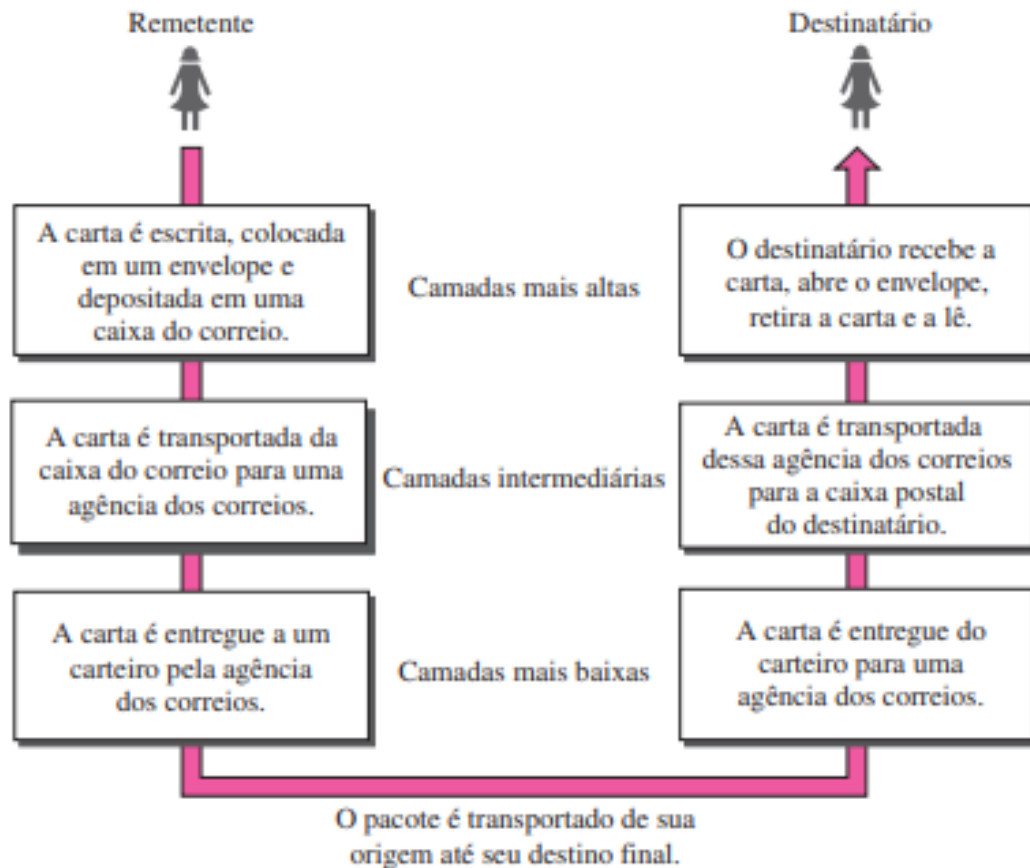


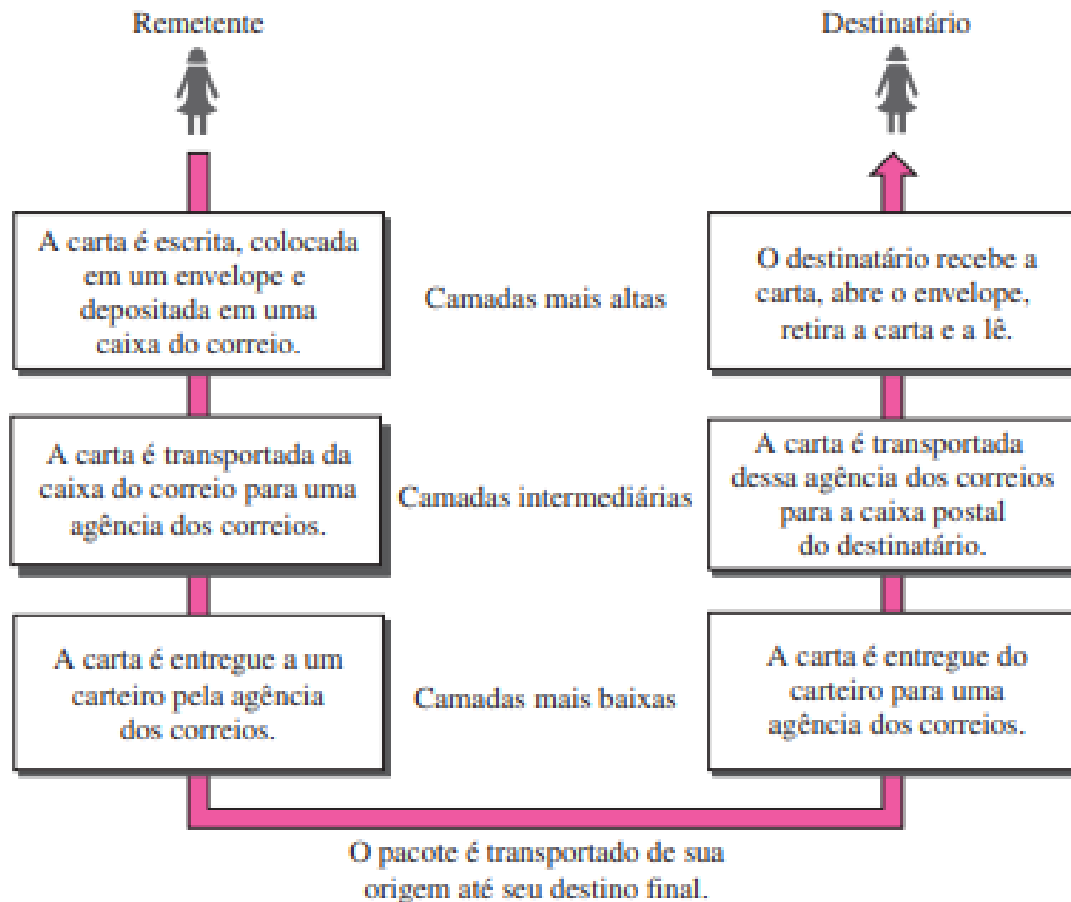
# **Modelo OSI e Arquitetura TCP/IP**

# Tarefas distribuídas em camadas



- Usamos o conceito de camadas em nosso dia-a-dia.
- 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 dos correios.
- Na Figura, temos
  - um **emissor** (remetente),
  - um **receptor** (destinatário) e
  - um **transportador** (carteiro) que leva a carta.
- Existe uma hierarquia de tarefas.

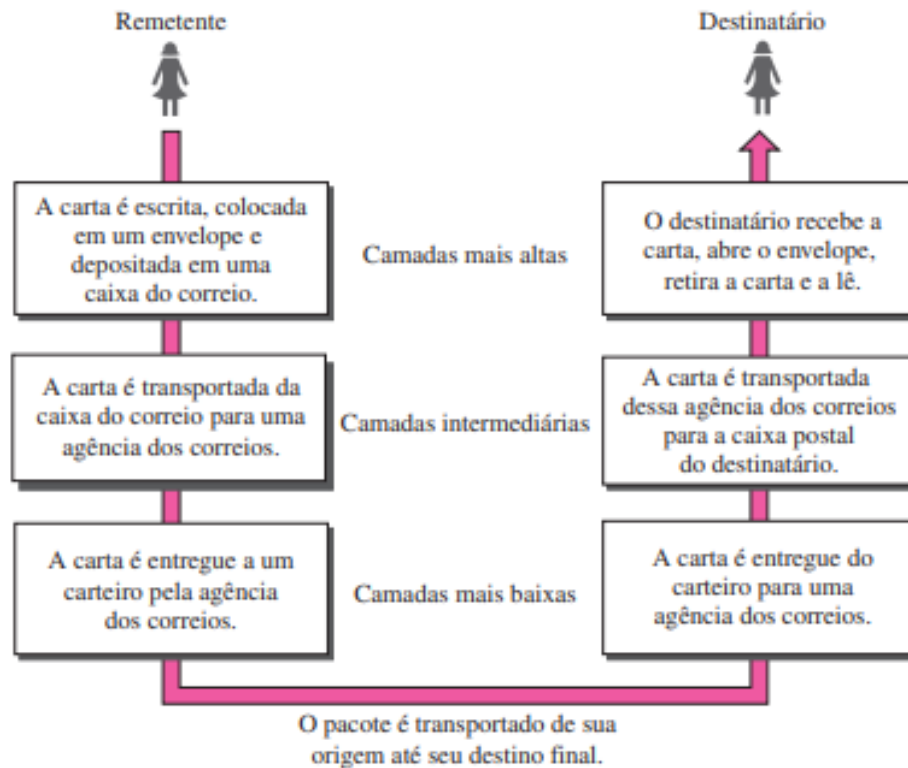
# Tarefas distribuídas em camadas



## 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.

# Tarefas distribuídas em camadas



## 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.

## 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.

# Tarefas distribuídas em camadas

## Hierarquia

- De acordo com nossa análise, existem três atividades distintas no lado do remetente e outras três atividades no lado do destinatário.
- A tarefa de transportar a carta do remetente para o destinatário é realizada pelo transportador. Algo que não é óbvio à primeira vista é que as tarefas devem ser realizadas na sequência correta determinada pela hierarquia.
- No lado do remetente, a carta deve ser escrita e colocada em uma caixa de correio antes de ser coletada pelo transportador e entregue a uma agência dos correios.
- No lado do destinatário, a carta deve ser colocada na caixa postal do destinatário antes de poder ser pega e lida por este.

# Tarefas distribuídas em camadas

## Hierarquia

- Cada camada no lado do remetente usa os serviços da camada que se encontra imediatamente abaixo dela.
  - O remetente na camada mais alta utiliza os serviços da camada intermediária.
  - A camada intermediária usa os serviços da camada mais baixa.
  - A camada mais baixa utiliza os serviços do transportador.
- 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 System Interconnection*).
- Acreditava-se 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 nunca foi totalmente implementado.

# O Modelo OSI

- Um padrão ISO que cobre todos os aspectos das comunicações de dados em redes é o modelo **OSI**.
- Ele foi introduzido inicialmente no final da década de 1970. Um sistema aberto é um conjunto de protocolos que permite que dois sistemas diferentes se comuniquem independentemente de suas arquiteturas subjacentes.
- 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.

ISO é a organização. OSI é o modelo.

