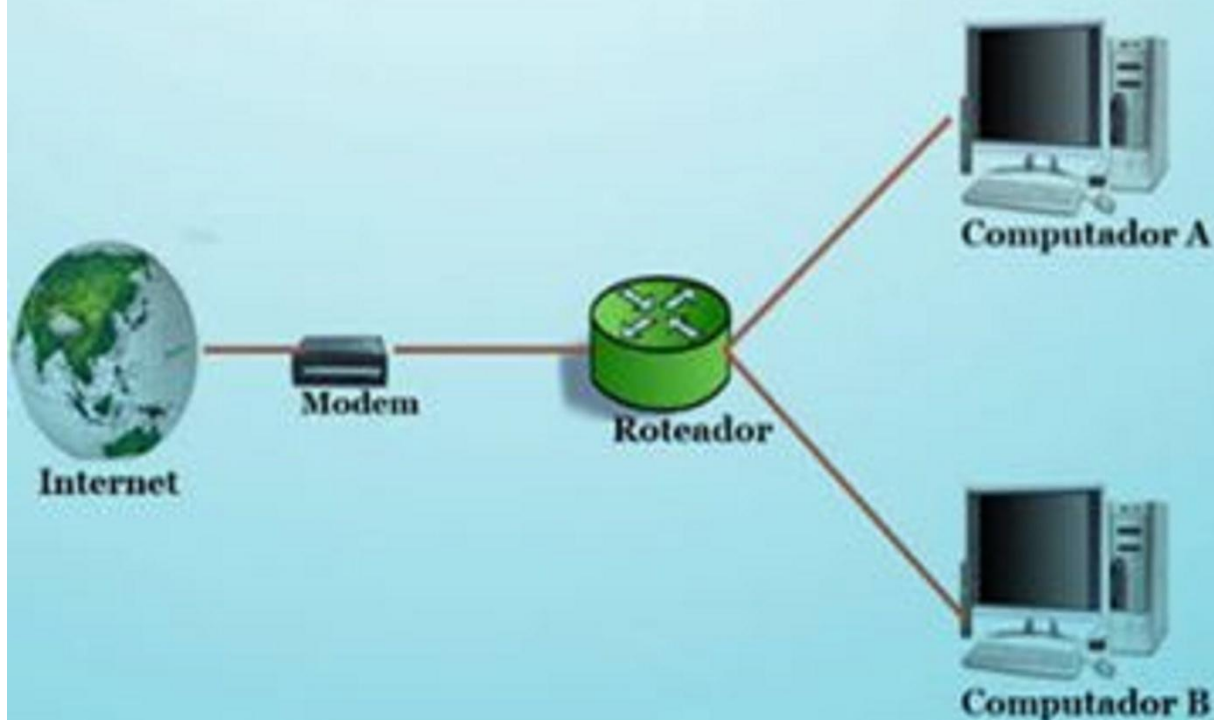


Fundamentos de Redes de Computadores

555 questões resolvidas e
comentadas



Ademar Felipe Fey

1ª edição
2014

ADEMAR FELIPE FEY

**FUNDAMENTOS DE REDES DE
COMPUTADORES: 555
QUESTÕES RESOLVIDAS E
COMENTADAS**

1ª edição

**Caxias do Sul
Edição do autor
2014**

Resumo:

Hoje estamos impregnados de tecnologia digital em nossas vidas. Como profissionais da área de TI, passamos os dias envolvidos na solução de questões práticas. Muitas das vezes, nos falta tempo e oportunidade de estudar e debater os conceitos básicos das redes de computadores. Este livro tem esse intuito: através de 500 questões objetivas, resolvidas e comentadas, pretende-se discutir os fundamentos do modelo de referência em protocolos de interconexão de redes, o TCP/IP. Além do TCP/IP, abordamos também o modelo OSI, pois ele é uma referência no ensino de redes de computadores. Na discussão das questões, sempre que pertinente, estabelecemos a relação entre um sistema e outro. No capítulo inicial abordamos uma teoria básica do modelo TCP/IP e OSI e nos demais seis capítulos partimos para a resolução das questões e comentários sobre as mesmas.

Fey, Ademar Felipe.

Fundamentos de Redes de Computadores: 555 questões resolvidas e comentadas / Ademar Felipe Fey. Caxias do Sul: 2014.

ISBN 978-85-917759-2-7

© Ademar Felipe Fey

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução parcial ou total sem autorização por escrito do autor.

Nota: apesar dos cuidados e revisões, podem ocorrer erros de digitação, ortográficos e dúvidas conceituais. Em qualquer hipótese, solicitamos a comunicação para o e-mail ademar.fey@gmail.com, para que possamos esclarecer ou encaminhar a questão.

Nem o editor nem o autor assumem qualquer responsabilidade por eventuais danos ou perdas a pessoas ou bens, originados do uso desta publicação.

APRESENTAÇÃO

Esta obra é uma continuação do trabalho iniciado com o livro Fundamentos de Redes de Computadores: 365 questões resolvidas e comentadas.

Os dois livros tem por origem o resultado de três anos do trabalho realizado na lista de discussão on-line FRC2010 – Fundamentos de Redes de Computadores. Em tal lista, enviávamos uma questão diária sobre Fundamentos de Redes, para discussão entre integrantes da mesma, e no dia seguinte enviávamos o gabarito.

Por questões profissionais, não houve condição de continuar com a lista, mas surgiu a ideia de selecionar as questões, revisá-las e transformar o conjunto de questões num livro que pudesse auxiliar o leitor na consolidação de seus conhecimentos em fundamentos de redes de computadores.

Posteriormente nós tivemos a iniciativa de inserir uma questão mensal sobre Fundamentos de Redes de Computadores (OSI e TCP/IP) no blog www.ademarfey.wordpress.com. Essas questões também foram incorporadas no presente livro.

O entendimento dos assuntos abordados exigirá por parte do leitor um conhecimento básico de redes de computadores e do conjunto de protocolos dos modelos OSI e TCP/IP.

