



UEA

UNIVERSIDADE
DO ESTADO DO
AMAZONAS



**Escola Superior de Tecnologia – EST
Curso de Engenharia Elétrica
Redes de Comunicações de Dados I**

M.Sc. Bruno da Gama Monteiro

Manaus - AM
2021

Sumário

1 Protocolos e Padrões

2 Modelos de Referência

2.1 Modelo de Referência OSI

2.2 Modelo de Referência TCP/IP

Sumário

1 Protocolos e Padrões

2 Modelos de Referência

2.1 Modelo de Referência OSI

2.2 Modelo de Referência TCP/IP

Protocolos

Redes de computadores - comunicação ocorre entre entidades em sistemas diferentes.

Entidade é qualquer coisa capaz de enviar ou receber informações.

Duas entidades não podem simplesmente enviar fluxos de bits uma para a outra e esperar que sejam compreendidas.

Protocolos

Para que ocorra a comunicação, as entidades devem concordar com um **protocolo**.

Protocolo é um conjunto de regras que controlam as comunicações de dados.

Protocolo define o que é comunicado, como isso é comunicado e quando deve ser comunicado.

Os elementos-chave de um protocolo são **sintaxe**, **semântica** e *timing*.

Protocolos

Sintaxe.

Refere-se à estrutura ou o formato dos dados, significando a ordem na qual eles são apresentados.

Por exemplo:

um protocolo simples poderia esperar que os primeiros 8 bits de dados significassem os endereços do emissor, o segundo conjunto de 8 bits seria o endereço do receptor e o restante do fluxo de bits seria a mensagem em si.

Semântica.

Refere-se ao significado de cada seção de bits. Como determinado padrão deve ser interpretado e que ações devem ser tomadas com base nessa interpretação?

Por exemplo:

o endereço identifica a rota a ser tomada
ou o destino final da mensagem?

Timing

Refere-se a duas características: quando os dados devem ser enviados e com que rapidez eles podem ser enviados.

Por exemplo:

Se um emissor produz dados a 100 Mbps, mas o receptor é capaz de processar dados somente a 1 Mbps, o transmissor sobrecarregará o receptor e parte dos dados será perdida.

Padrões

- Essenciais na criação e na manutenção de um mercado aberto e competitivo para fabricantes de equipamentos e na garantia de interoperabilidade nacional e internacional de dados e de tecnologia de telecomunicações e processos.
- Fornecem diretrizes aos fabricantes, fornecedores, órgãos do governo e outros provedores de serviços para garantir o tipo de interconectividade necessário no mercado atual e nas comunicações internacionais.

Padrões

- são divididos em duas categorias: padrões de fato (por convenção) e de direito (por meio de regulamentação).

De fato - Não foram aprovados por um órgão regulador, mas que foram adotados pelo mercado como padrão por seu largo uso. São, muitas vezes, estabelecidos originalmente por fabricantes que procuram definir a funcionalidade de um novo produto ou tecnologia.

De direito - Padrões que foram regulamentados por um órgão oficialmente reconhecido.

Padrões

Organizações para Estabelecimento de Padrões

Os padrões são desenvolvidos por meio da cooperação de comitês de criação de padrões, fóruns e órgãos governamentais reguladores.

Comitês de Criação de Padrões

Embora muitas organizações sejam dedicadas ao estabelecimento de padrões, as telecomunicações, por exemplo, na América do Norte, dependem basicamente daqueles publicados pelos órgãos a seguir:

International Organization for Standardization (ISO)

A **Organização Internacional de Normalização ou Organização Internacional para Padronização (ISO)** é um comitê multinacional cujos associados são provenientes de comitês de criação de padrões dos vários governos ao redor do mundo.

A **ISO** atua no desenvolvimento de cooperação nos âmbitos científico, tecnológico e econômico.



Padrões



International Telecommunication Union (ITU)

Telecommunication Standards Sector (ITU-T)

No início da década de 1970, uma série de países estava definindo padrões nacionais para telecomunicações, mas havia pouca compatibilidade internacional.

A ONU reagiu formando, como parte de sua **International Telecommunication Union (ITU)**, um comitê, o Consultative Committee for International Telegraph and Telephony (CCITT).



Telecommunication Standards Sector (ITU-T).

O CCIT dedicava-se à pesquisa e ao estabelecimento de padrões para telecomunicações em geral e para sistemas de dados e telefonia em particular.

Em 1o de março de 1993, o nome desse comitê foi alterado para **International Telecommunication Union — Telecommunication Standards Sector (ITU-T).**

American National Standards Institute (Ansi).

Apesar de seu nome, o **American National Standards Institute** é uma organização sem fins lucrativos, totalmente privada, e não afiliada ao governo federal norte-americano. Entretanto, todas as atividades do Ansi são empreendidas com a assistência dos Estados Unidos e seus cidadãos, tendo fundamental importância.



Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

É a maior sociedade de profissionais de engenharia do mundo.

De escopo internacional, seu intuito é obter avanços na teoria, criatividade e qualidade de produtos nos campos da engenharia elétrica, eletrônica e radiofonia, bem como em todos os ramos relacionados da engenharia.

Como um de seus objetivos, o **IEEE** supervisiona o desenvolvimento e a adoção de padrões internacionais para computação e comunicações.



Electronic Industries Association (EIA)

Alinhada com a Ansi, a **Electronic Industries Association** é uma organização sem fins lucrativos dedicada à promoção de questões de fabricação na eletrônica.