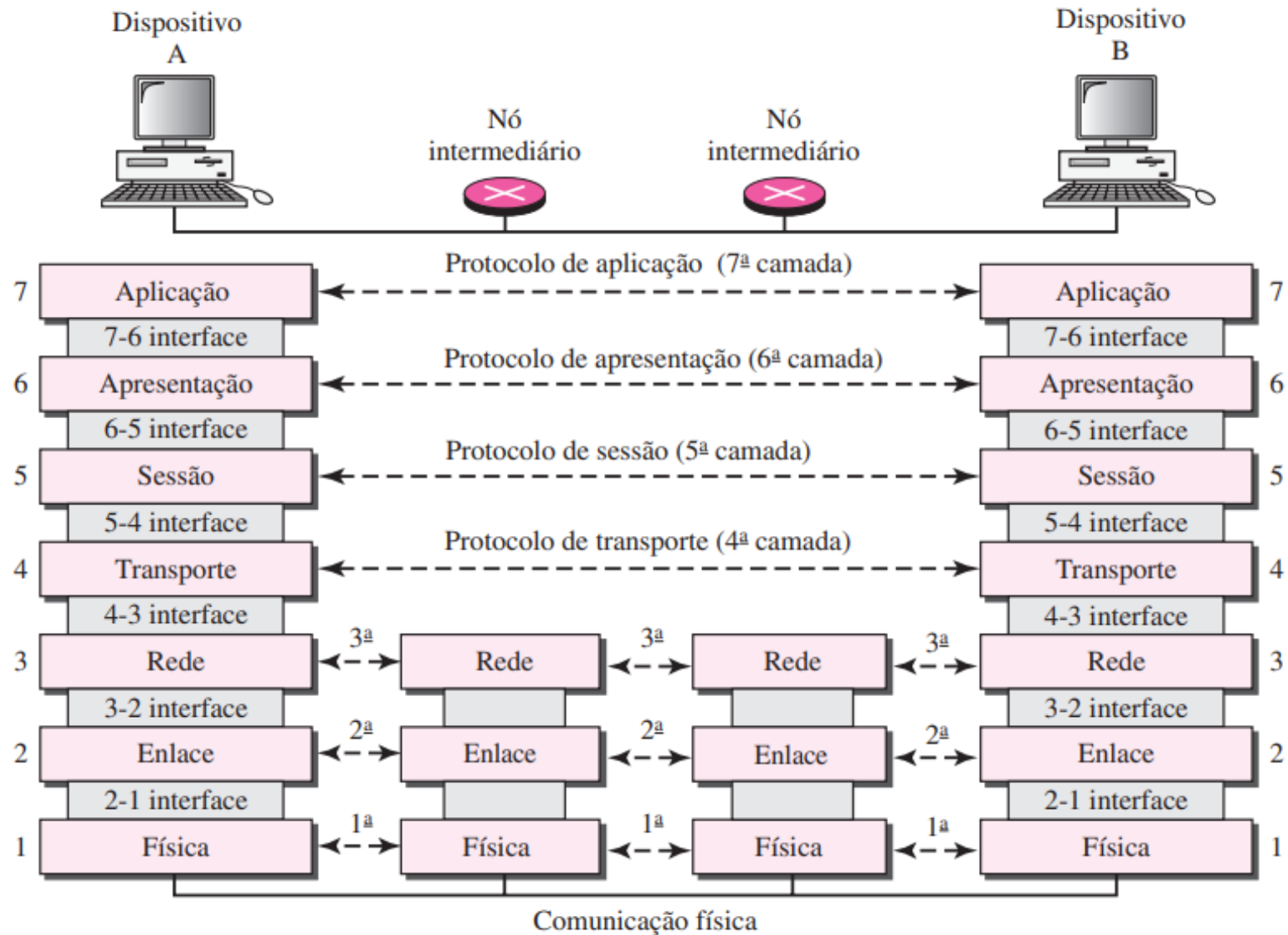
# O Modelo OSI



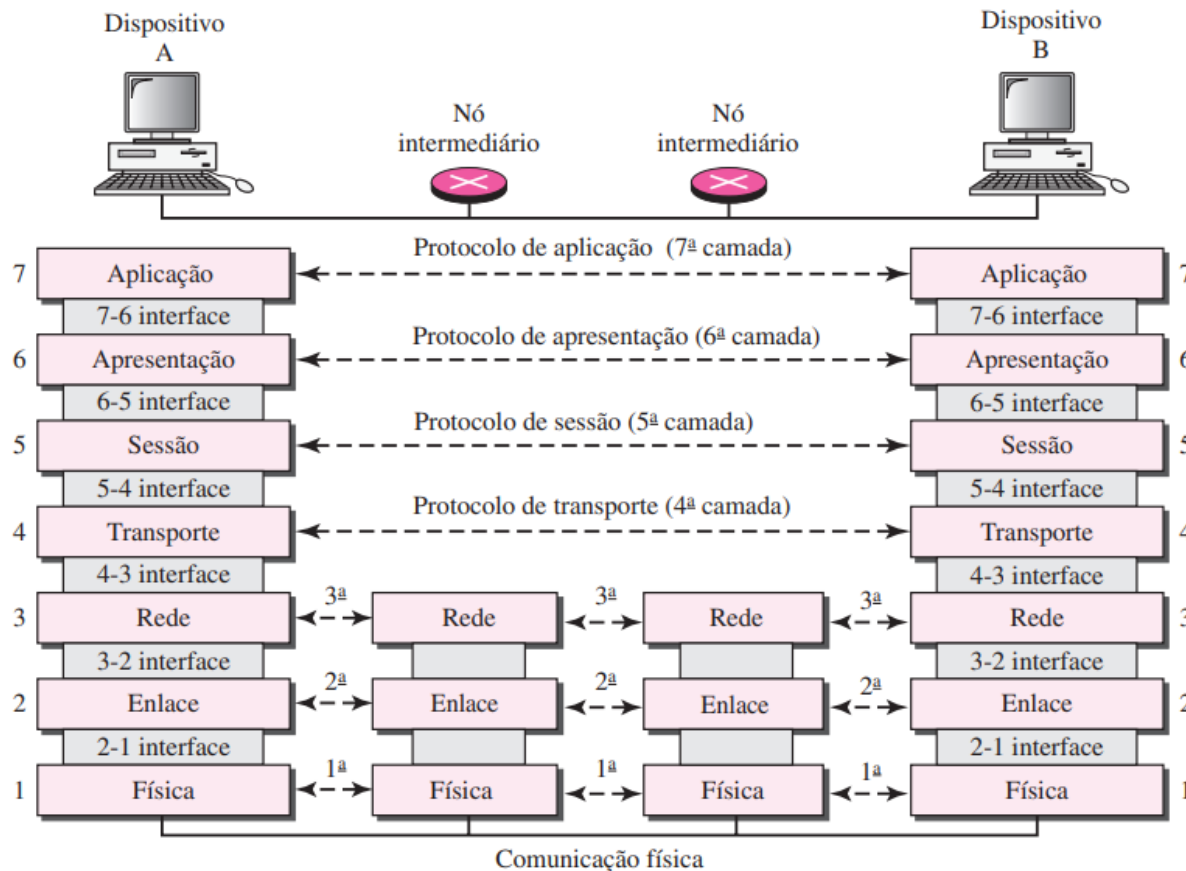
- O modelo OSI é uma estrutura em camadas para o projeto de sistemas de redes que permitem a comunicação entre todos os tipos de sistemas de computadores.
- Ele é formado por **sete** camadas distintas, porém relacionadas entre si, cada uma das quais definindo uma parte do processo de transferência de informações através de uma rede.
- Compreender os fundamentos do modelo OSI fornece uma base sólida para explorar outros conceitos de comunicações de dados.



# O Modelo OSI

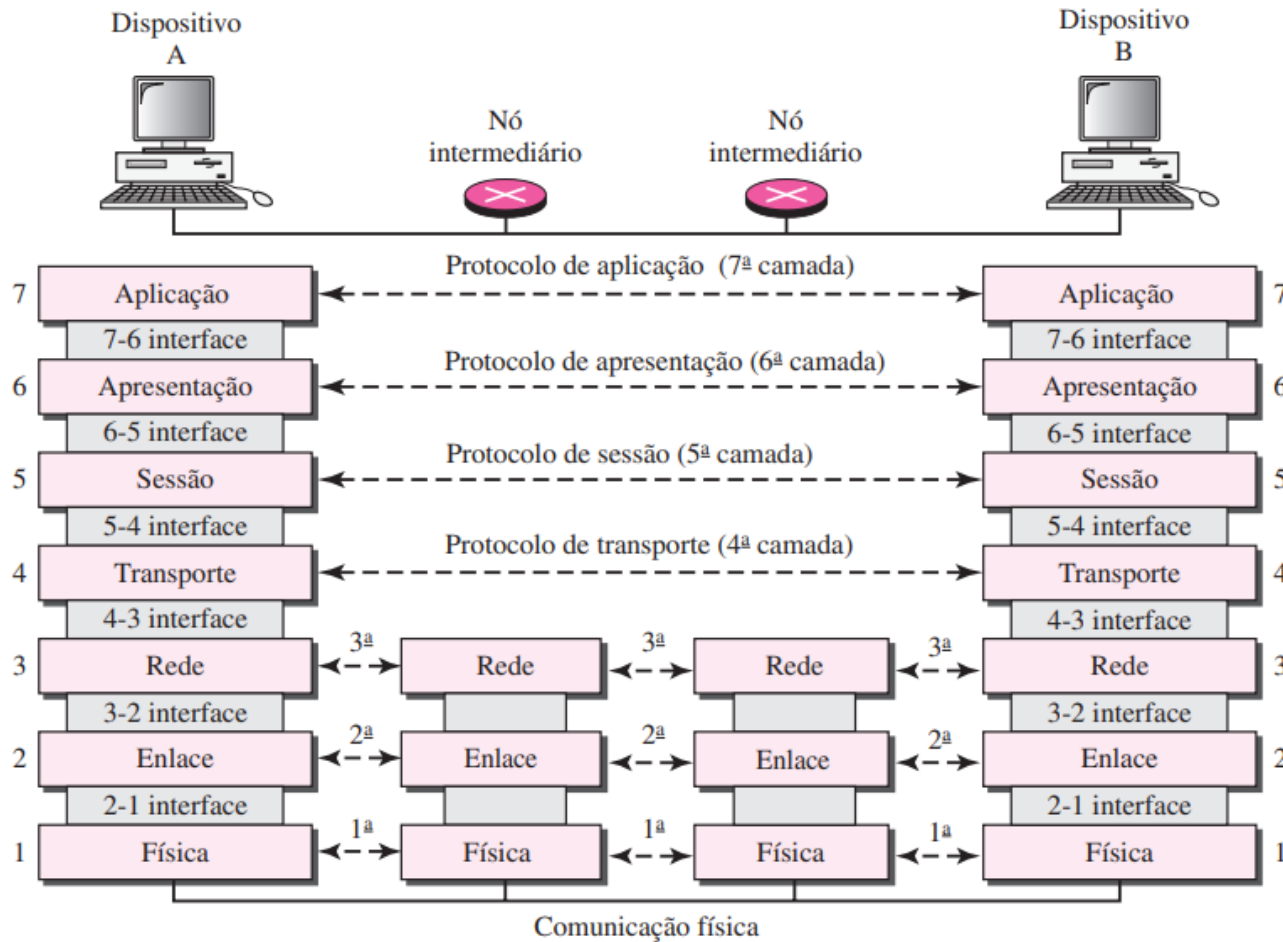


# O Modelo OSI



- Dentro de uma máquina individual, cada camada requisita os serviços da camada imediatamente inferior a ela.
- Por exemplo, a camada 3 usa os serviços fornecidos pela camada 2 e fornece serviços à camada 4.
- Entre máquinas, a camada x em uma máquina se comunica com a camada x da outra máquina.
- Essa comunicação é orientada por uma série de regras e convenções estabelecidas, chamadas protocolos.
- Os processos em cada máquina que se comunicam em uma determinada camada são denominados processos **P2P** (peer-to-peer).
- A comunicação entre máquinas é, portanto, um processo P2P usando os protocolos apropriados de uma determinada camada.

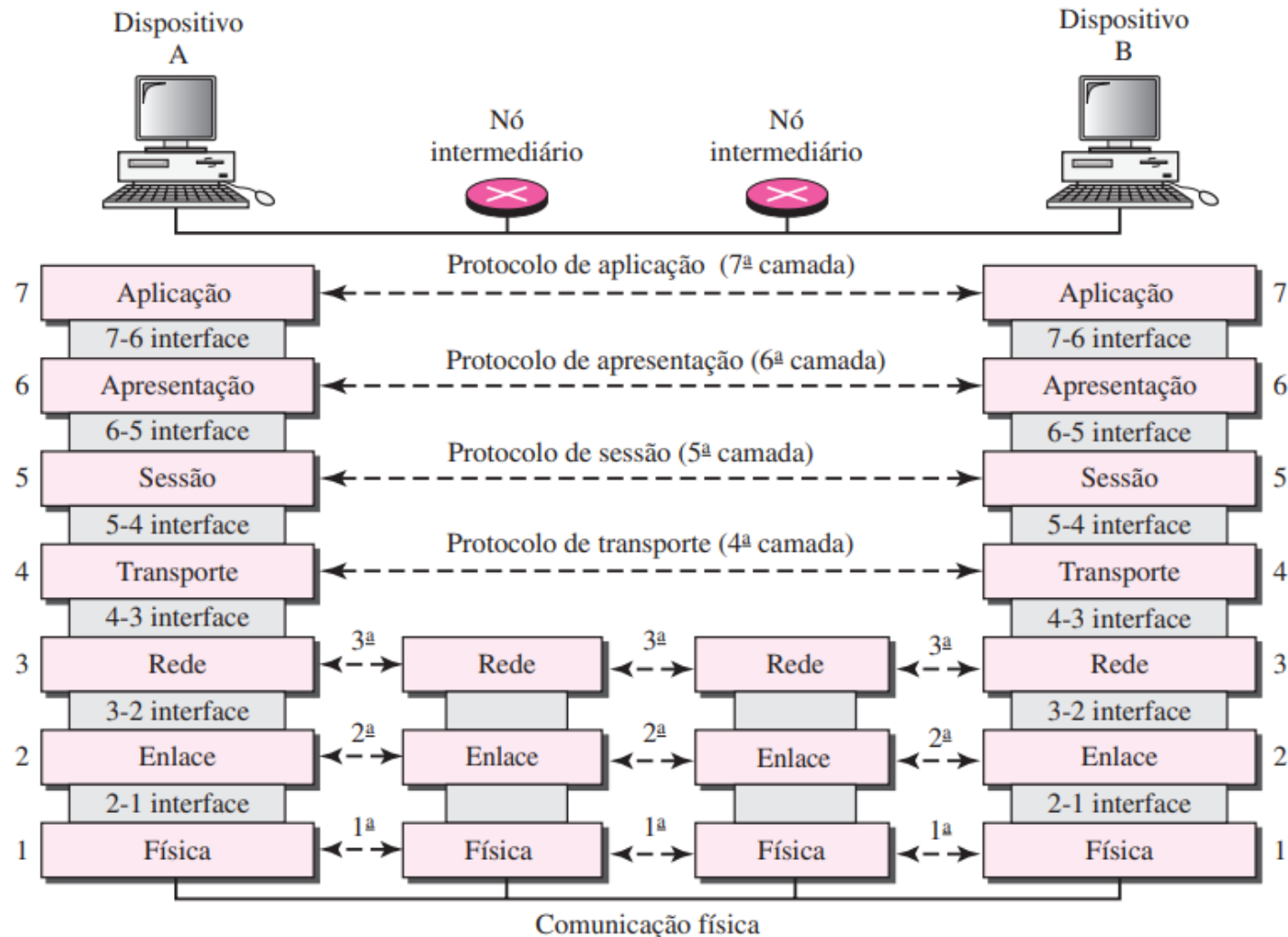
# O Modelo OSI



## Organização das Camadas

- As sete camadas podem ser imaginadas como pertencentes a três subgrupos.
- As camadas 1, 2 e 3 — física, enlace e rede — são as camadas de suporte à rede; elas lidam com os aspectos físicos da movimentação de dados de um dispositivo para outro (como as especificações elétricas, conexões físicas, endereçamento físico, temporização e a confiabilidade do transporte).
- As camadas 5, 6 e 7 — sessão, apresentação e aplicação — podem ser imaginadas como as camadas de suporte ao usuário; elas possibilitam a interoperabilidade entre sistemas de software não relacionados.

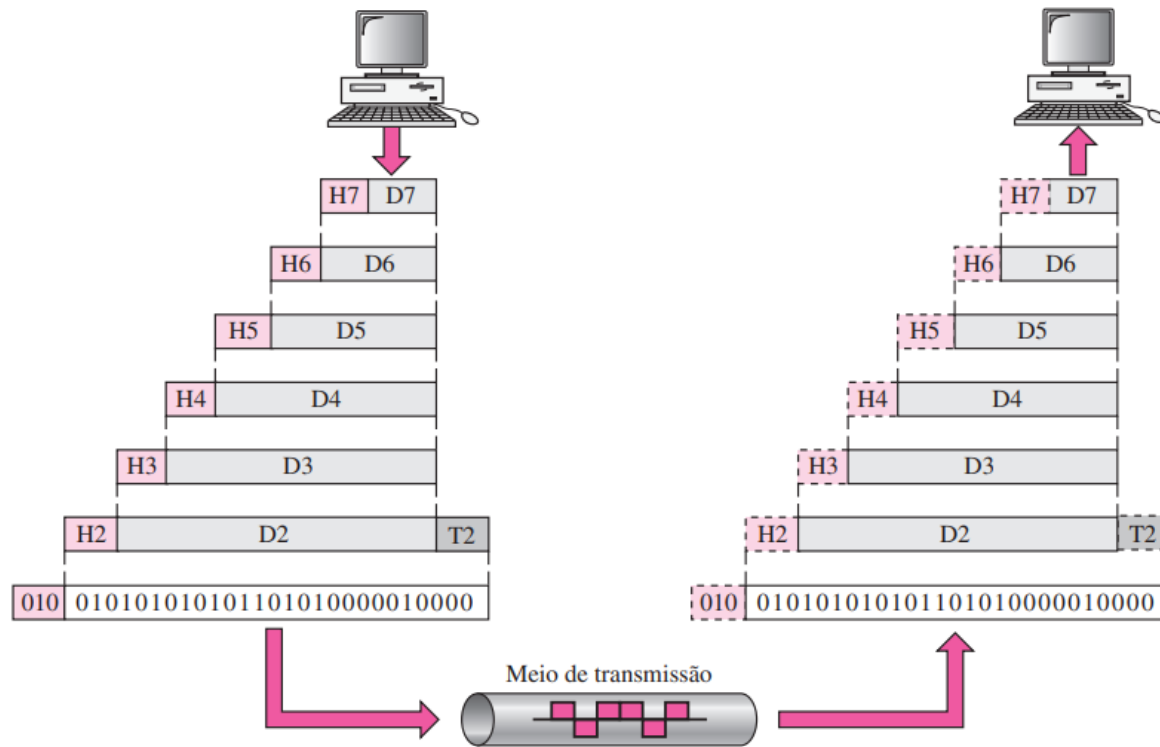
# O Modelo OSI



## Organização das Camadas

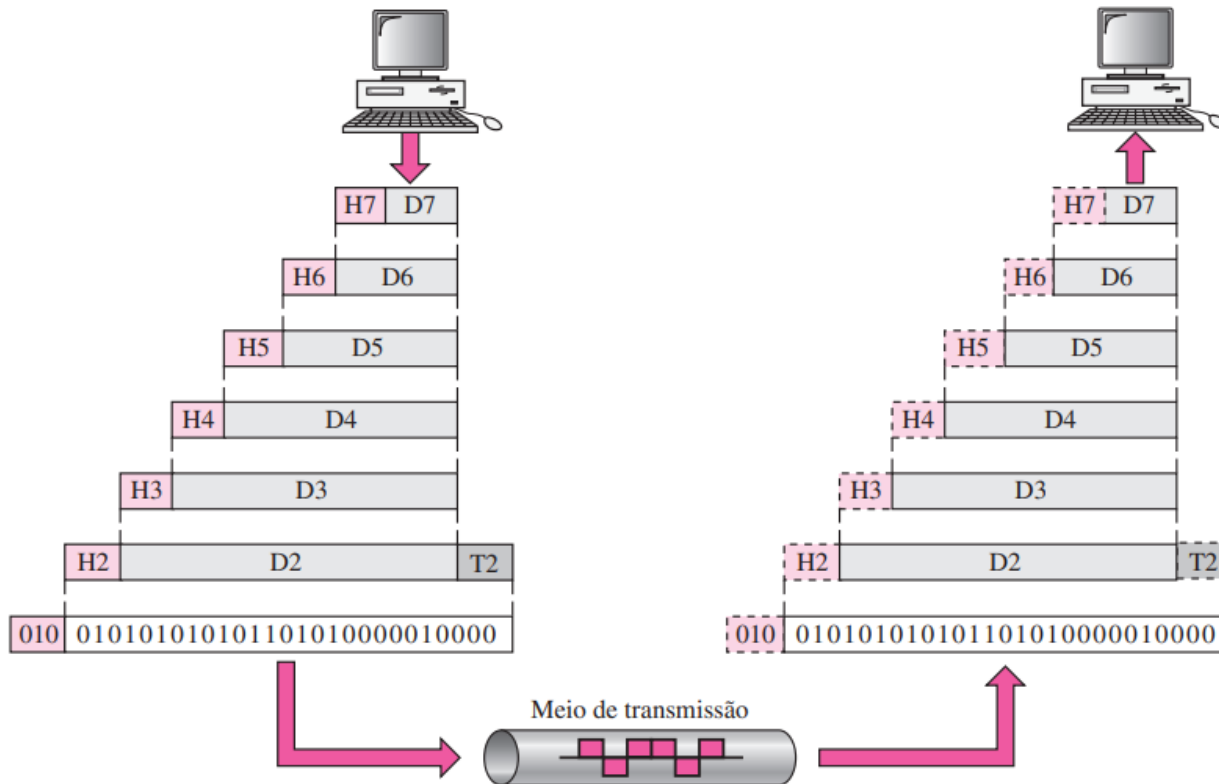
- A camada 4, camada de transporte, conecta os dois subgrupos e garante que o que as camadas inferiores transmitiram se encontra em uma forma que as camadas superiores consigam utilizar.
- As camadas OSI superiores são quase sempre implementadas via software; as camadas inferiores são uma combinação de hardware e software, exceto pela camada física que é praticamente de hardware.