Sugestões, críticas e pedidos de informações podem ser enviados para o e-mail do autor ademarfey@gmail.com.

Consulte nossas demais publicações em nosso blog www.ademarfey.wordpress.com

AVISOS

Esta publicação pode conter imprecisões ortográficas e técnicas ou erros tipográficos. Periodicamente são feitas alterações nas informações aqui contidas; essas alterações serão incorporadas em novas edições da publicação. O autor pode fazer melhorias e/ou alterações nesta publicação a qualquer momento sem aviso prévio.

As informações contidas nesta publicação são de caráter informativo e de introdução ao assunto, sendo da responsabilidade do leitor buscar maiores informações se desejar aplicar os conhecimentos descritos nesta publicação numa situação prática, na área de sua atuação profissional.

A reprodução parcial ou completa é proibida sem autorização escrita do autor.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO AOS MODELOS TCP/IP E OSI	8
INTRODUÇÃO	8
1.1 UM POUCO DE HISTÓRIA DAS REDES DE COMPUTADORES.....	8
1.2 MODELO DE REFERÊNCIA DE INTERCONEXÃO OSI	9
1.2.1 O modelo OSI/ISO	9
1.2.2 A função de cada nível (camada) do protocolo OSI	11
1.2.3 Como as Camadas se Comunicam.....	13
1.3 MODELO DE REFERÊNCIA DE INTERCONEXÃO TCP/IP	15
1.3.1 Conceito do TCP/IP.....	17
1.3.1.1 Camada Física/Enlace (Host/Rede)	18
1.3.1.2 Camada de Rede (Inter-Rede)	18
1.3.1.3 Camada de Transporte.....	19
1.3.1.4 Camada de Aplicação	19
1.3.1.5 Modelo TCP/IP de 5 camadas (modelo híbrido).....	20
1.3.2 Conceitos fundamentais da divisão por camadas	21
1.3.2.1 Encapsulamento.....	21
1.3.2.2 Desencapsulamento.....	21
1.3.2.3 Multiplexação	21
1.3.2.4 Demultiplexação.....	21
1.3.2.5 Fragmentação	21
1.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS DE REFERÊNCIA OSI E TCP/IP	22
1.5 CRÍTICAS AOS MODELOS DE REFERÊNCIA	25
1.6 RESUMO.....	25
CAPÍTULO 2 QUESTÕES GERAIS SOBRE OS MODELOS TCP/IP E OSI	27
INTRODUÇÃO	27
2.1 QUESTÕES RESOLVIDAS E COMENTADAS GENÉRICAS DO MODELO OSI E TCP/IP	27
CAPÍTULO 3 QUESTÕES SOBRE A CAMADA FÍSICA	49

INTRODUÇÃO	49
3.1 QUESTÕES RESOLVIDAS E COMENTADAS SOBRE A CAMADA FÍSICA	49
CAPÍTULO 4 QUESTÕES SOBRE A CAMADA DE ENLACE	73
INTRODUÇÃO	73
4.1 QUESTÕES RESOLVIDAS E COMENTADAS SOBRE A CAMADA DE ENLACE	73
CAPÍTULO 5 QUESTÕES SOBRE A CAMADA DE REDE	107
INTRODUÇÃO	107
5.1 QUESTÕES RESOLVIDAS E COMENTADAS SOBRE A CAMADA DE REDE	107
CAPÍTULO 6 QUESTÕES SOBRE A CAMADA DE TRANSPORTE	167
INTRODUÇÃO	167
6.1 QUESTÕES RESOLVIDAS E COMENTADAS SOBRE A CAMADA DE TRANSPORTE	168
CAPÍTULO 7 QUESTÕES SOBRE A CAMADA DE APLICAÇÃO	191
INTRODUÇÃO	191
7.1 QUESTÕES RESOLVIDAS E COMENTADAS SOBRE A CAMADA DE APLICAÇÃO	191
CONCLUSÃO	214
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	215
APÊNDICE A – CADASTRO NO BLOG INFRAESTRUTURA DE REDES	216
APÊNDICE B – INDICAÇÕES DE CURSOS INFRA/E-BOOKS POR ASSUNTO	217
APÊNDICE C – CURSOS DE INFRAESTRUTURA DE REDE DOS AUTORES ...	220
APÊNDICE D – OUTROS E-BOOKS/LIVROS DOS AUTORES	221
APÊNDICE E – VIDEOAULAS DOS AUTORES	222

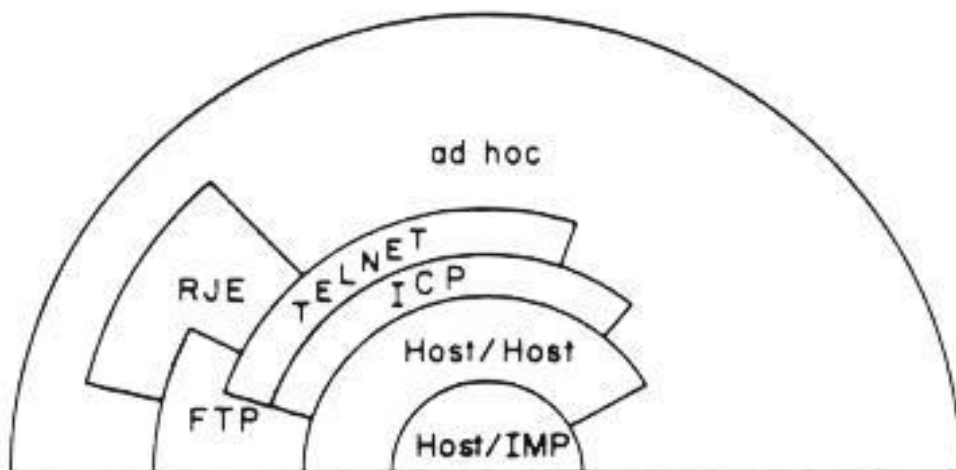
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO AOS MODELOS TCP/IP E OSI

INTRODUÇÃO

Neste capítulo iremos estudar um pouco do histórico das redes de computadores, dos modelos de referência de protocolos de interconexão OSI e TCP/IP, além de uma revisão dos conceitos fundamentais desses dois modelos, ou seja, estudar os fundamentos de redes de computadores em si.