Entre suas atividades, temos os esforços de formação de *lobbies* e de consciência pública, além do desenvolvimento de padrões.

No campo da tecnologia de informação, a **EIA** tem feito significativas contribuições pela definição de interfaces de conexão física e pelas especificações de sinalização eletrônica para a comunicação de dados.

Fóruns

O desenvolvimento de tecnologias de telecomunicações está avançando de forma mais rápida que a habilidade dos comitês de padrões em ratificá-los.

Os comitês de padronização são órgãos competentes para a determinação de procedimentos e, por natureza, de avanço lento.

Padrões

Fóruns

Para acomodar a necessidade de modelos operacionais e acordos e para facilitar o processo de padronização, diversos grupos de interesse específico criaram **fóruns** constituídos por representantes das empresas interessadas.

Trabalham em cooperação com universidades e usuários para testar, avaliar e padronizar novas tecnologias.

Concentrando seus esforços em determinada tecnologia, os **fóruns** são capazes de acelerar a aceitação e o emprego dessas tecnologias na comunidade das telecomunicações.

Apresentam suas conclusões para os órgãos padronizadores.

Padrões

Órgãos Reguladores - Toda tecnologia de comunicações está sujeita à regulamentação por órgãos governamentais, cujo propósito é o de proteger o interesse público, regulamentando as comunicações via rádio, televisão e fios/cabos.

Federal Communications Commission (FCC), nos Estados Unidos e



Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), no Brasil.



Sumário

1 Protocolos e Padrões

2 Modelos de Referência

2.1 Modelo de Referência OSI

2.2 Modelo de Referência TCP/IP

Modelos de Referência

Modelos de Redes

- Rede é uma combinação de *hardware* e *software* que envia dados de uma localidade a outra.
- *hardware* consiste no equipamento físico que transporta sinais de um ponto a outro da rede.
- *software* consiste em conjuntos de instruções que tornam possível os serviços que esperamos de uma rede.

Modelos de Referência

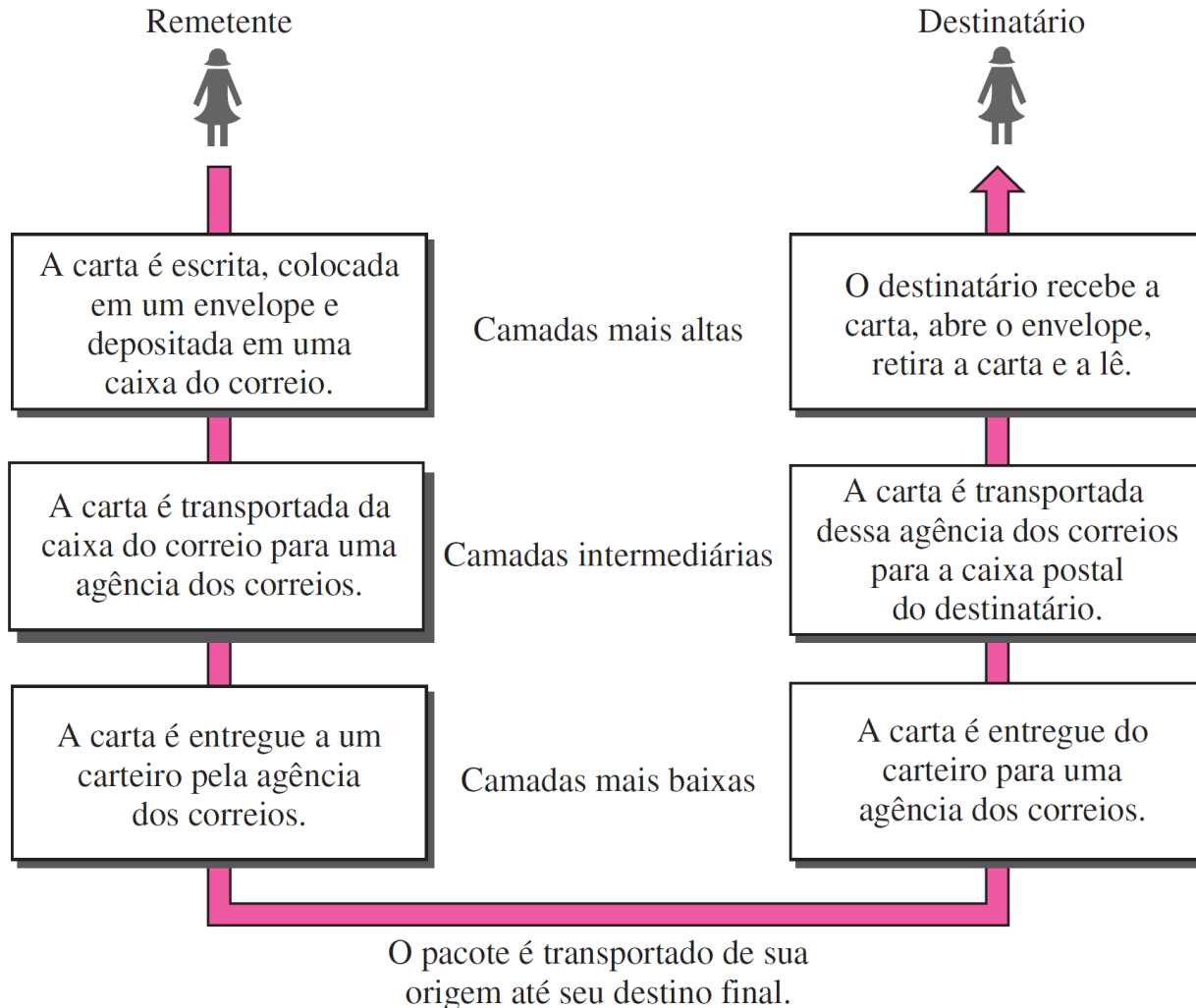
Modelos de Redes

- Por exemplo, a tarefa de enviar um e-mail de um ponto do mundo a outro pode ser subdividida em várias tarefas, cada uma das quais realizada por um pacote de *software* distinto.
- Cada pacote de *software* usa os serviços de um outro pacote de *software*. Na camada mais baixa, um sinal (ou um conjunto de sinais) é enviado de um computador de origem ao computador de destino.