# O Modelo OSI



- A Figura apresenta uma visão geral das camadas OSI, na qual D7 significa a unidade de dados na camada 7. D6 significa a unidade de dados na camada 6 e assim por diante.
- O processo se inicia na camada 7 (a camada de aplicação), em seguida se desloca de camada em camada, em uma ordem seqüencial e decrescente.
- A cada camada, um cabeçalho (header), ou possivelmente um trailer, pode ser acrescentado à unidade de dados. Comumente, o trailer é acrescentado somente na camada 2.
- Quando a unidade de dados formatada passa pela camada física (camada 1), ela é transformada em um sinal eletromagnético e transportada ao longo de um link físico.

# O Modelo OSI

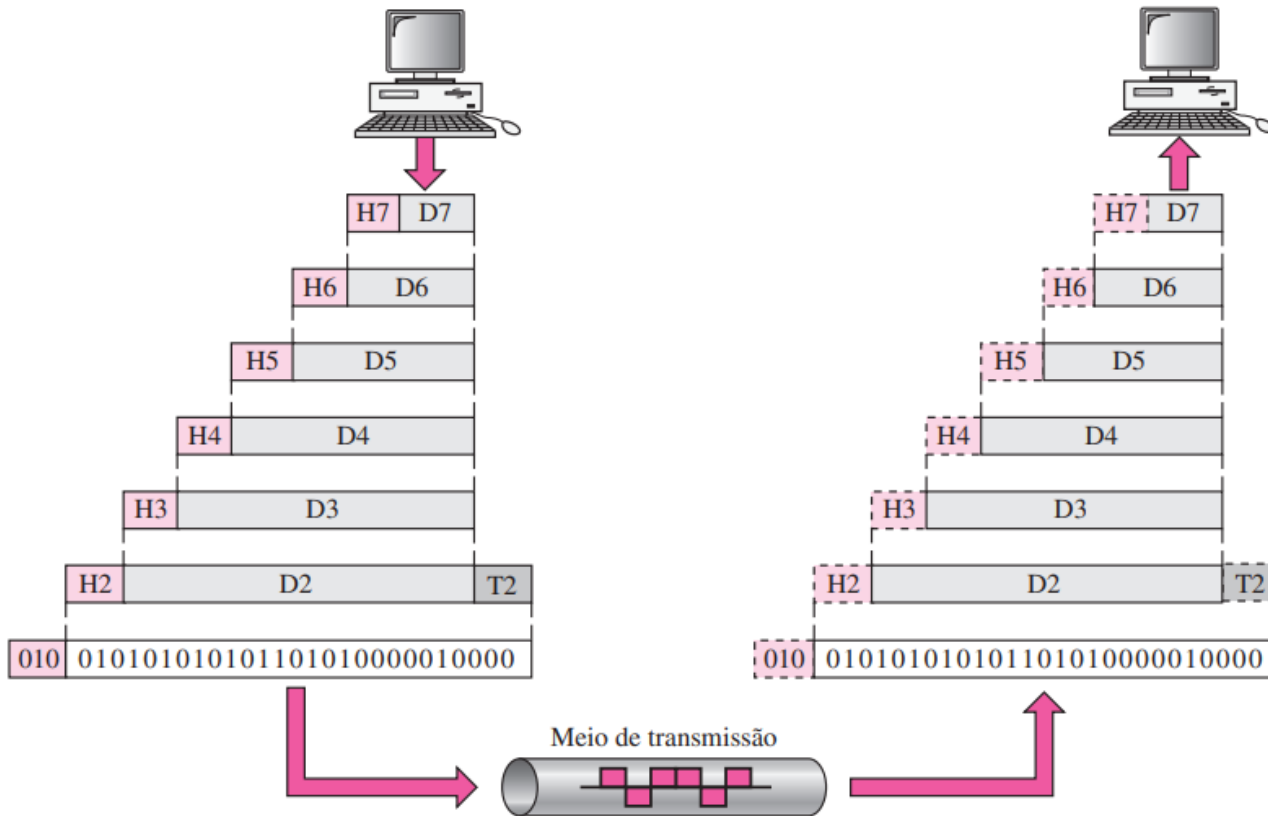


- Após atingir seu destino, o sinal passa pela camada 1 e é convertido de volta para a forma digital.
- As unidades de dados se deslocam no caminho inverso através das camadas OSI.
- À medida que cada bloco de dados atinge a camada superior seguinte, os cabeçalhos e trailers que foram anteriormente anexados na camada emissora correspondente são eliminados e ações apropriadas àquela camada são realizadas.
- Ao atingir a camada 7, a mensagem se encontra novamente na forma apropriada à aplicação e se torna disponível ao receptor

# O Modelo OSI

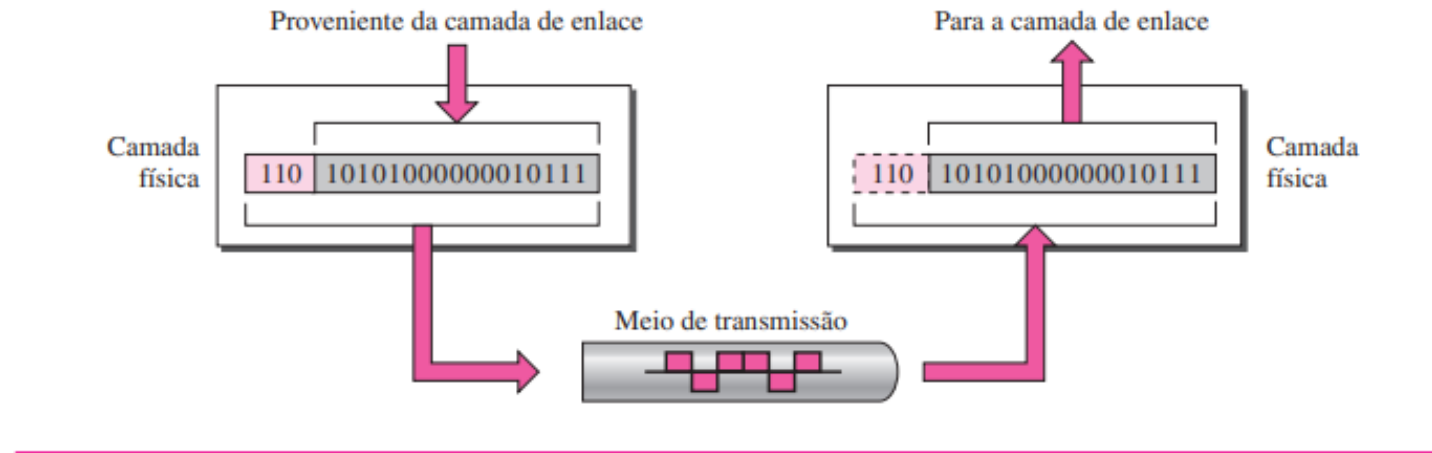
## Encapsulamento

- A Figura revela outro aspecto da comunicação de dados no modelo OSI: o encapsulamento.
- Um pacote (cabeçalho e dados) na camada 7 é encapsulado em um pacote na camada 6.
- O pacote inteiro na camada 6 é encapsulado em um pacote na camada 5 e assim por diante.
- Em outras palavras, a parte de dados de um pacote no nível  $N - 1$  transporta o pacote inteiro (dados e cabeçalho e quem sabe trailer) do nível  $N$ .
- Esse conceito é denominado encapsulamento; o nível  $N - 1$  não está ciente de que parte do pacote encapsulado é composta por dados e de que parte constitui cabeçalho ou trailer.
- Para o nível  $N - 1$ , o pacote inteiro proveniente da camada  $N$  é tratado como uma única unidade.





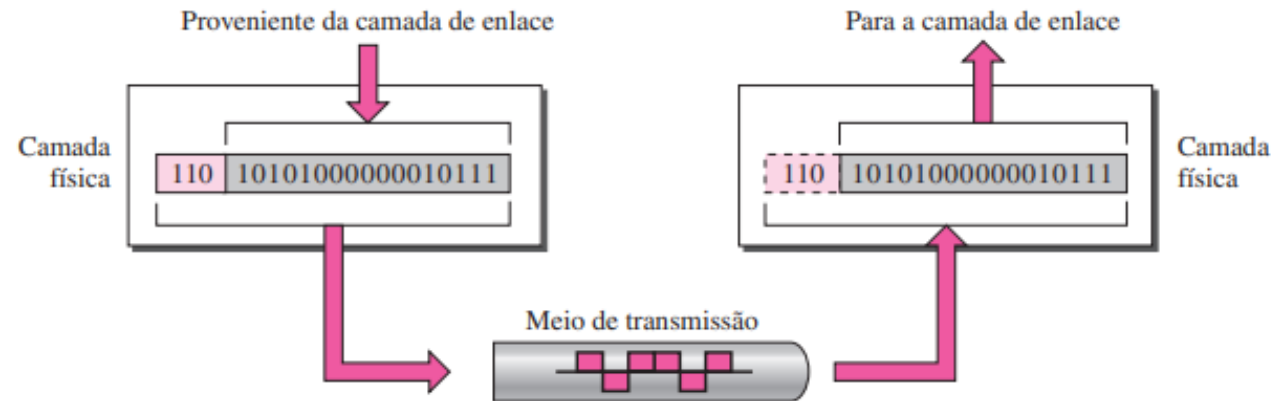
# Modelo OSI – Camada Física



- A camada física coordena as funções necessárias para transportar um fluxo de bits através de um meio físico.
- Ela trata das especificações mecânicas e elétricas da interface e do meio de transmissão.
- Ela também define os procedimentos e funções que os dispositivos físicos e interfaces têm de executar para que a transmissão seja possível.



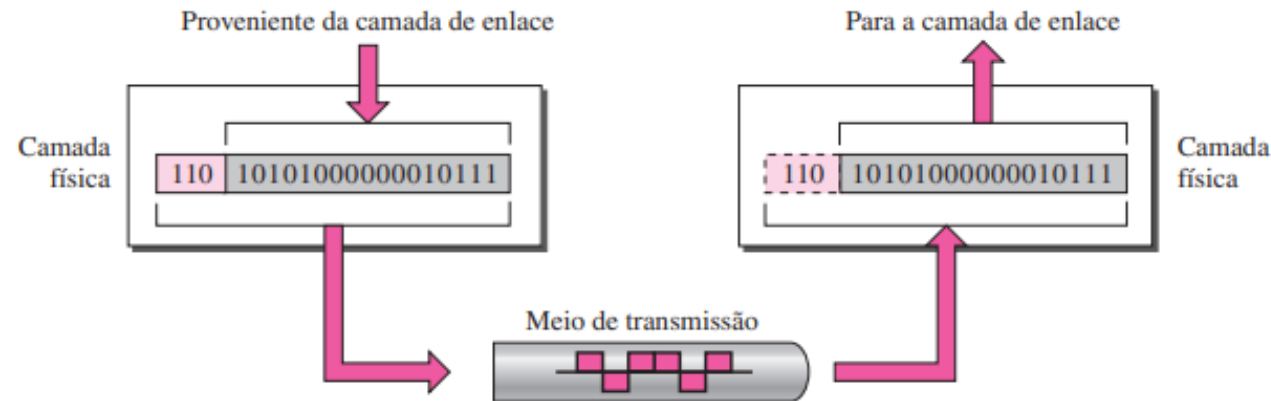
# Modelo OSI – Camada Física



**A camada física também se incumbe do seguinte:**

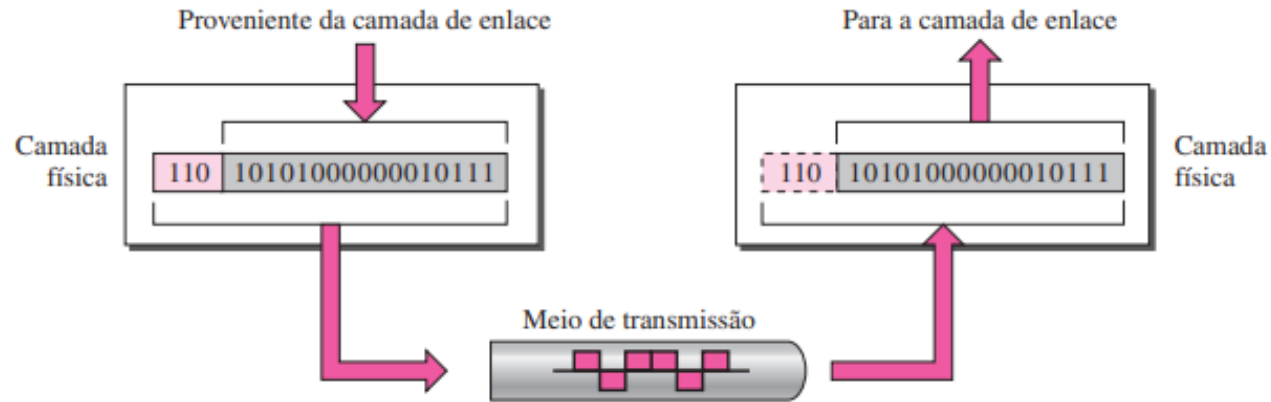
- **Características físicas.** A camada física define as características da interface entre os dispositivos e o meio de transmissão. Ela também define o tipo de meio de transmissão.
- **Representação de bits.** Os dados na camada física são formados por um fluxo de bits (sequência de 0s ou 1s) sem nenhuma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

# Modelo OSI – Camada Física



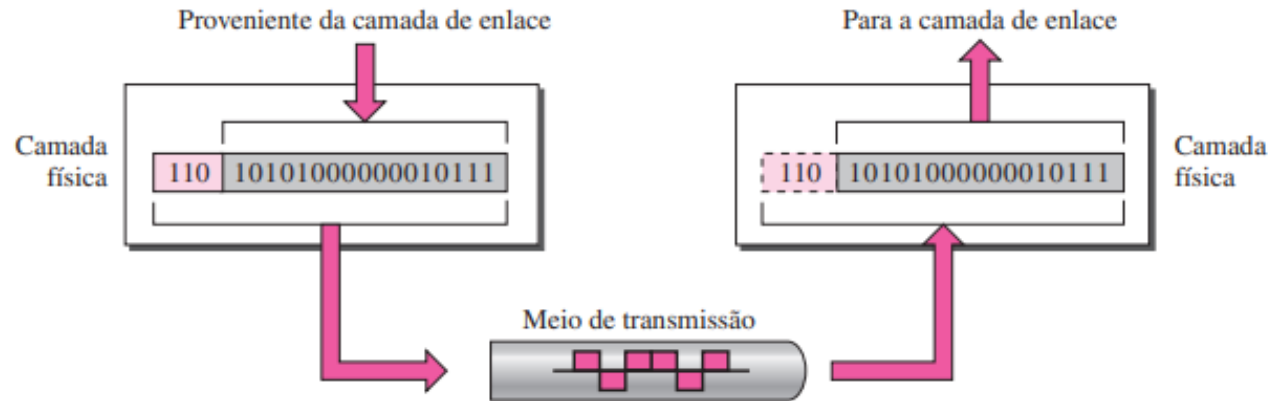
- **Taxa de dados.** A taxa de dados (número de bits enviados a cada segundo) também é definido na camada física. Em outras palavras, a camada física estabelece a duração de um bit, que é o tempo que ele perdura.
- **Sincronização de bits.** O emissor e o receptor não apenas têm de usar a mesma taxa de transmissão de bits como também devem estar sincronizados em nível de bit.

