

ICET



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA – ICET
Período 2020.2

Redes de Computadores

Protocolos e Camadas



PROFESSOR

Prof. Dr. Rainer Xavier de Amorim
raineramorim@ufam.edu.br

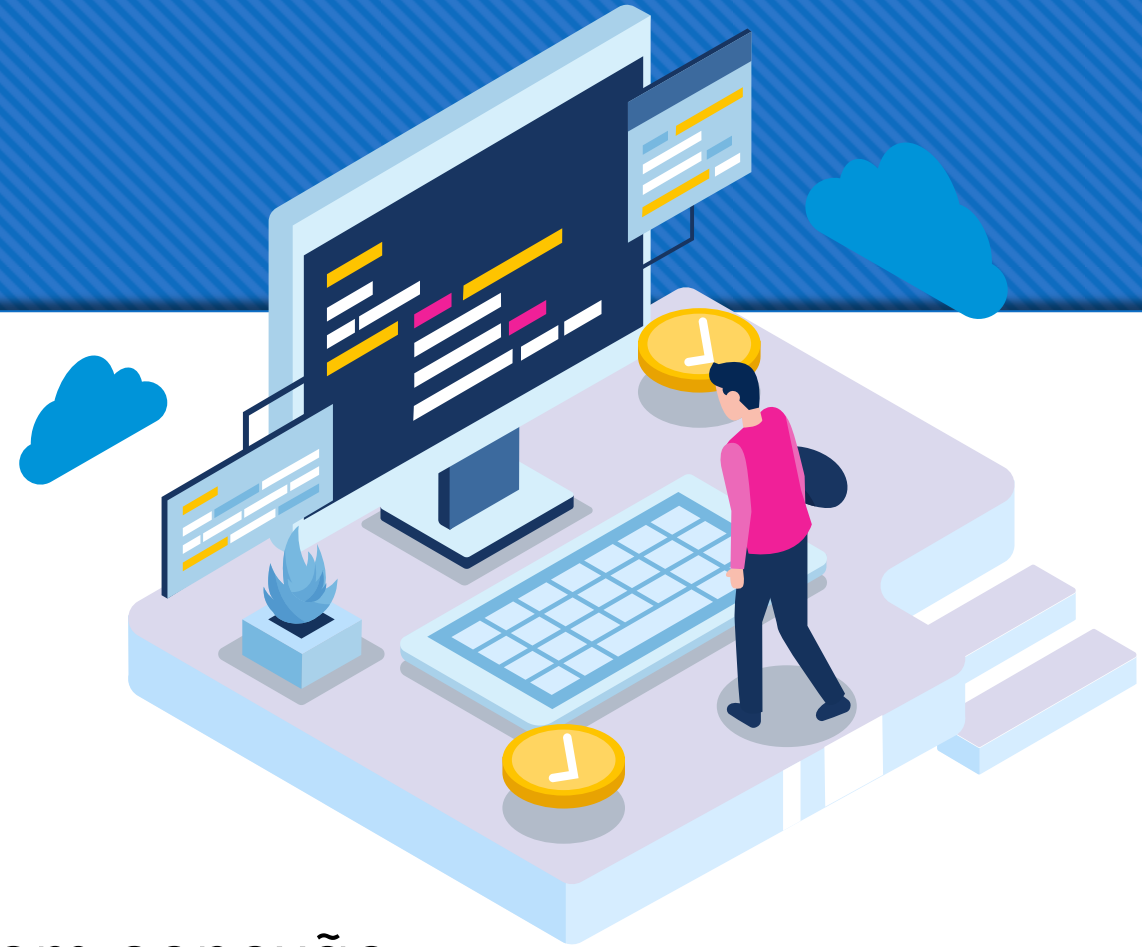


MONITOR

Raison Robert Monteiro de Sá
raysonnrobert@gmail.com

Falamos de...

- ❖ Internet.
- ❖ Protocolo.
- ❖ Elementos na borda da rede.
 - Clientes e servidores.
 - Aplicações.
 - Serviço orientado à conexão e sem conexão.
- ❖ Elementos no núcleo da rede:
 - Comutação de pacotes.
 - Comutação de circuito.



Aula de Hoje

- ❖ Atraso e perdas na Internet.
- ❖ Protocolos.
- ❖ Camada da rede.



Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes

- ❖ Um pacote começa em um sistema final (a origem), passa por uma série de roteadores e termina sua jornada em outro sistema final (o destino).
- ❖ Quando um pacote viaja de um nó ao nó, sofre, ao longo desse caminho, diversos tipos de atraso em cada nó.

Os mais importantes deles são:

- ❖ o atraso de processamento nodal,
- ❖ o atraso de fila,

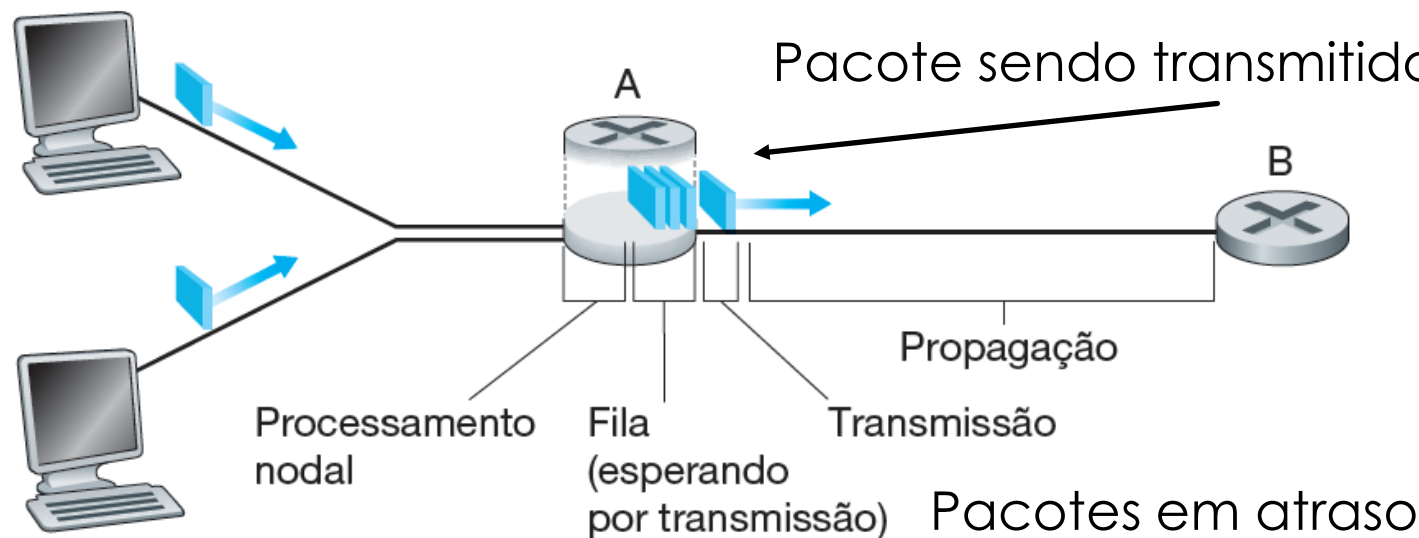
Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes

- ❖ o atraso de transmissão
- ❖ e o atraso de propagação;
- ❖ juntos, eles se acumulam para formar o atraso nodal total.
- ❖ O desempenho de muitas aplicações da Internet é bastante afetado por atrasos na rede.



Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes

- ❖ Filas de pacotes em buffers de roteadores (atraso).
- ❖ Taxa de chegada de pacotes ao link ultrapassa a capacidade do link de saída (perda).
- ❖ Fila de pacotes esperam por sua vez (atraso).



Buffers livres (disponíveis): pacotes chegando.

Descartados (perda), senão houver buffers livres.

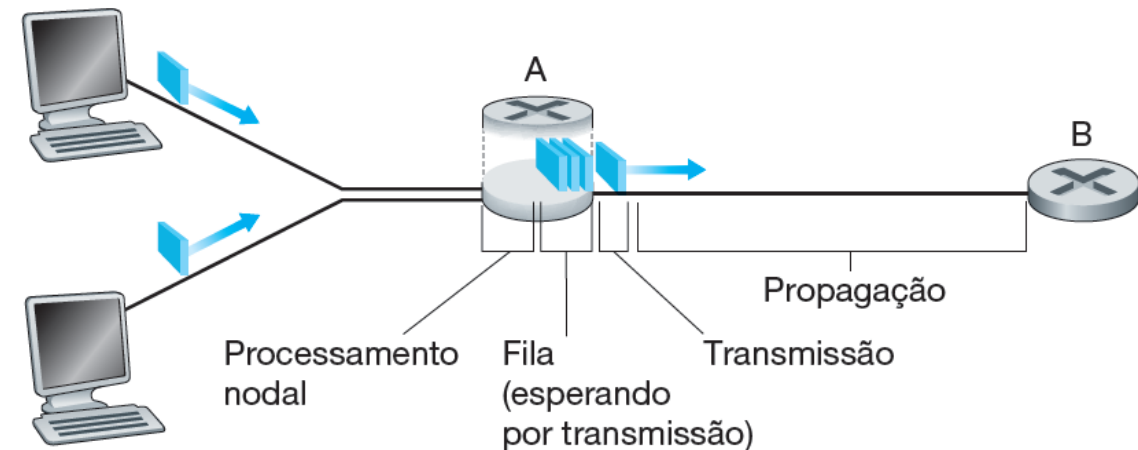
Fontes de Atraso de Pacotes

1. Processamento nos nós:

- Verifica erros de bit.
- Determina link de saída.

2. Enfileiramento:

- Tempo de espera no link de saída para transmissão.
- Depende do nível de congestionamento de roteador.



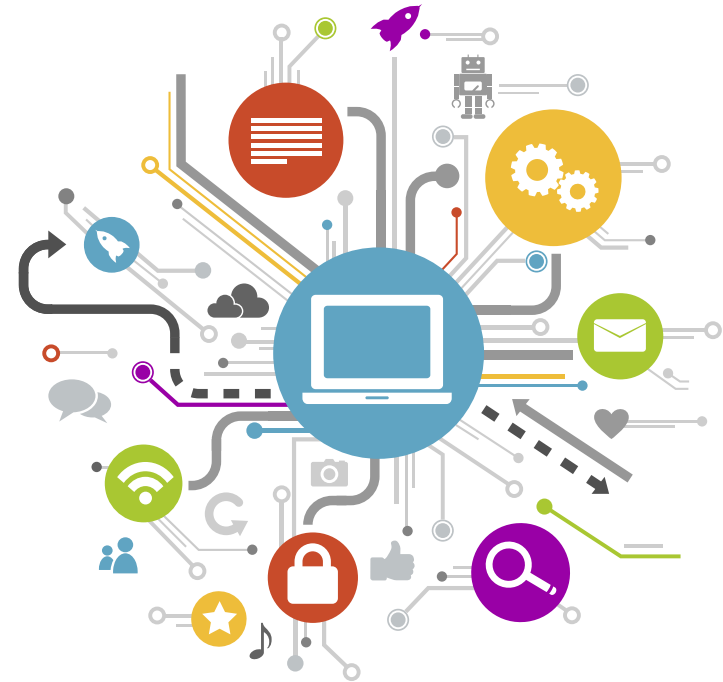
Fontes de Atraso de Pacotes

3. Atraso de Transmissão:

- R = largura de banda do link (bps).
- L = tamanho do pacote (bits).
- Tempo para enviar bits ao link = L/R .
- Tempo para “empurrar” todos os pacotes no enlace.

4. Atraso de Propagação:

- d = comprimento do link físico.
- s = velocidade de propagação no meio ($\sim 2 \times 10^8$ m/s).
- Atraso de propagação = d/s .
- Tempo para o pacote transitar no enlace.



Fontes de Atraso de Pacotes

$$d_{no} = d_{proc} + d_{fila} + d_{trans} + d_{prop}$$

d_{proc} = atraso de processamento

- Tipicamente uns poucos microssegundos ou menos.

d_{fila} = atraso de fila

- Depende do congestionamento.

d_{trans} = atraso de transmissão

- = L/R , significativa para links de baixa velocidade

d_{prop} = atraso de propagação

Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes

- ❖ Atraso de processamento
- ❖ Atraso de fila
- ❖ Atraso de transmissão
- ❖ Atraso de propagação

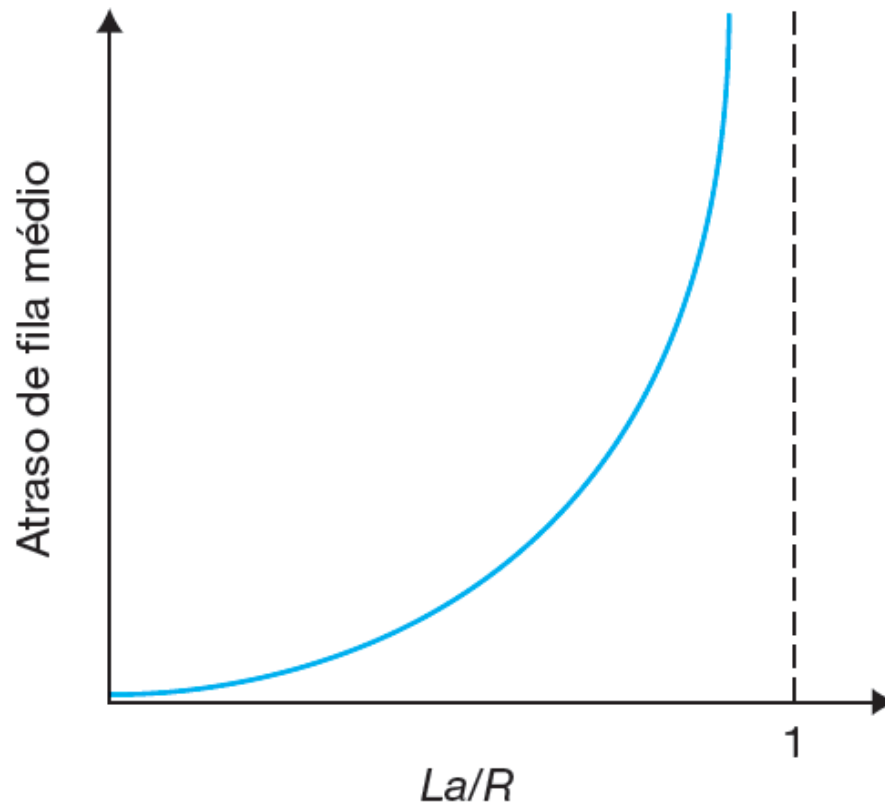


Atraso de fila e perda de pacote

- Quando o atraso de fila é grande e quando é insignificante?
- A resposta depende da velocidade de transmissão do enlace, da taxa com que o tráfego chega à fila e de sua natureza em rajadas.
- Uma das regras de ouro da engenharia de tráfego é: projete seu sistema de modo que a intensidade de tráfego não seja maior do que 1.
- A dependência qualitativa entre o atraso de fila médio e a intensidade de tráfego é mostrada na figura a seguir.