TAREFAS DISTRIBUÍDAS EM CAMADAS (*layers*)

- Como exemplo, consideremos dois amigos que se comunicam por correspondência.
- O processo de enviar uma carta a um amigo seria complexo se não existisse nenhum serviço disponível das agências das correios.

Modelos de Referência



Modelos de Referência

Na Figura anterior, temos um **emissor** (remetente), um **receptor** (destinatário) e um **transportador** (carteiro) que leva a carta. Existe uma hierarquia de tarefas.

No Lado do Emissor (remetente):

- Camada mais alta. O **remetente** escreve uma carta, a coloca em um envelope, anota no envelope os nomes e endereços do remetente e **destinatário** e, finalmente, a deposita em uma caixa de correio.
- Camada intermediária. A carta é coletada por um carteiro e entregue a uma agência dos correios.
- Camada mais baixa. A carta é classificada na agência dos correios; um **transportador** a leva.

Modelos de Referência

No Trajeto

A carta se encontra, então, a caminho de seu destinatário. No trajeto para a agência dos correios mais próxima do destinatário, a carta pode, na verdade, passar por um posto de distribuição.

Além disso, ela poderá ser transportada por um automóvel, trem, avião, navio ou uma combinação destes.

Modelos de Referência

No Lado do Receptor (Destinatário)

- Camada mais baixa. O transportador leva a carta para uma agência dos correios.
- Camada intermediária. A carta é classificada, remetida e entregue na caixa postal do destinatário.
- Camada mais alta. O destinatário pega a carta, abre o envelope, retira a carta e a lê.

Modelos de Referência

Hierarquia

Existem três atividades distintas no lado do remetente e outras três atividades no lado do destinatário.

Algo que não é óbvio à primeira vista é que as tarefas devem ser realizadas na sequência correta determinada pela **hierarquia**.

Serviços

Cada camada no lado do remetente usa os serviços da camada que se encontra imediatamente abaixo dela.

O modelo em camadas que dominou a literatura sobre comunicações de dados, e redes antes da década de 1990 foi o do modelo OSI (*Open Systems Interconnection*).

Modelos de Referência

Todo mundo acreditava que o modelo OSI se tornaria o padrão final para comunicação de dados. Entretanto, na realidade, isso não aconteceu.

O conjunto de protocolos TCP/IP acabou se tornando a arquitetura comercial predominante, pois ele foi usado e testado de forma intensiva na Internet; o modelo OSI jamais foi totalmente implementado

Sumário

1 Protocolos e Padrões

2 Modelos de Referência

2.1 Modelo de Referência OSI

2.2 Modelo de Referência TCP/IP

Modelo de Referência OSI

- Baseia-se em uma proposta desenvolvida pela ISO (***International Standards Organization***) como um primeiro passo em direção a padronização internacional dos protocolos empregados nas diversas camadas (DAY e ZIMMERMANN, 1983).
- Um padrão ISO que cobre todos os aspectos das comunicações de dados em redes é o modelo OSI (***Open Systems Interconnection***).

Modelo de Referência OSI

ISO é a organização. OSI é o modelo.

Foi revisto em 1995 (DAY, 1995).

O modelo OSI tem 7 camadas.

Modelo de Referência OSI

O propósito do modelo OSI é facilitar a comunicação entre sistemas diferentes sem a necessidade de realizar mudanças na lógica do *hardware* e *software* de cada um deles.

O modelo OSI não é um protocolo; trata-se de um modelo para compreender e projetar uma arquitetura de redes flexível, robusta e interoperável.

Modelo de Referência OSI

Alguns princípios para se chegar às sete camadas:

1. Uma camada deve ser criada onde houver necessidade de outro grau de abstração.
2. Cada camada deve executar uma função bem definida.
3. A função de cada camada deve ser escolhida tendo em vista a definição de protocolos padronizados internacionalmente.

Modelo de Referência OSI

Alguns princípios para se chegar às sete camadas (continuação):

4. padronizados internacionalmente.
5. Os limites de camadas devem ser escolhidos para minimizar o fluxo de informações pelas interfaces.
6. O número de camadas deve ser grande o bastante para que as funções distintas não precisem ser desnecessariamente colocadas na mesma camada e pequeno o suficiente para que a arquitetura não se torne difícil de controlar.

Modelo de Referência OSI

A ISO também produziu padrões para todas as camadas, embora esses padrões não façam parte do próprio modelo de referência.

Cada um foi publicado como um padrão internacional distinto.