# Modelo OSI – Camada Física



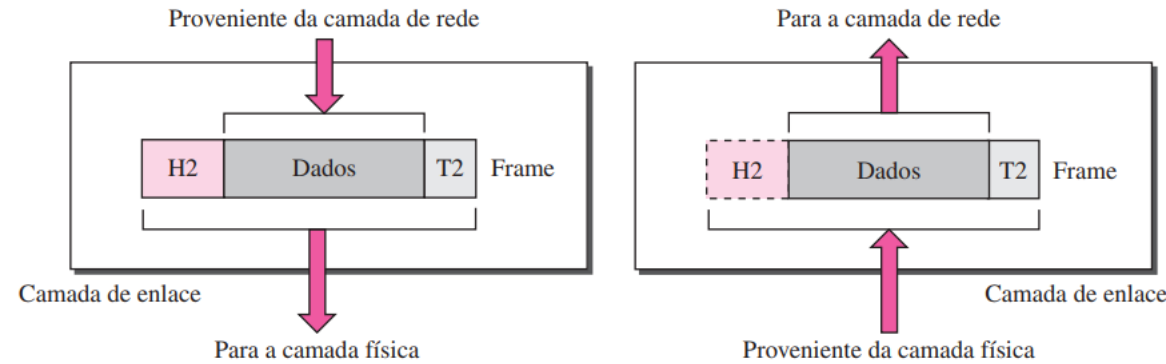
- **Configuração da linha.** A camada física é responsável pela conexão dos dispositivos com o meio físico. Em uma configuração ponto a ponto, dois dispositivos são conectados através de um link dedicado. Em uma configuração multiponto, um link é compartilhado entre vários dispositivos.
- **Topologia física.** A 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, uma topologia estrela, uma topologia de anel, uma topologia de barramento ou uma topologia híbrida.

# Modelo OSI – Camada Física



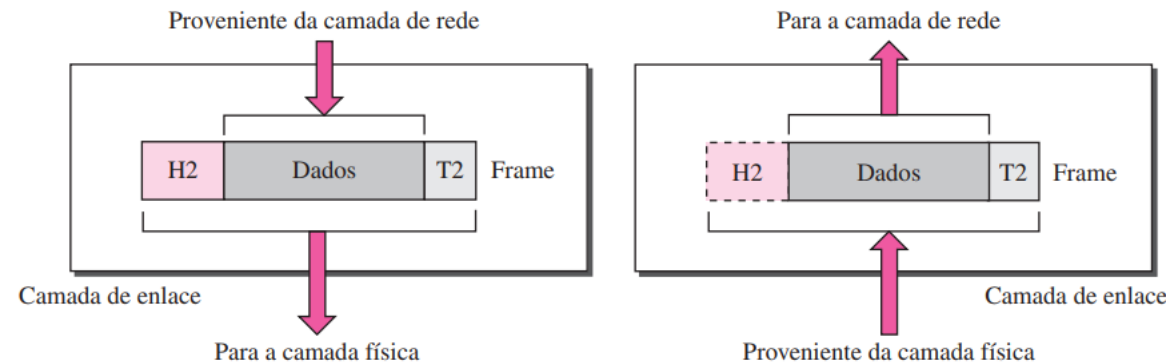
- **Modo de transmissão**. A camada física também define o sentido das transmissões entre os dois dispositivos: simplex, half-duplex ou full-duplex. No modo simplex, somente um dispositivo pode enviar dados; o outro pode apenas receber. O modo simplex é uma comunicação de dados em mão única. No modo 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 OSI – Camada de Enlace



- A camada de enlace de dados transforma a camada física, de um meio de transmissão bruto, em um link confiável.
- Ela faz que a camada física pareça livre de erros para a camada superior (a camada de rede). A Figura mostra a relação entre a camada de enlace de dados com as camadas de rede e física.

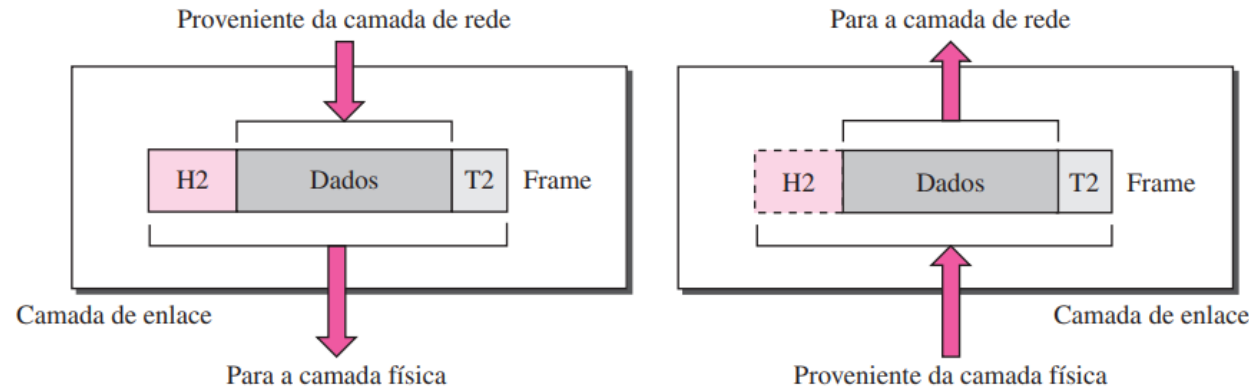
# Modelo OSI – Camada de Enlace



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

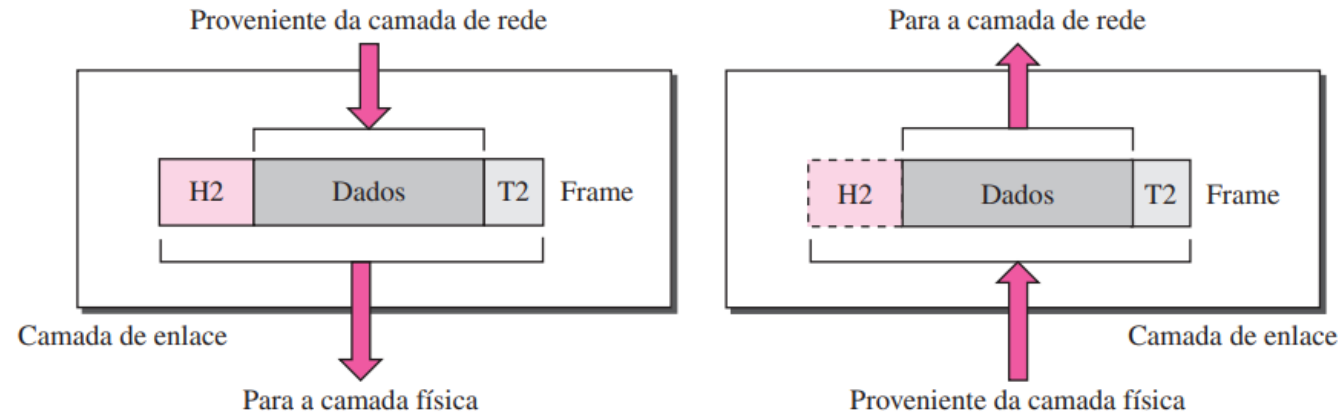
- **Empacotamento**. A camada de enlace de dados divide o fluxo de bits recebidos da camada de rede em unidades de dados gerenciáveis denominados frames.
- **Endereçamento físico**. Se os frames forem distribuídos em sistemas diferentes na rede, a camada de enlace de dados acrescenta um cabeçalho ao 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 OSI – Camada de Enlace



- **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.
- **Controle de erros**. A camada de enlace de dados acrescenta confiabilidade à camada física adicionando mecanismos para detectar e retransmitir frames danificados ou perdidos. Ela também usa mecanismos para reconhecer frames duplicados. Normalmente, o controle de erros é obtido por meio de um trailer acrescentado ao final do quadro.

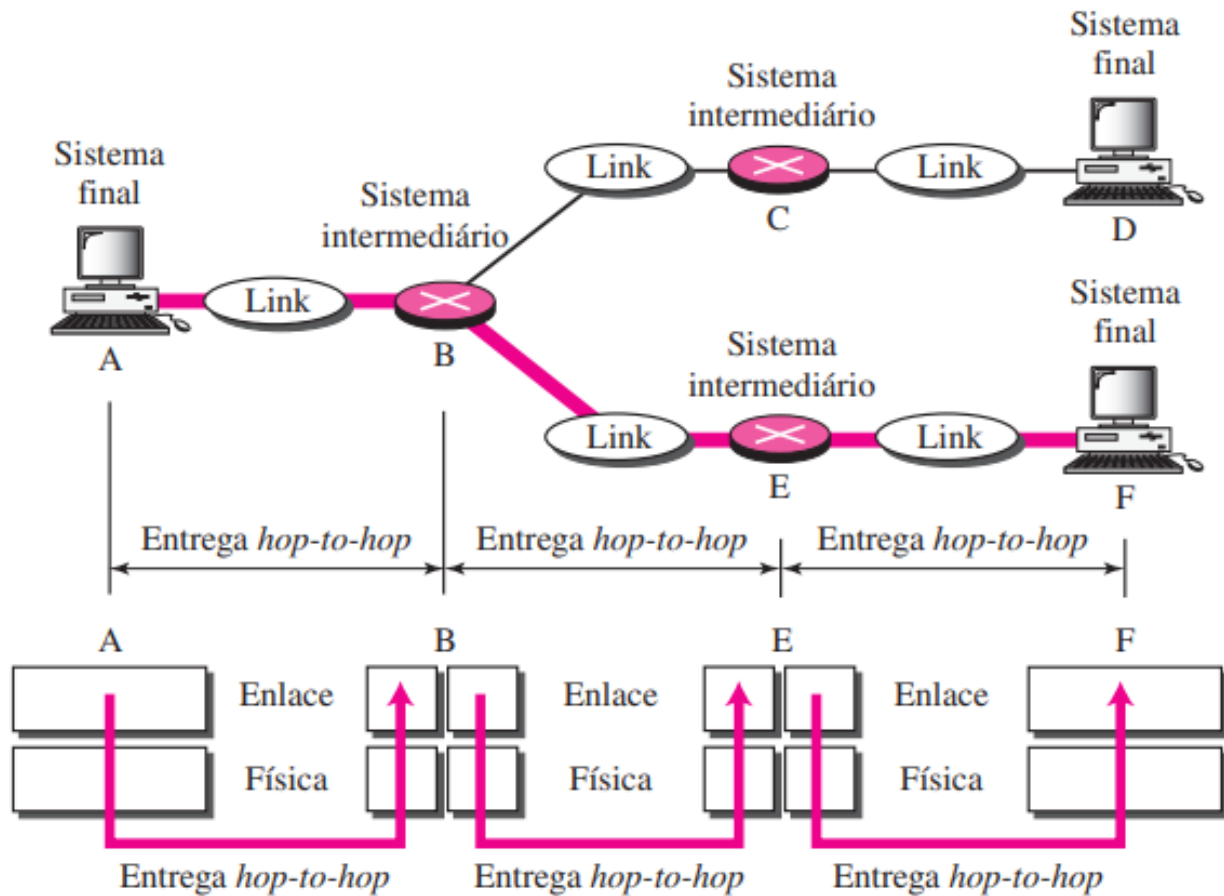
# Modelo OSI – Camada de Enlace



- **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.

