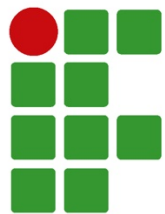


# Arquitetura de redes

Rafael Viana de Carvalho



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

Instituto Federal Goiás – Câmpus Anápolis

# Introdução

- Redes são complexas com muitos componentes
  - Máquinas (hosts)
  - Equipamentos de interconexão
    - Hubs, switches, roteadores, pontos de acesso sem fio
  - Enlaces (meios físicos) de vários tipos
  - Hardware, Software, Aplicações, Protocolos
- Como organizar toda esta arquitetura (estrutura) de forma eficiente e satisfatória?
  - Solução: Dividir os “esforços” para realizar a comunicação em camadas, com funções e regras bem definidas

# Organização e arquitetura de redes

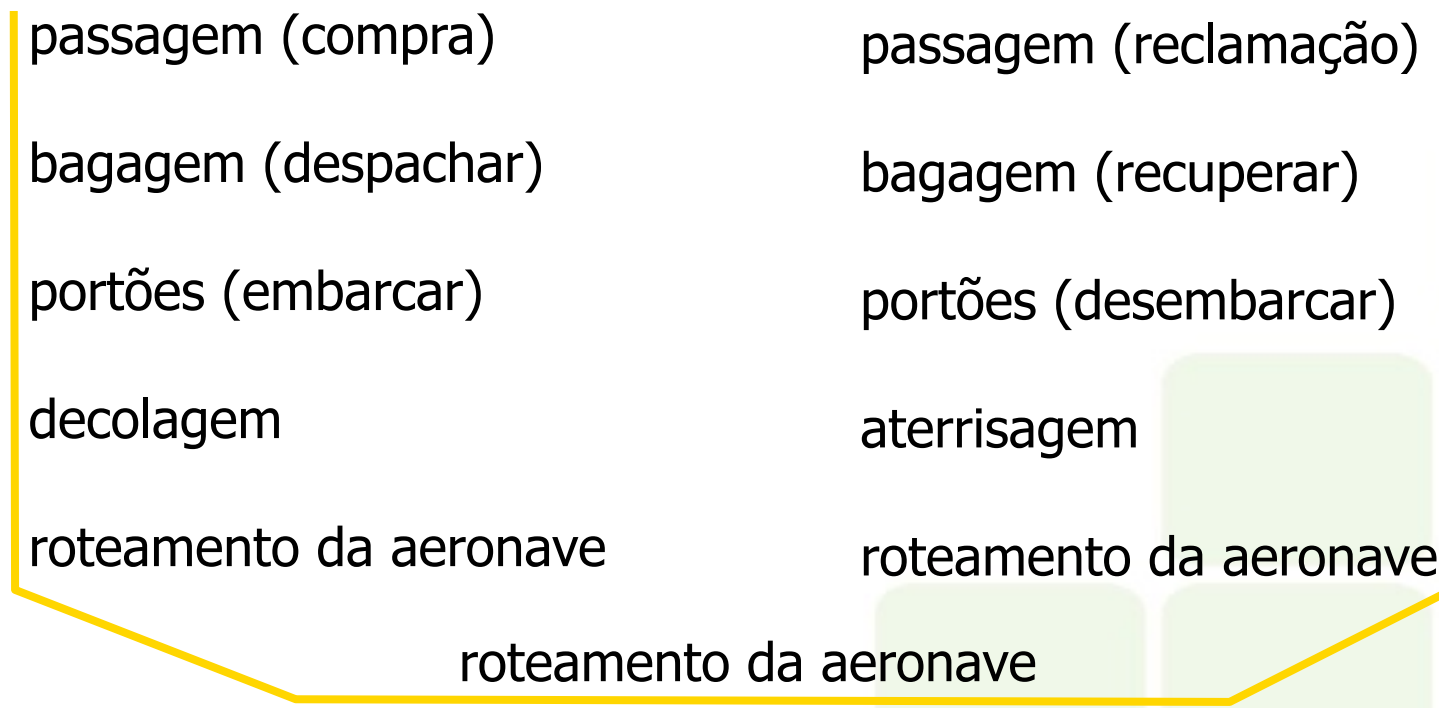
- Para **viabilizar** a comunicação entre dois pontos é necessário um **alto grau de cooperação** entre os sistemas comunicantes
- Existe a necessidade de se organizar a tarefa de comunicação, é necessário **definir uma arquitetura** de redes de comunicação.

# Organização e arquitetura de redes

- A arquitetura de comunicação define o **comportamento funcional** do sistema de comunicação.
- Leva em conta apenas aspectos relativos a **comunicação entre hospedeiros**. A arquitetura de hardware e sistema operacional não são levados em consideração.

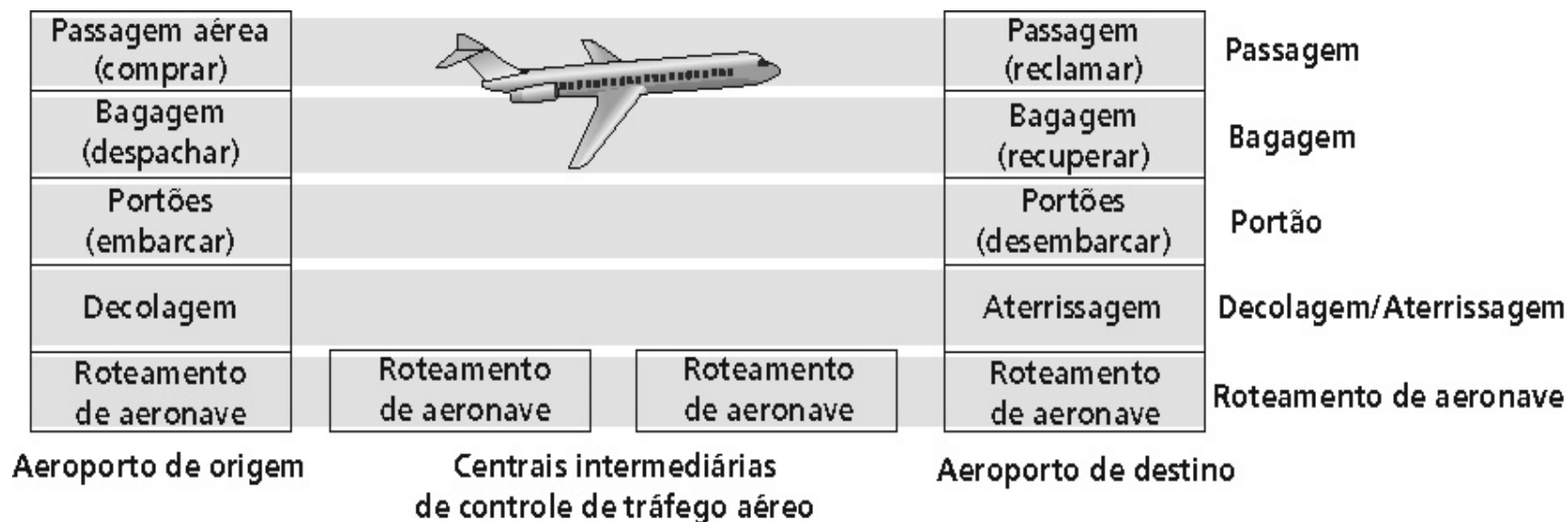
# Exemplo

- Analogia da organização de uma viagem aérea, vista como uma série de passos:



# Exemplo

- Analogia da organização de uma viagem aérea



- A melhor forma de organizar o plano é dividir em camadas
  - Permite a identificação e relacionamento entre as partes do sistema
  - Mudanças são transparentes para o sistema