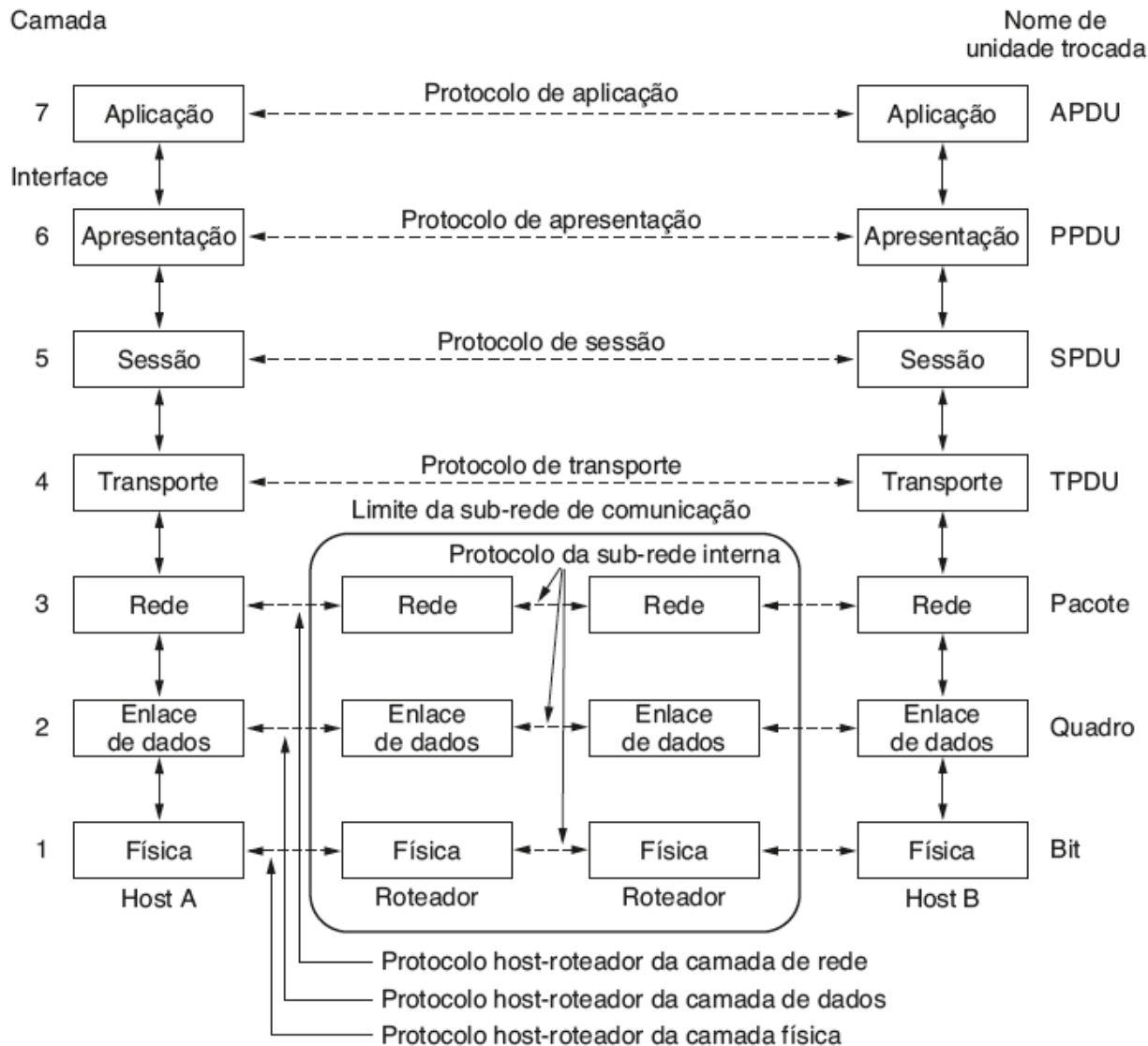
O modelo em parte é bastante utilizado, embora os protocolos associados há muito tempo tenham sido deixados de lado.