Atraso de fila e perda de pacote

- Dependência entre atraso de fila médio e intensidade de tráfego.



Atraso de fila e perda de pacote

- A fila é capaz de conter um número infinito de pacotes.
- O que acontece de fato é que um pacote pode chegar e encontrar uma fila cheia.
- Sem espaço disponível para armazená-lo, o roteador o descartará; isto é, ele será perdido.
- Uma perda de pacote é vista como um pacote que foi transmitido para o núcleo da rede, mas sem nunca ter emergido dele no destino.

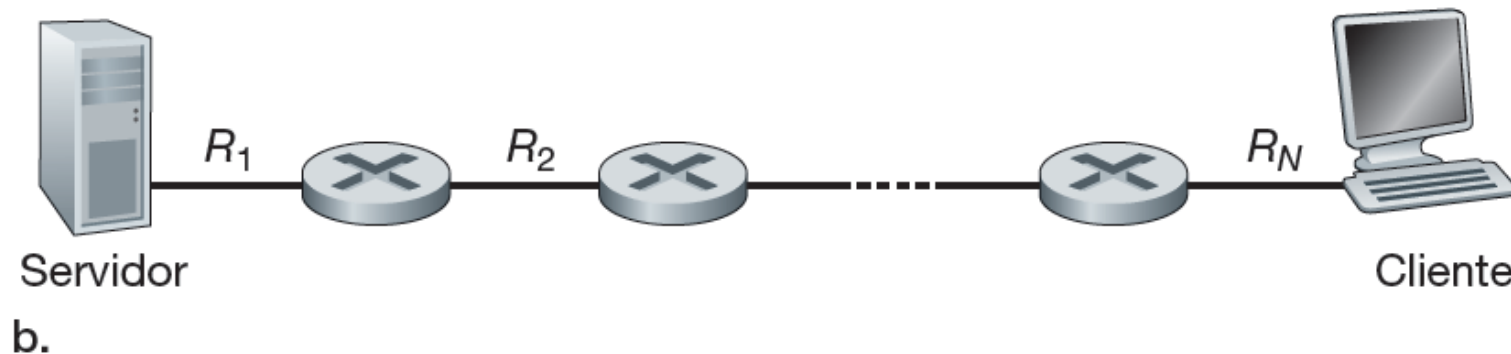
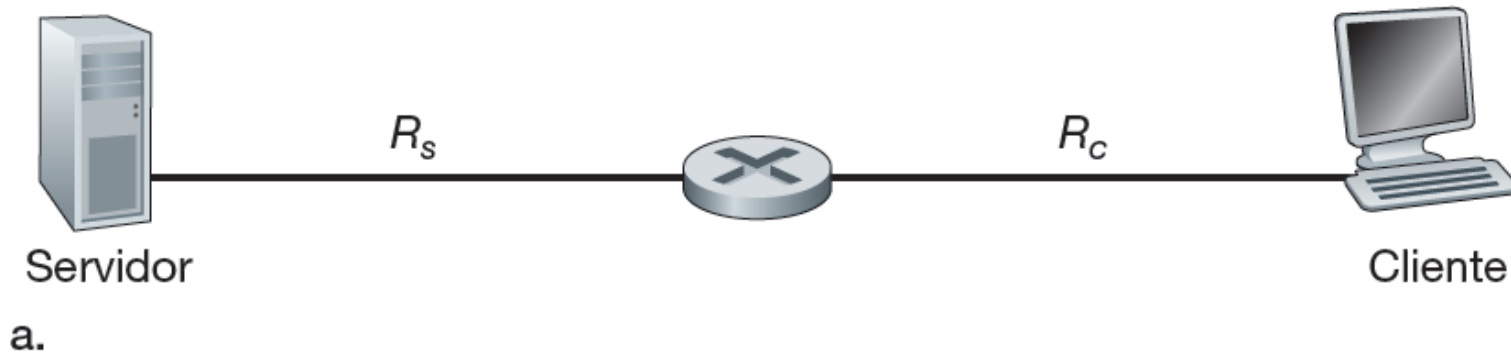
Vazão nas redes de computadores

- Para definir vazão, considere a transferência de um arquivo grande do hospedeiro A para o hospedeiro B por uma rede de computadores.
- A vazão instantânea a qualquer momento é a taxa (em bits/s) em que o hospedeiro B está recebendo o arquivo.
- Se o arquivo consistir em F bits e a transferência levar T segundos para o hospedeiro B receber todos os F bits, então a vazão média da transferência do arquivo é F/T bits/s.



Vazão nas redes de computadores

- Vazão para uma transferência de arquivo do servidor ao cliente.



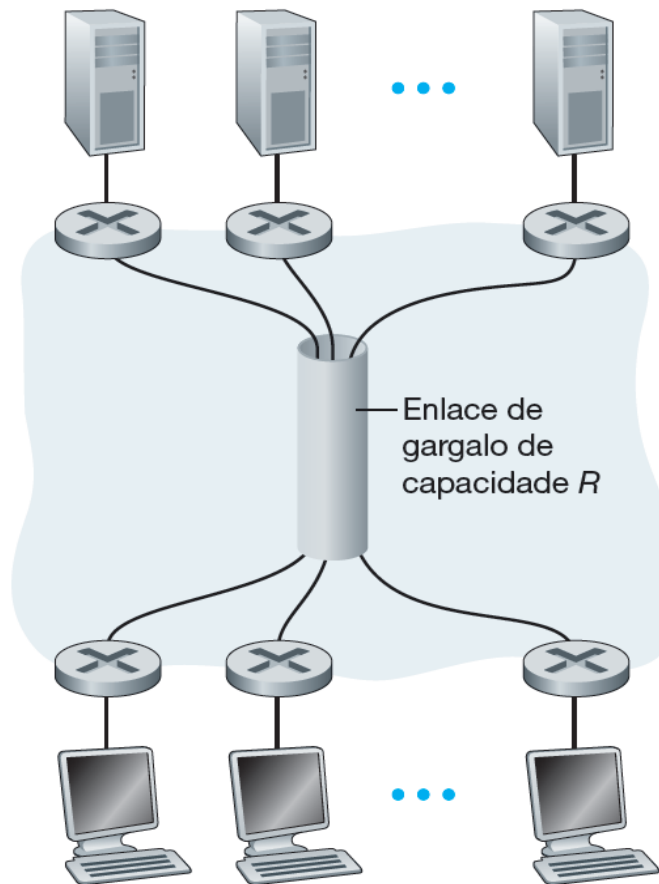
Vazão nas redes de computadores

Servidor



Cliente

10 servidores

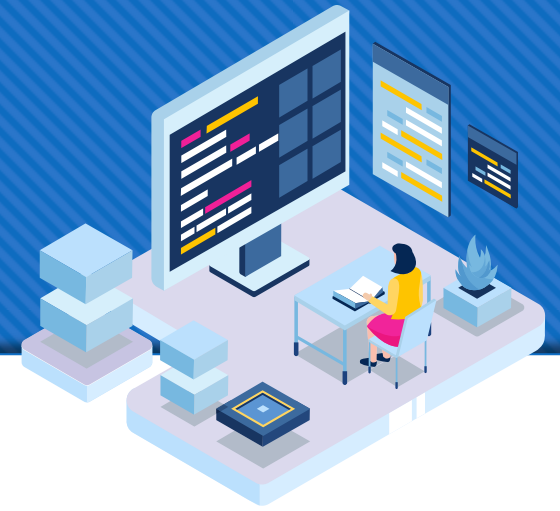


10 clientes

Vazão fim a fim:

- (a) O cliente baixa um arquivo do servidor;
- (b) 10 clientes fazem o download com 10 servidores

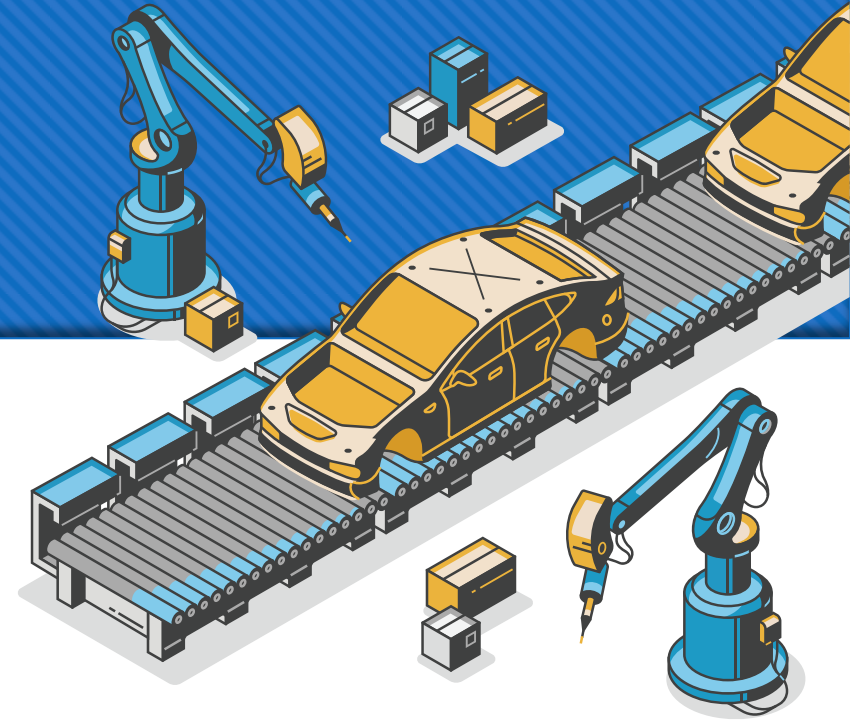
Camadas de Protocolos



Agora, vamos falar como o software de redes é organizado:

- 1) Redes são muito complexas!
- 2) Muitos componentes:
 - Hospedeiros.
 - Roteadores.
 - Enlaces de vários tipos.
 - Aplicações.
 - Protocolos, Hardwares, Softwares, etc.

Abordagem em Camadas



- Construir um sistema complexo é difícil.
 - ✓ Abordagem: “Dividir e Conquistar!”
 - ✓ Dividir o trabalho em partes pequenas, ou camadas.
 - ✓ **Modularização.**
- **Ideia Básica:** cada etapa depende da anterior, mas não é necessário saber como a etapa anterior foi realizada.
 - **Analogia:** linha de produção de carros.