# Exemplo

- Viagem aérea: serviços para cada camada

transporte de pessoas e bagagem de balcão a balcão

entrega entre centros de despacho de bagagem

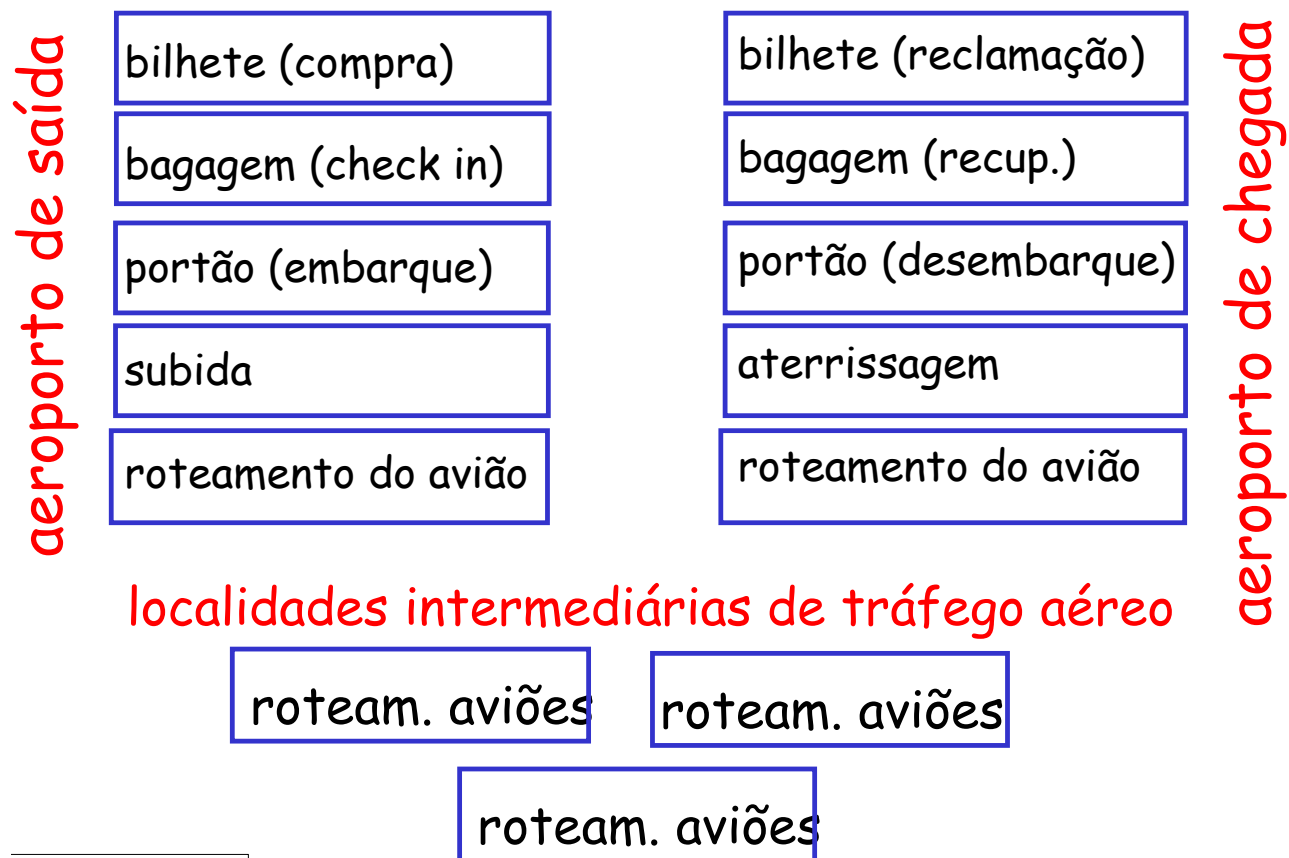
transporte de pessoas entre portões de embarque

encaminhamento do avião de aeroporto a aeroporto

roteamento da aeronave da origem ao destino

# Exemplo

- Implementação distribuída das funcionalidades das camadas





# Arquiteturas de redes em camadas

- **Objetivo:** estruturar a rede como um conjunto de **camadas** (ou **níveis**) hierárquicas, de forma a reduzir a complexidade do projeto como um todo
  - Cada camada pode ser entendida como um programa ou processo, que pode ser implementada por hardware ou software
  - Cada camada utiliza as funções e serviços oferecidos pelas camadas inferiores
  - Cada camada se comunica com a camada remota correspondente
  - As regras que governam a conversação de cada camada são denominadas **protocolos**
  - Os limites entre as camadas são denominados interfaces

# Componentes de um arquitetura

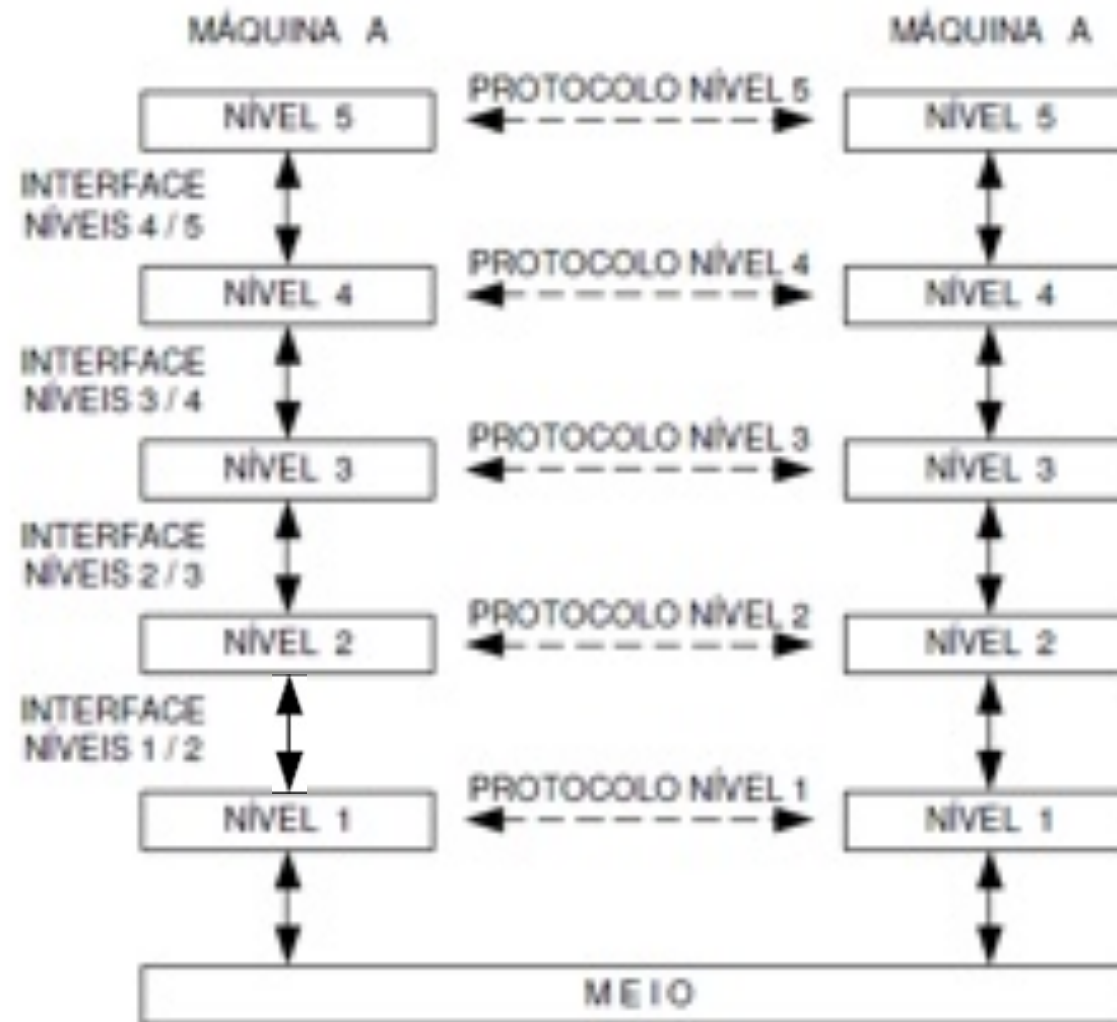
- **Entidade**
  - elemento ativo em cada camada (ex.: processo ou placa de interface de rede)
- **Serviço**
  - indica o que a camada faz
- **Protocolos**
  - regras e convenções usadas na conversação entre uma camada de uma máquina e a mesma camada de outra

Em uma arquitetura, os dados não são passados diretamente de uma camada (N) para outra