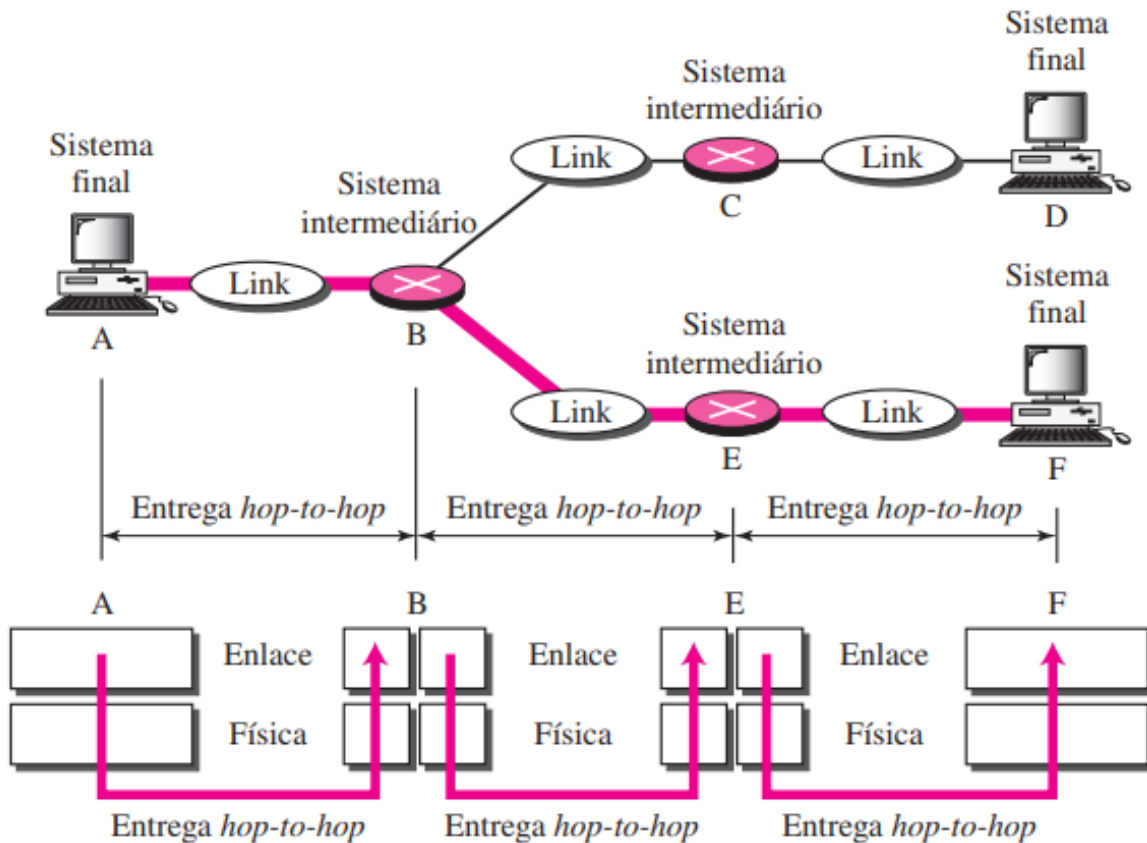


# Modelo OSI – Camada de Enlace



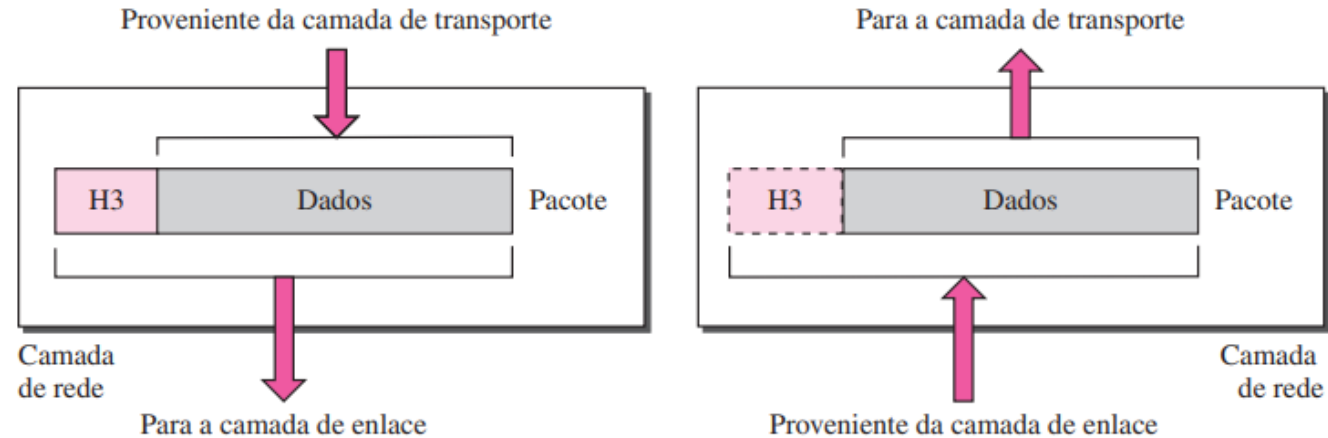
- A comunicação na camada de enlace de dados ocorre entre dois nós adjacentes. Para enviar dados de A a F, são feitas três entregas parciais.
- Primeiro, a camada de enlace de dados em A envia um frame para a camada de enlace de dados em B (um roteador).
- Segundo, a camada de enlace de dados em B envia um novo frame à camada de enlace em E.
- Finalmente, a camada de enlace em E envia um novo frame à camada de enlace em F.

# Modelo OSI – Camada de Enlace



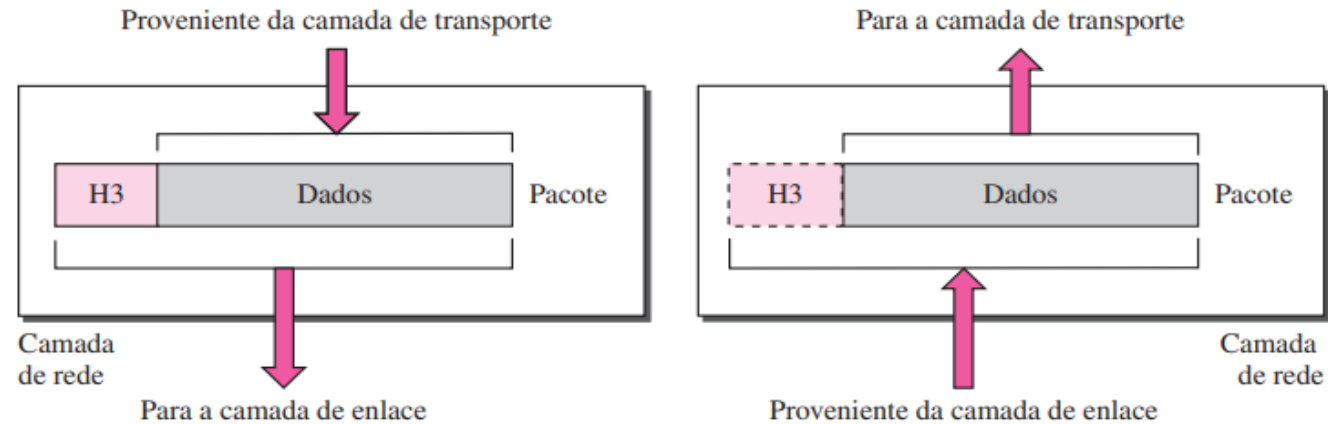
- Note que os frames transmitidos entre os três nós possuem valores diferentes em seus cabeçalhos.
- O frame que vai de A para B tem B como endereço de destino e A como endereço de origem.
- Já o frame que vai de B a E tem E como endereço de destino e B como endereço de origem.
- O frame de E a F tem F como endereço de destino e E como endereço de origem.
- Os valores dos trailers também podem ser diferentes caso a verificação de erros inclua no cálculo o cabeçalho dos frames.

# Modelo OSI – Camada de Rede



- É responsável pela entrega de um pacote desde sua origem até o seu destino. Embora a camada de enlace coordene a entrega do pacote entre dois sistemas na mesma rede, a camada de rede garante que cada pacote seja transmitido de seu ponto de origem até seu destino final.
- 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.

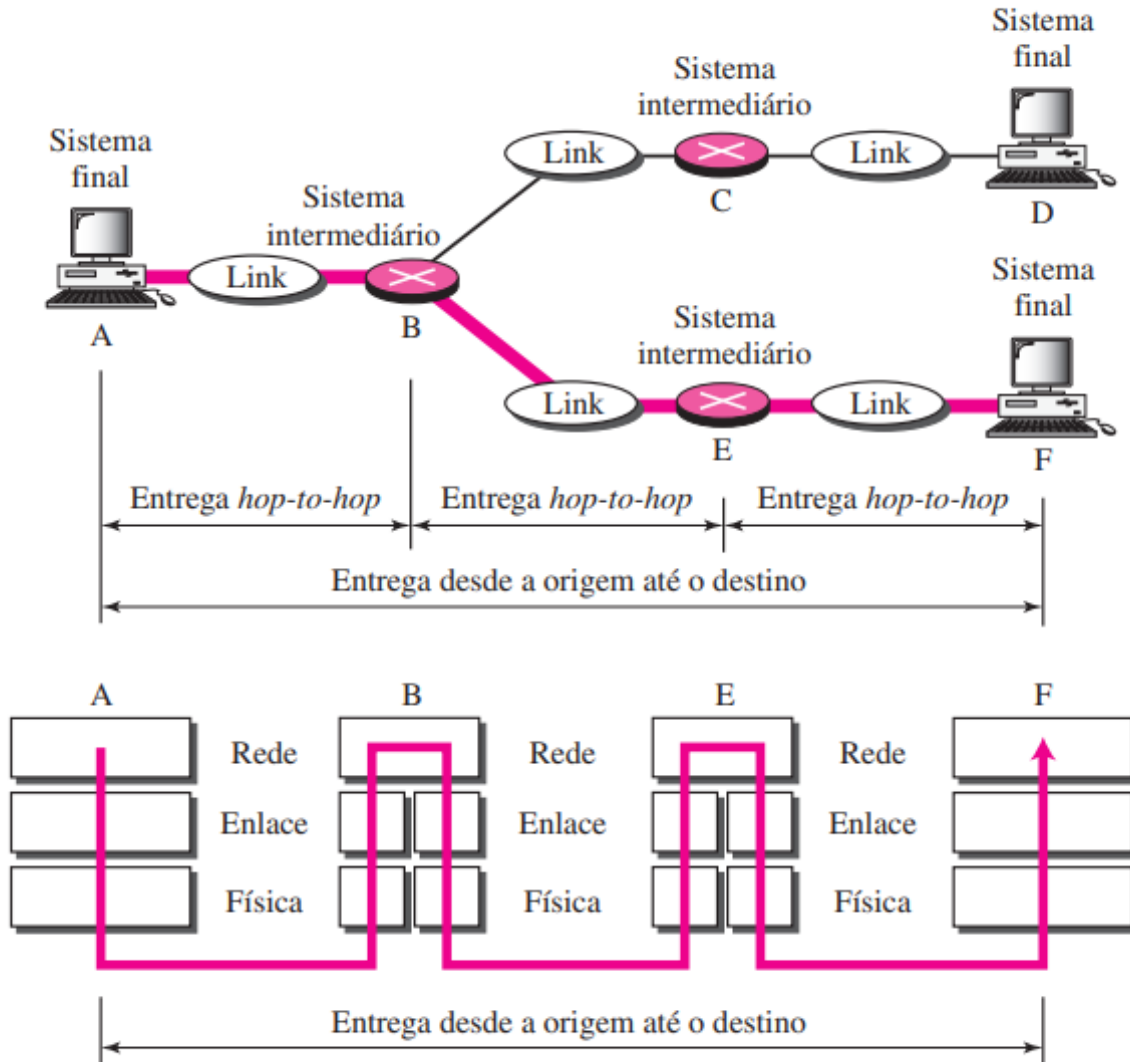
# Modelo OSI – Camada de Rede



Outras responsabilidades da camada de rede são as seguintes:

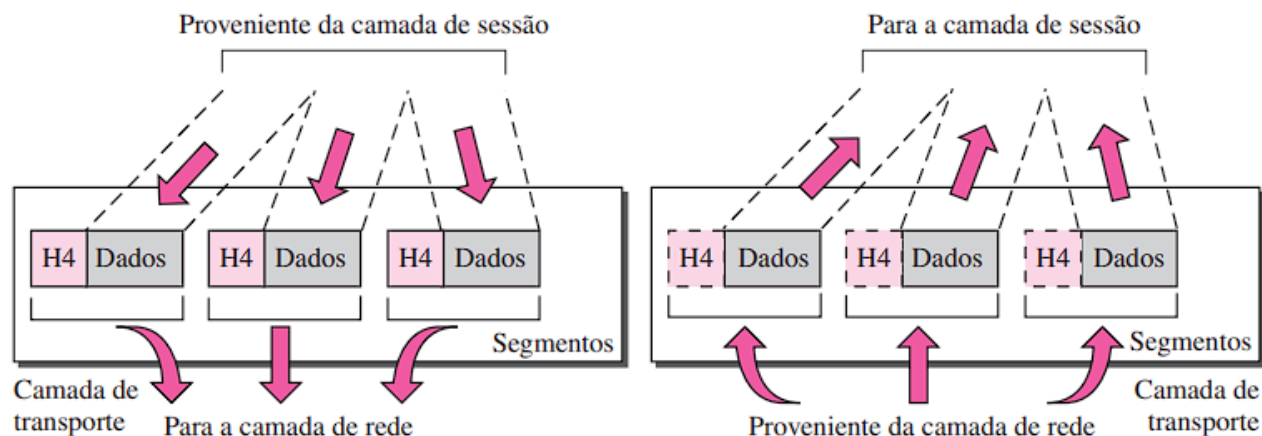
- **Endereçamento lógico**. O endereçamento físico implementado na camada de enlace de dados trata do problema de endereçamento localmente. Se um pacote ultrapassar os limites da rede, precisaremos de um outro sistema de endereçamento para ajudar a distinguir os sistemas de origem e destino. A camada de rede adiciona um cabeçalho ao pacote proveniente da camada superior que, entre outras coisas, inclui os endereços lógicos do emissor e do receptor.
- **Roteamento**. Quando redes ou links independentes estiverem conectados para criar *internetworks* (rede de redes) ou uma grande rede, os dispositivos de conexão (roteadores ou comutadores) encaminham ou comutam os pacotes para seus destinos finais. Uma das funções da camada de rede é fornecer esse mecanismo.

# Modelo OSI – Camada de Rede



- Como indica a figura, agora precisamos de uma entrega desde a origem até o destino.
- A camada de rede em A envia o pacote para a camada de rede em B.
- Quando o pacote chega no roteador B, este toma uma decisão baseado no destino final (F) do pacote.
- O roteador B usa sua tabela de roteamento para descobrir que o próximo hop é o roteador E.
- Portanto, a camada de rede em B envia o pacote para a camada de rede em E.
- A camada de rede em E, por sua vez, envia o pacote para a camada de rede em F.

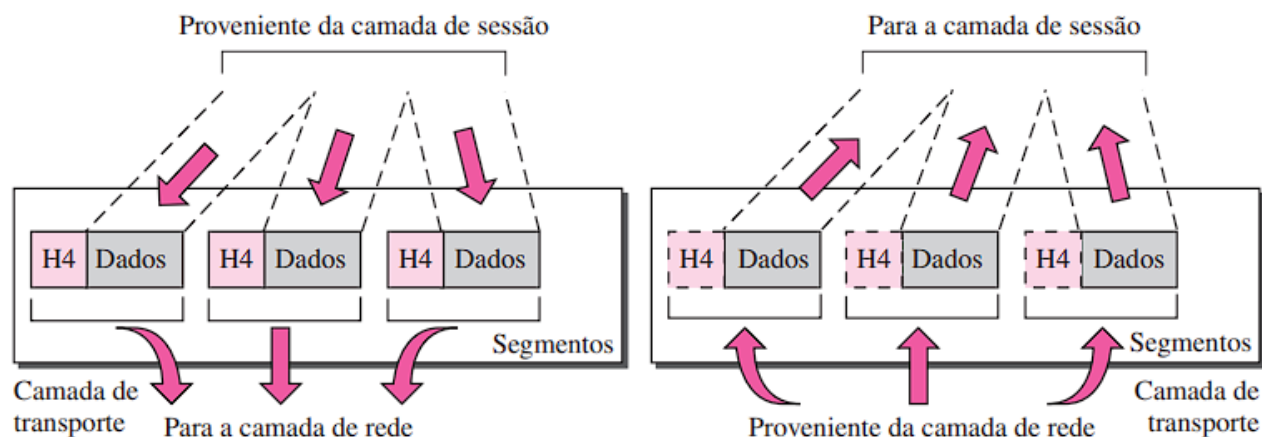
# Modelo OSI – Camada de Transporte



Responsabilidades da camada de transporte são as seguintes:

- **Endereçamento do ponto de acesso ao serviço (service-point addressing).** A entrega origem-ao-destino significa a entrega não apenas de um computador para o seguinte, mas também de um processo específico (em um software) em um computador para um processo específico no outro. O cabeçalho da camada de transporte deve incluir um tipo de endereço chamado *endereço do ponto de acesso ao serviço* (endereço de porta). A camada de rede encaminha cada pacote para o computador correto; a camada de transporte leva a mensagem inteira para o processo correto naquele computador.