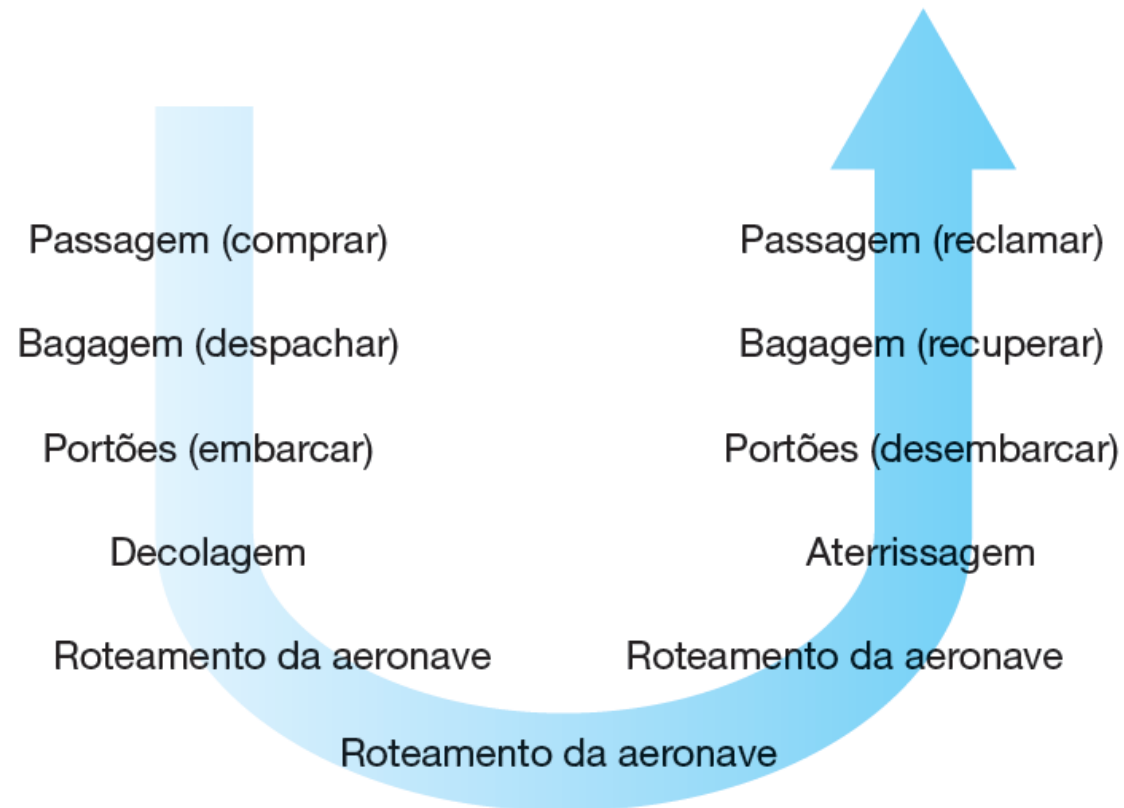
Modelo ISO/OSI

- **ISO:** *International Standards Organization.*
- **OSI:** *Open Systems Interconnection.*
- É um padrão e não uma implementação.
- Não há uma implementação dele.
- O Bluetooth, ZigBee e a Internet seguem este padrão.

Camada de Aplicação
Camada de Apresentação
Camada de Sessão
Camada de Transporte
Camada de Rede
Camada de Enlace
Camada Física

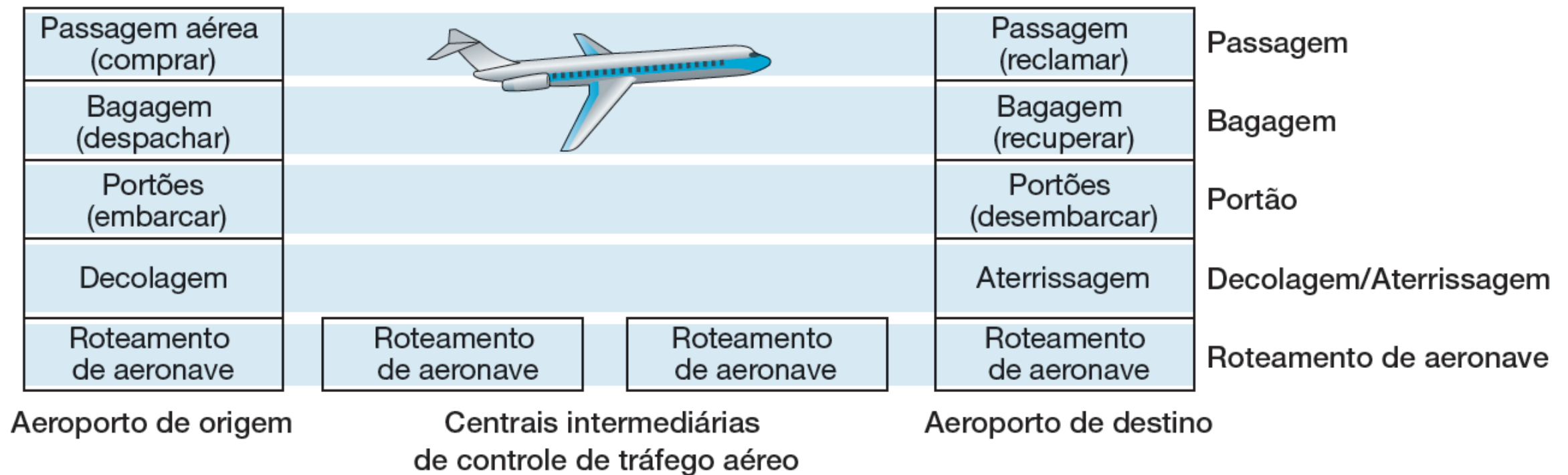
Arquitetura de camadas

Uma viagem de avião: ações.

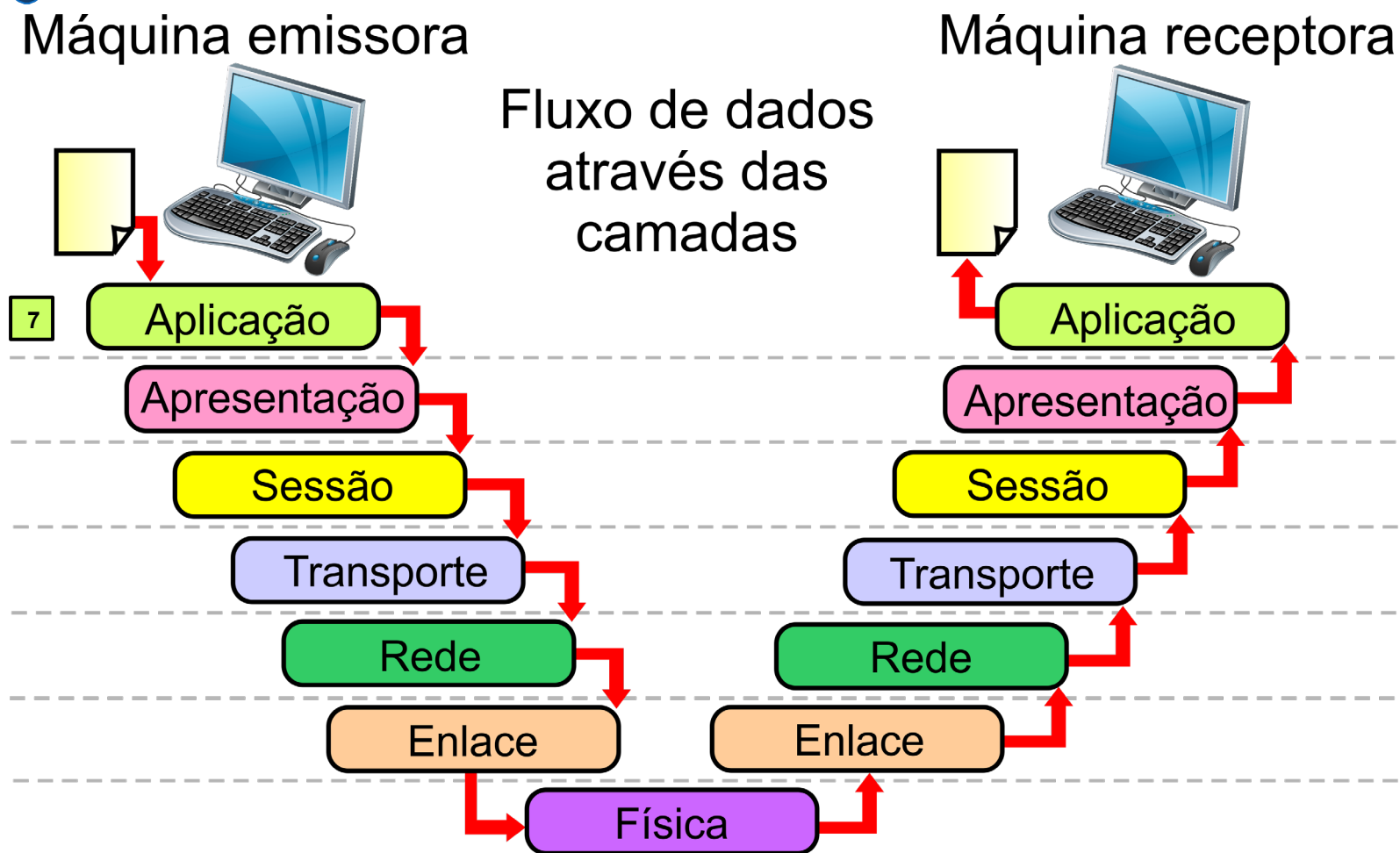


Arquitetura de camadas

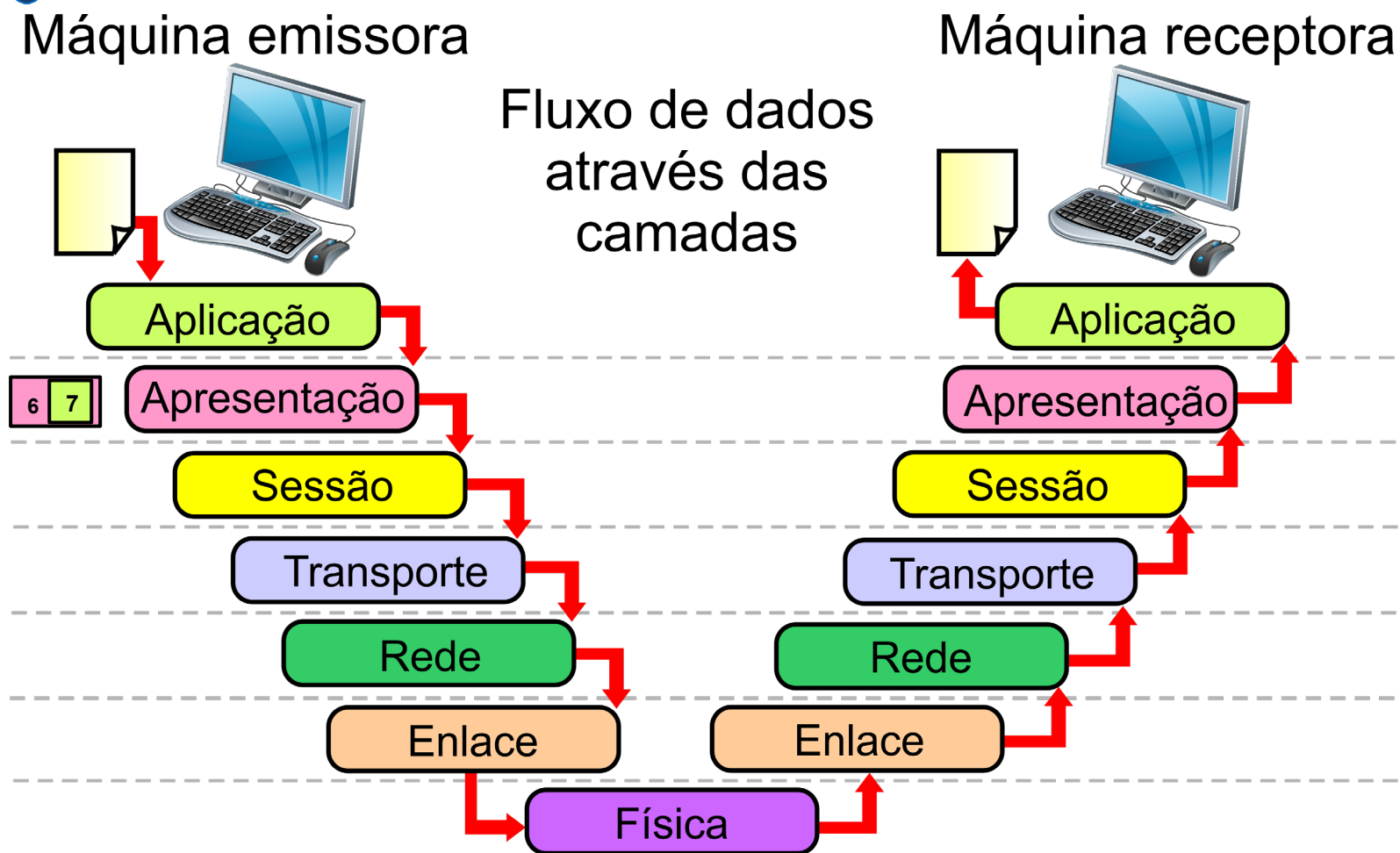
Camadas horizontais da funcionalidade de linha aérea.



