar em manter sistemas proprietários e restritos a determinados fabricantes. O modelo OSI, apesar de não ser

tão usado hoje em dia, serviu como referência para diversas outras arquiteturas de rede. Nos próximos tópicos são descritos as características do modelo e seu funcionamento.

Camadas

As camadas são abstrações criadas no modelo OSI para diferenciar as funções ou partes de uma comunicação. Não se trata de uma separação física, mas sim de uma separação lógica das funcionalidades e protocolos necessários para a comunicação.

A comunicação entre dois sistemas sempre começa no sentido da camada mais alta do sistema transmissor, percorre todas as suas camadas pelo meio (físico ou wireless), e alcança de alguma maneira o sistema receptor pela camada física, percorrendo em seguida todas as outras camadas e alcançando a aplicação do receptor.

Cada camada adiciona o seu cabeçalho com as informações pertinentes ao protocolo utilizado, passando para a camada imediatamente acima ou abaixo as informações necessárias para que a comunicação flua corretamente, conforme pode se ver a seguir em Encapsulamento de dados.

No modelo OSI foram definidas sete camadas:

- aplicação;
- apresentação;
- sessão;
- transporte;
- rede;
- enlace;
- física.

Cada uma delas representa uma etapa e mecanismo de codificações e interpretações que garantem o funcionamento das redes.

Encapsulamento de dados

A divisão em camadas do modelo OSI cria a necessidade de cada uma delas inserir informações pertinentes a si próprias, por exemplo endereços e controles. Quando uma camada adiciona seu cabeçalho a uma mensagem, dá-se o nome de encapsulamento.

A mensagem de uma determinada camada ainda sem ter aplicado seu cabeçalho é chamada de SDU (Service Data Unit), a qual contém os dados vindos das camadas anteriores e o cabeçalho da camada imediatamente acima. A partir do momento em que a camada adiciona o seu cabeçalho, chamado de PCI (Protocol Control Information), a mensagem passa a se chamar PDU (Protocol Data Unit). Para ilustrar esse conceito, observe a Figura 1.

A inclusão dos cabeçalhos obviamente aumenta o tamanho dos dados a serem transmitidos. Por isso, uma preocupação constante é criar e utilizar cabeçalhos que sejam pequenos, mas que garantam a confiabilidade da comunicação, pois apesar de cabeçalhos muito curtos poderem ser transmitidos mais rapidamente, eles podem não ser suficientes para garantir a entrega segura dos dados. Por outro lado, cabeçalhos grandes podem ter informações excessivas, tornando-os longos e desnecessários em determinados casos. Dessa forma, a escolha dos protocolos, e conseqüentemente dos cabeçalhos utilizados, deve ser feita de maneira otimizada para cada necessidade de comunicação.

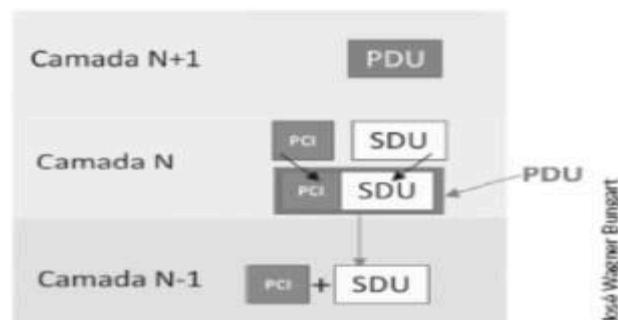


Figura 1 – Encapsulamento de dados.

Comunicação entre camadas

Um princípio básico do modelo OSI é que as camadas devem possuir uma forma padronizada de comunicação entre elas, tanto acima como abaixo, pois isso permite a completa compatibilidade entre os protocolos das camadas vizinhas.

Conforme descrito no tópico anterior, cada camada insere um cabeçalho com as informações pertinentes a ela e que serão utilizadas pela mesma camada no destinatário. Para entender melhor as funções de cada camada e como a comunicação acontece entre elas, analisa-se um exemplo de um computador utilizando uma aplicação muito comum atualmente: uma navegação em um site da internet. Esse exemplo é de uma arquitetura TCP/IP e não do modelo OSI puramente, mas como se tornou um modelo de referência e é raramente utilizado em sua forma original, será mais fácil a compreensão do procedimento de camadas.