Modelo de Referência OSI

As 7 camadas do modelo de referência OSI



Modelo de Referência OSI



Modelo de Referência OSI

Camada Física

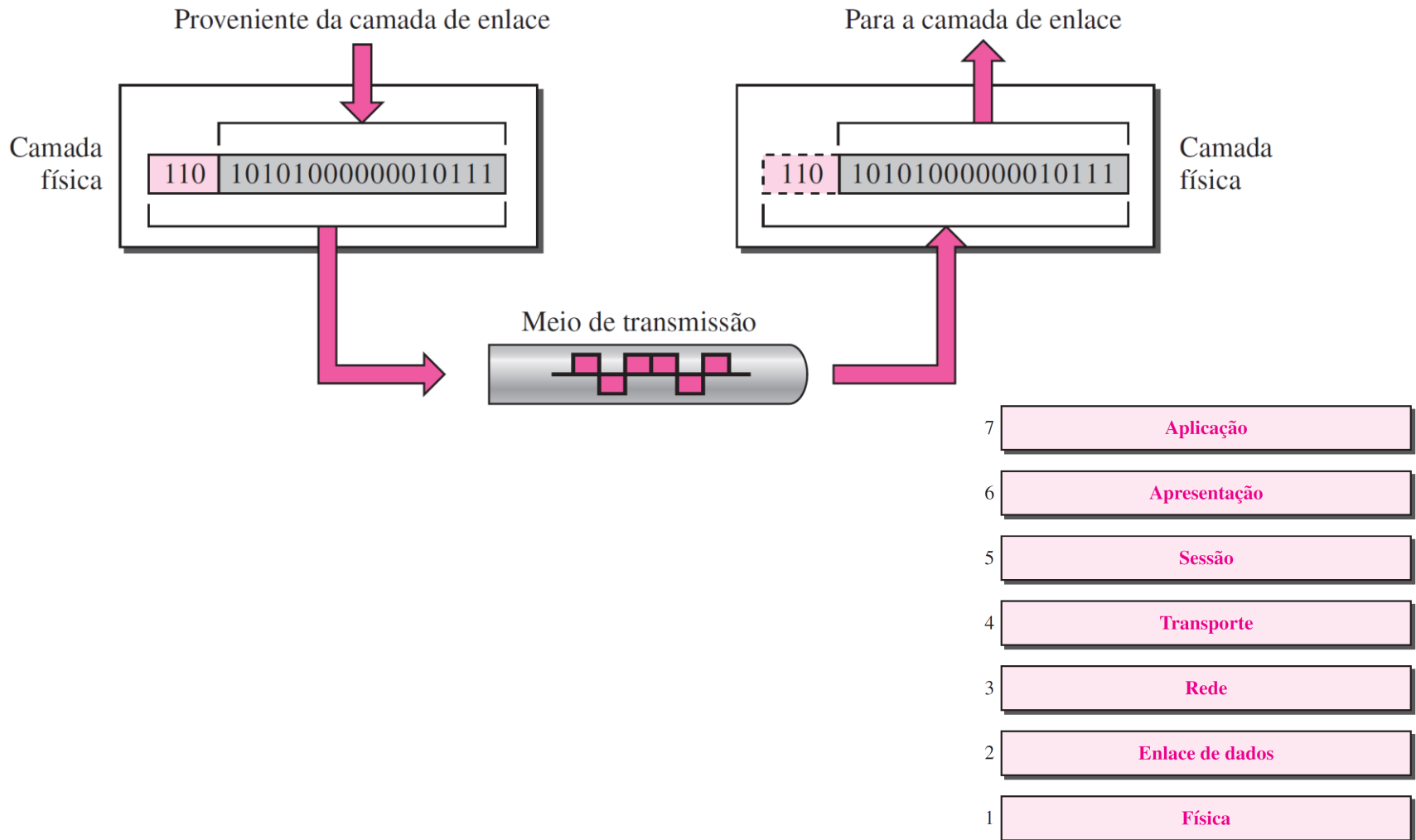
Coordena as funções necessárias para transportar um fluxo de bits através de um meio físico.

Trata das especificações mecânicas e elétricas da interface e do meio de transmissão.

Define os procedimentos e funções que os dispositivos físicos e interfaces têm de executar para que a transmissão seja possível.

Modelo de Referência OSI

Camada Física



Modelo de Referência OSI

Camada Física

Também se incumbe do seguinte:

- I. **Características físicas das interfaces e do meio de transmissão.** Define as características da interface entre os dispositivos e o meio de transmissão e também define o tipo de meio de transmissão.
- II. **Representação de bits.** Os bits são formados por um fluxo de bits (sequência de 0s ou 1s) sem nenhuma interpretação. Para serem transmitidos, os bits devem ser codificados em sinais (elétricos ou ópticos). A camada define o tipo de codificação (como os 0s e 1s são convertidos em sinais).

Modelo de Referência OSI

Camada Física

- III. **Taxa de dados.** o número de bits enviados a cada segundo também é definido na camada física, ou seja, a camada estabelece a duração de um bit, que é o tempo que ele perdura.
- IV. **Sincronização de bits.** O emissor e o receptor não apenas têm de usar a mesma taxa de transmissão de bits como também devem estar sincronizados em nível de bit, ou seja, os *clocks* do emissor e do receptor devem estar sincronizados.

Modelo de Referência OSI

Camada Física

- V. Configuração da linha.** É responsável pela conexão dos dispositivos com o meio físico. Em uma configuração ponto a ponto, dois dispositivos são conectados através de um *link* dedicado. Em uma configuração multiponto, um *link* é compartilhado entre vários dispositivos.

- VI. Topologia física.** Define como os dispositivos estão conectados de modo a formar uma rede. Os dispositivos podem ser conectados usando-se uma topologia de malha, estrela, de anel ou uma topologia híbrida.

Modelo de Referência OSI

Camada Física

VII. Modo de transmissão. A camada física também define o sentido das transmissões entre os dois dispositivos: *simplex*, *half-duplex* ou *full-duplex*.

O modo ***simplex*** é uma comunicação de dados em mão única.

No modo ***half-duplex***, os dois dispositivos podem enviar e receber, mas não ao mesmo tempo.

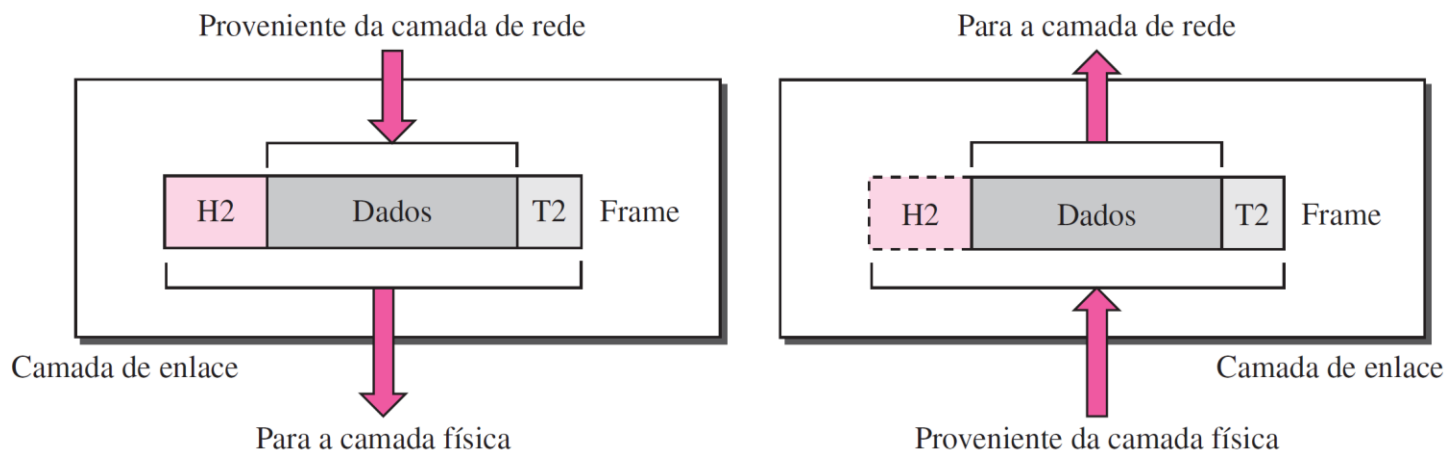
No modo ***full-duplex*** (ou simplesmente duplex), os dois dispositivos podem enviar e receber ao mesmo tempo.