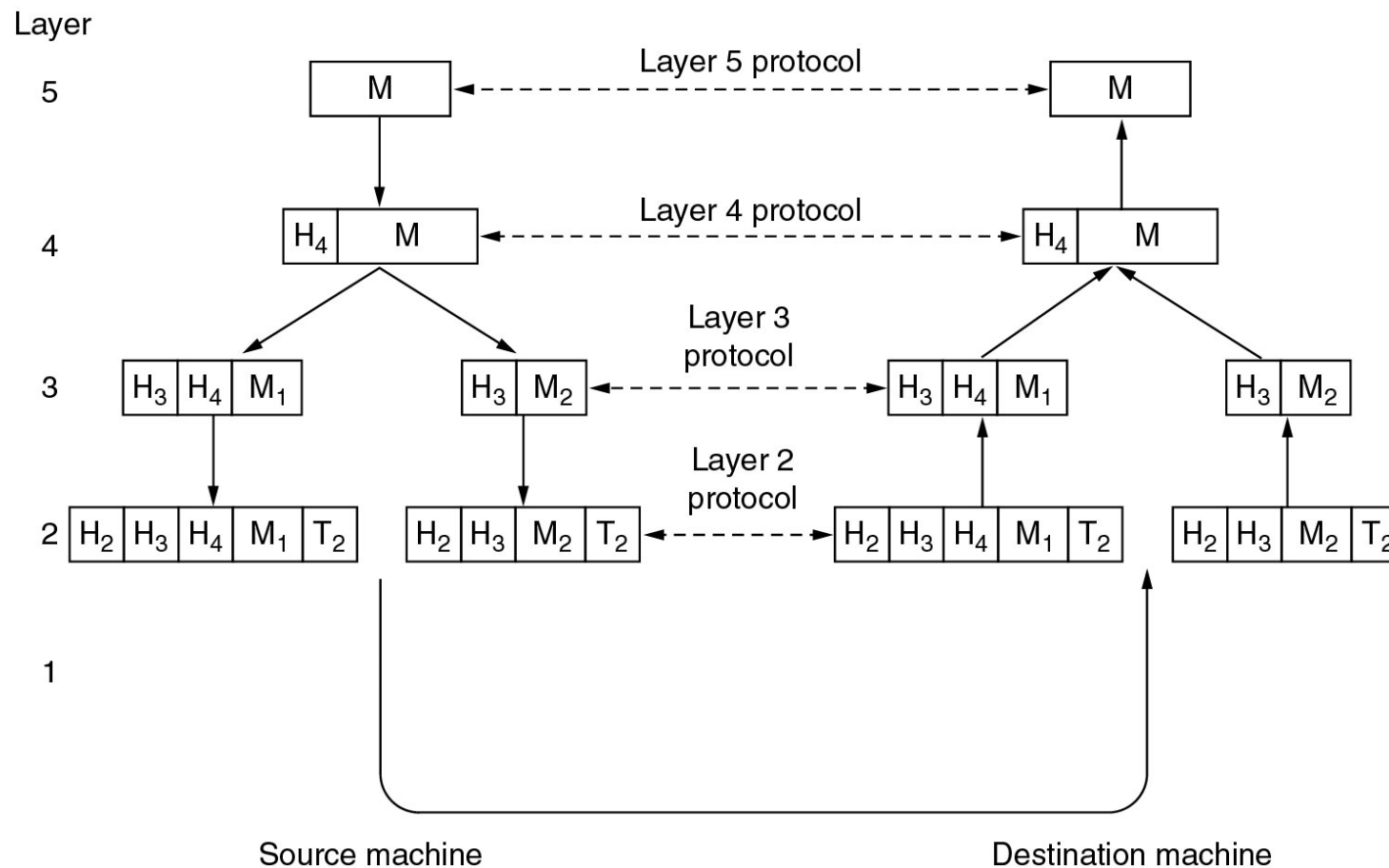
# Componentes de um arquitetura

- Conjunto de **camadas** (níveis), que contém **protocolos** (regras específicas)
- Camadas adjacentes se comunicam através de uma **interface**
  - Define operações e serviços que a camada inferior deve oferecer à camada superior
    - Usa funções realizadas no próprio nível e serviços disponíveis nos níveis inferiores
- Um protocolo de nível N é um conjunto de regras e formatos (semântica e sintaxe)
  - Permite que informações do nível N sejam trocadas entre as entidades daquele nível, localizadas em sistemas distintos

# Relação entre camadas, protocolos e interfaces



# Transmissão de dados



# Modelo em camadas

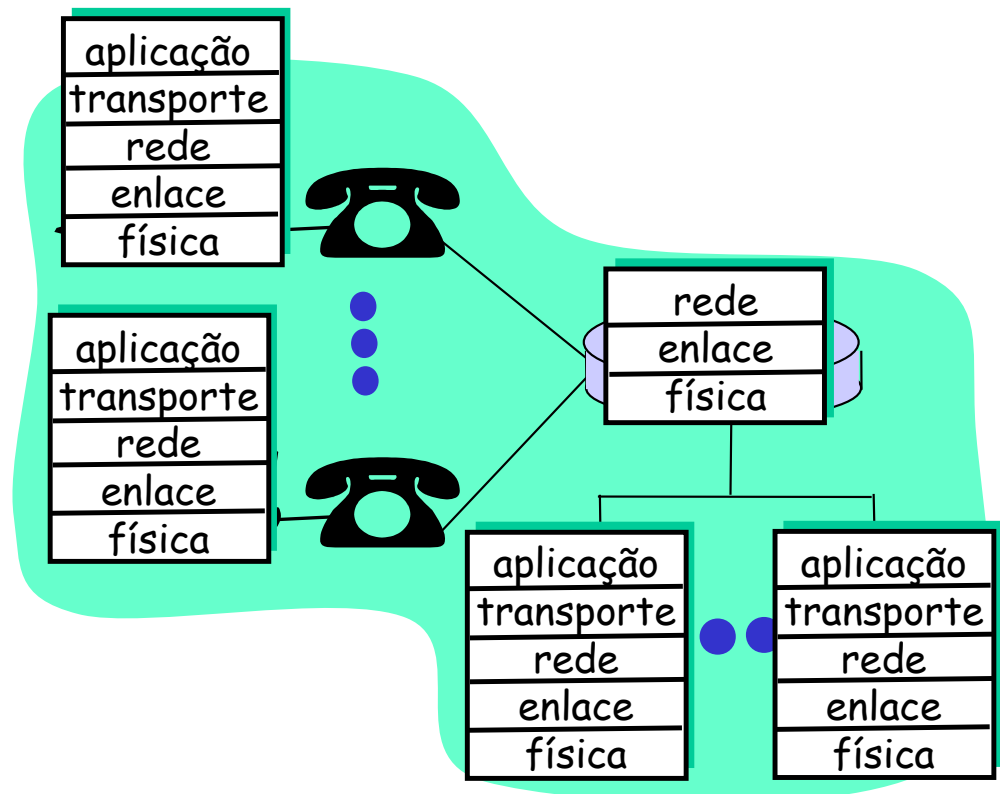
- **Funções**
  - Controle de erro
  - Controle de fluxo
  - Segmentação e remontagem Multiplexação
  - Estabelecimento de conexão
  - Uma única função pode estar em mais de uma camada
- **Serviço**
  - Conjunto de primitivas (operações) que uma camada provê à camada superior
  - Tipos de primitivas de serviço
  - Pedido (Request), Indicação (Indication), Resposta (Response), Confirmação (Confirm)
  - Nome de uma primitiva: X-nome.tipo, X indica a camada
  - Camada genérica (N)
    - Oferece serviço (N) à camada (N+1) e usa o serviço (N-1)

# Modelo em camadas

- **Protocolo**
  - Conjunto de regras que governam o formato e o significado de quadros, pacotes ou mensagens trocadas entre entidades pares de uma camada
- **Interação entre camadas**
  - PDU (Protocol Data Unit)
    - Troca de informações entre entidades pares
    - Contém informações de controle do protocolo e possivelmente dados do usuário
  - SDU (Service Data Unit)
    - Troca de informações entre duas entidades adjacentes
  - PCI (Protocol Control Information)
    - Bloco de informações de controle do protocolo de uma camada

# Camadas: comunicação lógica

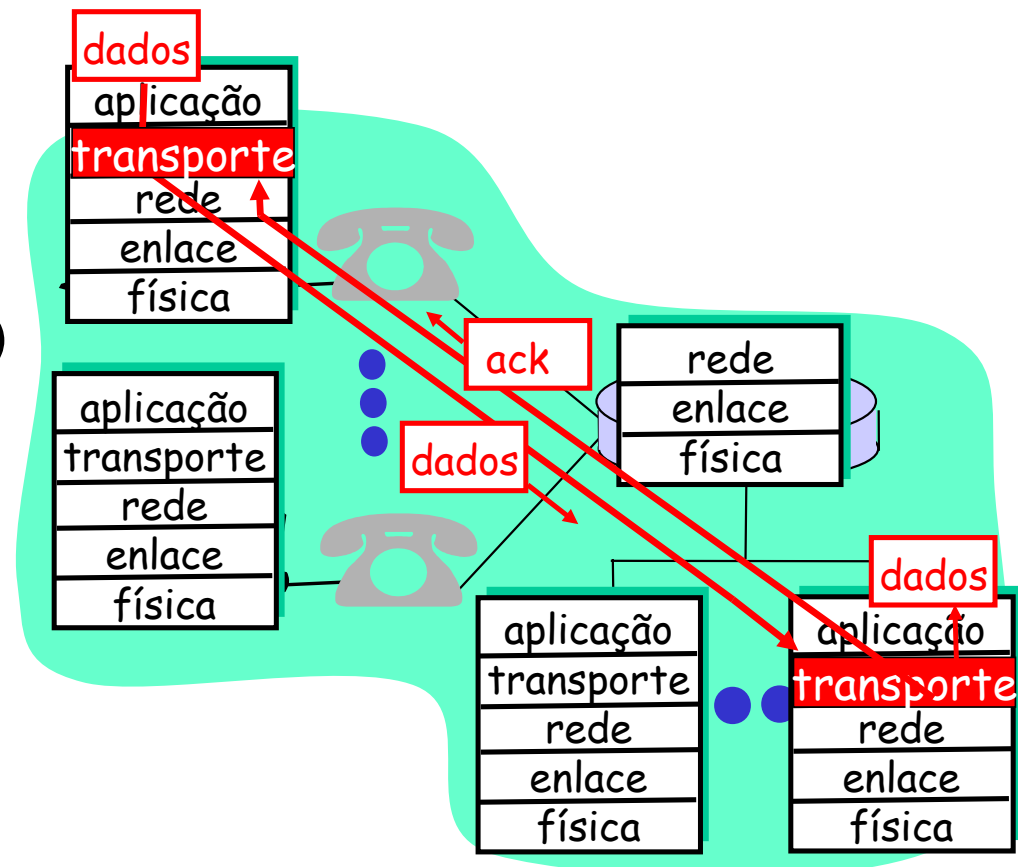
- Cada camada:
  - Distribuídas “entidades” implementam as funções das camadas em cada nó
  - As entidades executam ações, trocam mensagens entre parceiras