Exemplos

1. A interação do usuário com uma aplicação é o início da comunicação. No exemplo, há a necessidade de o usuário digitar o endereço do site que deseja acessar – por exemplo: www.sp.senai.br – utilizando um navegador

de internet, como o Google Chrome, Microsoft Internet Explorer ou Mozilla Firefox. O dado dessa comunicação é, na verdade, o endereço do site, e a função da camada aplicação do dispositivo é inserir seu cabeçalho para que possa ser interpretado pela camada aplicação do servidor (Figura 2). No Capítulo 5 a camada aplicação, alguns de seus protocolos, o funcionamento e o cabeçalho nela inserido para diferentes funções serão estudados.

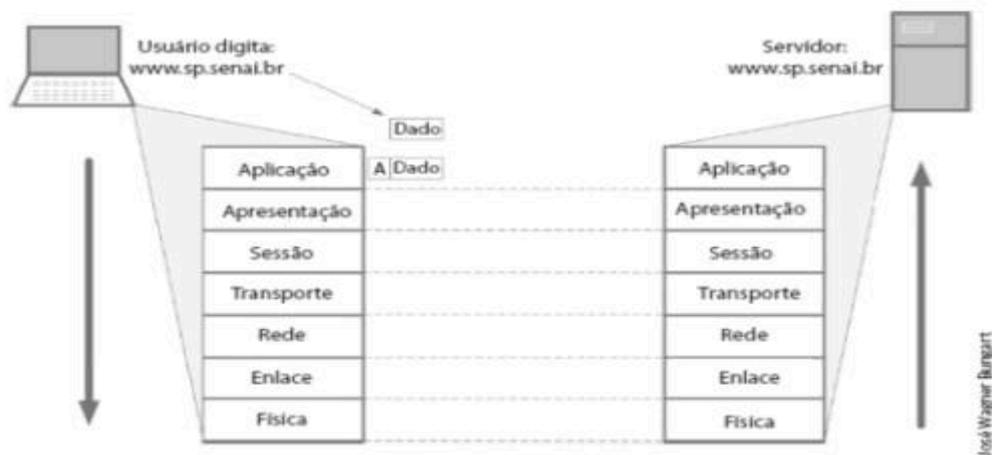


Figura 2 - Camada aplicação (transmissão).

2. A camada apresentação converte os dados da aplicação em uma linguagem menos complexa para o computador. A cada camada que se desce no modelo OSI, maior a facilidade de a máquina interpretar, mas, ao mesmo tempo, mais difícil fica para a compreensão humana. A camada apresentação é responsável por tornar possível a comunicação entre computadores e estruturas de dados diferentes para que uma mesma aplicação possa ser interpretada por computadores com hardwares diversos. É, por exemplo, a conversão do PDU da camada aplicação em caracteres ASCII: no cabeçalho da camada apresentação deve ser inserido outro cabeça-

lho que indique o tipo de codificação utilizada (Figura 3).



Figura 3 – Camada apresentação (transmissão).

SAIBA MAIS

Os Caracteres ASCII (American Standard Code for Information Interchange) foram criados em 1960, por Robert W. Bemer, para padronizar a forma como os computadores interpretam os caracteres alfanuméricos (letras, números, sinais e acentos), com o objetivo de que diferentes fabricantes de computadores conseguissem utilizar o mesmo código.

3. A camada de sessão estabelece, gerencia e termina as sessões entre as aplicações de um computador com outros diferentes computadores e servidores. Por exemplo, quando utilizamos um site de um banco, no qual precisamos nos autenticar fornecendo número de agência, conta bancária, senha e outros controles solicitados pelo banco, após a autenticação estabelece-se uma sessão entre o computador-cliente e o servidor do banco, que pode ser interrompida de diversas formas, seja ela o clique do usuário em um

botão que finaliza a sessão, seja o tempo decorrido daquela sessão ou ainda por uma solicitação do servidor. Para isso ocorrer, a camada sessão possui mecanismos de sincronização e segurança das tarefas. Esse controle é inserido no cabeçalho da camada de sessão (Figura 4).