1.1 UM POUCO DE HISTÓRIA DAS REDES DE COMPUTADORES

As redes de computadores existem desde o final da década de 60 do século passado. Em 1969, a rede Arpanet foi ativada, interligando bases militares e centros de pesquisa do governo americano. A Arpanet rodava um conjunto de protocolos de comunicação chamado de NCP (Network Control Program). O NCP foi o predecessor do TCP/IP, o qual viria a tornar-se o modelo de referência em protocolos de comunicação adotado no mundo inteiro, até nossos dias atuais.



Layered relationship of ARPANET protocols

Figura 1.1 Arquitetura de protocolos do NCP.⁶

Porém, outros modelos de protocolos de comunicação existiam, como o SNA (Systems Network Architecture) da IBM, o qual rivalizou com o TCP/IP durante um certo tempo. O SNA interligava computadores da IBM, a qual era a empresa dominante na década de 1960 e 1970, fabricante de computadores de grande porte (mainframe) e de médio porte (minicomputadores). A própria IBM possuía concorrentes como a DEC (hoje HP) e a Burroughs, entre outros. A DEC (Digital Equipment Corporation) utilizava seu próprio conjunto de protocolos de comunicação, chamado de DECnet (1975), o qual fazia parte da arquitetura de rede da DEC, chamada de DNA (Digital Network Architecture).

Pois bem, o fato é que computadores rodando o SNA não conseguiam estabelecer comunicação com computadores rodando o DECnet, os quais por sua vez não conseguiam se comunicar com computadores rodando o BNA (Burroughs Network Architecture - modelo de protocolos de comunicação da Burroughs). Ou seja, os protocolos de comunicação, na sua grande maioria eram proprietários.

Ficou claro para a comunidade internacional que seria necessário criar um conjunto de protocolos de comunicação padrão internacional. Com esse modelo de protocolos de comunicação padrão mundial, computadores de fabricantes diferentes poderiam se comunicar entre si.

As empresas de telecomunicações e governos de vários países solicitaram à ISO e ao CCITT (hoje denominado de ITU-T) que criassem esse conjunto de protocolos de interconexão de redes padrão mundial aberto.

Enquanto a ISO e a ITU-T desenvolvia seu protocolo padrão, o TCP/IP, usando na Arpanet e em universidades americanas começava a receber melhorias e se destacar no mercado de interconexão de redes. Utilizado no sistema operacional UNIX, ele se tornou um padrão aberto, recebendo contribuições de seus adeptos e era distribuído livremente. Em 1983 a Arpanet oficializou o uso do TCP/IP em sua rede.

Os modelos OSI e TCP/IP acabaram se tornando os principais modelos de referência em interconexão de redes de computadores e iremos estudá-los em maiores detalhes em seguida. Esse estudo vai nos ajudar a entender as questões que serão analisadas nesse livro.

1.2 MODELO DE REFERÊNCIA DE INTERCONEXÃO OSI

1.2.1 O modelo OSI/ISO

No final da década de 70 do século passado havia uma situação agravante no cenário da comunicação de dados, através das redes de computadores: a adoção das redes de computadores estava em crescimento, mas computadores de diferentes fabricantes não se comunicavam entre si, pois cada fabricante adotava um modelo de software de comunicação proprietário, a parte da estrutura do computador chamada de Comunicação (Rede) na figura a seguir.