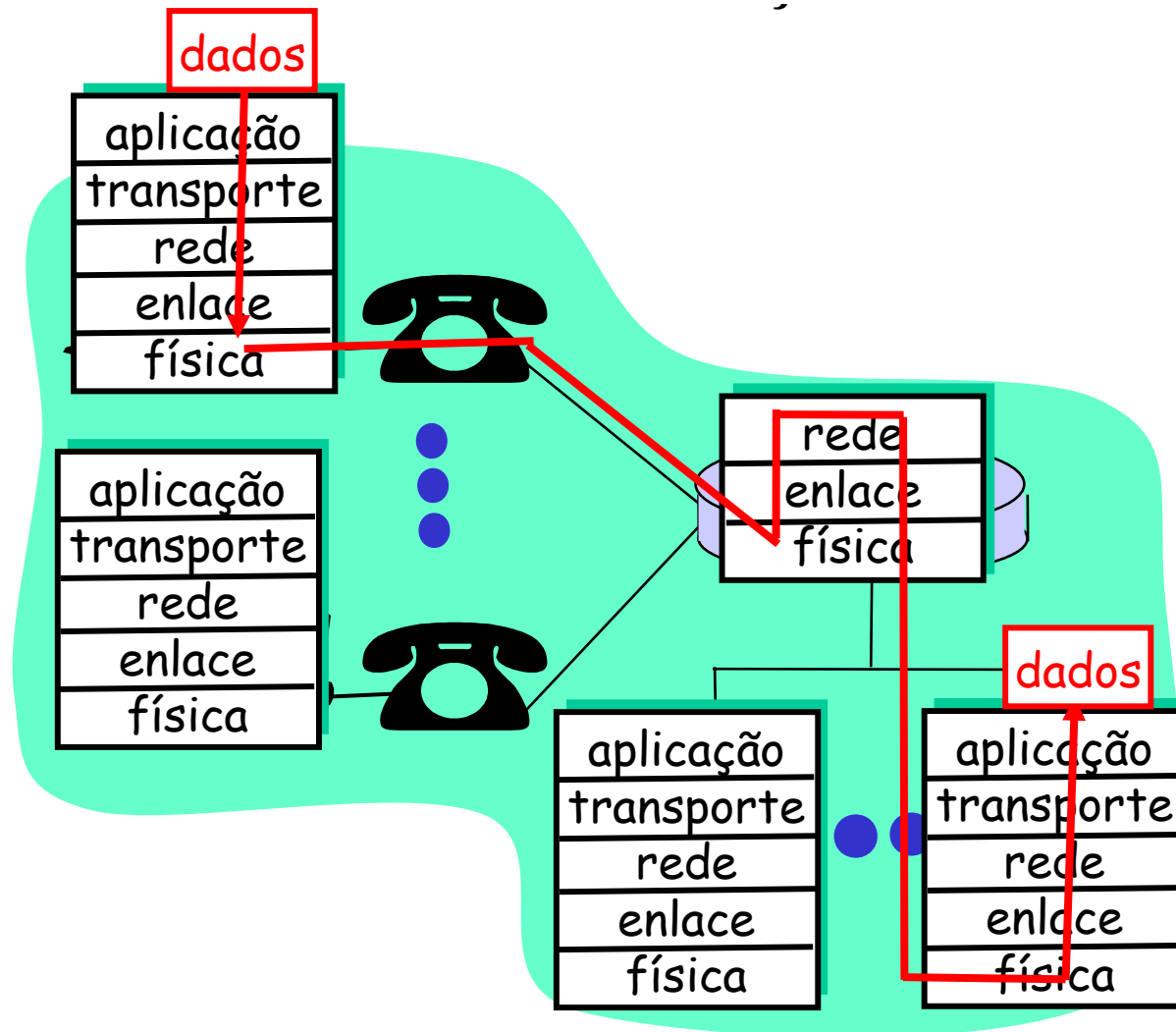


# Camadas: comunicação lógica

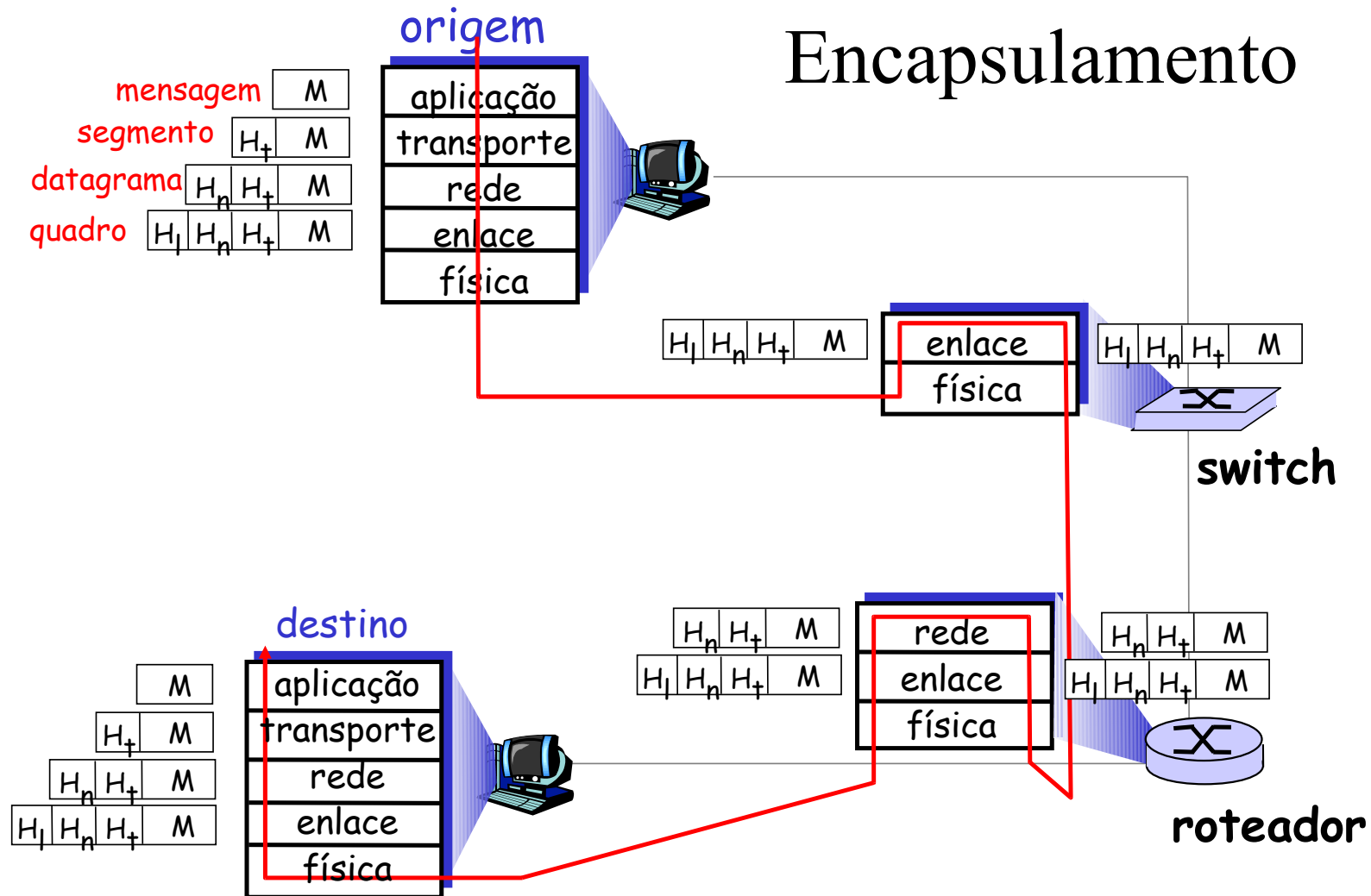
- Ex.: Transporte
  - Recebe dados da aplicação
  - Adiciona endereço e verificação de erro para formar o “datagrama”
  - Envia o datagrama para a parceira
  - espera que a parceira acuse o recebimento (ack)
- Análogo aos Correios