Figura 4 – Camada sessão (transmissão).

4. Na camada transporte ocorre a fragmentação dos dados vindos das camadas superiores, ou seja, a sua divisão em unidades menores, se necessário, para serem transmitidos pela rede. Nessa camada são realizados o controle de fluxo, a ordenação dos pacotes e a correção de erros e é onde o PDU recebe o nome de “segmento”. No Capítulo 6 a camada transporte será estudada a fundo e será possível observar que ela pode garantir o correto recebimento dos segmentos com a implementação de mecanismos de controle, como é o caso do TCP (Transmission Control Protocol), ou simplesmente enviar os dados e não ter a garantia de entrega, no caso do protocolo UDP (User Datagram Protocol). A implementação de uma ou outra forma é posta em prática no cabeçalho dessa camada (Figura 5). No caso de uma navegação web,

como um site da internet, o protocolo utilizado é o TCP, pois há a necessidade de uma confirmação de entrega dos pacotes.



Figura 5 – Camada transporte (transmissão).

5. A camada rede tem como função possibilitar a transferência de informações entre redes distintas. Faz a escolha do caminho para alcançar a rede de destino por meio de uma “tabela de roteamento”, que deverá indicar por qual caminho os pacotes, nome do PDU dessa camada, deverão seguir (Figura 6). Na camada rede são utilizados endereços lógicos, sendo o mais comum atualmente o endereço IP. Com base nesse endereçamento, a camada rede poderá escolher o caminho que deverá seguir para chegar ao destino. Por exemplo, para a navegação em um site da internet chegar até o servidor, é necessário o endereço IP de destino, nesse caso o do servidor. Os roteadores são os responsáveis por levar esses dados por um caminho que chegue até o servidor onde o site está hospedado.



Figura 6 - Camada rede (transmissão).

6. O PDU da camada enlace recebe o nome de quadro. Essa camada é responsável pelo estabelecimento e término de conexão sobre a camada física, montagem e delimitação de quadros e controle de erro. A camada enlace recebe os dados vindos da camada rede com seu endereçamento lógico, endereço IP, por exemplo, e o associa a endereços físicos, endereço MAC. Nessa camada existe um campo adicional no final do PDU (Figura 7), e nesse campo são inseridas informações para que sejam possíveis operações de detecção e correção de erros. Vale ressaltar que essa é uma operação que ocorre apenas na rede local, somente para os dados alcançarem o seu destino dentro da mesma rede. No exemplo aqui analisado de um site de internet, o computador de origem não precisa conhecer o endereço MAC do servidor, mas apenas os elementos da sua própria rede, como o roteador de saída para a internet.



Figura 7 – Camada enlace (transmissão).

7. A camada física trata da transmissão dos dados brutos, em bits, por um determinado meio de transmissão. Essa camada define as características físicas dos meios de transmissão. Da mesma maneira que na camada enlace, existe um campo final utilizado pelos protocolos para realizar a detecção e correção de possíveis erros antes que os bits sejam transmitidos pela rede (Figura 8).



Figura 8 – Camada física (transmissão).

8. Depois de transmitida a sequência binária do originador, o destinatário a recebe por sua camada física, podendo ser por meio de

cabos ou pelo ar, e caso seja utilizada uma rede wireless, ele analisa o cabeçalho final enviado para certificar que não houve erros na transmissão (Figura 9), retira ambos, cabeçalho e final do PDU, e encaminha para sua própria camada enlace.



Figura 9 – Camada física (recepção).

9. A principal função é transformar os dados recebidos de um canal de transmissão bruto – a camada física – em um meio livre de erros de transmissão. Analisa se o quadro é destinado a ele, e, caso não seja, simplesmente ignora o quadro, descartando-o. Caso seja o destinatário correto, verifica a integridade do quadro, retira cabeçalho e mensagem final, encaminhando o PDU para a camada imediatamente acima, a camada rede (Figura 10).