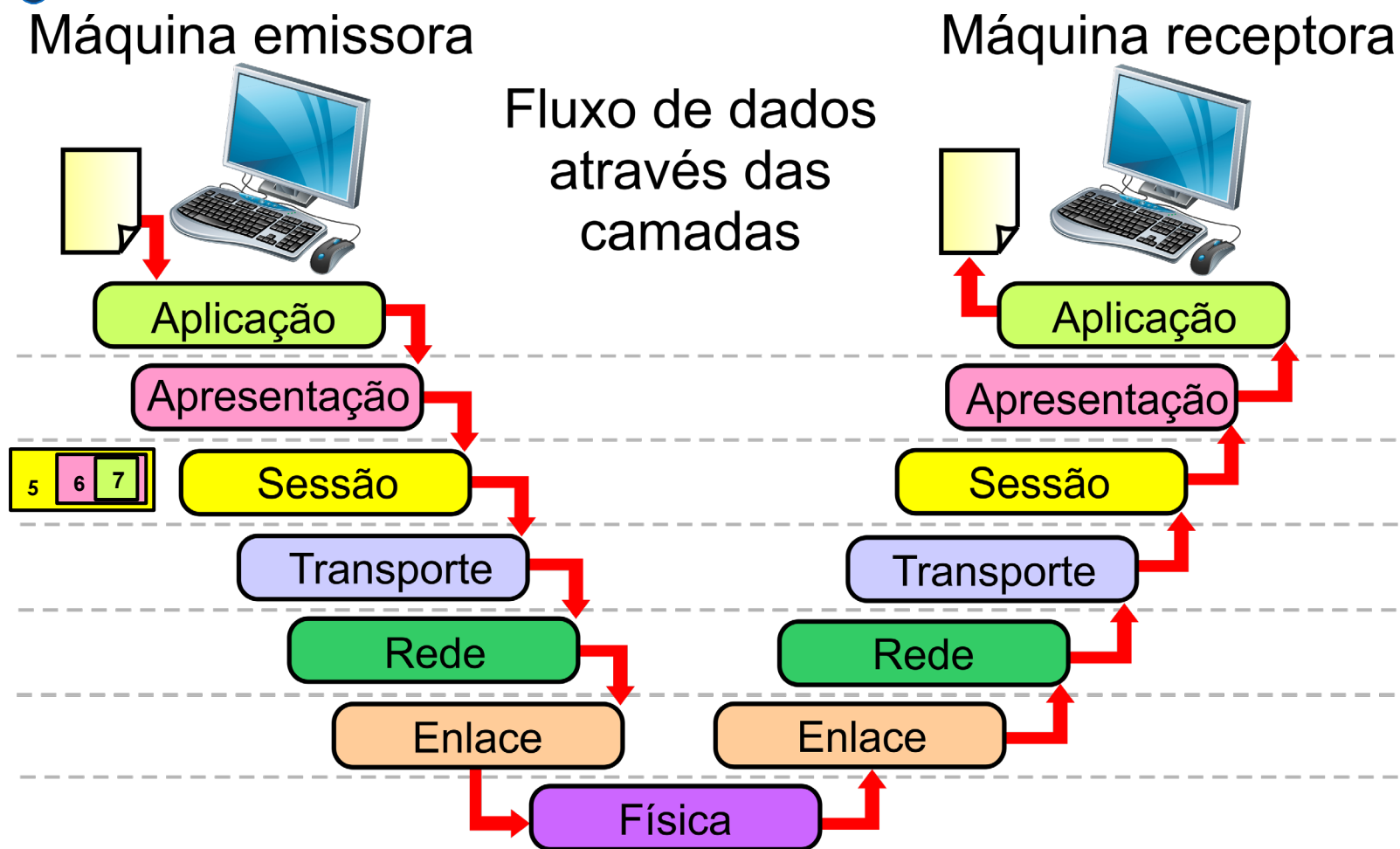
Modelo de Referência OSI - Encapsulamento



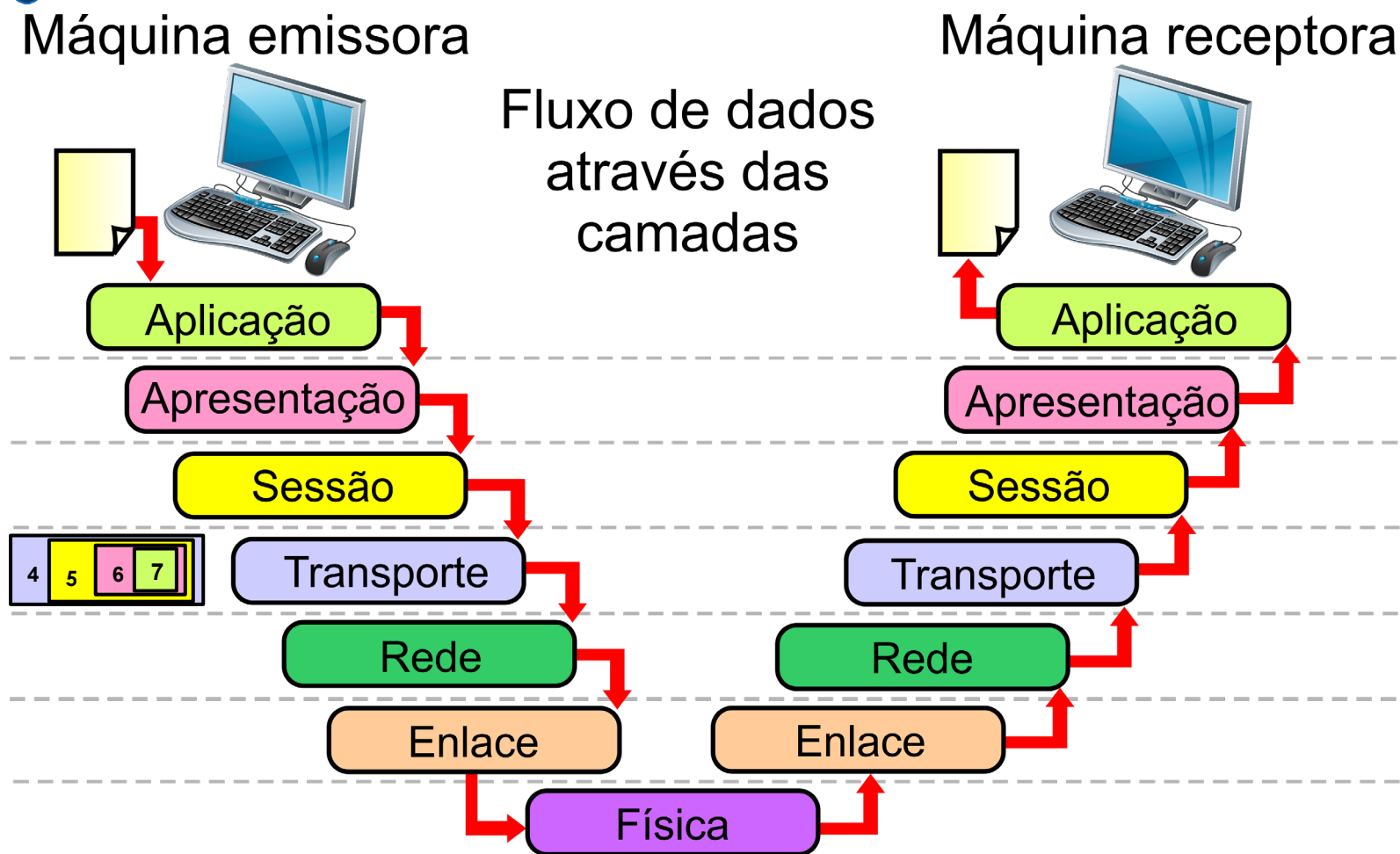
Modelo de Referência OSI - Encapsulamento



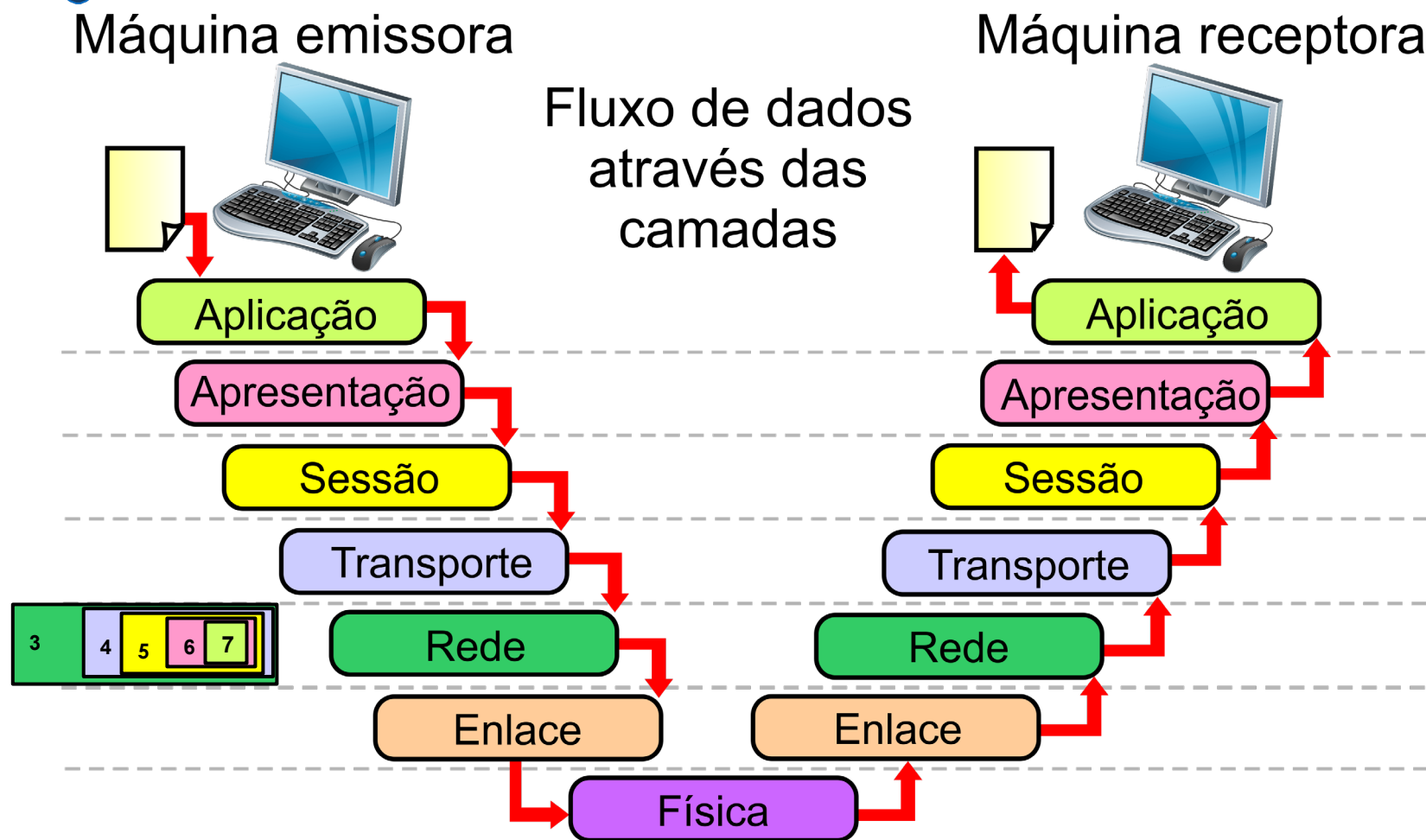
Modelo de Referência OSI - Encapsulamento



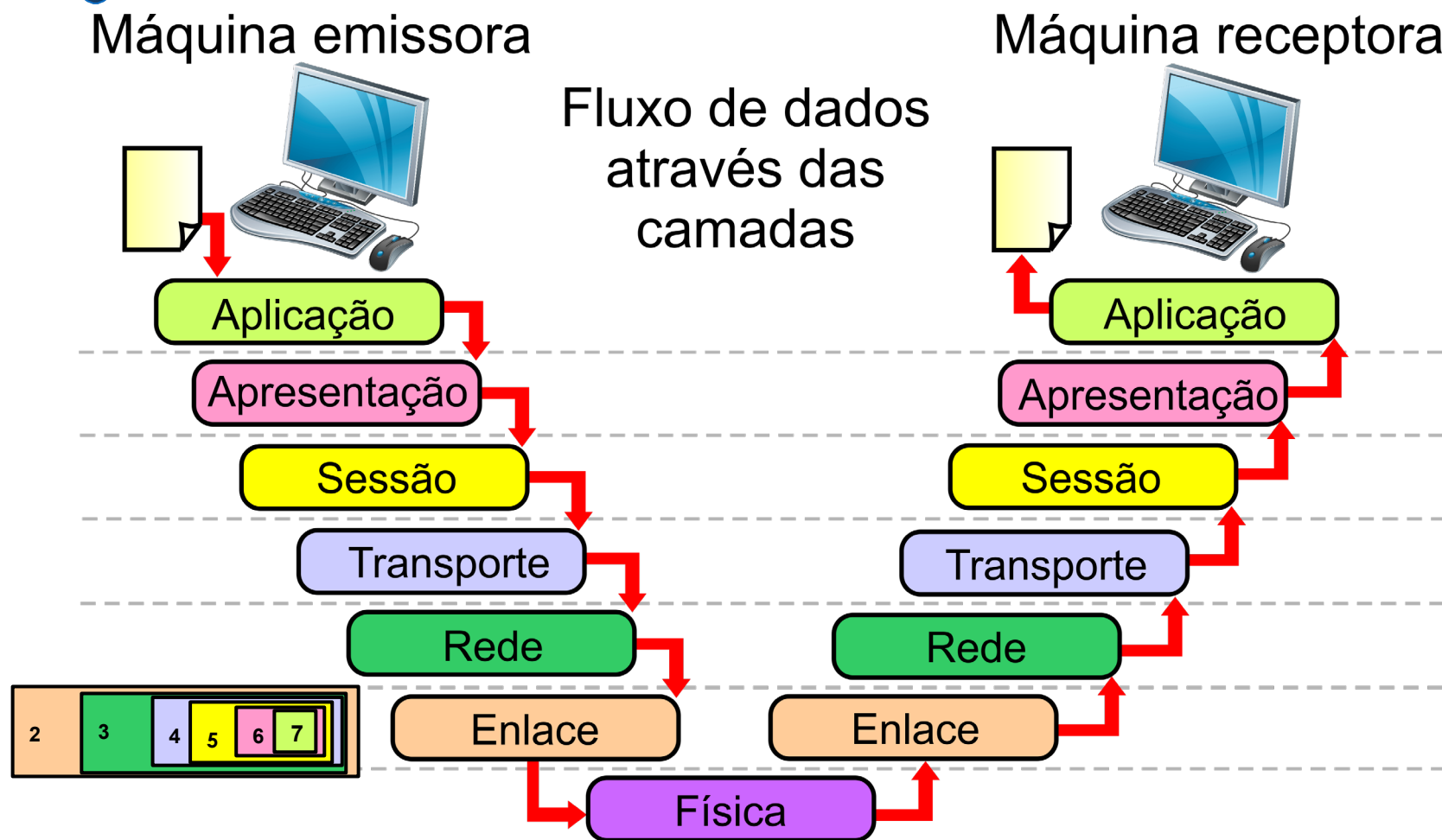
Modelo de Referência OSI - Encapsulamento