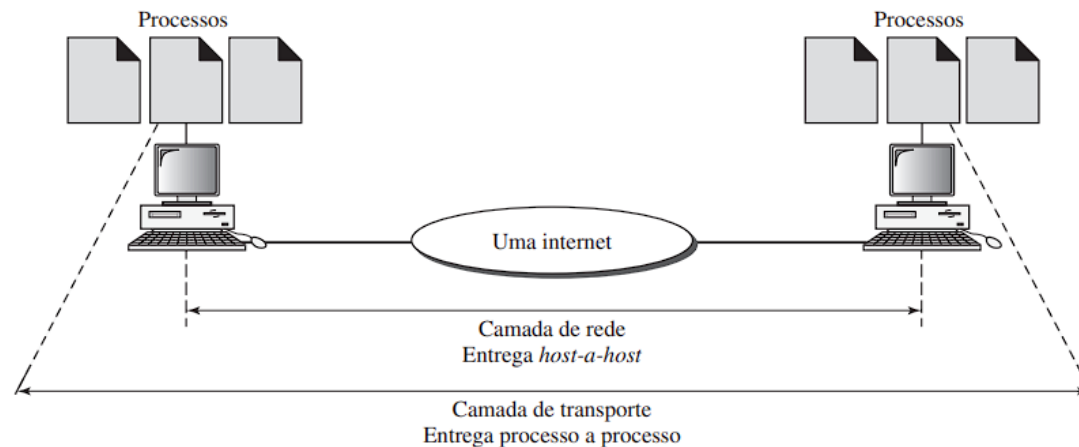
# Modelo OSI – Camada de Transporte



- **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.
- **Controle da conexão.** A camada de transporte pode ser tanto orientada à conexão como não. Uma camada de transporte não orientada à conexão trata cada segmento como um pacote independente e o entrega à camada de transporte na máquina de destino. Uma camada de transporte 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.



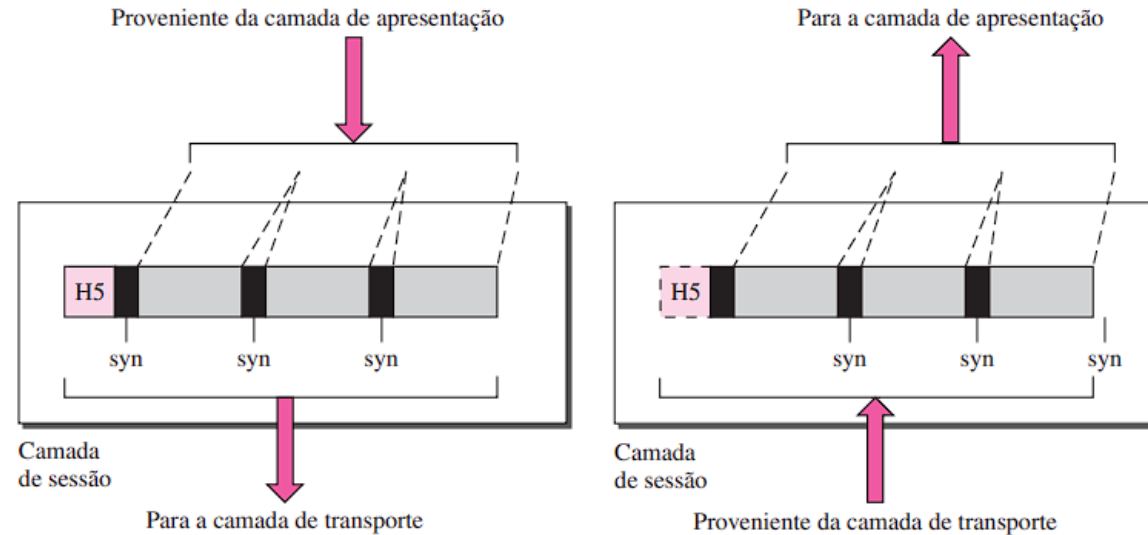
# Modelo OSI – Camada de Transporte



- **Controle de fluxo.** O controle de fluxo nessa camada é realizado de uma extremidade à outra e não apenas em um único link.
- **Controle de erros.** O controle de erros nessa camada é realizado processo-a-processo e não apenas em um único link. A camada de transporte emissora certifica-se que a mensagem inteira chegou na camada de transporte receptora sem erro (corrompida, perdida ou duplicada). Normalmente, a correção de erros é conseguida por meio de retransmissão.



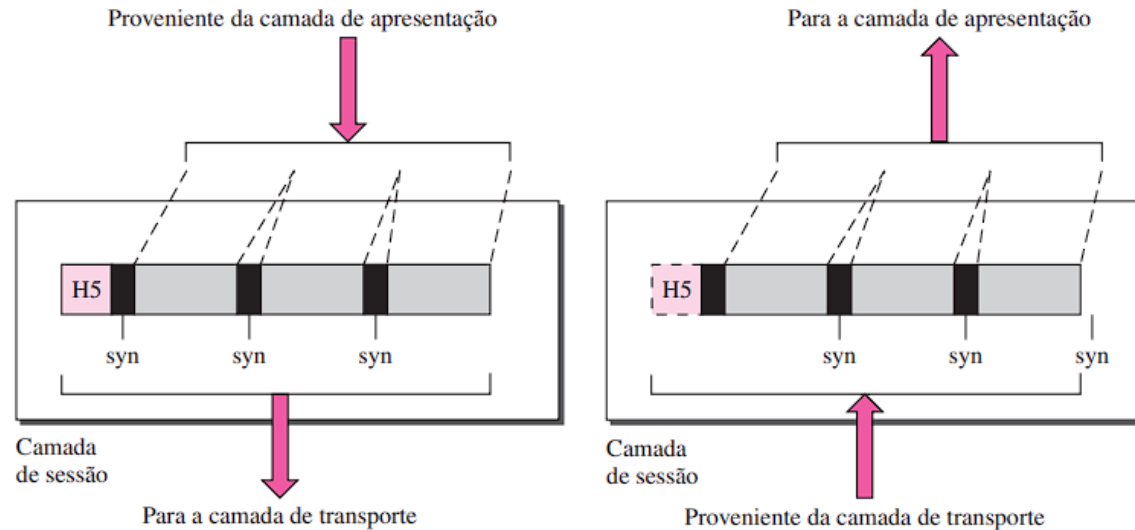
# Modelo OSI – Camada de Sessão



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

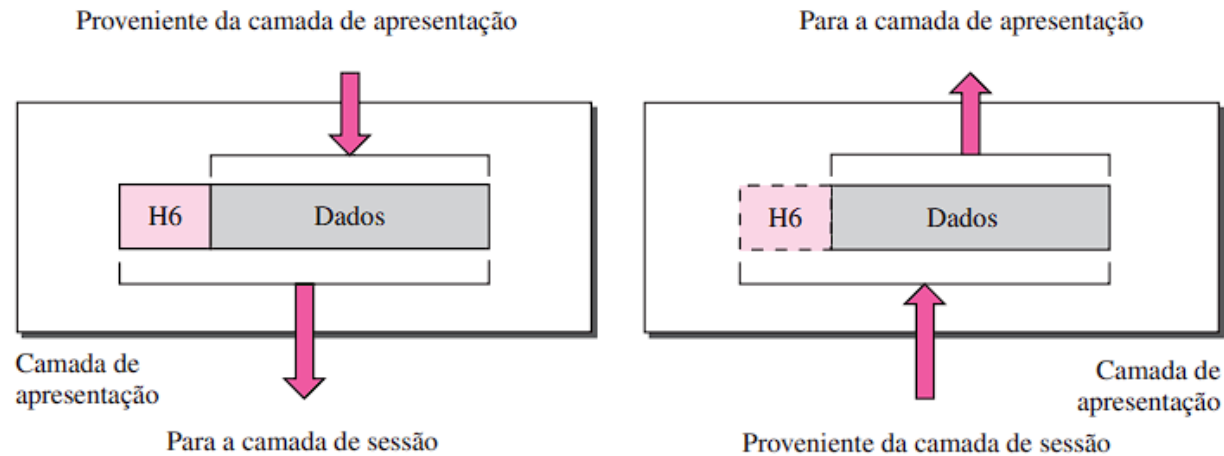
- **Controle de diálogo.** A camada de sessão possibilita a dois sistemas estabelecerem um diálogo. Ela permite que a comunicação entre dois processos ocorra em modo half-duplex (um sentido por vez) ou full-duplex (simultaneamente).

# Modelo OSI – Camada de Sessão



- **Sincronização.** A camada de sessão permite que um processo adicione pontos de verificação, ou pontos de sincronização, a um fluxo de dados.
  - Por exemplo, se um sistema estiver enviando um arquivo de duas mil páginas, é recomendável inserir pontos de verificação a cada cem páginas para garantir que cada unidade de cem páginas foi recebida e confirmada de forma independente.
  - Nesse caso, se ocorrer uma falha durante a transmissão da página 523, as únicas páginas que precisarão ser reenviadas após a recuperação do sistema serão as páginas 501 a 523. As páginas anteriores à página 501 não precisarão ser reenviadas.

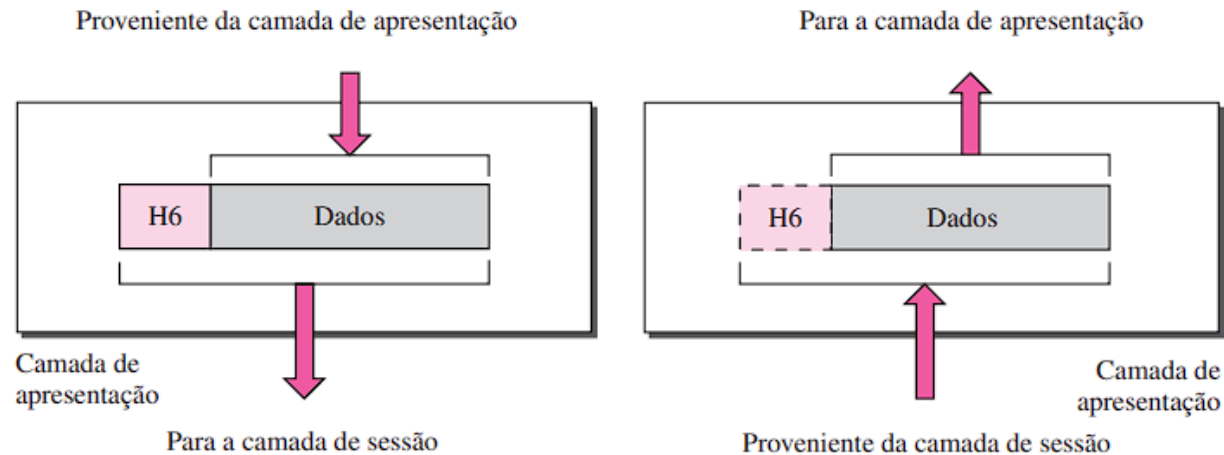
# Modelo OSI – Camada de Apresentação



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

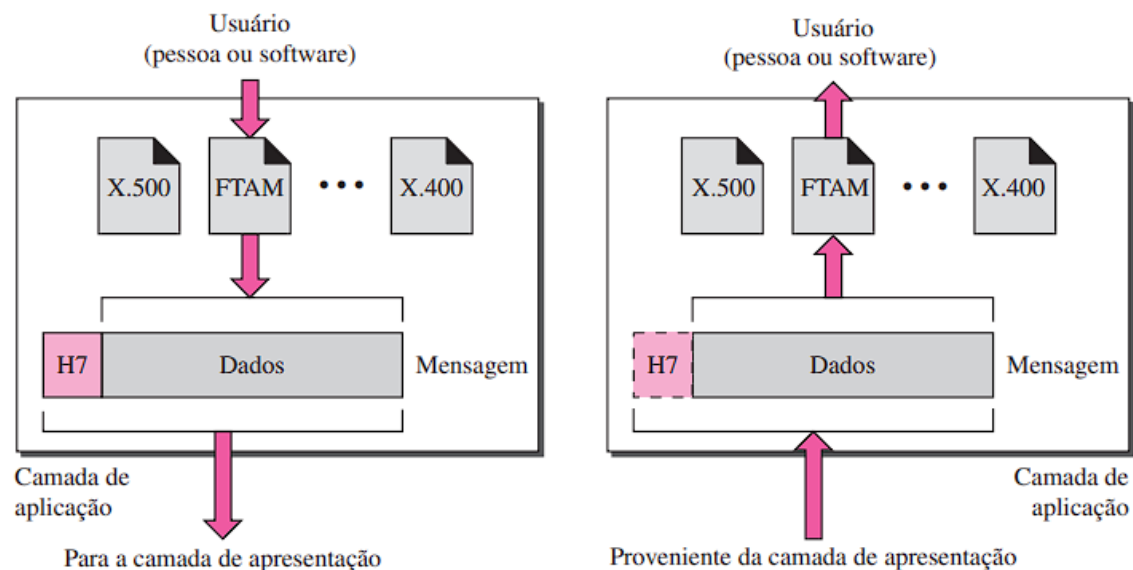
- **Tradução.** Normalmente, processos em dois sistemas em geral trocam informações na forma de strings, números e assim por diante. Como diferentes computadores utilizam sistemas de codificação diferentes, a camada de apresentação é responsável pela interoperabilidade entre esses métodos de codificação diferentes. A camada de apresentação no emissor traduz as informações de um formato específico do emissor em um formato comum. A camada de apresentação na máquina receptora traduz o formato comum em um formato específico do receptor.

# Modelo OSI – Camada de Apresentação



- **Criptografia.** Para transmitir informações confidenciais, um sistema deve ser capaz de garantir privacidade. Criptografia significa que o emissor *converte* as informações originais em um outro formato e envia a mensagem resultante pela rede. A descryptografia reverte o processo original convertendo a mensagem de volta ao seu formato original.
- **Compressão.** A compressão de dados reduz o número de bits contidos nas informações. Ela se torna particularmente importante na transmissão de conteúdos multimídia, como texto, áudio e vídeo.