# Camadas: comunicação física



# Camadas: encapsulamento



# Organização e arquitetura de redes

- **Vantagens**
  - Modularização dos softwares de comunicação
  - Preservação de tecnologia
  - Independência em pesquisa e desenvolvimento
- **Desvantagens**
  - Overhead de implementação
  - Duplicação de funcionalidades

# Organização e arquitetura de redes

- Os seguintes princípios são considerados ao se estabelecer as camadas de um modelo:
  - Cada camada deve **executar** uma função **bem definida**
  - A função de cada camada deve ser escolhida tendo em vista a **definição de protocolos padronizados** internacionalmente
  - As fronteiras entre camadas devem ser escolhidas de forma consistente com a experiência passada bem sucedida
  - Os **limites** da camada devem ser escolhidos para **reduzir o fluxo de informações** transportado entre as interfaces
  - O número de camadas deve ser suficientemente **grande** para que funções distintas não precisem ser colocadas na mesma camada e suficientemente **pequeno** para que a arquitetura não se torne difícil de controlar.

# Principais modelos de arquiteturas

- **RM - OSI**
  - Propõe um modelo de referência padrão para a arquitetura dos protocolos de redes
  - Aplicável em redes de longa distância e locais
  - Idealizado para uso em redes de longa distância
- **Internet (TCP/IP)**
  - Define uma arquitetura voltada para a interconexão de redes
- **IEEE 802**
  - Define padrões para redes locais
    - Contém informações de controle do protocolo e possivelmente dados do usuário
- **SNA – IBM**
- **Apple Talk - Apple Computer Corporation**
- **Netware Novell Corporation**

# Modelo OSI

- Arquitetura RM-OSI (Reference Model for Open Systems Interconnection) criada pela ISO (international standards organization)
  - Finalidade de padronizar desenvolvimento de protocolos para redes de comunicação de dados.
- Trata-se de uma descrição ou modelo de referência do modo como a informação deve ser transmitida entre dois pontos de uma rede, independente do hardware utilizado.

# Modelo OSI

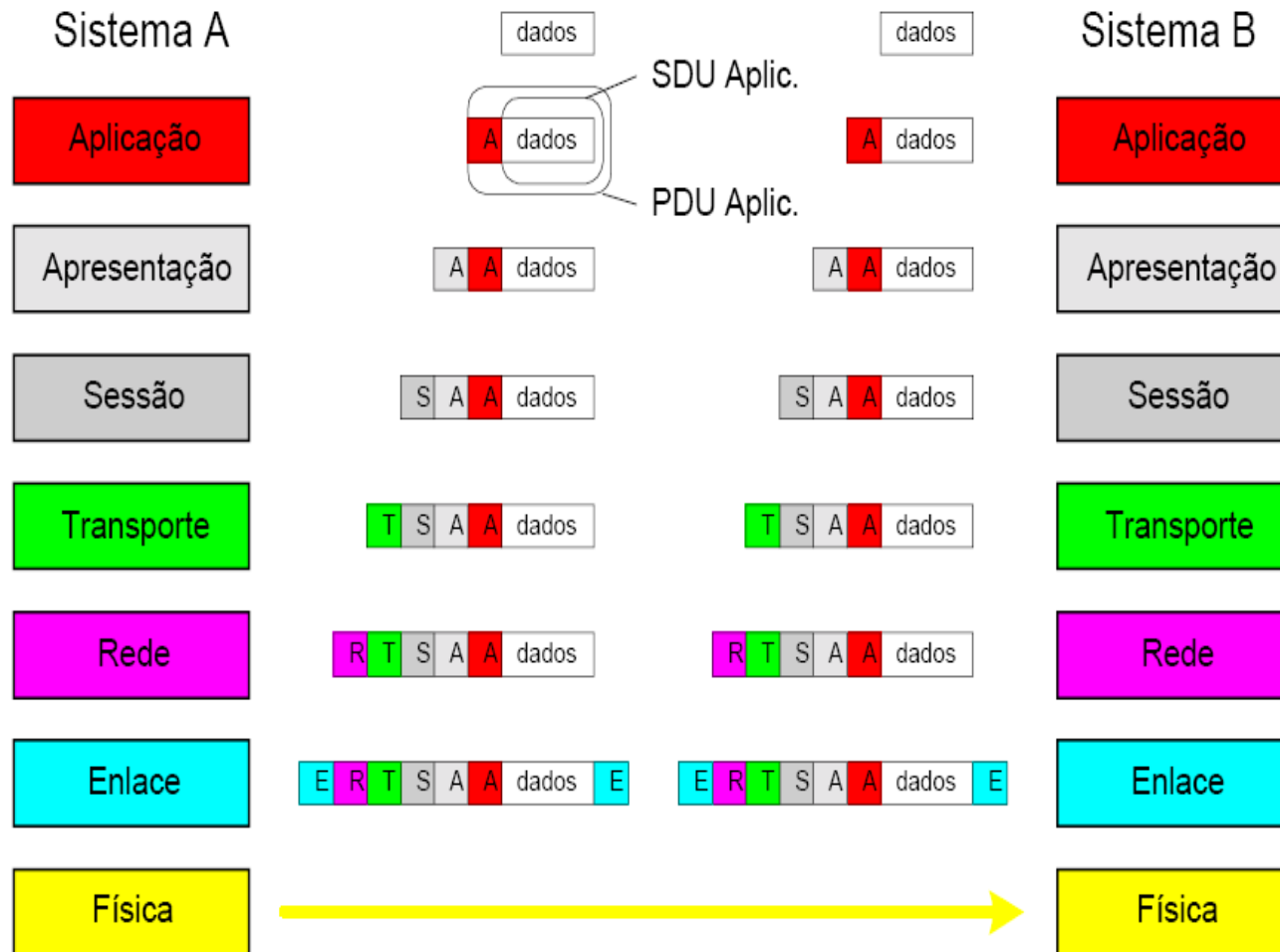
- Cada camada é responsável por algum tipo de processamento
- Cada camada apenas se comunica com a camada imediatamente inferior ou superior
- **Exemplo:** a camada 6 só poderá se comunicar com as camadas 7 e 5, nunca diretamente com a camada 1



# Funcionamento do modelo OSI

- Na transmissão de dados:
  - Cada camada pega as informações passadas pela camada superior
  - Acrescenta informações de controle
  - Passa os dados para a camada imediatamente inferior.
- Na recepção de dados ocorre o processo inverso:
  - Cada camada remove informações de controle
  - Passa para a camada imediatamente superior.
- Cada camada entende apenas as informações de controle da sua responsabilidade
  - Quando uma camada recebe dados da camada superior ela não entende as informações de controle adicionadas pela camada superior
  - Trata os dados e as informações de controle como se tudo fosse um único pacote de dados

# Funcionamento do modelo OSI



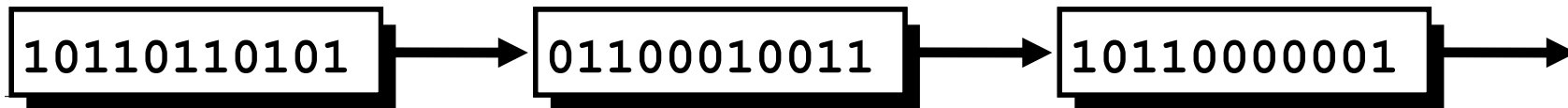
SDU – Unidade de dados do serviço

PDU – Unidade de dados do Protocolo

# As sete camadas do Modelo OSI

# As sete camadas do Modelo OSI

- **Camada 2: A camada de enlace de dados**
  - Detecta e opcionalmente corrige erros
    - Transmite os dados livres de erros para a camada superior
  - Divide a cadeia de bits em quadros
    - Bits de redundância usados na verificação de erros
  - Delimita e reconhece quadros
  - Realiza controle de fluxo
  - Controle de acesso ao meio



# As sete camadas do Modelo OSI

- **Camada 3: A camada de rede**
  - Identifica os endereços dos sistemas na rede
  - Permite a interconexão de redes
    - Seleção do melhor caminho entre duas entidades fins (roteamento)
  - Realiza o roteamento de pacotes
    - Fragmentação e remontagem de pacotes
  - Controle de congestionamento
  - Compatibilização entre redes de tecnologias diferentes
  - Tipos de Serviço
    - **Datagrama**: Pacotes roteados de forma independente e possuem informações de endereçamento
    - **Circuito Virtual**: Pacotes associados ao circuito não são independente