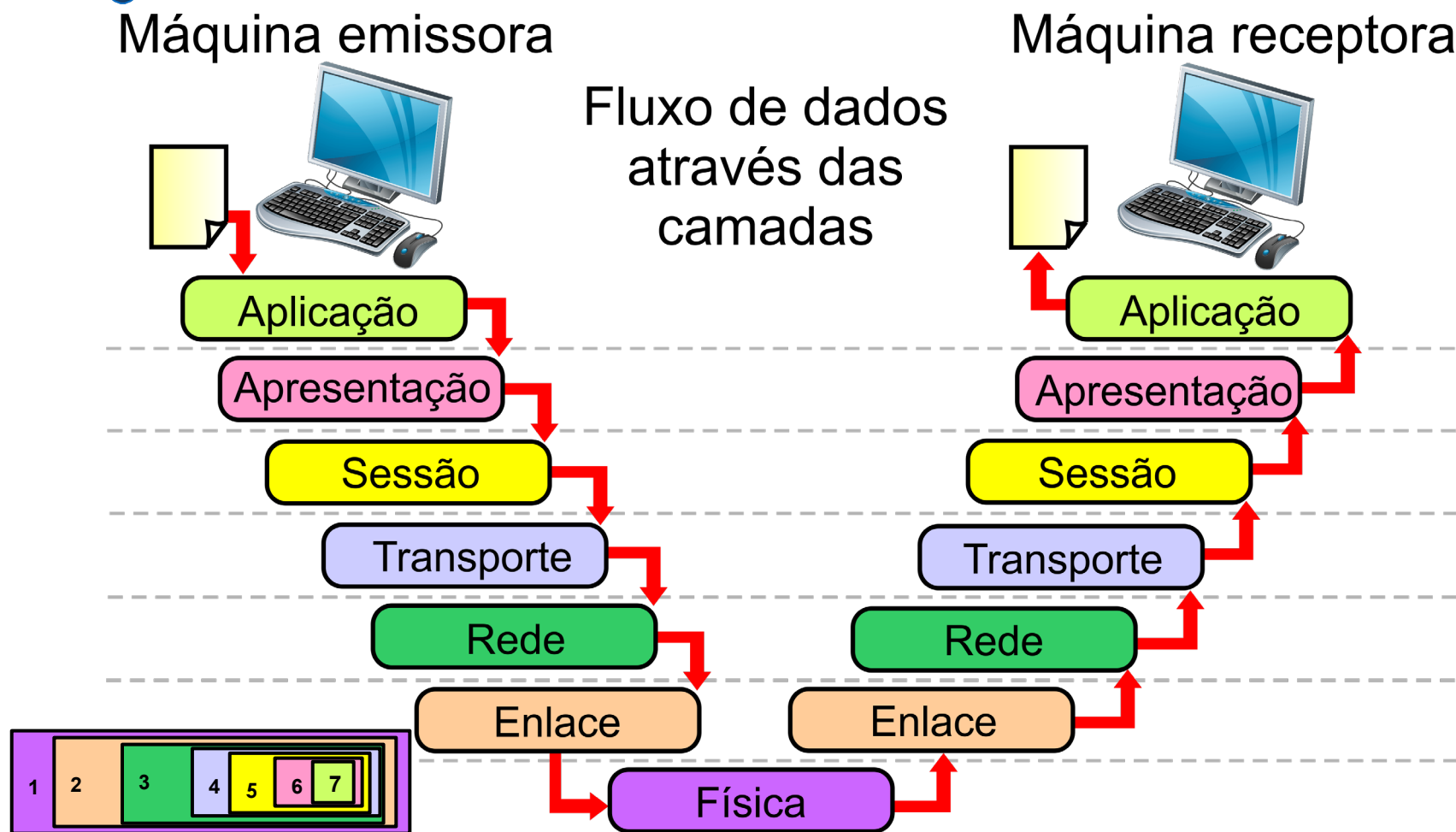
Modelo de Referência OSI - Encapsulamento