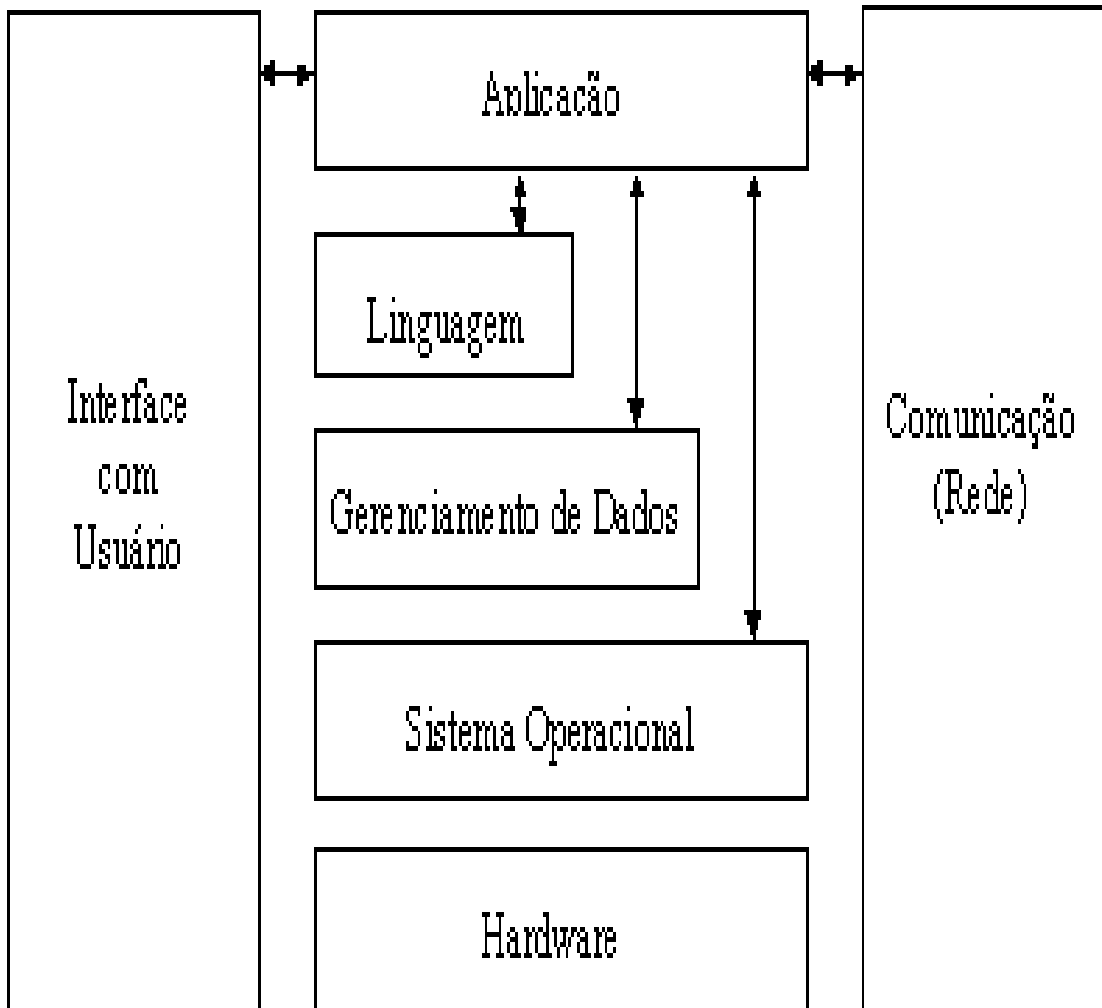


Figura 1.2 Arquitetura de um computador Von Neumann.⁷

Os governos dos países precisavam interligar as suas redes de comunicação de forma segura, obedecendo a algum padrão internacional e repassaram esta necessidade aos fabricantes de computadores e órgãos de padronização internacionais.

Para atender o exposto acima, a ISO (International of Standardization Organization) em 1977 propôs o **modelo OSI** (Open Systems Interconnection).

Para descrever os problemas referentes ao **processo de comunicação entre equipamentos em rede**, a ISO criou um modelo de referência - o OSI – padrão mundial aberto.

O OSI, como veremos a seguir, é um modelo que divide a complexa tarefa de comunicação entre dois computadores em sete etapas, que chamaremos de sete camadas ou sete níveis. A figura a seguir especifica estas sete camadas.

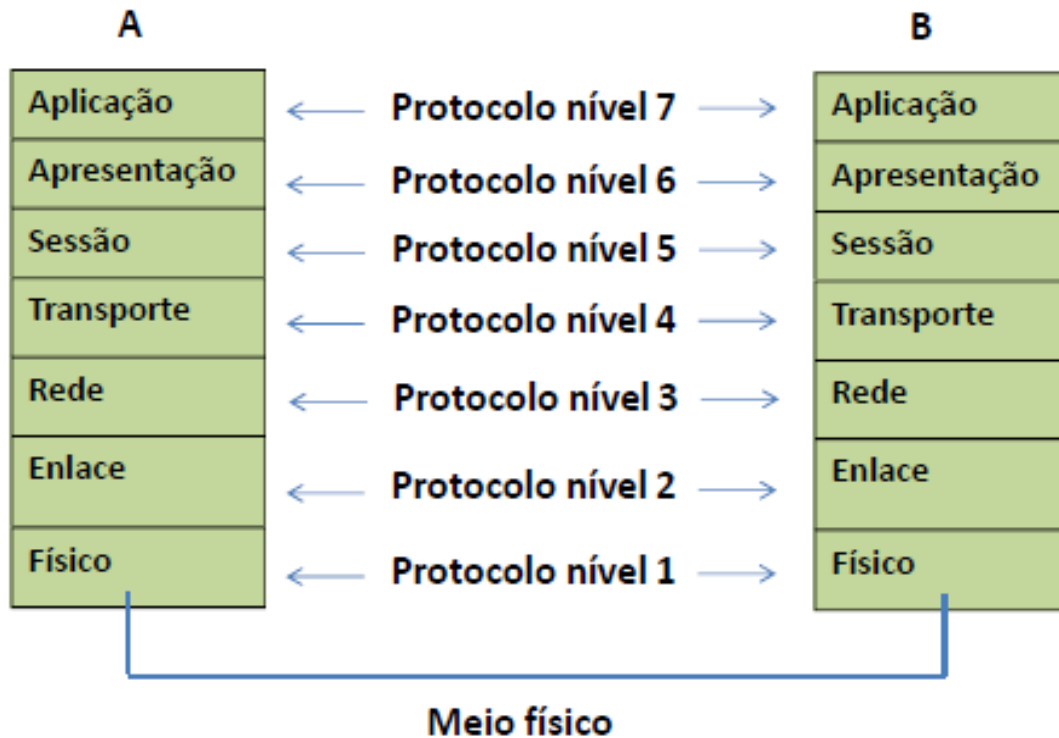


Figura 1.3 Modelo OSI.¹

O OSI é uma proposta para a **interconexão de sistemas abertos**, onde todos têm acesso às especificações e podem fazer implementações. Visa prover uma base comum de informações, para a coordenação do desenvolvimento de padrões voltados para a interconexão de sistemas de redes de computadores.

Este modelo obedece a uma **estrutura hierárquica de níveis, ou camadas**, o que incentiva a modularização do software de suporte às redes.

Cada módulo forma um nível no modelo e é responsável por **prover determinados serviços aos níveis superiores**. Cada camada implementa os serviços de acordo com suas funções, e faz uso dos serviços oferecidos pelos níveis inferiores.

A divisão deste modelo em camadas **simplifica** tanto o **processo de desenvolvimento** de novos protocolos como **a manutenção de eventuais problemas** que venham a surgir, pois ele será delimitado pela atuação do protocolo problemático em certa camada do modelo OSI.

1.2.2 A função de cada nível (camada) do protocolo OSI

O **nível físico** fornece as características **mecânicas, elétricas, funcionais e de procedimento** para ativar, manter e desativar conexões físicas para a **transmissão de bits entre duas máquinas**.

Isto é, cabe ao projetista deste nível definir como representar os níveis de sinais em 0s e 1s, quantos microssegundos durará um bit, quantos pinos possuirá o conector da interconexão da rede, etc.

O objetivo do **nível de enlace** é **estabelecer a conexão entre dois dispositivos físicos** (vizinhos entre si) que compartilham o mesmo **meio físico**.

Detecta e opcionalmente pode **corrigir erros** que ocorram no nível físico, tornando este canal de transmissão mais confiável.