# As sete camadas do Modelo OSI

- **Camada 4: A camada de transporte**
  - Fornece conectividade fim-a-fim
  - Especificam como tratar os detalhes de transferência confiável
  - Multiplexação de processos
  - Controle de fluxo
  - Controle de erro
- **Camada 5: A camada de sessão**
  - Estabelece e termina conexões entre sistemas, aplicações e usuários
    - Recupera a sessão em caso de interrupção
  - Especificações para detalhes de segurança como autenticação usando senhas

# As sete camadas do Modelo OSI

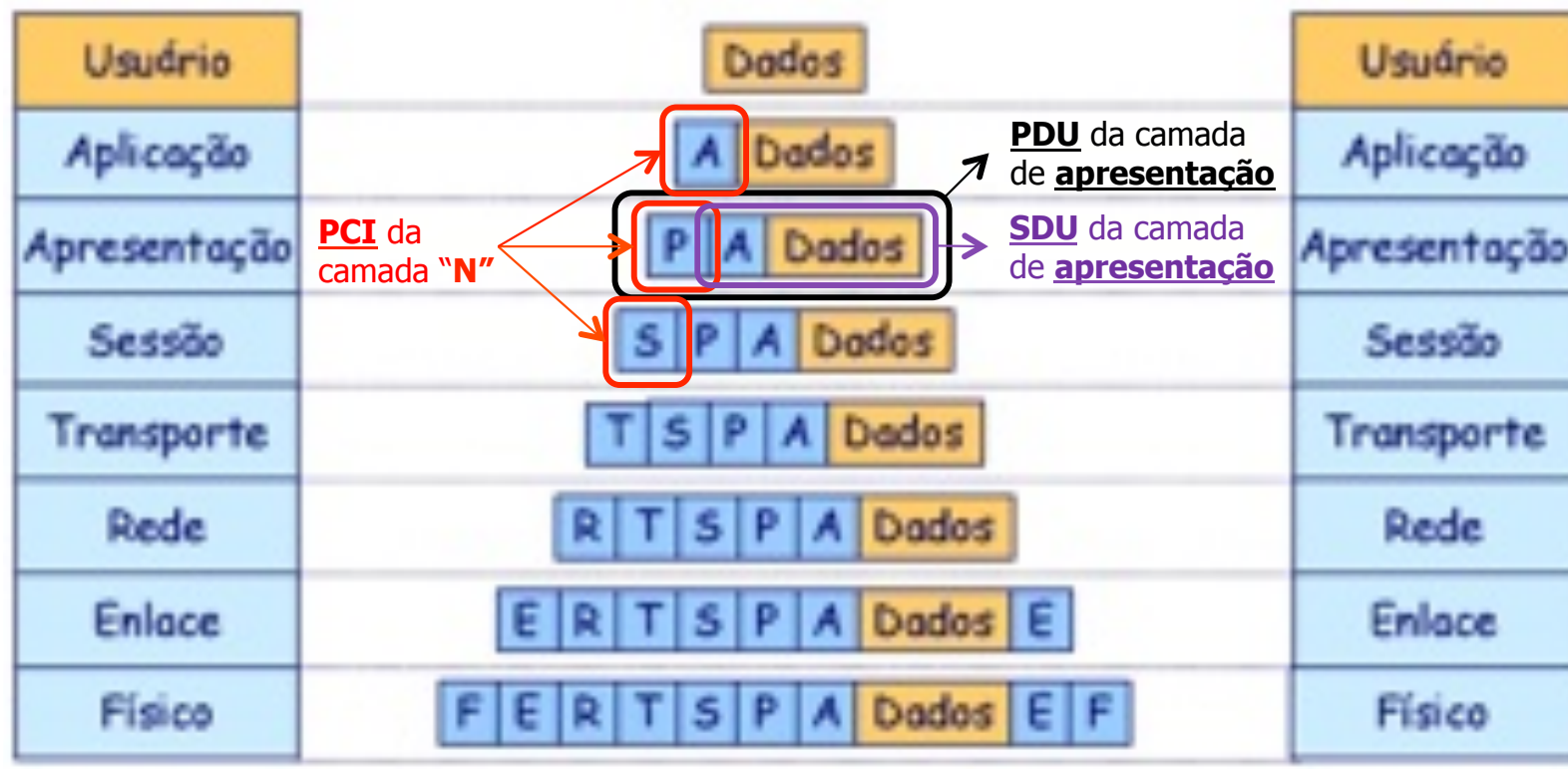
- **Camada 6: A camada de apresentação**
  - Trata da representação dos dados
  - Realiza transformações adequadas nos dados
    - Compressão, Criptografia, Conversão de Sintaxe
- **Camada 7: A camada de aplicação**
  - Interface às aplicações a nível de usuário final
  - Permite aplicações utilizarem o ambiente de comunicação
    - Transferência de arquivos (FTP), acesso remoto (HTTP), correio eletrônico, etc

# Estrutura do Modelo OSI

- Cada nível apresenta um **cabeçalho (PCI)**, e contém como dados, o cabeçalho da camada superior e seus dados
- **Dados da camada** são chamados **SDU (Unidade de Dados do Serviço)**
- **PCI (Protocol Control Information)** + **SDU** são chamados **PDU (Unidade de Dados do Protocolo)**
- Camada de enlace contém um “fecho” chamado Frame Check Sequence (FCS) para detecção de erros



# Estrutura do Modelo OSI



# Arquitetura de Protocolo TCP/IP

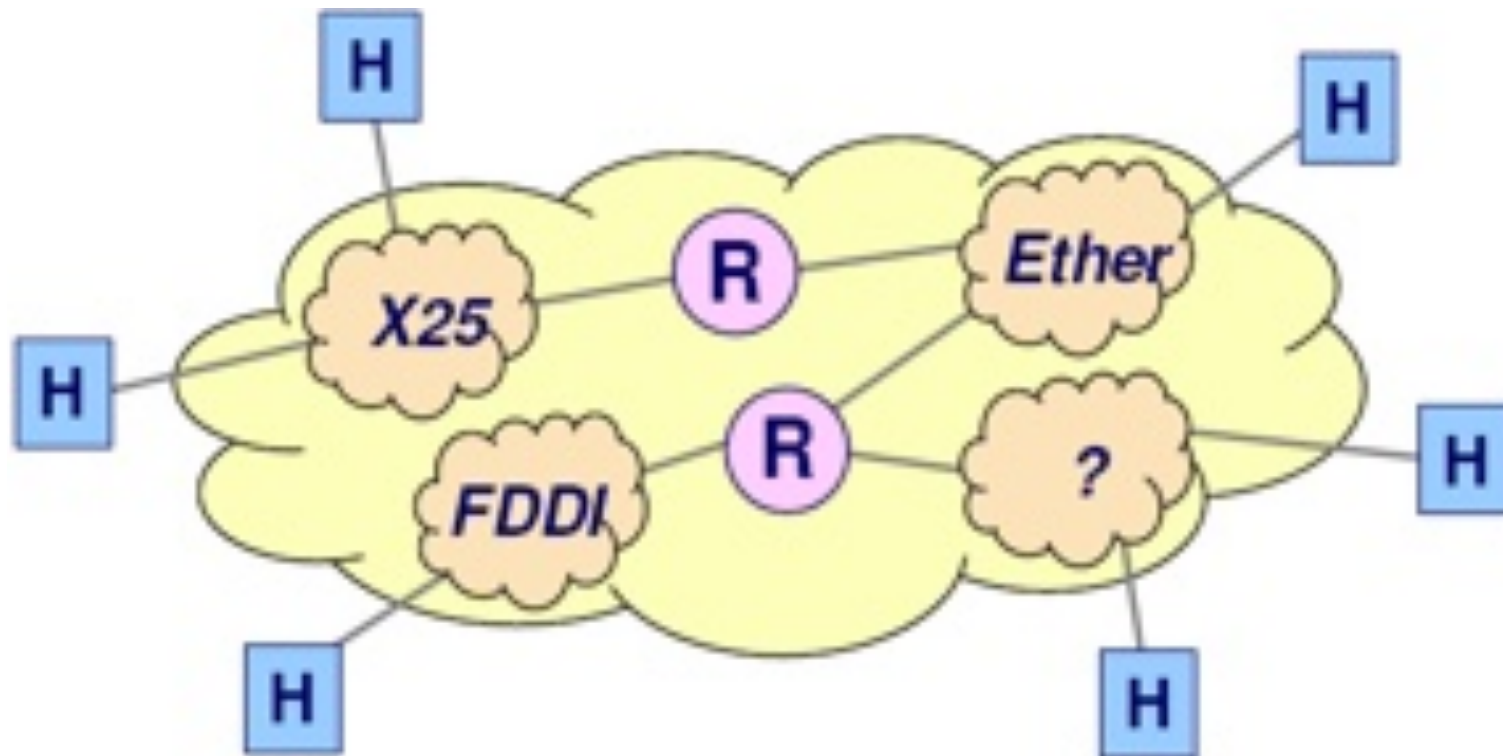
- Elaborada com o objetivo de definir a interconexão de diferentes tecnologias de redes (internetworking)
- Desenvolvida pelo Departamento de Defesa dos EUA para sua rede ARPANET
- Usado para a Internet Global
- Regido pelo IETF (Internet Engineering Task Force)
- Protocolo torna-se um padrão Internet através de uma RFC (Request for Comment)
- Não é um modelo oficial, mas um padrão de fato