Modelo de Referência OSI

Camada Enlace de Dados

A principal tarefa da camada de enlace de dados é transformar um canal de transmissão normal em uma linha que pareça livre de erros de transmissão.

Outra questão que surge na camada de enlace de dados e algumas camadas superiores é o **controle de fluxo** (impedir que um transmissor rápido envie uma quantidade excessiva de dados a um receptor lento).



Modelo de Referência OSI

Camada Enlace de Dados

Outras responsabilidades da camada de enlace de dados são as seguintes:

- I. **Empacotamento.** A camada de enlace de dados divide o fluxo de bits recebidos da camada de rede em unidades de dados gerenciáveis denominados frames.
- II. **Endereçamento físico.** Se os frames forem distribuídos em sistemas diferentes na rede, a camada de enlace de dados acrescenta um cabeçalho ao frame para definir o emissor e/ou receptor do frame. Se este for destinado a um sistema fora da rede do emissor, o endereço do receptor é o do dispositivo que conecta a rede à próxima.

Modelo de Referência OSI

Camada Enlace de Dados

- III. **Controle de fluxo.** Se a velocidade na qual os dados são recebidos pelo receptor for menor que a velocidade na qual os dados são transmitidos pelo emissor, a camada de enlace de dados impõe um mecanismo de controle de fluxo para impedir que o receptor fique sobrecarregado.
- IV. **Controle de erros.** A camada de enlace de dados acrescenta confiabilidade à camada física adicionando mecanismos para detectar e retransmitir frames danificados ou perdidos. Também usa mecanismos para reconhecer frames duplicados.

Modelo de Referência OSI

Camada Enlace de Dados

- V. Controle de acesso.** Quando dois ou mais dispositivos estiverem conectados ao mesmo link são necessários protocolos da camada de enlace de dados para determinar qual dispositivo assumirá o controle do *link* em dado instante.

Modelo de Referência OSI

Camada de Rede

A camada de rede **controla a operação da sub-rede.**

Uma questão fundamental de projeto é determinar a maneira como os pacotes são roteados da origem até o destino. As rotas podem se basear em:

1. tabelas estáticas, "amarradas" a rede e raramente alteradas.
2. determinação no início de cada conversação;
3. ser altamente dinâmicas, sendo determinadas para cada pacote, com o objetivo de refletir a carga atual da rede.

Modelo de Referência OSI

Camada de Rede

Responsável pela entrega de um pacote desde sua **origem** até o seu **destino**, provavelmente através de várias redes (*links*).

Se dois sistemas estiverem conectados ao mesmo link, em geral não há a necessidade de uma camada de rede.

Entretanto, se dois sistemas estiverem conectados a redes (*links*) diferentes por meio de dispositivos intermediários de conexão entre as redes (*links*), normalmente, há a necessidade da camada de rede para realizar a entrega da origem até o destino.

Modelo de Referência OSI

Camada de Rede

Outras responsabilidades da camada de rede são as seguintes:

Endereçamento lógico.

Endereçamento físico implementado na camada de enlace de dados trata do problema de endereçamento localmente.

Se um pacote ultrapassar os limites da rede, precisaremos de um outro sistema de endereçamento para ajudar a distinguir os sistemas de origem e destino.

A camada de rede adiciona um cabeçalho ao pacote proveniente da camada superior que, entre outras coisas, inclui os endereços lógicos do emissor e do receptor.

Modelo de Referência OSI

Camada de Rede

Outras responsabilidades da camada de rede são as seguintes:

Roteamento.

Quando redes ou links independentes estiverem conectados para criar *internetworks* (rede de redes) ou uma grande rede, os dispositivos de conexão (chamados roteadores ou comutadores) encaminham ou comutam os pacotes para seus destinos finais.

Uma das funções da camada de rede é fornecer esse mecanismo.

Modelo de Referência OSI

Camada de Transporte

Função básica: Aceitar dados da camada acima dela, dividi-los em unidades menores caso necessário, repassar essas unidades a camada de rede e assegurar que todos os fragmentos chegarão corretamente a outra extremidade.

Também determina que tipo de serviço deve ser fornecido a camada de sessão e, em ultima análise, aos usuários da rede.

O tipo de conexão de transporte mais popular é um canal ponto a ponto livre de erros que entrega mensagens ou *bytes* na ordem em que eles foram enviados.