A função de correção de erros, seja por **retransmissão** ou por **bits de redundância**, é opcional neste nível de protocolo.

A tarefa principal do **nível de rede** é **rotear os pacotes da origem para o destino**. Gerencia também os **endereços lógicos** dos hosts.

As **rotas** são caminhos a serem seguidos pelos pacotes de dados e podem ser **fixas** ou **dinâmicas**. Se forem dinâmicas, as rotas variam dependendo da condição da **linha de transmissão**, no que tange ao **volume de tráfego** e às suas condições de **largura de banda**, entre outros itens.

O **controle de congestionamento (excesso de pacotes)** na rede também pode ser gerenciado por esta camada.

O nível de rede **não garante** necessariamente que a cadeia de bits chegue a seu destino.

O **nível de transporte**, através de protocolo específico, fornece uma **comunicação fim a fim** verdadeiramente confiável, controlando o fluxo e a sequência de pacotes.

A principal função **do nível de sessão** é fornecer a conexão entre dois processos. Melhora a forma de endereçamento, permitindo a referência a endereços na rede por nomes simbólicos.

A função do **nível de apresentação** é a de realizar transformações adequadas nos dados, antes de seu envio para a camada de aplicação.

Como exemplos de transformações nos dados, podemos citar: compressão de textos, criptografia, conversão de padrões de terminais, etc.

Por último, **o nível de aplicação**, por ser o mais alto nível do modelo OSI, oferece seus serviços a usuários (ou aplicativos propriamente ditos) e não a níveis superiores de protocolos.

O propósito deste nível é o de servir como **janela** ou **interface** entre usuários (aplicativos) que querem se comunicar através desse modelo.

1.2.3 Como as Camadas se Comunicam

Uma maneira bastante fácil e simplista de se enxergar a funcionalidade de um modelo em camadas, como o modelo OSI, é imaginar que cada camada tem como função adicionar um cabeçalho aos dados do usuário a serem transmitidos para outro sistema (veja a figura a seguir). Deste modo, a função de cada camada do outro sistema é exatamente a inversa, ou seja, retirar os cabeçalhos dos dados que chegam e entregar os dados ao usuário em sua forma original.

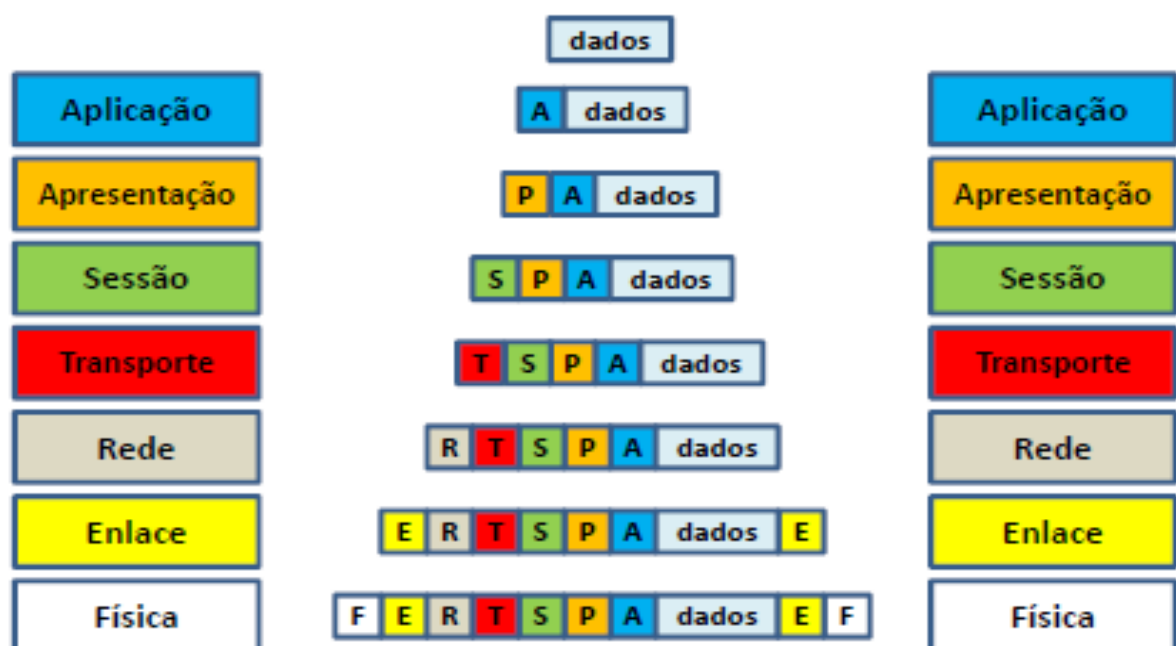


Figura 1.4 Encapsulamento e Transferência de Dados entre Camadas.¹

Veja na figura anterior como cada camada adiciona o seu cabeçalho e como estes cabeçalhos são inseridos um após o outro, desde a camada superior (aplicação) até a camada inferior (enlace), já que a última camada (física) tem a função de transformar os dados em bits e adaptá-los para serem transmitidos ao meio de transmissão.

No lado do equipamento que está recebendo as mensagens, imagine que os cabeçalhos são retirados um a um, desde a camada de enlace até a camada da aplicação, onde finalmente os dados da aplicação são entregues para o aplicativo propriamente dito.

Esse é o conceito chamado de **encapsulamento** na transferência dos dados entre camadas, na transmissão, e de **desencapsulamento**, no repasse dos dados para cada camada, na recepção.

Observe que em cada camada é inserido um cabeçalho antes do conjunto de dados que devam ser transmitidos para outro equipamento.

A esse conjunto de **dados mais o cabeçalho** chamamos genericamente de **PACOTE**, que constitui a **unidade básica de transmissão de dados** na rede.

Nesse modelo, cada camada além de se comunicar com suas camadas adjacentes também se comunica logicamente com suas camadas pares do outro computador (através de protocolos),.

Em função de cada camada de origem, o pacote recebe um nome específico.