# Modelo TCP/IP

Antes do desenvolvimento do modelo de camadas ISO/OSI, o DoD (departamento de defesa americano) definiu seu próprio modelo de rede conhecido como modelo **DoD de rede** ou também modelo **Internet de rede**. Posteriormente este modelo passou a ser conhecido como modelo de camadas **TCP/IP**

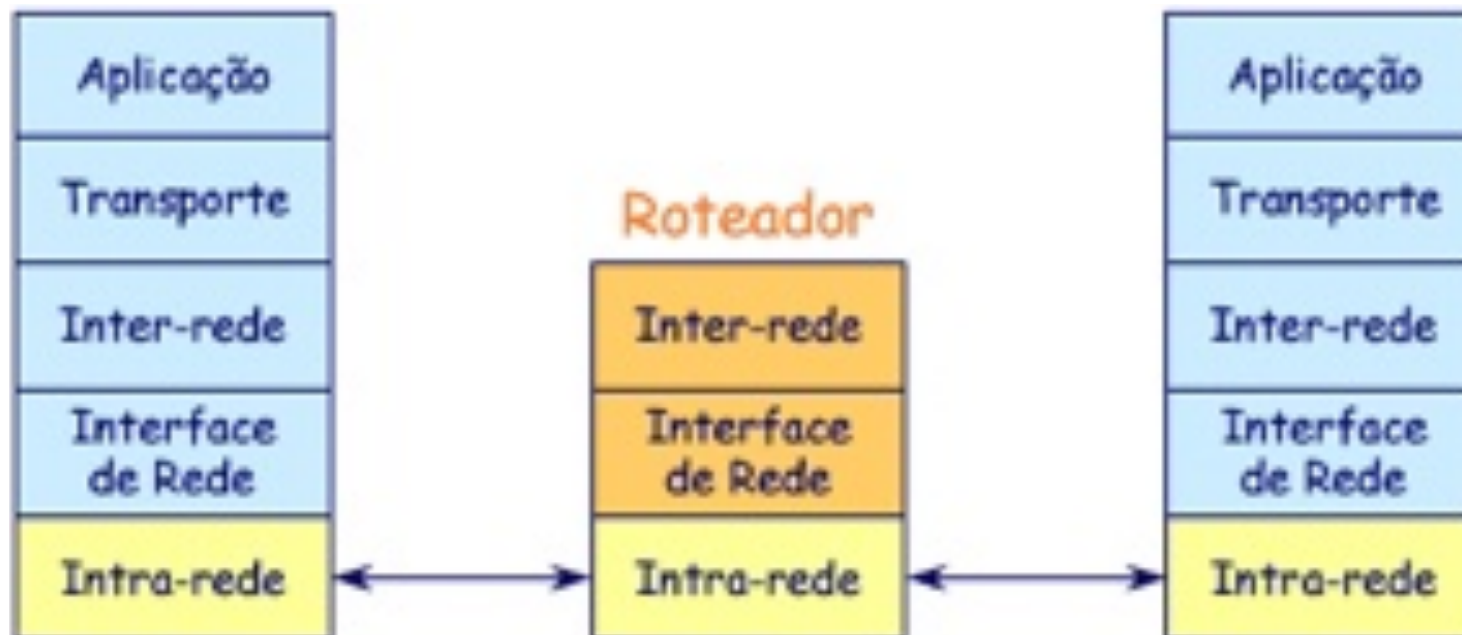
# Modelo TCP/IP

- Arquitetura TCP/IP caracterizou-se pela interconexão de diferentes tecnologias de redes



# Modelo TCP/IP

- Organizado em quatro camadas conceituais construídas sobre uma quinta, que não faz parte do modelo



# Modelo TCP/IP

- **Camada de Aplicação**

- Responsável por permitir que as aplicações possam se comunicar através de hardware e software de diferentes sistemas operacionais e plataformas.
- Aplicativo escolhe tipo de transporte
  - Sequência de mensagens individuais ou fluxo contínuo de bytes
- Ex.: ftp, http, SMTP

- **Camada de Transporte**

- Fornece forma de comunicação entre duas aplicações (ponto a ponto)
- Pode regular o fluxo de informações
- Oferece transporte confiável (sem erro e em sequência) ou não confiável
  - Através de confirmação de recebimento dos pacotes
  - Implementado pelos protocolos TCP e UDP

# Modelo TCP/IP

- **Camada de Transporte**

- Responsável pelo controle na transferência de dados host-host
- Fornece forma de comunicação entre duas aplicações (ponto a ponto)
- Pode regular o fluxo de informações
- Oferece transporte confiável (sem erro e em sequência) ou não confiável
  - Através de confirmação de recebimento dos pacotes
  - Implementado pelos protocolos TCP e UDP

# Modelo TCP/IP

- **Camada de Inter-rede (Internet)**
  - Responsável pelo roteamento de datagrama da origem ao destino
  - Os sistemas podem estar conectados a redes diferentes e/ou distantes
  - Verifica a validade dos datagramas recebidos
  - Recebe/envia mensagens ICMP de controle e informação e erros
  - Ex.: protocolo IP e protocolos de roteamento
  - Implementados em sistemas finais e roteadores



# Modelo TCP/IP

- **Camada de Interface de Rede (Rede)**
  - Responsável pela troca de dados entre o sistema final e o meio físico (rede)
  - A preocupação nesta camada é permitir o uso do meio físico que conecta os computadores na rede e fazer com que os bytes enviados por um computador cheguem a um outro computador
    - Deve haver um endereço físico do computador na rede
  - Transmite datagramas IP e envia-os para uma rede física específica.
  - Recebe datagramas IP de uma rede física específica.
  - EX.: PPP, Ethernet

# Relação entre o RM-OSI e o TCP/IP



# Uma Crítica ao Modelo e Protocolos OSI

- Por quê o mundo não assumiu o modelo OSI?
- Momento ruim
  - Demorou a sair do papel
- Tecnologia ruim
  - Complexidade, funções repetidas
- Implementações ruins
  - Lentas, pesadas e gigantescas
- Políticas ruins
  - Imagem associada a burocracia

# Uma Crítica ao Modelo de Referência TCP/IP

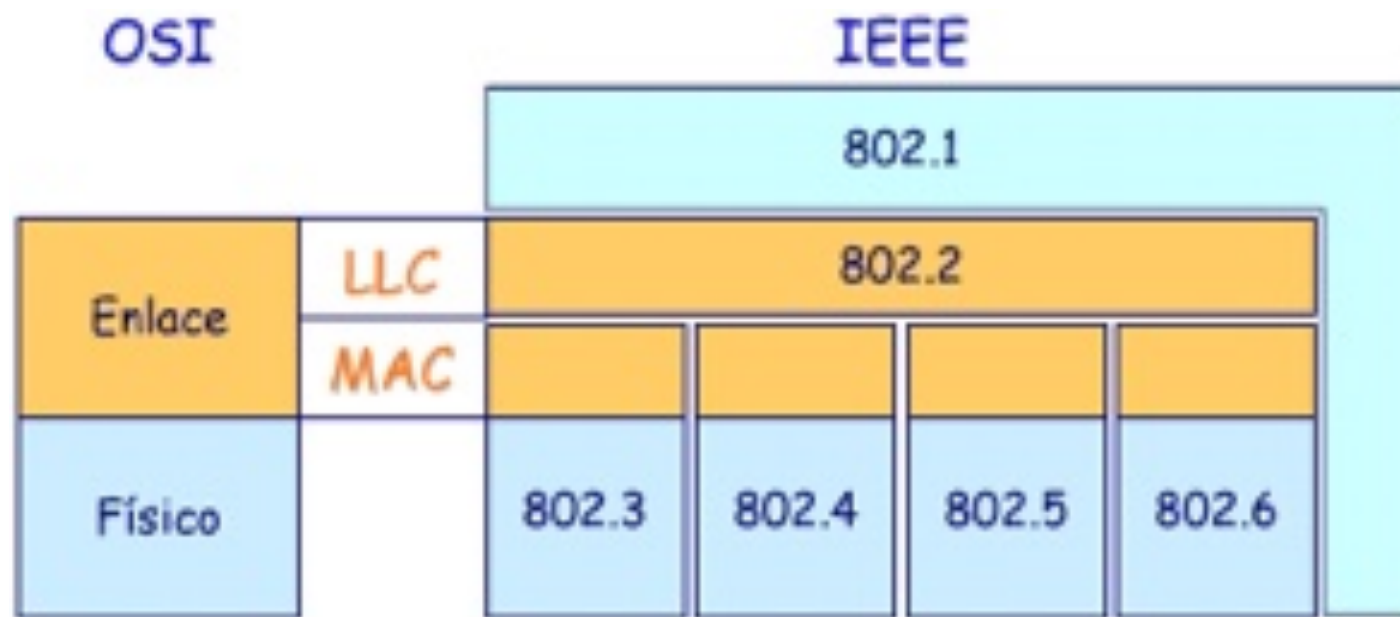
- **Problemas:**
- Serviço, interface e protocolo não diferenciados com clareza
- Não é um modelo geral
- “Camada” host-rede não é realmente uma camada e sim uma interface (entre as camadas de redes e de enlace)
- Nenhuma distinção entre as camadas física e de enlace
- Protocolos secundários profundamente enraizados, e de difícil substituição