Modelo de Referência OSI - Encapsulamento

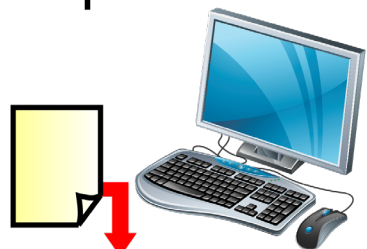


Modelo de Referência OSI - Encapsulamento



Modelo de Referência OSI - Encapsulamento

Máquina emissora



Aplicação

Apresentação

Sessão

Transporte

Rede

Enlace

Fluxo de dados
através das
camadas

Máquina receptora



Aplicação

Apresentação

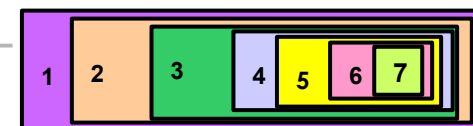
Sessão

Transporte

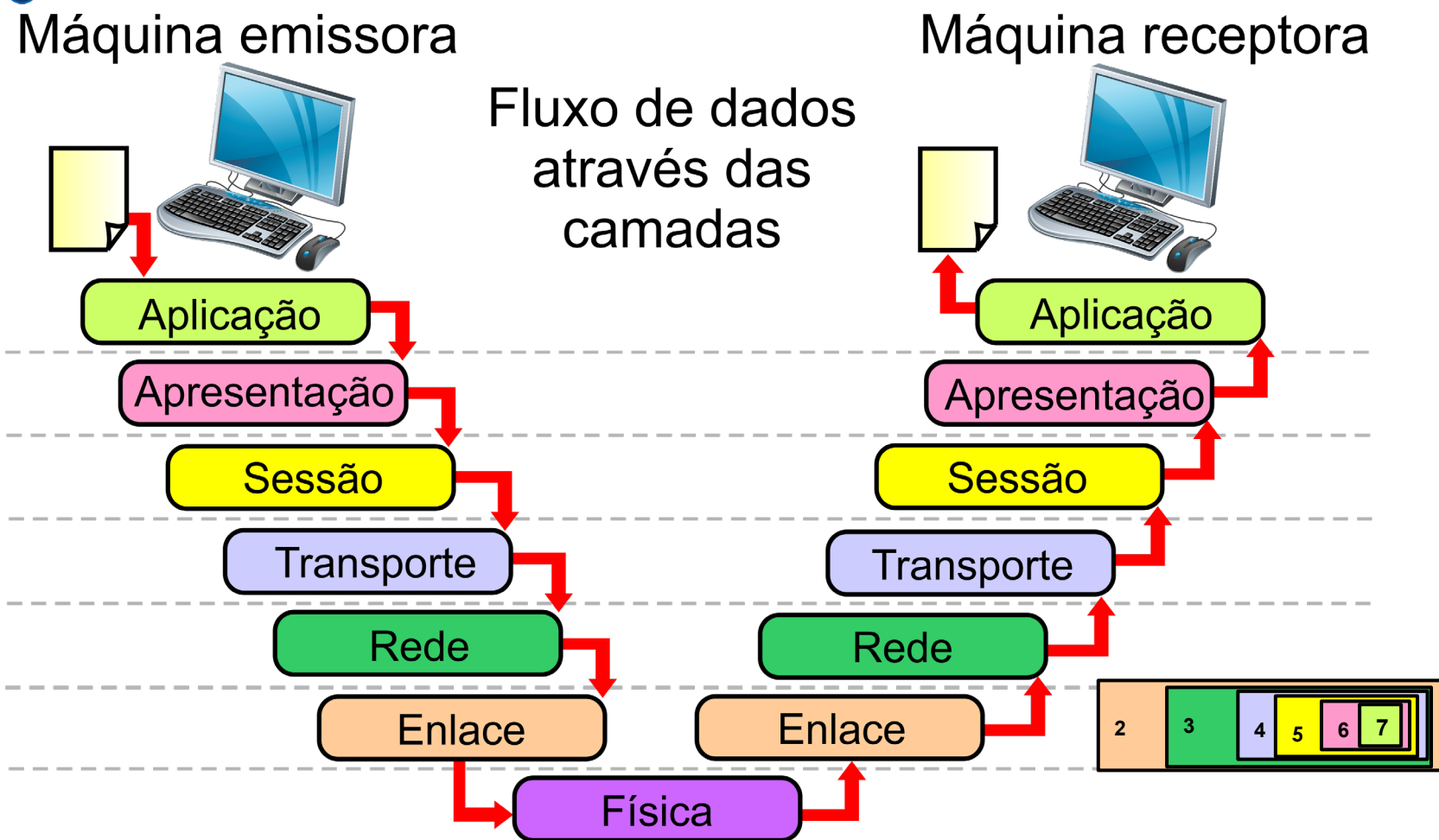
Rede

Enlace

Física

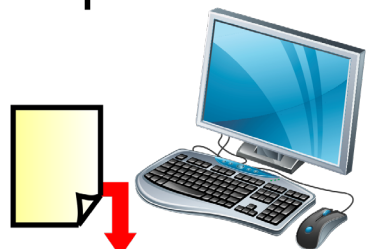


Modelo de Referência OSI - Encapsulamento



Modelo de Referência OSI - Encapsulamento

Máquina emissora



Aplicação

Apresentação

Sessão

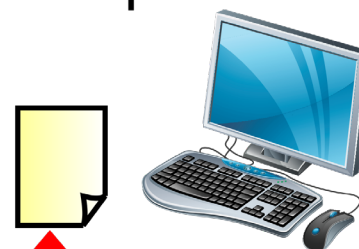
Transporte

Rede

Enlace

Fluxo de dados
através das
camadas

Máquina receptora



Aplicação

Apresentação

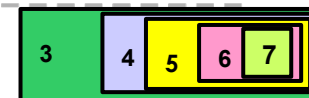
Sessão

Transporte

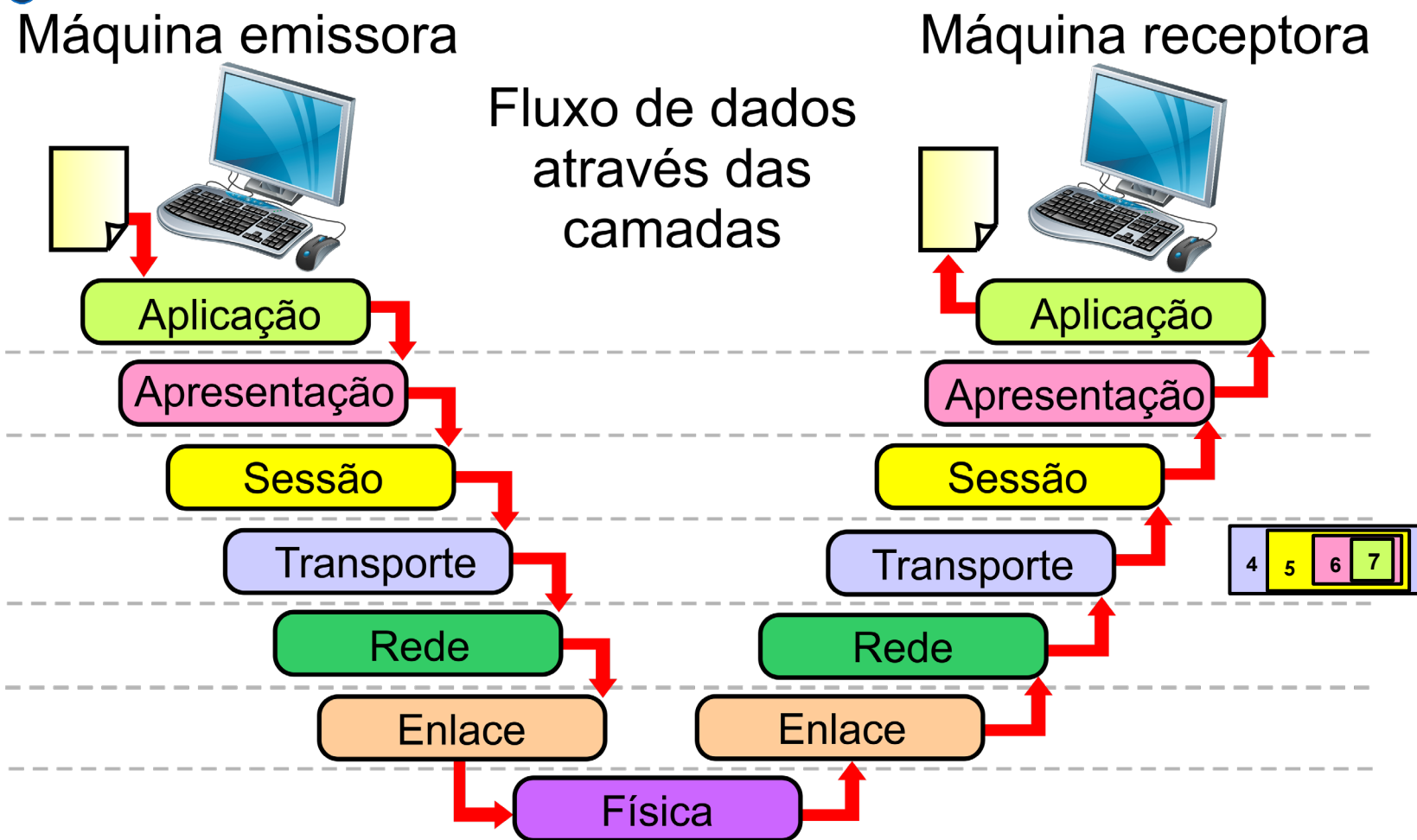
Rede

Enlace

Física

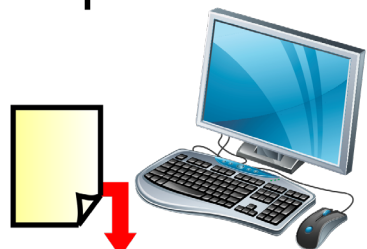


Modelo de Referência OSI - Encapsulamento



Modelo de Referência OSI - Encapsulamento

Máquina emissora



Aplicação

Apresentação

Sessão

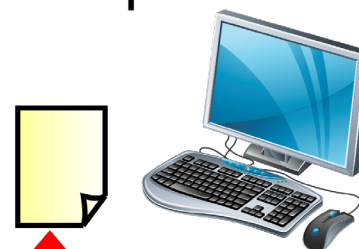
Transporte

Rede

Enlace

Fluxo de dados
através das
camadas

Máquina receptora



Aplicação

Apresentação

Sessão

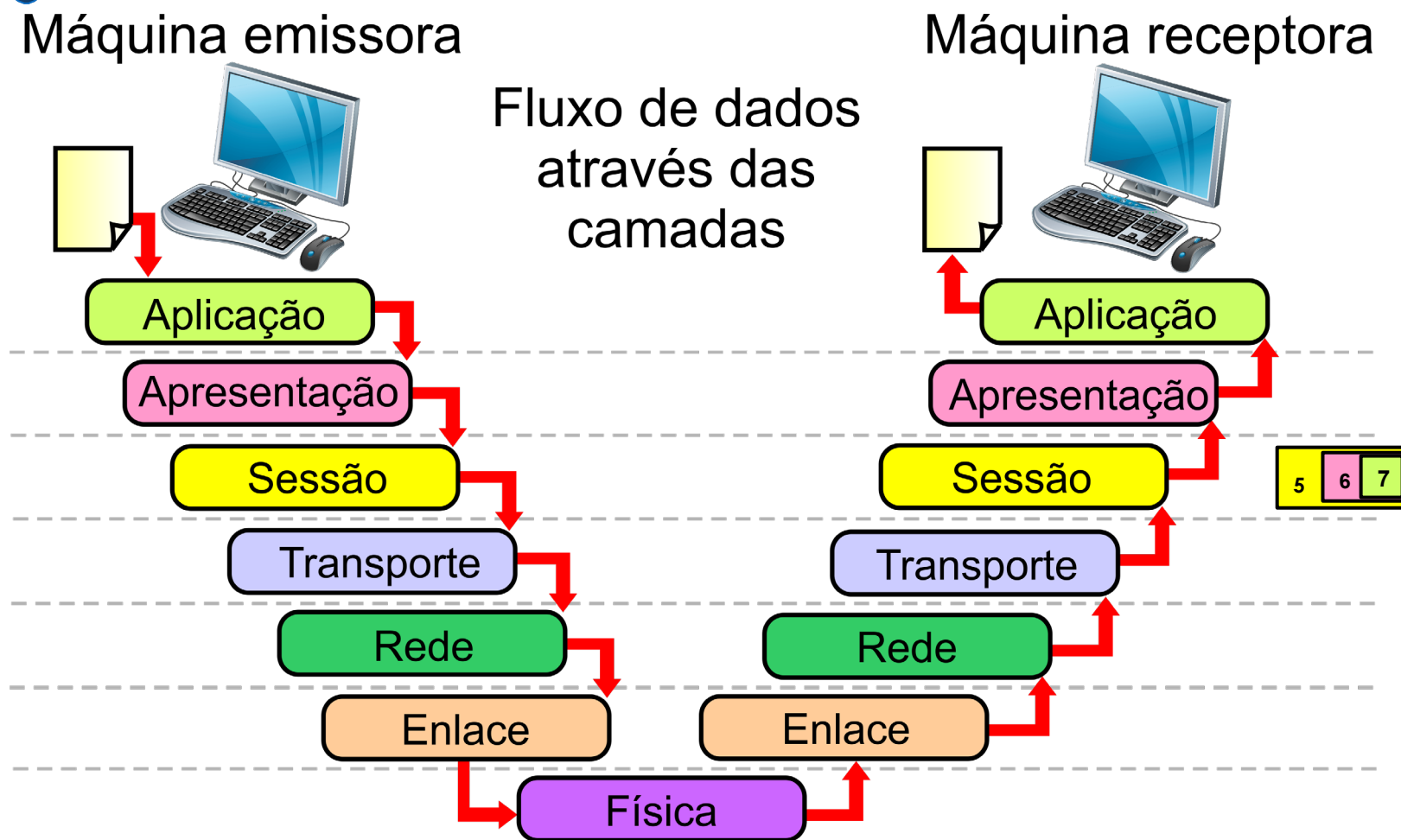
Transporte

Rede

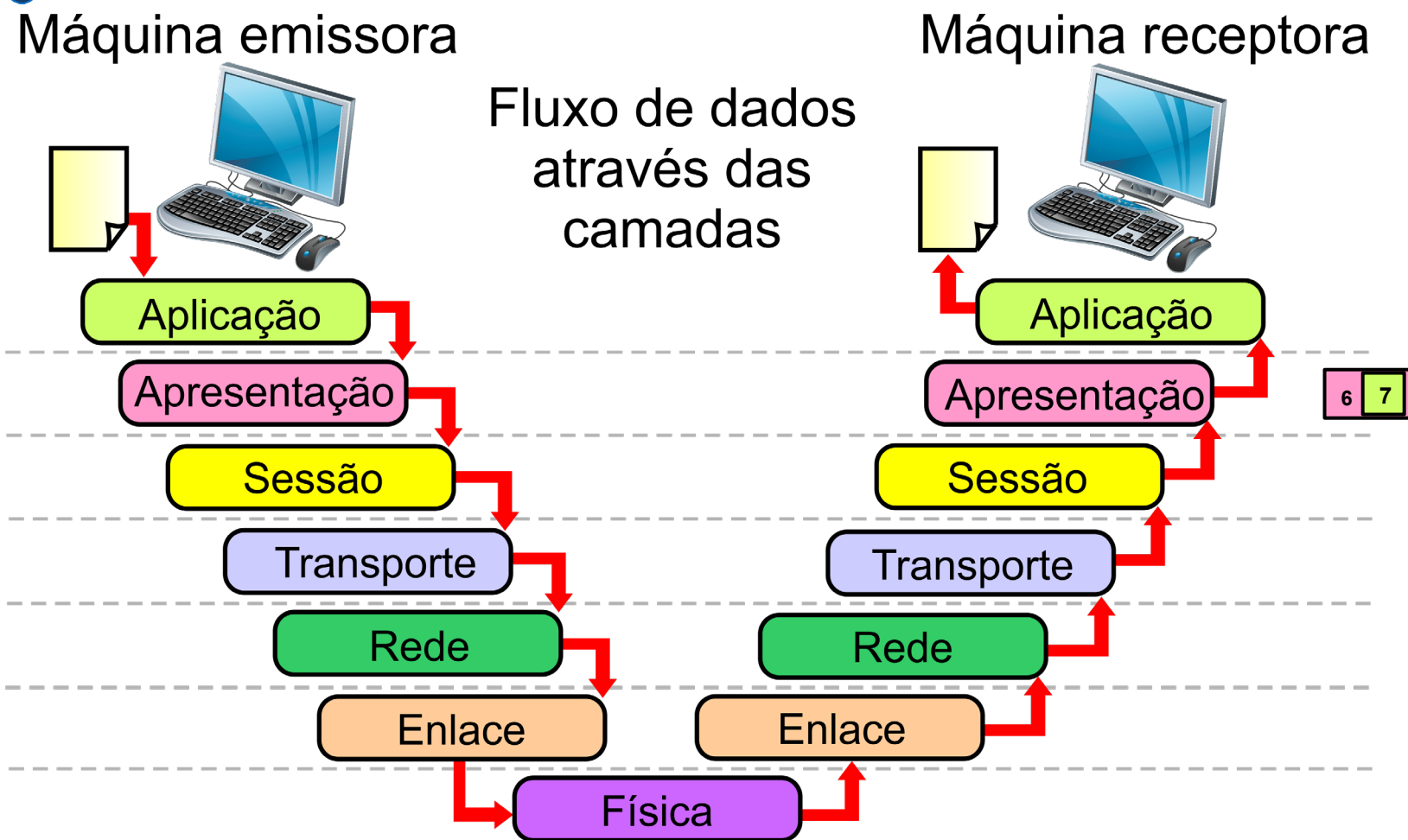
Enlace

Física

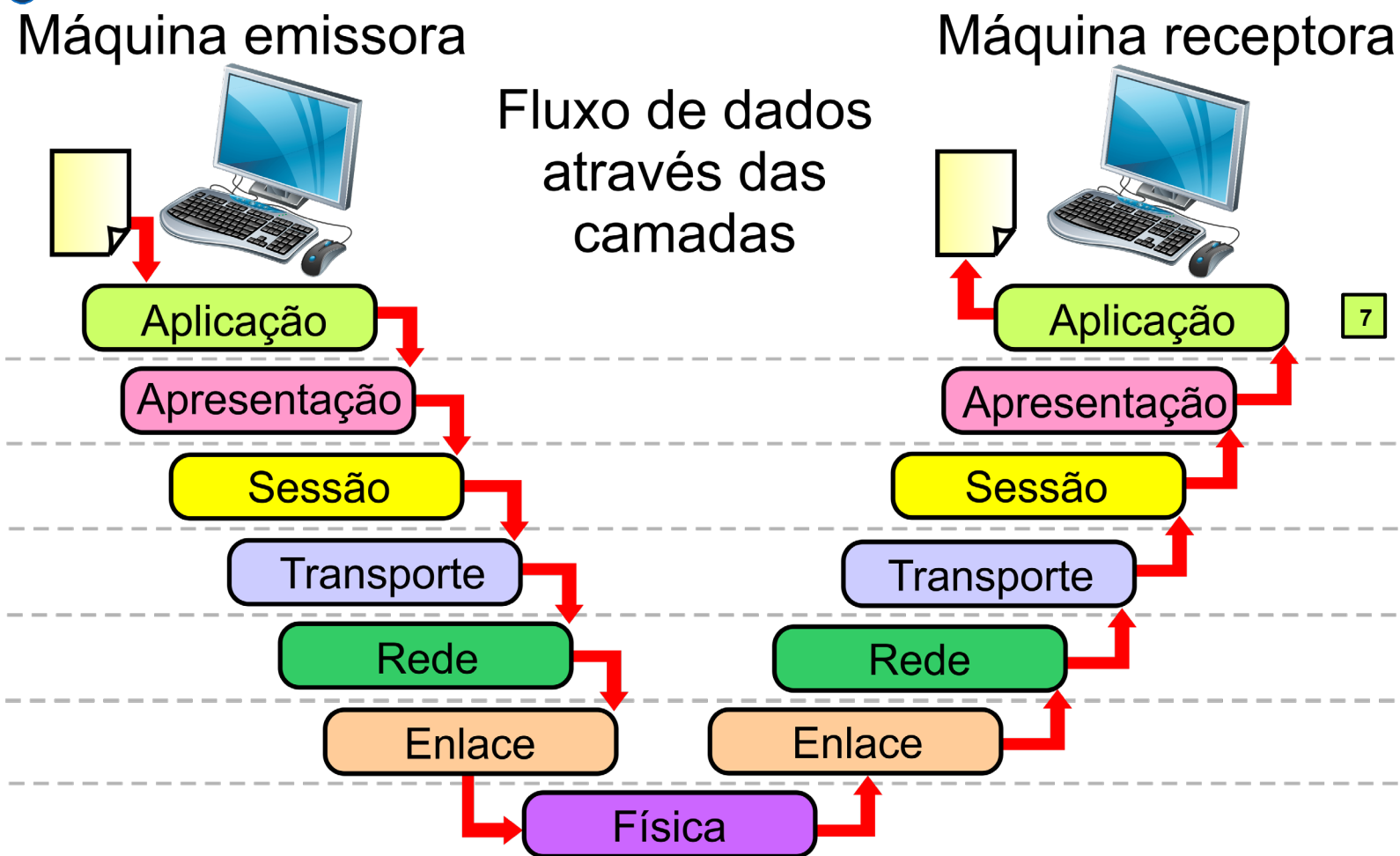
5 6 7



Modelo de Referência OSI - Encapsulamento



Modelo de Referência OSI - Encapsulamento



OSI: Camada Física

- Transmissão transparente de sequência de bits pelo meio físico.
- Trata de padrões mecânicos, funcionais, elétricos e procedimentos para acesso ao meio físico.
- Mantém a conexão física entre sistemas.
- Tipos de conexão:
 - ✓ Ponto-a-ponto ou multiponto;
 - ✓ Full ou Half-duplex;
 - ✓ Serial ou Paralela.

OSI: Camada de Enlace

- Organiza sequências de bits em conjuntos de bits chamados frames.
- Reconhece início e fim de frames.
- Detecta perdas de frames e requisita retransmissão.
- Funções típicas:
 - ✓ Delimitação de quadro;
 - ✓ Detecção de erros (confiabilidade aqui também);
 - ✓ Recuperação de erros.