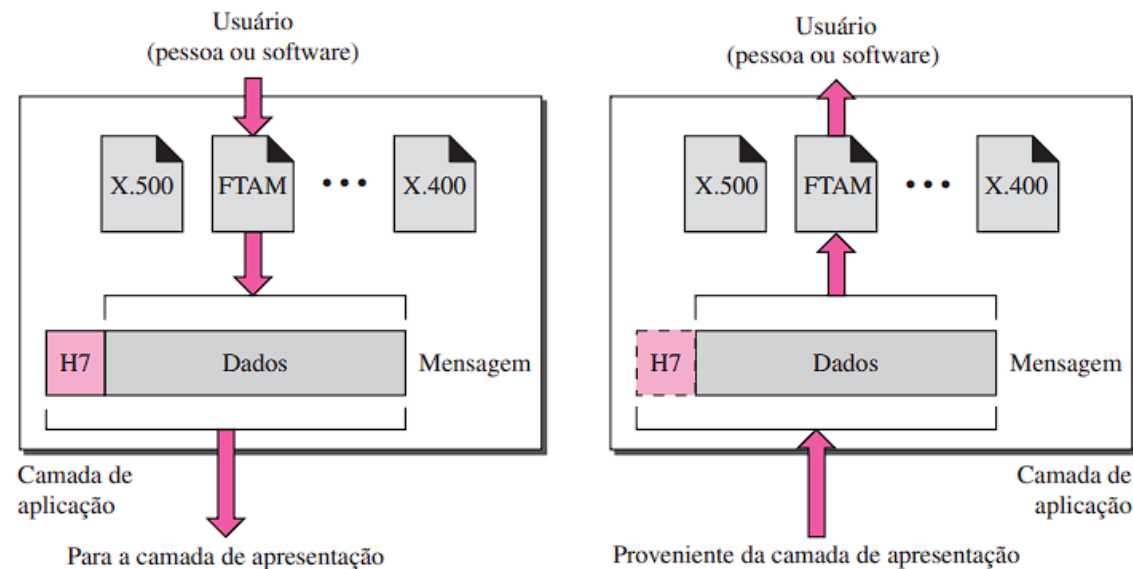
# Modelo OSI – Camada de Aplicação



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

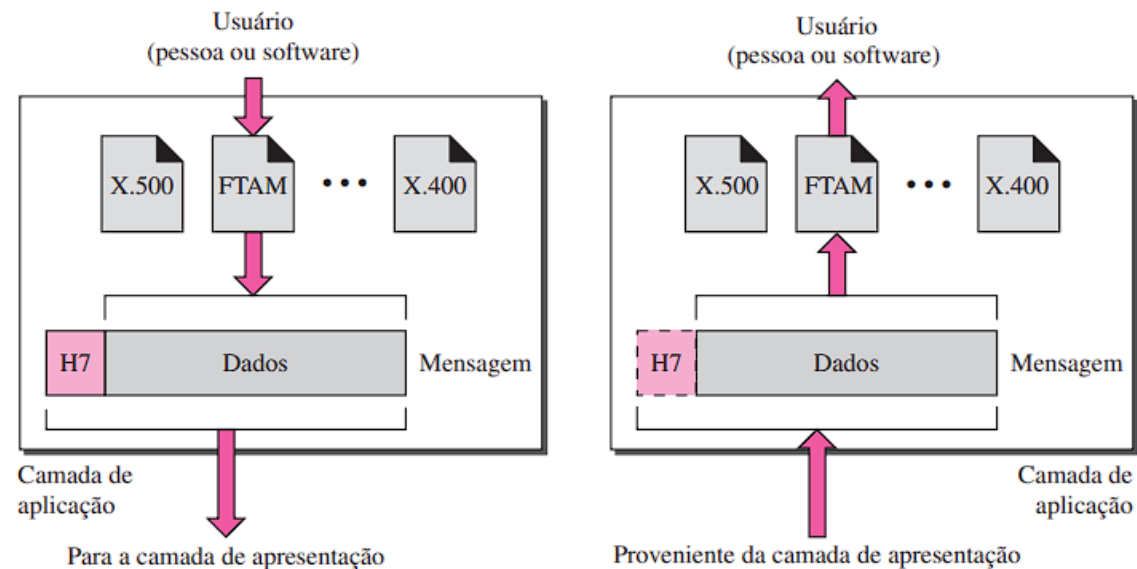
- **Terminal de rede virtual.** Um terminal de rede virtual é uma versão em software de um terminal físico e que permite a um usuário fazer o logon em um host remoto. Para tanto, a aplicação cria uma emulação (via software) de um terminal do host remoto. Usuários dos computadores conversam com o software de emulação que, por sua vez, dialoga com o host e vice-versa. O host remoto acha que está se comunicando com um de seus próprios terminais locais e permite ao usuário efetuar o logon.

# Modelo OSI – Camada de Aplicação



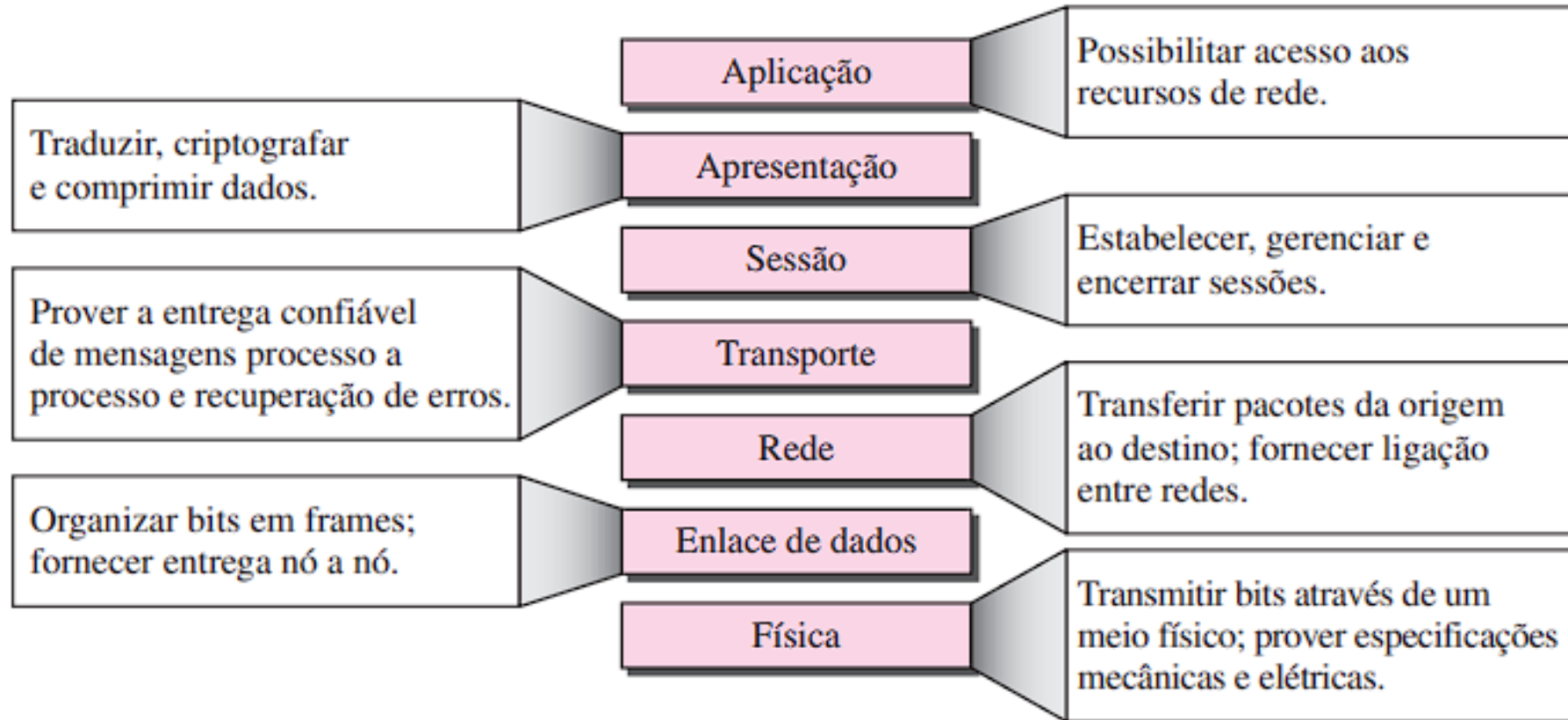
- **Transferência, acesso e gerenciamento de arquivos.** Essa aplicação permite a um usuário acessar arquivos em um host remoto (fazer alterações ou ler dados), recuperar arquivos de um computador remoto para uso em um computador local e gerenciar ou controlar localmente arquivos que se encontrem em um computador remoto.

# Modelo OSI – Camada de Aplicação



- **Serviços de correio eletrônico**. Essa aplicação fornece a base para o encaminhamento e armazenamento de e-mails.
- **Serviços de diretório**. Essa aplicação fornece fontes de bancos de dados distribuídos e acesso a informações globais sobre vários itens e serviços.

# Modelo OSI - Resumo das Camadas

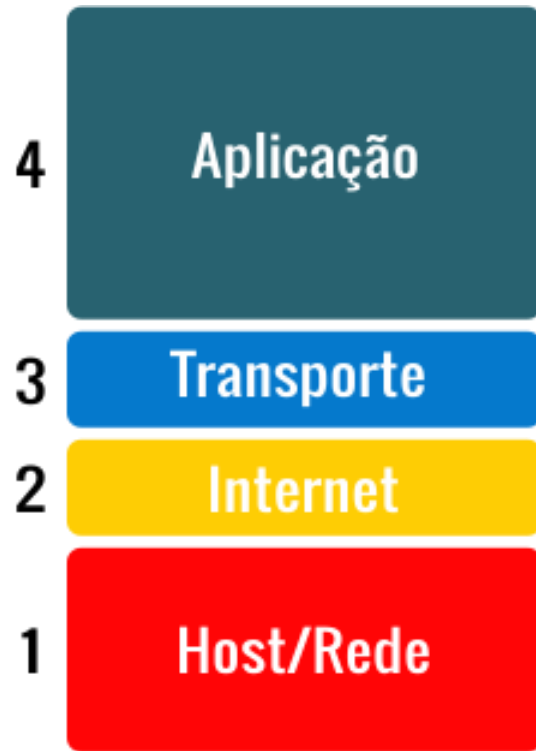




# Arquitetura TCP/IP



Modelo de Referência OSI



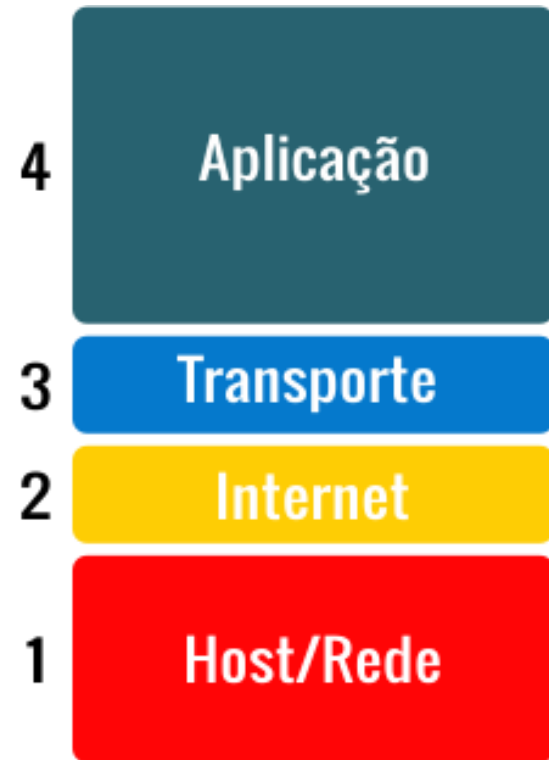
Modelo de Referência TCP/IP

- O **TCP/IP** (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) é um conjunto de protocolos hierárquicos, compostos por módulos interativos, cada um dos quais provendo funcionalidades específicas; entretanto, os módulos não são necessariamente interdependentes.