Este nome é chamado, em inglês, de **PDU (Protocol Data Unit)** e abaixo temos a designação das PDUs de cada camada do modelo OSI:

Aplicação	→	Mensagem ou Dados
Apresentação	→	Mensagem ou Dados
Sessão	→	Mensagem ou Dados
Transporte	→	Segmento
Rede	→	Pacote
Enlace	→	Frame ou Quadro
Física	→	Bit

A PDU pode ser entendida como uma espécie de “matéria-prima” trabalhada em cada camada.

Podemos usar o Modelo de Referência OSI de duas maneiras:

- Implementá-lo.
- Usá-lo como uma referência para comparar protocolos diferentes.

As principais implementações práticas do modelo OSI foram as seguintes:

- X.25 Rede de comutação de pacotes
- X.400 Sistema privativo de envio de mensagens (utilizado em EDI)
- X.500 Serviço de diretório

Mas, na atualidade, é inegável que o uso principal do modelo OSI é como uma referência, principalmente na área de ensino. Alguns autores, de vez em quando, comentam a possibilidade futura de a Internet utilizar o modelo OSI, em razão da

maior segurança e estruturação das camadas superiores desse último modelo. Embora o comentário desses autores, acredita-se que o lapso de tempo para essa possível migração será bastante demorado.

1.3 MODELO DE REFERÊNCIA DE INTERCONEXÃO TCP/IP

No final dos anos 1960s, a Agência de Projeto de Pesquisa Avançada (ARPA) nos EUA desejava conectar seus computadores (posteriormente, a ARPA ficou conhecida como a Agência de Pesquisa de Projeto de Defesa Avançada - DARPA).

A rede produzida ficou conhecida como a ARPAnet. Esta rede Interligou universidades e agências de governo. Outra necessidade da ARPAnet, pretendida pelas forças armadas dos USA na época, era que, em caso de guerra, com a possibilidade de uma parte da rede ser parcialmente destruída, as demais conexões pudessem ser mantidas e serviços como transferência de arquivos e de voz não fossem afetados.

É importante citar que a ARPANET era essencialmente um projeto de hardware. O Departamento Americano de Defesa (DOD) estava fortemente envolvido na fundamentação nessa fase. O protocolo inicial usado pela ARPANET foi chamado de NCP. Não se havia pensado na época quanto à expansão dessa rede.

Porém, na metade da década de 1970, o protocolo NCP já não podia lidar com o tamanho da rede e foi substituído então pelo Suíte Internet Protocol. O Suíte Internet Protocol foi nomeado posteriormente como TCP/IP, devido aos seus dois protocolos principais.

A partir de janeiro de 1983 a todos os computadores que desejassem se conectar à ARPANET era exigido deles o uso dos protocolos TCP/IP. Também em 1983, o Departamento de Defesa separou a rede ARPANET em duas redes independentes:

- ARPANET para pesquisa experimental
- MILNET para uso militar.

Posteriormente, a ARPANET foi substituída através de novas tecnologias, mas a MILNET ainda forma o backbone das comunicações militares dos EUA. O sucesso do TCP/IP e da Internet levaram outros grupos a adotá-lo. A National Science Foundation dos EUA (Fundação de Ciência Nacional) teve um papel ativo habilitando o protocolo TCP/IP em suas máquinas, possibilitando a conexão de tantos cientistas quanto possível.

Universidade de Berkeley

Nos princípios dos anos de 1980 a Universidade de Berkeley (universidade americana berço do UNIX) migrou os protocolos de TCP/IP para a versão do UNIX deles. Isso tornou o TCP/IP cada vez mais popular e também assegurou que o TCP/IP se tornasse o método principal de se conectar máquinas UNIX (o sistema operacional dominante da época). Também, com a migração, os protocolos da Berkeley adicionaram aplicações TCP/IP baseadas em UNIX.

Origem da Internet

Da ARPANET veio a Internet. Os pesquisadores que desenvolveram a arquitetura de Internet pensaram na ARPANET como um backbone de rede de longa distância (rede WAN) segura, ao redor do qual a Internet poderia ser construída.

A Internet começou próximo de 1980, quando o DARPA começou convertendo máquinas ligadas às redes de pesquisa aos protocolos de TCP/IP.

O que é a Internet

A Internet é um exemplo de interconexão de redes. Consistia de mais de 5.000 LANs no seu início e em 2009 o número estava perto de 1.000.000 de LANs e é baseada no TCP/IP. Muitos problemas na Internet resultam em desenvolvimentos do TCP/IP para superá-los.

A Internet foi inicialmente descrita como um grande projeto de pesquisa para o qual qualquer um poderia contribuir via RFCs. A Internet conectava a maioria das instituições de pesquisa nos EUA, mas se expandiu pelo mundo todo.

O IAB (Internet Architecture Board) e as RFCs (Request for Comments)

O TCP/IP não surgiu de um desenvolvedor ou de um fabricante em particular ou de corpo de padrões reconhecido (como a ISO e o ITU-T).

O TCP/IP é “controlado” pelo Internet Architecture Board (IAB), hoje um comitê do IETF (explicado abaixo). O papel principal do IAB é:

- Gerenciar a direção técnica do TCP/IP
- Padronizar protocolos pertinentes.

A documentação para o TCP/IP vem na forma de documentos chamados RFCs (Request for Comments). Antes das RFCs, a documentação era conhecida como IENS (Internet Engineering Notes).

O IETF (Internet Engineering Task Force), antigamente chamado de Network Information Center (NIC - Centro de Informação de Rede), distribui as RFCs para todo o mundo.

Todas as RFCs são numeradas. Uma atualização para um RFC resultará em um número novo e a RFC antiga ficará obsoleta.

Exemplos de RFCs:

RFC 760 IP (01/1980)

RFC 761 TCP (01/1980)

RFC 768 UDP (08/1980)

RFC 2474 QoS baseado na técnica Differentiated Service (DSCP)

RFC 5321 Protocolo SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

1.3.1 Conceito do TCP/IP

O TCP/IP é o nome genérico para um conjunto de protocolos de comunicação especializados que compartilha um padrão comum de endereçamento, cujas especificações são abertas e são desenvolvidas independentes de programas e equipamentos.