OSI: Camada de Rede

- Determina como os pacotes são roteados da origem ao destino.
- As rotas podem ser:
 - ✓ Fixas
 - ✓ Criadas no momento da conexão
 - ✓ Dinâmicas

OSI: Camada de Transporte

- Assegurar a conexão confiável entre origem e destino da comunicação.
- Primeira camada que estabelece comunicação origem-destino (fim-a-fim).

OSI: Camada de Sessão

- Gerencia sessões de comunicação.
- Sessão é uma comunicação que necessita armazenar estados.
 - **Ex.:** Quem envia agora?
- Estados são armazenados para permitir reestabelecimento da comunicação em caso de queda de comunicação.
 - **Ex.:** Retornar transferências de arquivos.

OSI: Camada de Apresentação

- Chamado também de tradução.
 - Converte o formato do dado recebido em um que seja legível pelo receptor.
- **Vantagem:** as camadas inferiores não perdem tempo com compressão/descompressão.
- Garantir que os dados enviados sejam interpretados corretamente pelo destinatário. **Exemplos:**
 - Compressão de dados.
 - Criptografia.

OSI: Camada de Aplicação

- Trata de vários protocolos que suportam as diferentes aplicações, como:
 - Correio eletrônico.
 - Navegação na web.
 - Transferência de arquivos.
 - Terminal virtual.
 - Gerência de redes.
 - etc.

Modelo ISO/OSI versus TCP/IP

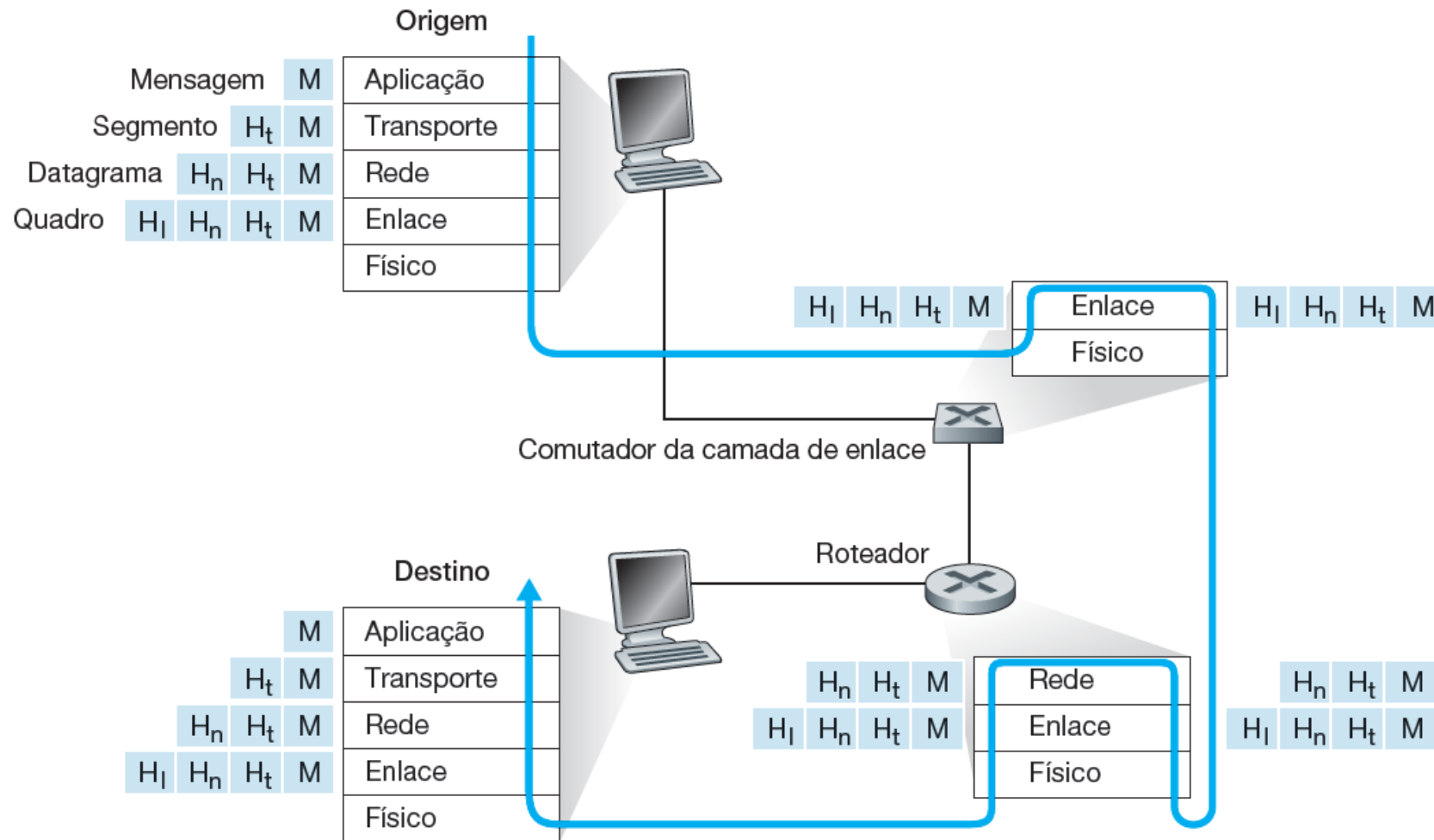
Camada de Aplicação
Camada de Apresentação
Camada de Sessão
Camada de Transporte
Camada de Rede
Camada de Enlace
Camada Física

Camada de Aplicação
Camada de Transporte
Camada de Rede
Camada de Acesso ao Meio

Modelo TCP/IP ou Internet

- **Aplicação:** suporta as aplicações de rede.
 - FTP, SMTP, HTTP.
- **Transporte:** transferência de dados processo a processo (fim-a-fim).
 - TCP, UDP.
- **Rede:** roteamento de datagramas da origem ao destino.
 - IP, protocolos de roteamento.
- **Enlace:** transferência de dados entre elementos vizinhos.
 - Wi-Fi, Ethernet, IEEE 802.15.4

Encapsulamento na Internet

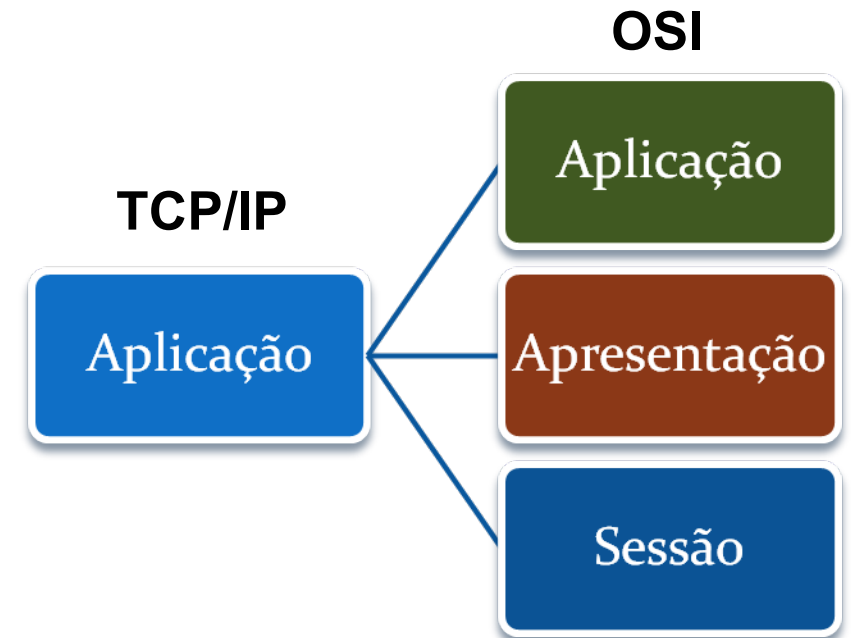


TCP/IP versus Modelo OSI

- Você deve ter reparado que algumas das camadas no modelo TCP/IP têm os mesmos nomes das camadas no modelo OSI, certo?
- Porém, as camadas dos dois modelos não correspondem exatamente.
- Mais notadamente, a camada de aplicação tem diferentes funções em cada modelo.

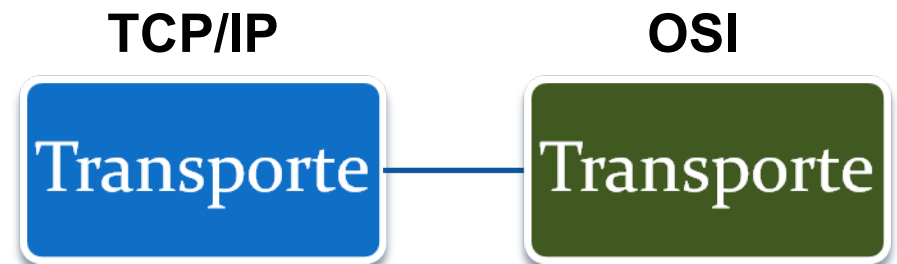
TCP/IP versus OSI e suas similaridades

- Os projetistas do TCP/IP decidiram que os protocolos de mais alto nível deveriam incluir os detalhes da camada de sessão e de apresentação do OSI.
- Eles simplesmente criaram uma camada de aplicação (camada 4 no modelo TCP/IP ou camada 7, 6 e 5 no modelo OSI) que trata de questões de representação, codificação e controle de diálogo.



TCP/IP Camada de Transporte

- A camada de transporte lida com questões de qualidade de serviços de confiabilidade, controle de fluxo e correção de erros.
- Um de seus protocolos, o Transmission Control Protocol (TCP), fornece formas excelentes e flexíveis de se desenvolver comunicações de rede confiáveis com baixa taxa de erros e bom fluxo.

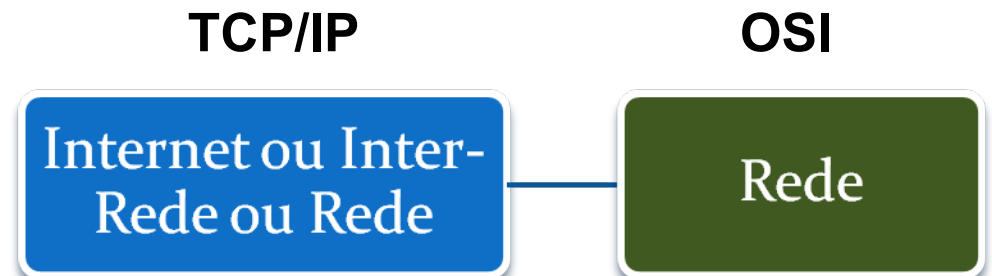


TCP/IP versus OSI

- O **TCP** é um protocolo orientado a conexões. Ele mantém um diálogo entre a origem e o destino enquanto empacota informações da camada de aplicação em unidades chamadas segmentos.
- O termo orientado a conexões não quer dizer que existe um circuito entre os computadores que se comunicam.
- Significa que segmentos da Camada 4 trafegam entre dois hosts para confirmar que a conexão existe logicamente durante um certo período.

TCP/IP Camada de Internet

- O propósito da camada de Internet é dividir os segmentos TCP em pacotes e enviá-los a partir de qualquer rede.
- Os pacotes chegam à rede de destino independente do caminho levado para chegar até lá.
- O protocolo específico que governa essa camada é chamado *Internet Protocol* (IP).
- A determinação do melhor caminho.



TCP/IP Camada de Internet

- Redes comutadas por pacote – Os pacotes são enviados por vários caminhos e chegam DESORDENADAMENTE num único lugar, acontecem na camada quatro .
- Redes comutadas por circuito – Os pacotes seguem um único caminho, chegando ORDENADAMENTE a um único destino.

TCP/IP Camada de Internet

- Redes comutadas por pacote

- **Vantagens:**

- ❖ Flexibilidade;
 - ❖ Várias possibilidades de envio,
 - ❖ Independe do meio físico.