# Arquitetura TCP/IP



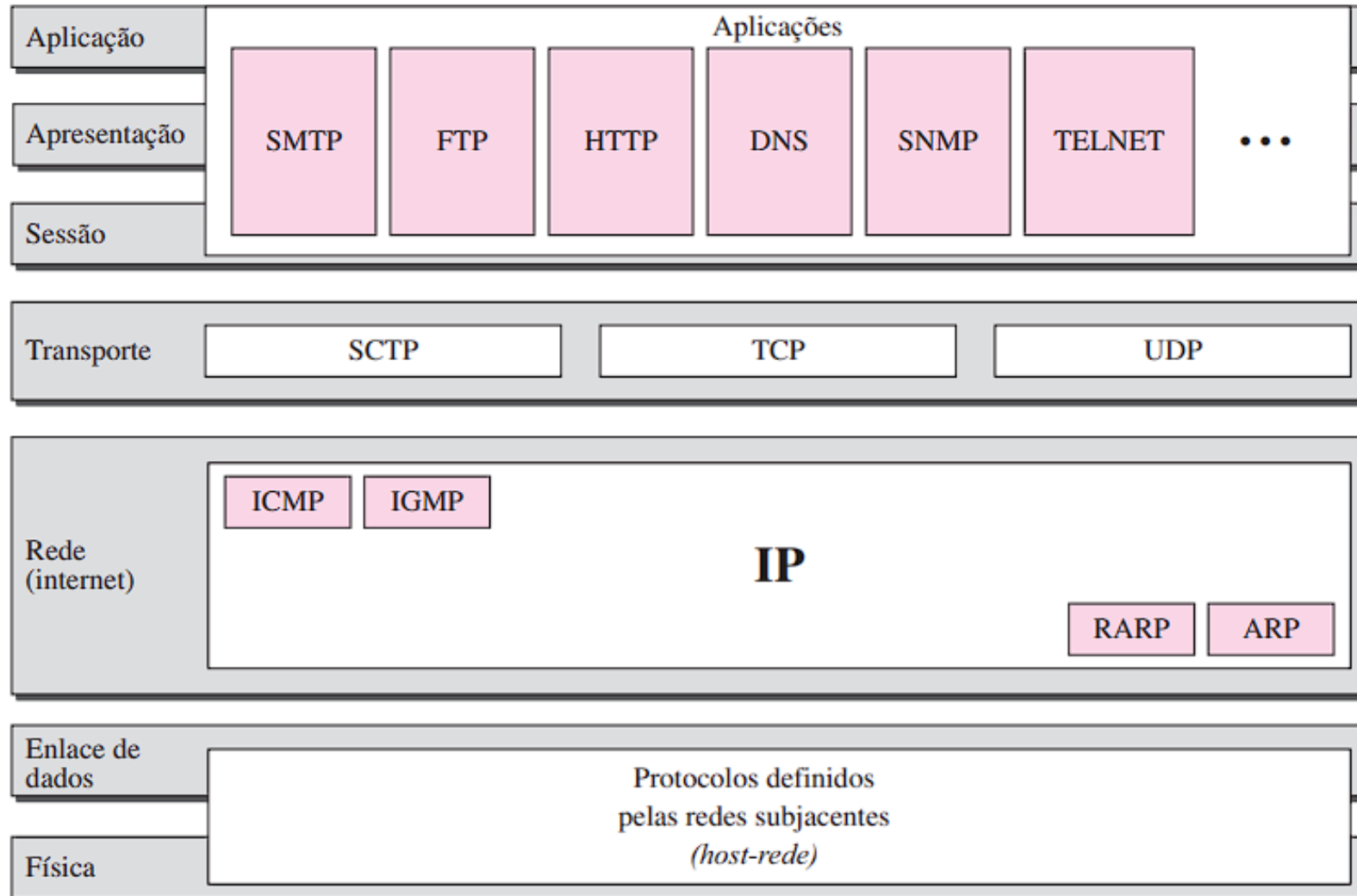
Modelo de Referência OSI



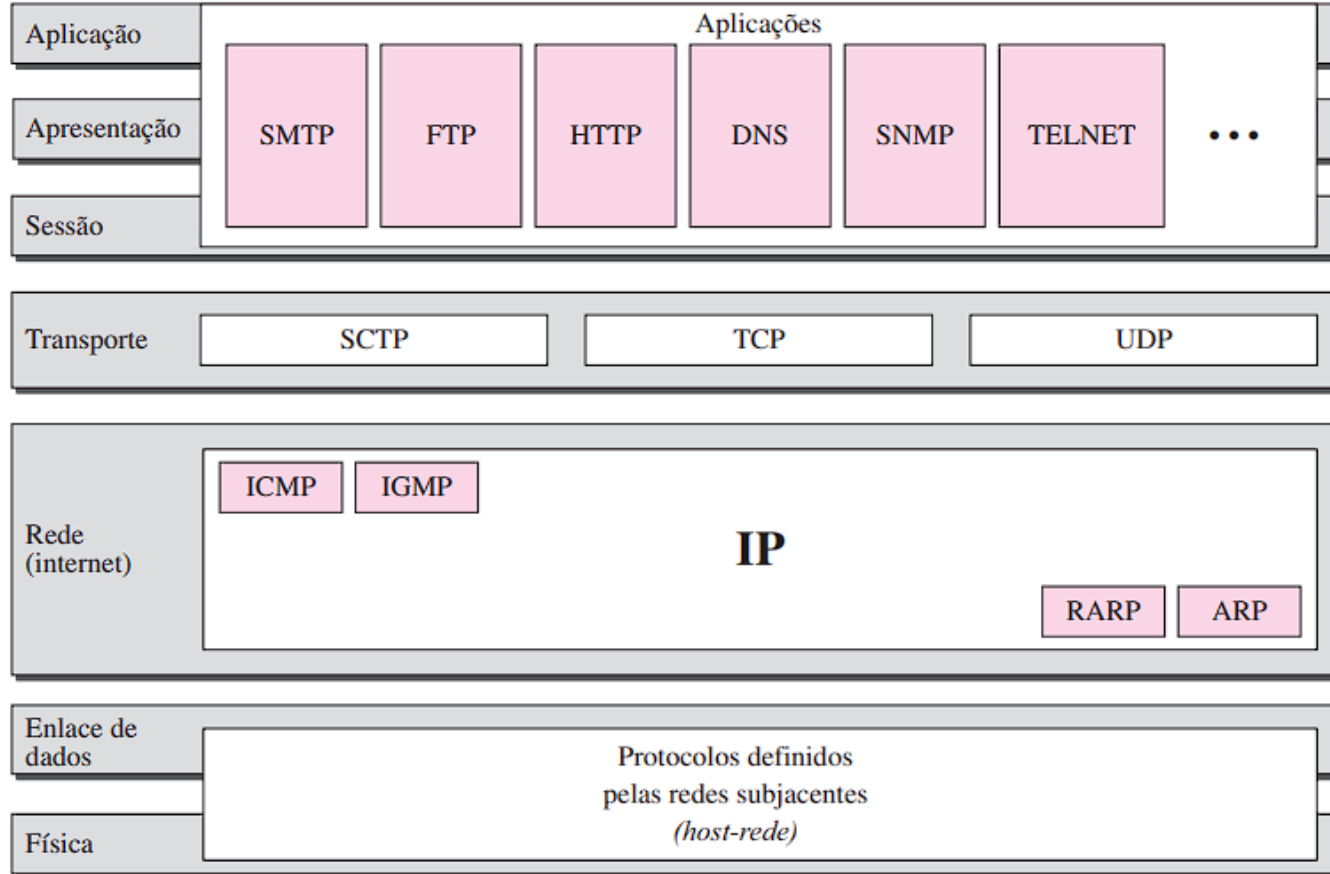
Modelo de Referência TCP/IP

- Enquanto o modelo OSI especifica quais funções pertencem a cada uma de suas camadas, as camadas do conjunto de protocolos TCP/IP contêm protocolos relativamente independentes que podem ser mesclados e combinados dependendo das necessidades do sistema.

# Arquitetura TCP/IP



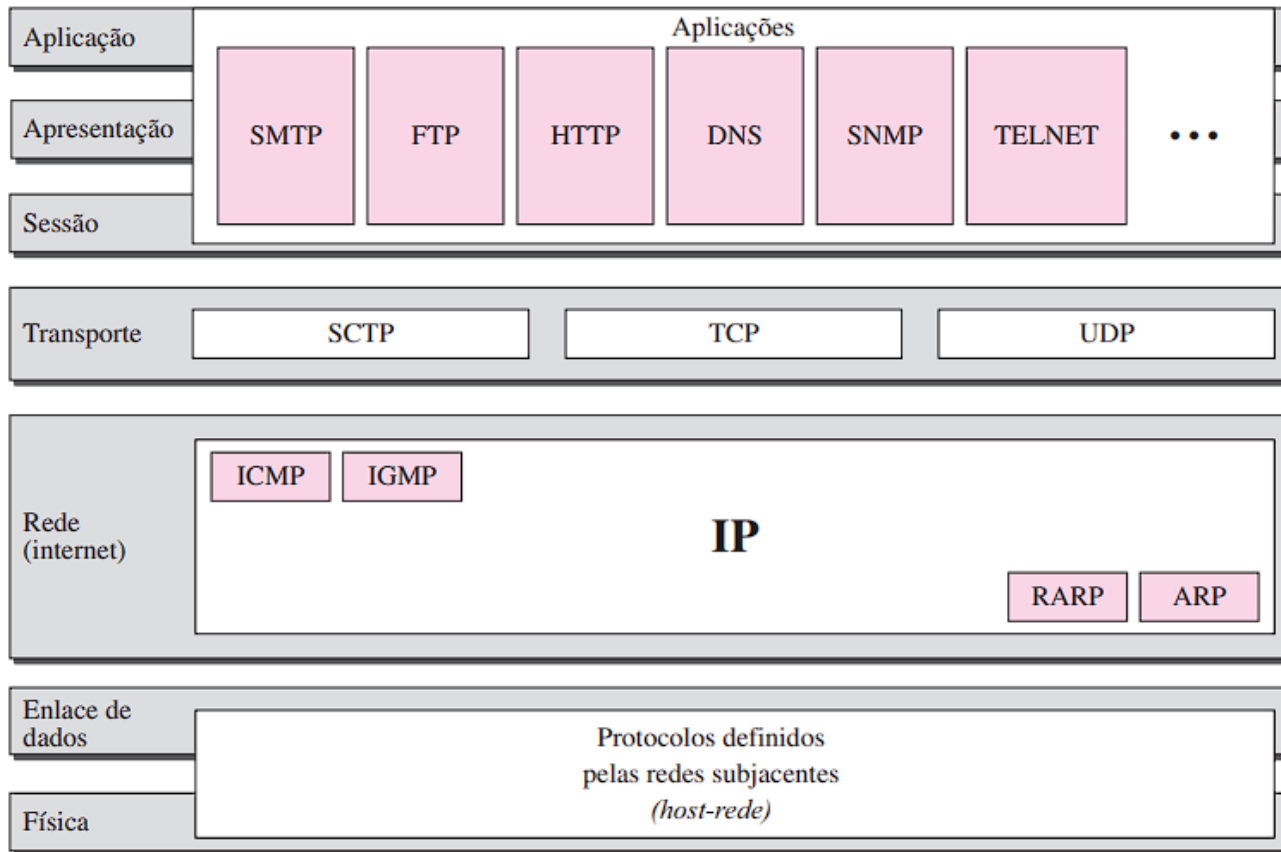
# Arquitetura TCP/IP



## Camada de Aplicação

- A camada de aplicação no TCP/IP equivale à combinação das camadas de **sessão**, de **apresentação** e de **aplicação** do modelo OSI.

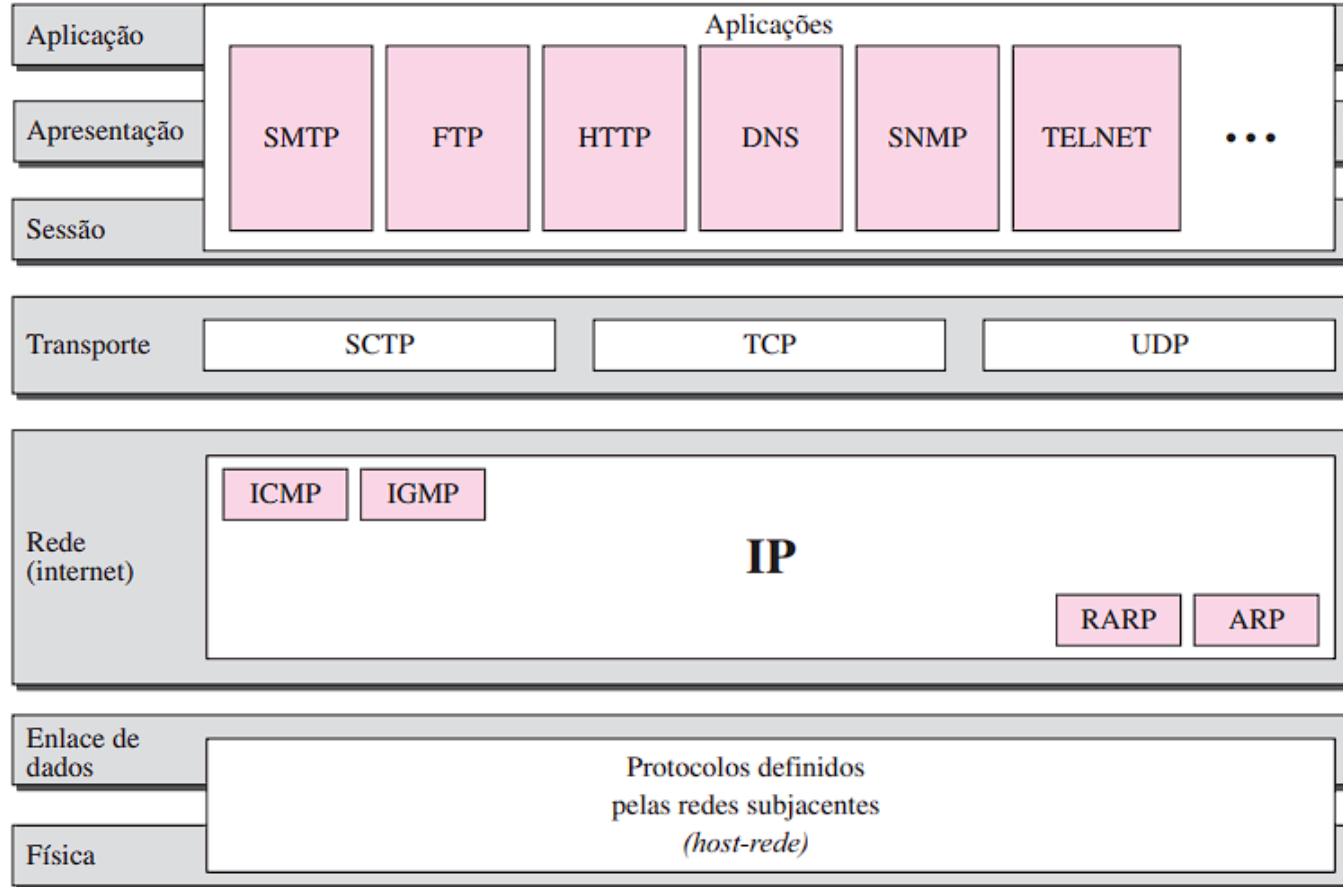
# Arquitetura TCP/IP



## Camada de Transporte

- Na camada de transporte, o TCP/IP define três protocolos:
  - Transmission Control Protocol (**TCP**),
  - User Datagram Protocol (**UDP**) e
  - Stream Control Transmission Protocol (**SCTP**).

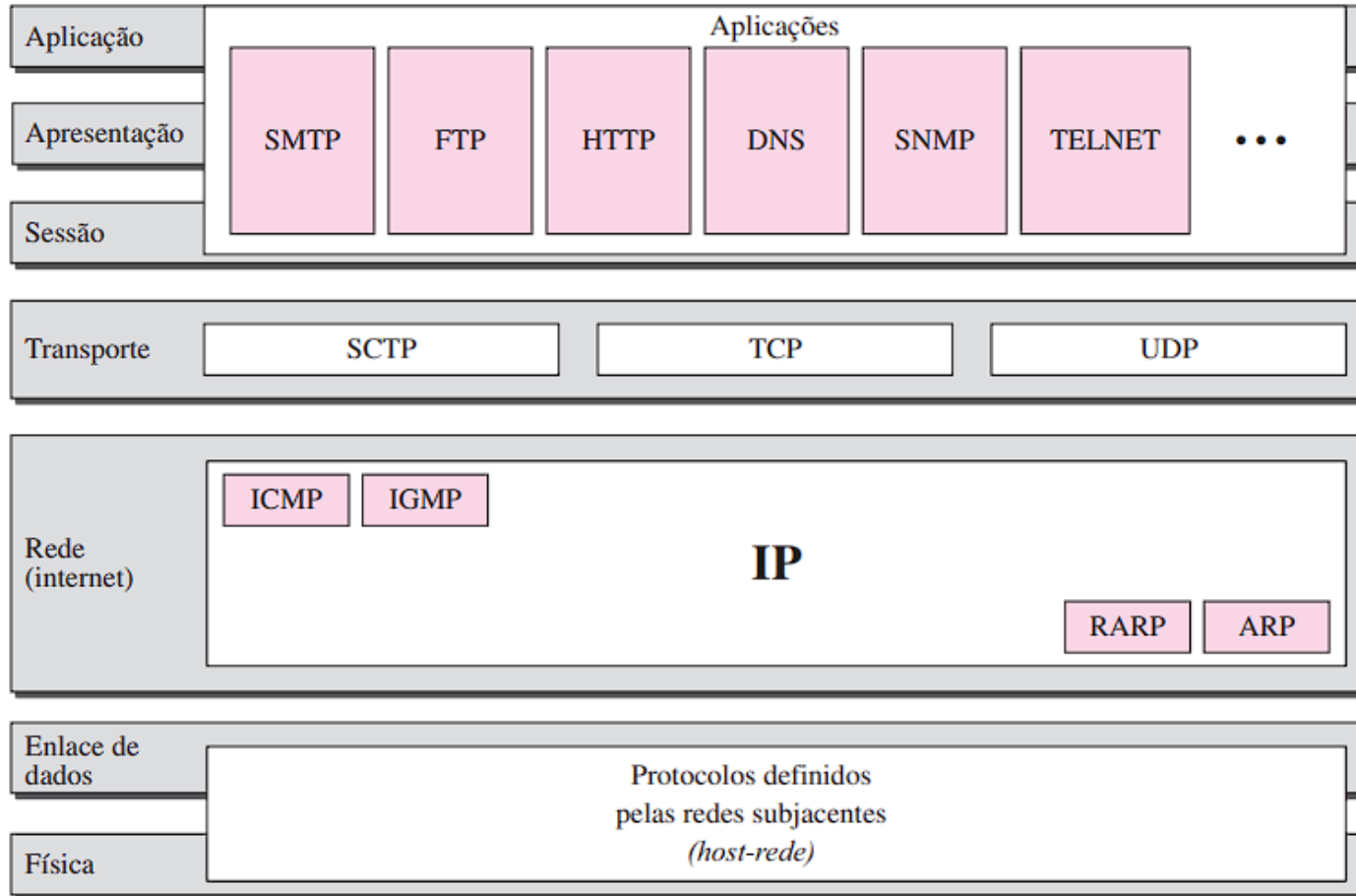
# Arquitetura TCP/IP



## Camada de Rede (internet)

- Na camada de rede, o protocolo principal definido pelo TCP/IP é o Internetworking Protocol (**IP**); existem também outros protocolos que suportam a movimentação de dados nessa camada.

# Arquitetura TCP/IP



## Camada Host/Rede

- Nas camadas física e de enlace, o TCP/IP não define nenhum protocolo específico. Ele suporta todos os protocolos-padrão e proprietários. Uma rede em uma internetwork TCP/IP pode ser uma rede local (LAN) ou uma rede de ampla abrangência (WAN).

# Exercícios

- 1. Explique a importância da hierarquia no modelo de tarefas em camadas.**
- 2. Escolha 3 camadas do modelo OSI, descreva a função principal de cada uma delas.**
- 3. Pesquise sobre:**
  - ISO;
  - P2P;
  - TCP;
  - UDP.