Figura 10 – Camada enlace (recepção).

10. A camada rede recebe o pacote da camada enlace, confere o endereçamento lógico, retira o cabeçalho e encaminha para a camada transporte (Figura 11).



Figura 11 – Camada rede (recepção).

11. Os pacotes transmitidos da camada rede podem ter sofrido fragmentação na origem ou em algum outro equipamento rede. Cabe à camada transporte reordenar esses pacotes, caso tenham chegado em uma ordem diferente da original. Conforme visto anteriormente, nessa camada também é possível implementar um controle

de recebimento dos segmentos, utilizando TCP por exemplo. Dessa forma, a camada transporte do receptor envia uma resposta para o transmissor informando o correto recebimento de cada segmento. Caso algo de errado tenha ocorrido com um dos segmentos, ele pode ser retransmitido individualmente. Essa análise é feita no cabeçalho da camada transporte (Figura 12). Quando todos os segmentos estiverem corretos, são reagrupados em um só e enviados para a camada sessão.

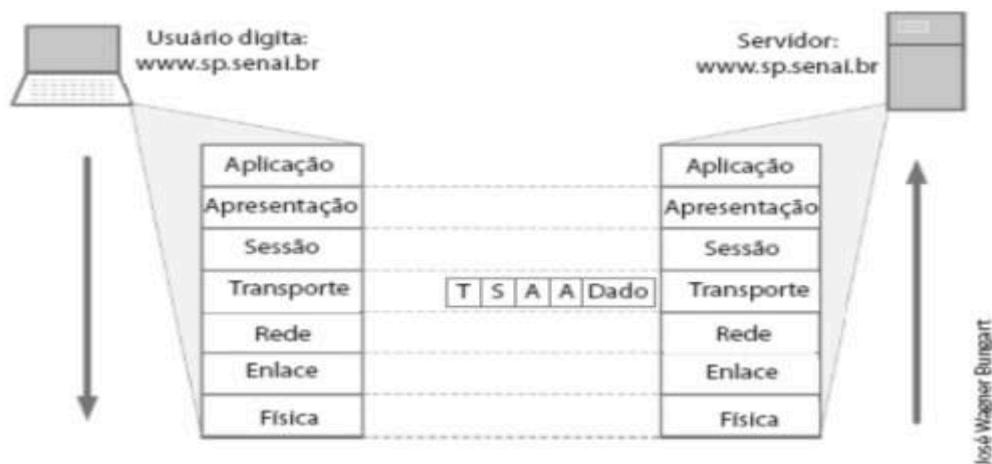


Figura 12 – Camada transporte (recepção).

- No momento em que a camada sessão recebe os primeiros segmentos da camada transporte, um “circuito virtual” é criado entre origem e destino, estabelecendo uma sessão entre origem e destino, por isso o nome da camada. Em seu cabeçalho, conforme a Figura 13, estão as informações que permitem, além do estabelecimento, a manutenção e a finalização da sessão.



Figura 13 – Camada sessão (recepção).

13. Na camada apresentação do receptor os dados são convertidos de volta para a linguagem da aplicação, seu cabeçalho retirado e o PDU enviado à camada aplicação (Figura 14).



Figura 14 – Camada apresentação (recepção).

14. Finalmente os dados chegam até a camada aplicação do servidor, podendo realizar suas verificações e examinar o cabeçalho da mensagem (Figura 15), respondendo ao originador da transmissão, que, no exemplo, é um servidor web. E então, por fim, a

resposta é dada e se concretiza o envio da página requisitada pelo usuário.