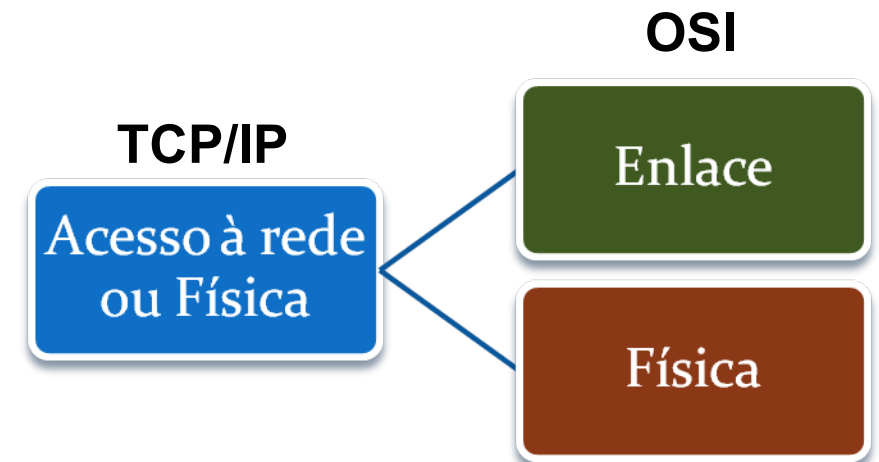
- **Desvantagens:**

- ❖ Não existe controle de velocidade do link;
 - ❖ Alta taxa de mensagens de reenvio;

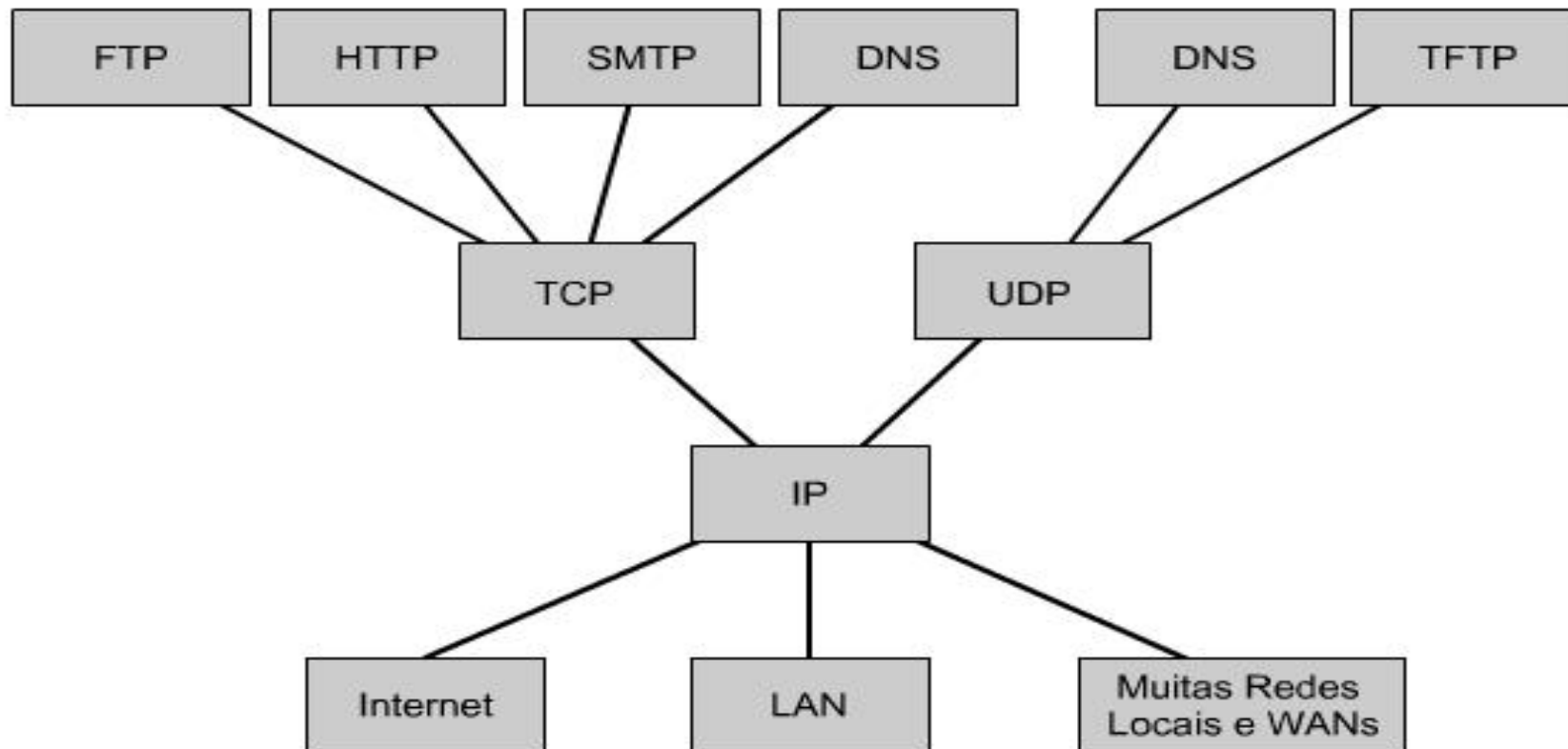
- **Redes comutadas por circuito – Vantagens:** Uma única rota, baixa taxa de reenvio e erros, alta velocidade, pouco flexível e demanda de muito investimento para melhor funcionamento.

TCP/IP Camada de Acesso a Rede

- O significado do nome da camada de acesso à rede é muito amplo e um pouco confuso.
- É também conhecida como a camada host-para-rede.
- Esta camada lida com todos os componentes, tanto físico como lógico, que são necessários para fazer um link físico.
- Isso inclui os detalhes da tecnologia de redes, inclusive todos os detalhes nas camadas física e de enlace do OSI.



TCP/IP – Protocolos Comuns



Protocolos TCP/IP

- File Transfer Protocol (FTP)
- Hypertext Transfer Protocol (HTTP)
- Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)
- Sistema de Nomes de Domínios (DNS)

Protocolos UDP

- Trivial File Transfer Protocol (TFTP);
- Sistema de Nomes de Domínios (DNS)

Protocolos da Camada de Transporte do Modelo OSI e TCP/IP

- Transport Control Protocol (TCP)
- User Datagram Protocol (UDP)

Protocolo da Camada de Internet

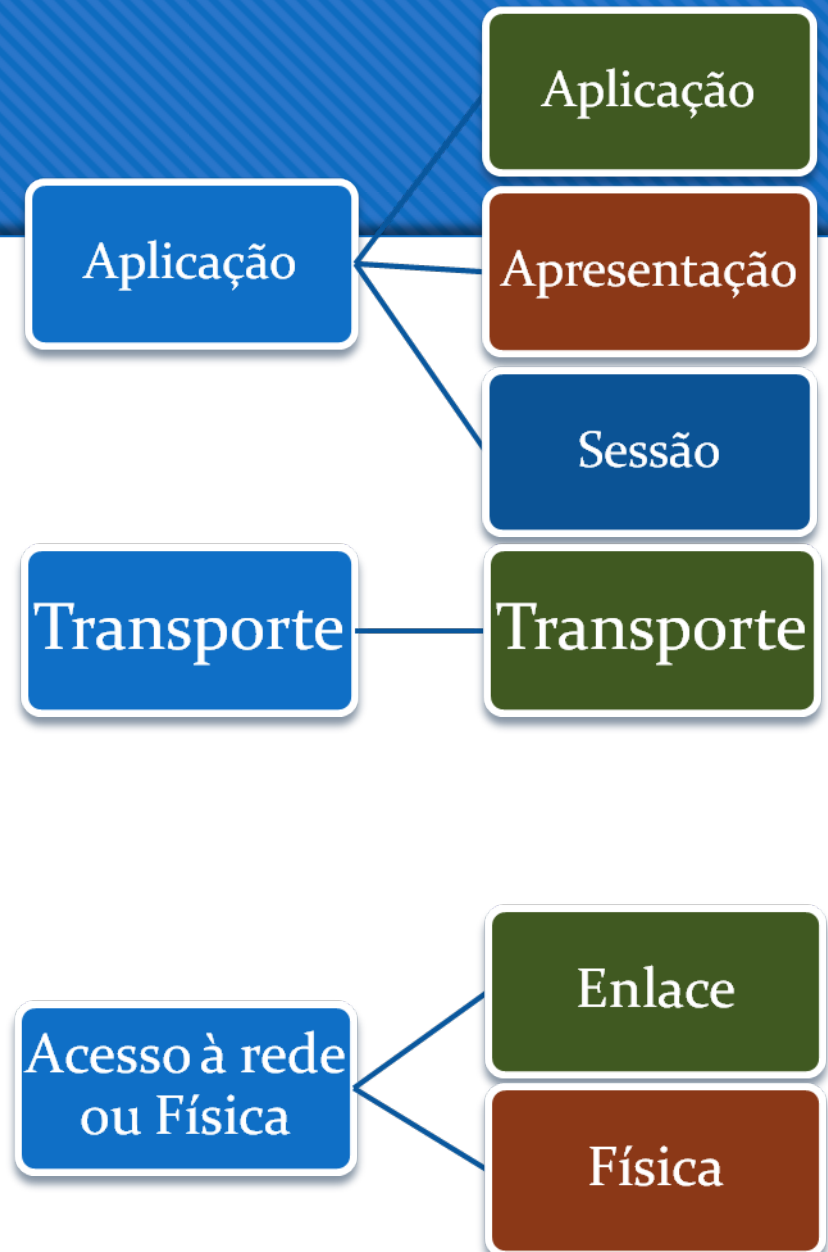
- Internet Protocol (IP)

TCP/IP – Camada de Acesso a Rede

- A camada de acesso à rede se refere a qualquer tecnologia em particular usada em uma rede específica.

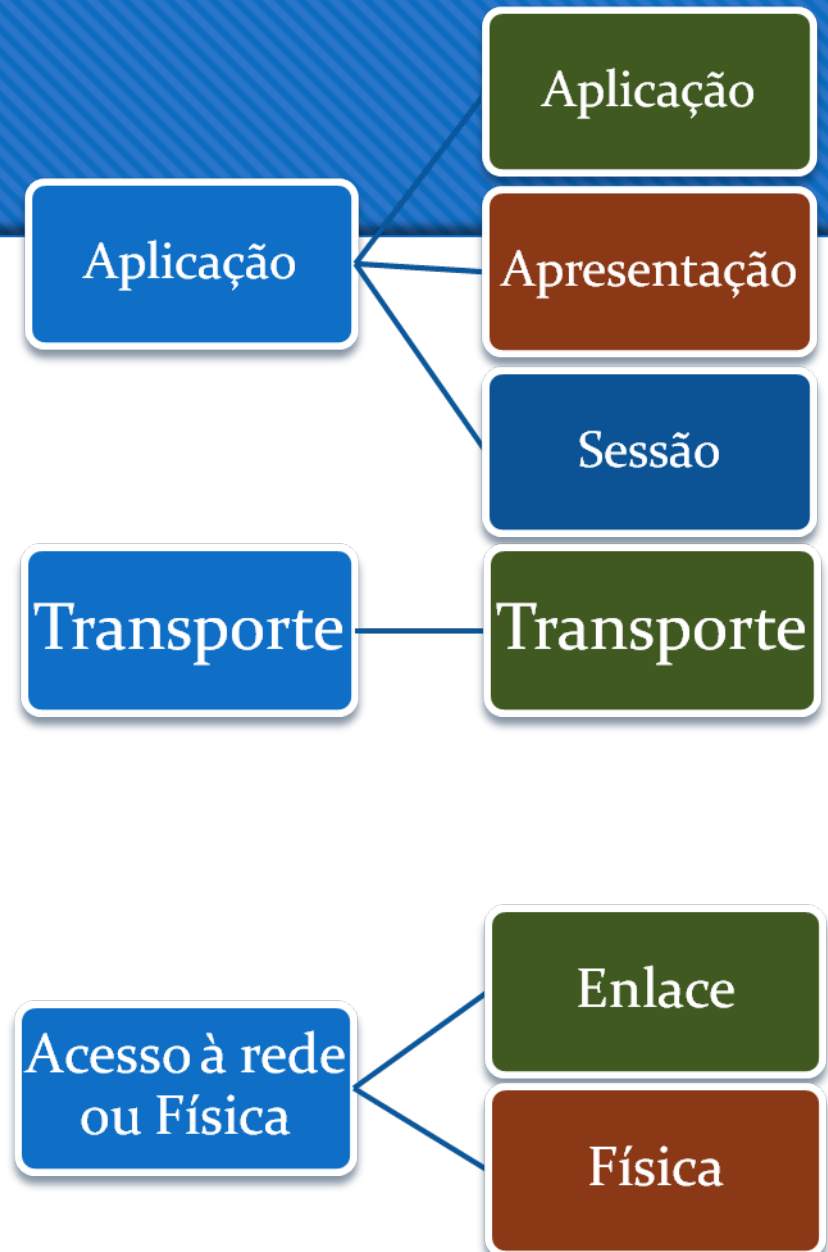
Semelhanças

- Ambos têm camadas.
- Ambos têm camadas de aplicação, embora incluam serviços muito diferentes.
- Ambos têm camadas de transporte e de rede comparáveis.
- Os dois modelos precisam ser conhecidos pelos profissionais de rede.
- Ambos supõem que os pacotes sejam comutados. Isto quer dizer que os pacotes individuais podem seguir caminhos diferentes para chegarem ao mesmo destino.
- Isto é em contraste com as redes comutadas por circuitos onde todos os pacotes seguem o mesmo caminho.



Diferenças

- O TCP/IP combina os aspectos das camadas de aplicação, apresentação e de sessão dentro da sua camada de aplicação.
- O TCP/IP combina as camadas física e de enlace do OSI na camada de acesso à rede.
- O TCP/IP parece ser mais simples por ter menos camadas.
- Os protocolos TCP/IP são os padrões em torno dos quais a Internet se desenvolveu, portanto o modelo TCP/IP ganha credibilidade apenas por causa dos seus protocolos. Ao contrário, geralmente as redes são desenvolvidas de acordo com o protocolo TCP/IP, embora o modelo OSI seja usado como um guia.



Como o Modelo OSI descreve o TCP/IP

Modelo OSI	Protocolos TCP/IP e Ethernet
7 Aplicação	FTP, TFTP, HTTP, SMTP, DNS, TELNET, SNMP
6 Apresentação	Muito pouco foco
5 Sessão	
4 Transporte	TCP
3 Rede	IP
2 Enlace de dados	Ethernet
1 Física	

Considerações Finais

- **Foram abordados nesta aula:**

- Protocolos e Camadas.

Estes slides estão baseados na bibliografia:

- KUROSE, Jim e ROSS, Keith. **Redes de Computadores e a Internet - Uma Abordagem Top-Down**. 6ª Edição. Pearson Universidades, 2013.

Na próxima aula:

- **Camada de Aplicação.**