Podemos dividir conceitualmente o TCP/IP em 4 camadas (modelo tradicional): **host/rede, inter-rede (internet), transporte e aplicação** ou em 5 camadas (modelo mais recente, chamado de modelo híbrido) para facilitar o seu entendimento: **física, enlace, rede, transporte e aplicação**.

Embora o TCP/IP e o OSI não sejam compatíveis entre si, ou seja, um protocolo de um modelo não roda no outro, é muito útil, conceitualmente, estabelecermos a relação das funções de uma determinada camada do modelo OSI às funções de uma camada similar no TCP/IP.

Aplicação	TELNET FTP SMTP DNS
Transporte	TCP UDP
Rede (Inter-Rede)	IP ICMP ARP
Física/Enlace (Host/Rede)	ETHERNET TOKEN RING RÁDIO SATÉLITE

Figura 1.5 Camadas modelo de referência TCP/IP.¹

1.3.1.1 Camada Física/Enlace (Host/Rede)

No modelo TCP/IP de 4 camadas, a camada **Física/Enlace** (também chamada de **Host/Rede**) é a mais baixa e se comunica com o meio físico.

Esta camada não faz distinção às redes físicas que são interligadas para formar a chamada Host/Rede (também denominada de sub-rede). Portanto, como foi pensado no projeto do TCP/IP, qualquer rede pode ser interligada, bastando para isto que seja desenvolvida uma interface que compatibilize as tecnologias empregadas com o protocolo IP. A função da interface é de receber os pacotes IP da camada de inter-rede e de transmiti-los para a rede específica.

Para realizar essa tarefa, os endereços lógicos IP são traduzidos para os endereços físicos dos hosts ou roteadores conectados à rede (cada interface tem um endereço único, composto pelo código do fabricante mais um número de série, o também chamado endereço MAC).

Esta camada agrega as funções da camada **Física** (transmissão de **Bits**, que é a PDU da camada física) e da camada de **Enlace** (transmissão do **Frame**, que é nome da PDU dessa camada) do MR OSI/ISO.

1.3.1.2 Camada de Rede (Inter-Rede)

Esta camada é baseada na solução dos problemas apresentados na conexão das inter-redes. O modelo TCP/IP é baseado na técnica de comutação de pacotes, na qual os hosts podem enviar pacotes para qualquer destino, não interessando até mesmo a ordem de recepção dos pacotes, obrigando as camadas superiores a reordená-los.

Para isso a camada inter-rede define o formato de um pacote padrão, ou seja, a **PDU**, (denominada de **Datagrama** nessa camada do TCP/IP) e um protocolo chamado de **IP**.

O tipo de endereçamento utilizado na camada de Rede é o endereçamento lógico (IP).

A função principal desta camada é de entregar pacotes IP ao seu destino. Essa função também é chamada de **roteamento**.

Esta camada também tem a função de roteamento e de controle de tráfego, sendo semelhante à camada de rede do MR OSI/ISO.

Esta camada recebe por alguns a denominação de Internet (por isso o termo Inter-rede), pois Internet significa “interconexão de redes”. É equivalente à camada de Rede do MR OSI.

1.3.1.3 Camada de Transporte

Esta camada é responsável pela comunicação fim a fim entre uma máquina de origem e uma máquina de destino. Para isso foram definidos dois protocolos:

- **TCP** (Transmission Control Protocol) – protocolo orientado a conexão confiável. Este protocolo fragmenta um fluxo de bytes em mensagens e as entrega a camada inter-rede (rede). No destino o TCP remonta as mensagens recebidas em fluxo de bytes. Responsável pelo controle de fluxo, controle de erro, sequencialização e multiplexação do acesso ao nível inter-rede (rede).
- **UDP** (User Datagram Protocol) – é um protocolo sem conexão e não confiável para aplicações que não necessitem de controle de fluxo, nem de sequencialização das mensagens (voz e vídeo). O serviço fornecido é somente o de multiplexação e demultiplexação do acesso ao nível inter-rede (rede).

A camada de transporte recebe a **mensagem** ou **dados** da camada de Aplicação e deve adequá-los à camada de Rede, muitas das vezes tendo que dividir a mensagem recebida em várias partes, sendo por isso sua **PDU** denominada de **Segmento**.

O tipo de endereçamento utilizado na camada de Transporte é realizado através das **portas** de aplicações.

O conjunto da porta da aplicação, endereço IP e protocolo da camada de Transporte formam um **Socket**, o qual é usado para identificar um determinado processo aplicativo, de forma unívoca.

1.3.1.4 Camada de Aplicação

A arquitetura de rede TCP/IP não implementa as camadas de apresentação e de sessão de acordo com o MR OSI/ISO, porque na prática elas são pouco usadas pelas aplicações.

Na realidade, o modelo TCP/IP concentra as funções das três camadas superiores do modelo OSI, Sessão, Apresentação e Aplicação, numa única camada chamada de Aplicação.

A camada de aplicação presta serviço aos processos aplicativos ou processos finais. Ela é uma espécie de interface entre o aplicativo propriamente dito e a pilha de protocolos do TCP/IP.

Os protocolos mais conhecidos desta camada são: **FTP** (File Transfer Protocol), **TELNET** (Terminal ou Telecommunication Network), **SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol), **DNS** (Domain Name Server), **HTTP** (Hypertext Transfer Protocol), etc.

A PDU da camada de Aplicação é denominada de **Mensagem** ou **Dados**, pois essas são as informações úteis oriundas do processo aplicativo que se deseja transmitir.

O tipo de endereçamento utilizado na camada de Aplicação é o **identificador do processo aplicativo** (ID do processo aplicativo).

1.3.1.5 Modelo TCP/IP de 5 camadas (modelo híbrido)

Há a tendência de se unificar os conceitos e denominações das camadas do modelo OSI para um modelo híbrido do TCP/IP com 5 camadas⁷.