Modelo de Referência OSI

Camada de Transporte

Responsável pela **entrega processo a processo** de toda a mensagem.

Processo é um programa aplicativo que está sendo executado em um host.

Embora a camada de rede supervisione a **entrega da origem ao destino** dos pacotes individuais, ela não reconhece qualquer relação entre esses pacotes. Ela trata cada um deles independentemente, como se cada trecho pertencesse a uma mensagem separada, ocorra isto ou não.

A camada de transporte garante que a mensagem chegue intacta e na sequência correta, supervisionando tanto o controle de erros como o controle de fluxo no nível origem-ao-destino

Modelo de Referência OSI

Camada de Transporte

Outras responsabilidades da camada de transporte são as seguintes:

- I. **Endereçamento do ponto de acesso ao serviço**
(*service-point addressing*).

Computadores executam vários programas ao mesmo tempo. A entrega **origem-ao-destino** significa a entrega não apenas de um computador para o seguinte, mas também de um processo específico (programa em execução) em um computador para um processo específico (programa em execução) no outro.

Modelo de Referência OSI

Camada de Transporte

II. Segmentação e remontagem.

Uma mensagem é dividida em segmentos transmissíveis, com cada segmento contendo um número de sequência. Esses números permitem à camada de transporte remontar a mensagem corretamente após a chegada no destino e identificar e substituir pacotes que foram perdidos na transmissão.

Modelo de Referência OSI

Camada de Transporte

III. Controle da conexão.

A camada de transporte pode ser tanto orientada à conexão como não.

Não orientada à conexão trata cada segmento como um pacote independente e o entrega à camada de transporte na máquina de destino.

orientada à conexão estabelece em primeiro lugar uma conexão com a camada de transporte na máquina de destino antes de iniciar a entrega dos pacotes. Após todos os dados serem transferidos a conexão é encerrada.

Modelo de Referência OSI

Camada de Transporte

- IV. Controle de fluxo.** Assim como a camada de enlace de dados, a camada de transporte é responsável pelo controle de fluxo. Entretanto, o controle de fluxo nessa camada é realizado de uma extremidade à outra e não apenas em um único link.
- V. Controle de erros.** Assim como a camada de enlace de dados, a camada de transporte é responsável pelo controle de erros. O controle de erros nessa camada é realizado processo-a-processo e não apenas em um único link. Normalmente, a correção de erros é conseguida por meio de retransmissão

Modelo de Referência OSI

Camada de Sessão

A camada de sessão permite que os usuários de diferentes máquinas estabeleçam sessões entre eles.

Uma sessão oferece diversos serviços, como:

- a) o gerenciamento de *tokens* (impedindo que duas partes tentem executar a mesma operação crítica ao mesmo tempo) ;
- b) sincronização (realizando a verificação periódica de transmissões longas para permitir que elas continuem a partir do ponto em que estavam ao ocorrer uma falha).

Modelo de Referência OSI

Camada de Sessão

Os serviços providos pelas três primeiras camadas (física, enlace e rede) não são suficientes para alguns processos.

A **camada de sessão** é o controlador de diálogo da rede. Ela estabelece, mantém e sincroniza a interação entre sistemas que se comunicam entre si.

A camada de sessão é responsável pelo controle de diálogo e sincronização.

Modelo de Referência OSI

Camada de Sessão

Entre as responsabilidades específicas da camada de sessão, temos as seguintes:

- a) **Controle de diálogo.** Possibilita a dois sistemas estabelecerem um diálogo. Permite que a comunicação entre dois processos ocorra em modo *half-duplex* ou *full-duplex*;
- b) **Sincronização.** Permite que um processo adicione pontos de verificação, ou pontos de sincronização, a um fluxo de dados.

Modelo de Referência OSI

Camada de Apresentação

A camada de apresentação esta relacionada a sintaxe e a semântica das informações transmitidas.

A camada de apresentação é responsável pela entrega e formatação da informação para a camada de aplicação para posterior processamento ou apresentação.

A camada de apresentação é responsável pela tradução, compressão e criptografia

Modelo de Referência OSI

Camada de Apresentação

Entre as responsabilidades específicas da camada de apresentação, temos as seguintes:

- a) **Tradução.** Normalmente, processos (programas em execução) em dois sistemas em geral trocam informações na forma de *strings*, números e assim por diante. As informações têm de ser convertidas em fluxos de bits antes de serem transmitidas.
- b) **Compressão.** Reduz o número de bits contidos nas informações e torna-se particularmente importante na transmissão de conteúdos multimídia, como texto, áudio e vídeo.

Modelo de Referência OSI

Camada de Aplicação

A **camada de aplicação** contém uma série de protocolos comumente necessários para os usuários.

Um protocolo de aplicação amplamente utilizado é o HTTP (*HyperText Transfer Protocol*), que constitui a base para a *World Wide Web*.

Quando um navegador deseja uma página da Web, ele envia o nome da página desejada ao servidor, utilizando o HTTP. Então, o servidor transmite a página de volta.

Modelo de Referência OSI

Camada de Aplicação

A **camada de aplicação** habilita o usuário, seja ele humano ou *software*, a acessar a rede. Fornece interface com o usuário e suporte a serviços, como e-mail, acesso e transferência de arquivos remotos, gerenciamento de bancos de dados compartilhados e outros tipos de serviços de informação distribuídos.

A **camada de aplicação** é responsável por prover serviços ao usuário.