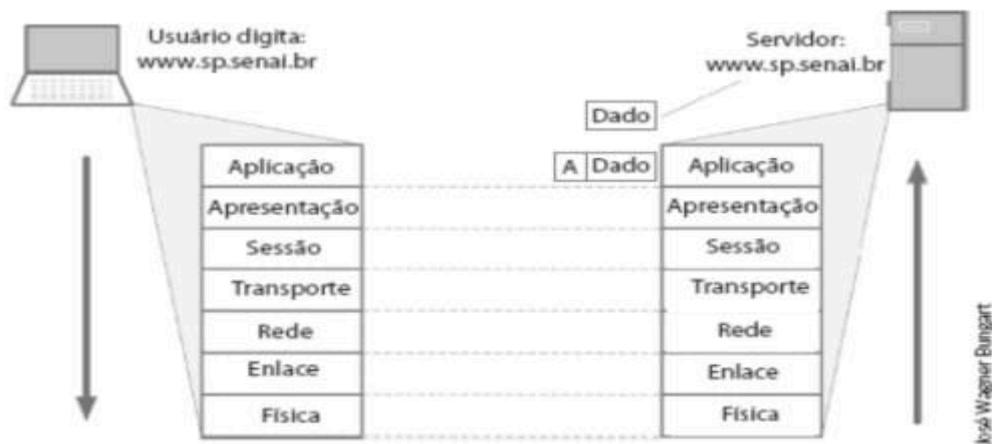


Figura 15 – Camada aplicação (recepção).

Pode-se notar que o simples processo de acessar um site passa por diversas etapas, codificações e processos no modelo OSI. É por isso que ele não é utilizado atualmente. Essa estrutura inicial e o mecanismo de funcionamento foi aproveitado, porém aprimorado, simplificado e hoje tem-se uma rede mais tecnológica e veloz. Essa simplificação pode ser vista no tópico a seguir.

SAIBA MAIS

Para entender melhor a comunicação em camadas do modelo OSI, veja a animação disponível em: www.senaispeditora.com.br/catalogo/informacoes-tecnologicas-tecnologia-da-informacao/redes-de-computadores-fundamentos-e-protocolos/

Arquitetura TCP/IP

A arquitetura TCP/IP teve seu início com a ARPANET, uma rede de pesquisa patrocinada pelo Departamento de Defesa (DoD) que interligava diversas

universidades e órgãos públicos do Estados Unidos. Essa rede tinha a característica de poder conectar várias redes distintas de maneira uniforme, o que deu origem, posteriormente, à arquitetura TCP/IP. O nome TCP/IP vem dos dois principais protocolos utilizados, o TCP da camada de transporte e o IP da camada de rede. Atualmente o TCP/IP é a arquitetura mais utilizada mundialmente, seja em redes locais, seja na internet. Na verdade, a internet surgiu da ARPANET e não seria a grande rede mundial se não fosse pela flexibilidade e facilidade de interconexão existente no TCP/IP.

Segundo Tanenbaum (2011), a arquitetura TCP/IP é definida em quatro camadas:

- aplicação;
- transporte;
- inter-redes (Rede);
- host/rede.

Diferentemente do modelo OSI, as camadas do TCP/IP comportam-se de maneira mais ágil e simplificada, conforme demonstrado no tópico a seguir.

Correlação entre modelos TCP/IP e OSI

A arquitetura TCP/IP agrupa as três camadas mais altas – aplicação, apresentação e sessão – em uma só, chamada de aplicação. Isso ocorre porque geralmente quem programa as aplicações de rede nessa arquitetura já possui a preocupação de, além de desenvolver a aplicação em si, fazer sua conversão de dados e gerenciar as sessões necessárias para o funcionamento da aplicação. Assim, em uma única camada várias etapas se realizam.

A camada transporte do TCP/IP tem as mesmas funções da camada transporte do modelo OSI, da mesma maneira que a camada rede. Alguns autores

utilizam a nomenclatura “inter-redes” para denominar essa camada no TCP/IP; no entanto, neste livro será adotado o termo camada rede por ser o termo mais utilizado.