No modelo TCP/IP de 5 camadas, a camada **Física** se interliga ao meio físico e a camada de **Enlace** é inserida entre a camada Física e a camada de Rede.

A camada **Física** tem a função de adaptar os **bits** ao meio físico. Por isso, sua PDU é denominada de **Bit**.

A camada de **Enlace** tem a função de transmitir a sua PDU, chamada de **Frame** (ou Quadro), entre dois dispositivos de comunicação, separados pelo meio físico.

A camada de **Rede** (também chamada de Internet ou Inter-rede) é responsável por localizar e descobrir um caminho (rota) para enviar as informações para o computador de destino, a partir de um endereço lógico. Sua PDU é denominada de **Datagrama**.

A camada de **Transporte** é responsável por estabelecer a uma conexão virtual para a comunicação entre dois computadores finais. Sua PDU é denominada de **Segmento**.

A camada de **Aplicação** é mais elevada, responsável pela comunicação com os programas aplicativos propriamente ditos. Sua PDU é denominada de **Mensagem** ou **Dado**.

Todo computador conectado à Internet possui um endereço IP único, representado por 4 grupos de 8 bits (octetos). A representação mais comum é a decimal, com ponto separando os octetos, como por exemplo, 200.255.125.213.

Como é difícil memorizar estes números, existem mecanismos de tradução de nomes para IP e assim podemos chegar ao computador através de seu nome na rede, como por exemplo, www.google.com.br, ou através de seu endereço IP.

1.3.2 Conceitos fundamentais da divisão por camadas

Com a divisão por camadas no modelo TCP/IP temos cinco conceitos fundamentais:

1.3.2.1 Encapsulamento

Cada camada apanha os dados da camada superior e encapsula estes dados na área de dados de seu próprio “pacote”. Uma analogia é que cada camada apanhará os dados e envelope da camada superior e os colocará em seu próprio envelope o qual, por sua vez, é passado para a camada inferior.

1.3.2.2 Desencapsulamento

É o contrário do encapsulamento. Os dados ao chegarem ao destinatário deverão ser desencapsulados, ou seja, cada camada retira o seu cabeçalho e passa a informação para a camada superior, até atingir a camada de aplicação.

1.3.2.3 Multiplexação

No host transmissor as camadas superiores, transporte, por exemplo, utiliza a camada de rede, através de várias aplicações simultâneas, realizando o processo de multiplexação (várias requisições na camada de transporte usam a camada de rede para atuar como “meio físico” para repasse dos dados).

1.3.2.4 Demultiplexação

Ela é o contrário de multiplexação. Quando um pacote chega a um Host, as camadas (através dos protocolos) têm que passar o pacote até a camada superior. Não é atípico ter mais que uma conexão de uma camada apoiada no topo de uma outra camada. Nesse caso, a camada mais baixa tem que decidir para qual conexão da camada superior passar a informação. Em outras palavras alguma forma de Demultiplexação é requerida.

1.3.2.5 Fragmentação

Resumidamente, a fragmentação ocorre quando os dados numa camada são divididos em unidades menores de forma que as camadas mais baixas possam controlá-los corretamente. No host receptor, o pacote original deverá ser remontando. Isto será explorado em detalhes posteriormente.

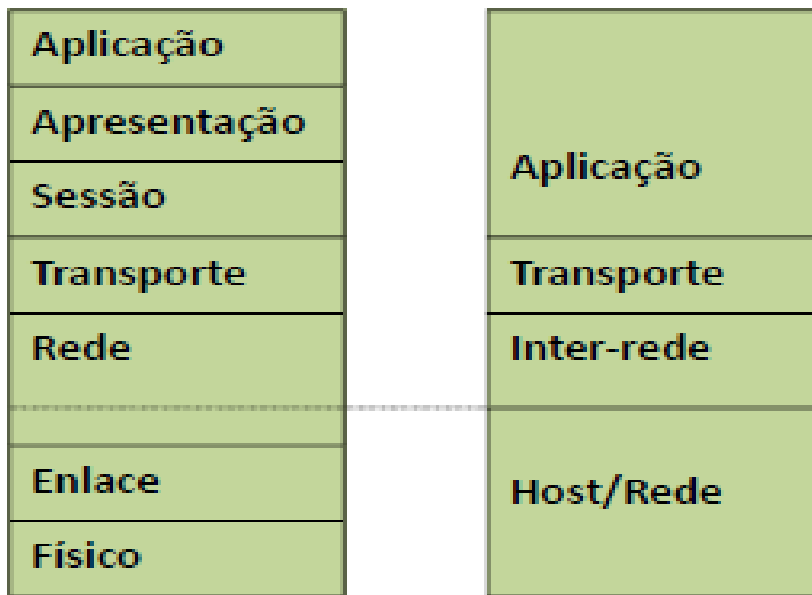


Figura 1.6 Comparação entre o Modelo OSI e o TCP/IP de 4 camadas.¹

1.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS DE REFERÊNCIA OSI E TCP/IP

Os modelos OSI e TCP/IP possuem muitos pontos em comum e também muitos pontos diferentes.

Pontos em comum:

- Modelo baseado em camadas com pilha de protocolos independentes;
- A camada de transporte implementa serviços orientados a conexão e não orientados a conexão;
- A camada de rede realiza basicamente a mesma tarefa de endereçamento lógico e encaminhamento de pacotes (no OSI denominados de **pacotes** e no TCP/IP chamados de **datagramas**).

Principais diferenças:

- Número de camadas;
- As camadas de Aplicação, Apresentação e Sessão do modelo OSI estão agregadas na camada de Aplicação do TCP/IP;
- No modelo TCP/IP de 4 camadas; a camada Host/Rede agrega as camadas Física e Enlace do OSI;
- A camada Host/Rede do modelo TCP/IP de 4 camadas não é muito bem definida;
- Os serviços da camada de Rede no modelo TCP/IP são implementados pelo IP, como um serviço sem conexão, enquanto que no modelo OSI/ISO a camada de rede implementa serviço com conexão (X.25, por exemplo).