Modelo de Referência OSI

Camada de Aplicação

Entre os serviços específicos da camada de aplicação, temos os seguintes:

I. Terminal de rede virtual.

É uma versão em *software* de um terminal físico (real) e que permite a um usuário fazer o *logon* em um *host* remoto. Cria uma emulação (via *software*) de um terminal do *host* remoto.

O *host* remoto acha que está se comunicando com um de seus próprios terminais locais e permite ao usuário efetuar o *logon*.

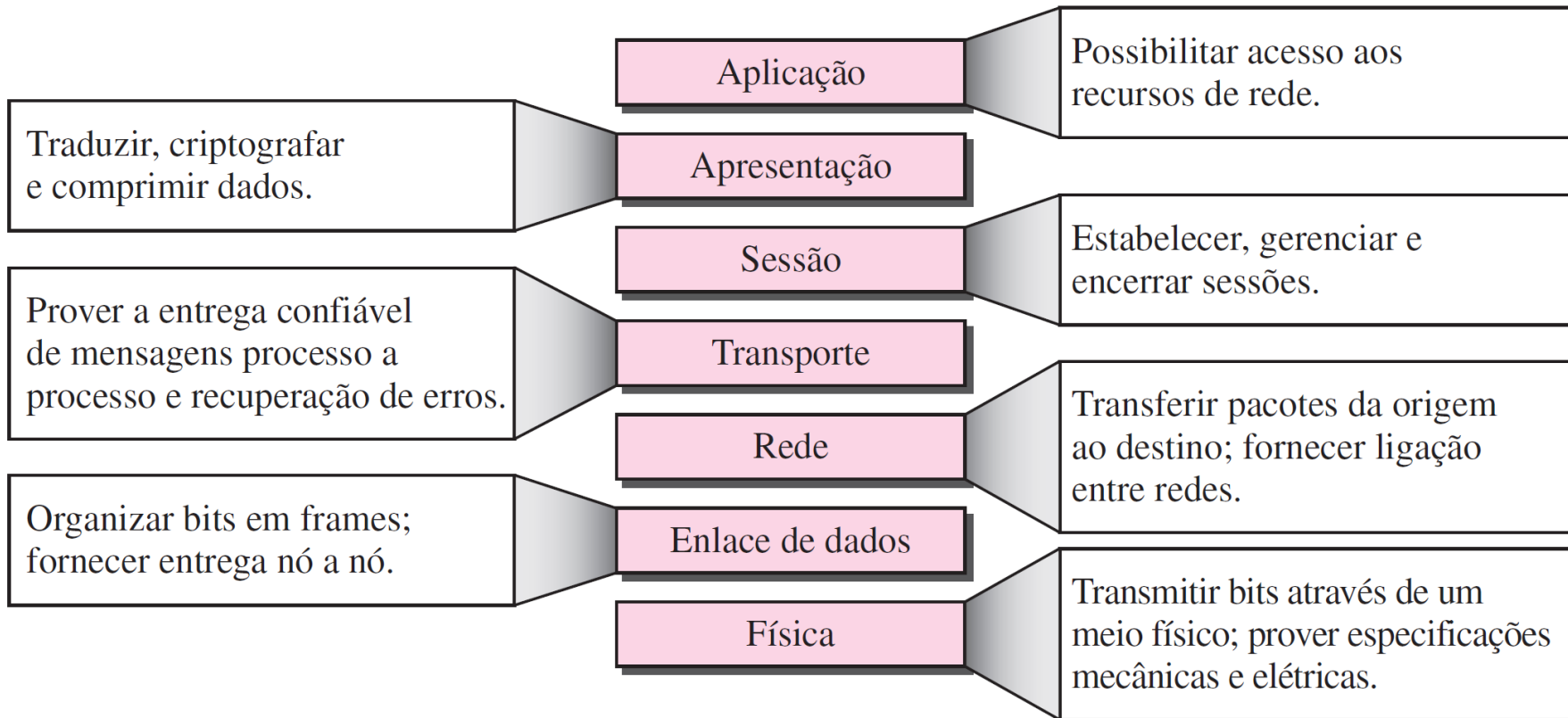
Modelo de Referência OSI

Camada de Aplicação

- II. Transferência, acesso e gerenciamento de arquivos.** Permite a um usuário acessar arquivos em um *host* remoto (alterar/ ler dados), recuperar arquivos para uso em um computador local e gerenciar ou controlar localmente arquivos que se encontrem em um computador remoto.
- III. Serviços de correio eletrônico.** Fornece a base para o encaminhamento e armazenamento de e-mails.
- IV. Serviços de diretório.** Fornece fontes de bancos de dados distribuídos e acesso a informações globais sobre vários itens e serviços.

Modelo de Referência OSI

Camadas



Referências

TANENBAUM, Andrew. S; Wetherall, David. **Redes de Computadores**. 5.ed. Traduzido por Daniel Vieira. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. Tradução de: Computer networks.

FIM

Básica:

- 1 STALLINGS, William, Data and computer communications – Prentice Hall – 1997.
- 2 KUROSE, James F., Redes de computadores e a internet. Ed. São Paulo, 2006.
- 3 TANENBAUM, André S., rede de Computadores, Ed. Campos, 2003.

Complementar:

- 4 SOUZA, Lindeberg Barros, Redes de Computadores: Dados, Voz, Imagem, Ed. Érica, 2005.
- 5 SOARES, Luiz Fernando Gomes, Rede de Computadores: Das redes LANs, MANs e WANs Redes ATM – Ed. Campos, 1995
- 6 SOARES, Neto Vicente. Telecomunicação – Redes de alta velocidade – Ed. Érica, 2005.