Já para as últimas duas camadas do modelo OSI, enlace e física, há a fusão em uma só camada na arquitetura TCP/IP, tornando-se a camada “host/rede” para alguns autores, ou “acesso à rede” para outros. Host é um termo utilizado em redes de computadores para designar qualquer dispositivo conectado à rede, não importando se é um computador, notebook, impressora e outros. Na verdade, na definição da arquitetura TCP/IP não existe uma especificação clara sobre os protocolos e o funcionamento dessa camada. A seguir, a descrição de Andrew Tanenbaum (2001, p. 47) referente à camada:

Abaixo da camada inter-redes, encontra-se um grande vácuo. O modelo de referência TCP/IP não especifica muito bem o que acontece ali, exceto o fato de que o *host* tem de se conectar à rede utilizando algum protocolo que seja possível enviar pacotes IP. Esse protocolo não é definido e varia de *host* para *host* e de rede para rede. Os livros e a documentação que tratam do modelo TCP/IP raramente descrevem esse protocolo.

Neste livro as camadas física e enlace são descritas juntas, no capítulo 8, assim como na arquitetura TCP/IP, abordando os principais protocolos de cada uma delas.

Na Figura 16 pode-se ver a correlação entre as camadas do modelo OSI e a arquitetura TCP/IP, com especial destaque para a junção das camadas aplicação, apresentação e sessão em uma só nas camadas altas, e da enlace e física nas camadas baixas.

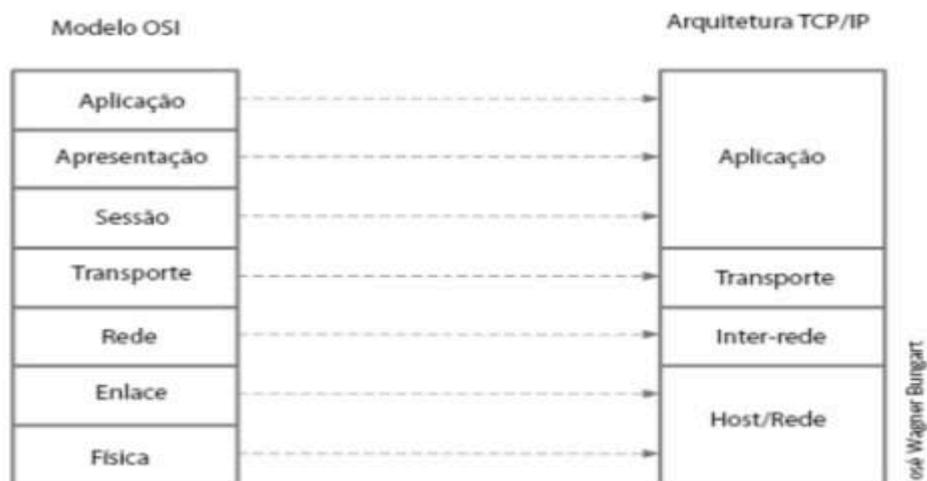


Figura 16 – Correlação OSI x TCP/IP.

RECAPITULANDO

Neste capítulo foi apresentado um importante tema no estudo das redes de computadores, o modelo OSI e a arquitetura TCP/IP. A compreensão desses modelos é fundamental para que o profissional consiga entender o funcionamento das redes, seus equipamentos e protocolos, pois com esses conhecimentos saberá como a informação flui de um computador para outro, como são endereçadas as aplicações e dispositivos. O modelo OSI é atualmente utilizado apenas como referência de arquitetura no estudo das redes, porque o que realmente é utilizado largamente nas redes de todo o mundo é o modelo de arquitetura TCP/IP, a ser detalhado nos capítulos seguintes.

Exercícios

1. O que motivou a criação do modelo OSI?

2. Por que o modelo OSI foi criado em camadas?
3. Cite as sete camadas do modelo OSI.
4. Explique o que é encapsulamento de dados.
5. Explique o que são SDUs, PCIs e PDUs.
6. Por que a arquitetura TCP/IP possui menos camadas do que o modelo OSI e quais são as principais diferenças entre elas?

As respostas dos exercícios deste livro estão disponíveis para *download* no seguinte *link*:
www.senaispeditora.com.br/catalogo/informacoes-tecnicas-tecnologia-da-informacao/redes-de-computadores-fundamentos-e-protocolos/