# Modelo IEEE 802

- Comitê 802 do “Institute of Electrical and Eletronics Engineers”
- Nasceu com o objetivo de elaborar padrões para redes locais de computadores
  - Propostas submetidas através do ANSI (American National Standards Institute)
- Republicados como padrões ISO com a designação ISO 8802
- Define uma arquitetura de três camadas
  - Permite a definição de várias opções para as diferentes topologias de redes locais
  - Mantém uma interface única para os usuários da rede

# Modelo IEEE 802

- Relação entre o RM-OSI e o IEEE 802
  - 802.1: Descreve o relacionamento entre os diversos padrões
  - 802.2: Descreve a subcamada LLC (Logical Link Control)
  - 802.3-6: Descreve opções de nível físico e subcamada MAC



# Modelo IEEE 802

- Principais protocolos IEEE 802 usados pela camada física e subcamada MAC
  - 802.3 Ethernet
    - Rede em barra utilizando CSMA/CD como método de acesso
  - 802.4 Token Bus
    - Rede em barra utilizando passagem de permissão como método de acesso
  - 802.5 Token Ring
    - Rede em anel utilizando passagem de permissão como método de acesso
  - 802.10 LANs Virtuais e segurança
  - 802.11 Wireless LAN
  - 802.15 Personal Area Networks
  - 802.16 Broadband Wireless

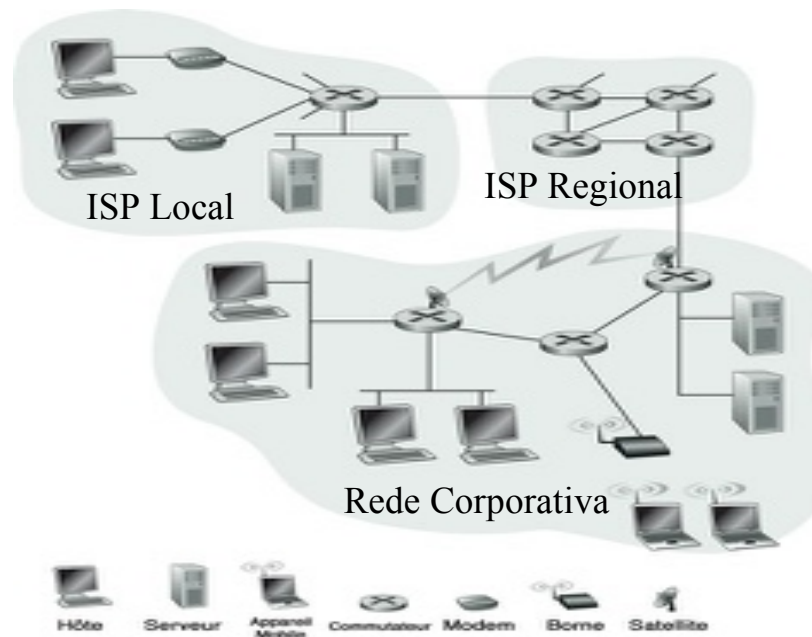
# Modelo IEEE 802 - Camadas

- **Subcamada LLC (Logical Link Control )**
  - Compatibilizar os serviços oferecidos a camada de rede (nível acima)
- **MAC (Medium Access Control )**
  - Prepara os quadros (frames) a serem transmitidos
  - Inclui informações de endereçamento e detecção de erros
- **Nível Físico**
  - Codificação e decodificação de sinais
  - Trata do sincronismo
  - Transmissão e recepção de bits
  - Meio físico utilizado e conectores



# Internet

- Rede que interconecta milhões de equipamentos de computação em todo o mundo
  - Hospedeiros ou sistemas finais
    - Computadores, servidores, PDAs, TVs, Celulares, automóveis, etc
  - Enlaces (links) de comunicação
    - Cabos coaxiais, fios de cobre, fibras óticas, ondas de rádio, etc



# Internet

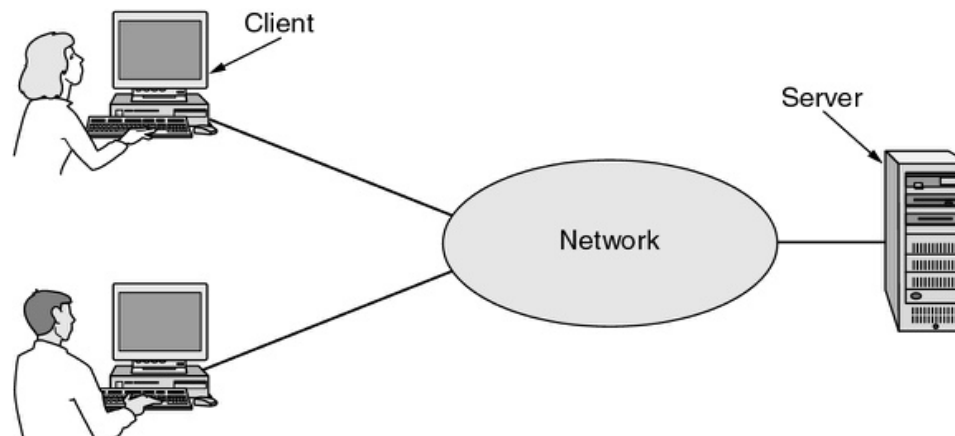
- Interconexão entre sistemas finais não é direta
  - Comutadores de pacotes
    - Roteadores e comutadores de camada de enlace (switches)
- Permite que vários sistemas finais comunicantes compartilhem ao mesmo tempo um caminho ou partes dele
  - Técnica de comutação de pacotes
- Sistemas finais acessam a internet por meio de Provedores de Serviços de Internet (ISPs)
  - Cada ISP é uma rede de comutadores de pacotes e enlaces de comunicação

# Internet

- Troca de mensagem controlada através de protocolos
  - Transmission Control Protocol (TCP)
    - Responsável pelo controle da transmissão
  - Internet Protocol (IP)
    - Especifica o formato dos pacotes que são enviados e recebidos entre roteadores e sistemas finais
- Permite que aplicações distribuídas troquem dados entre si
  - Navegação, mensagem instantânea, audio e vídeo, etc.
- Provê dois serviços à suas aplicações distribuídas
  - Serviço confiável orientado à conexão
    - Garante que os dados transmitidos sejam entregues em ordem e completos
  - Serviço não confiável não orientado para conexão
    - Não oferece garantia quanto à entrega final

# A periferia da internet

- Sistemas finais ou hospedeiros (Hosts)
  - Hospedam (executam) programas de aplicação
    - Browser, programa de servidor, leitor de email, etc.
  - São divididos em duas categorias
    - Clientes
    - Servidor
  - Oferecem dois tipos de serviços às aplicações finais
    - Serviço orientado para conexão
    - Serviço não orientado para conexão



# A periferia da internet

- Serviço orientado para conexão (Protocolo TCP)
  - Cliente e servidor enviam pacotes de controle (apresentação) um para o outro antes de iniciar a troca de pacotes
    - Estabelece a conexão entre os sistemas finais antes de trocarem informação
  - Transferência de dados confiável
    - Todos os dados são entregues sem erro e na ordem certa
  - Controle de fluxo
    - Evita a sobrecarga através do envio demorado de pacotes muito rapidamente
  - Controle de congestionamento
    - Controla a velocidade no envio de pacotes durante alto tráfego de dados na rede

# A periferia da internet

- Serviço não orientado para conexão (Protocolo UDP)
  - Não há a apresentação mútua (estabelecimento de conexão)
    - Quando um lado de uma aplicação quer enviar pacotes ao outro lado, ele simplesmente envia
  - Os dados são entregues mais rápidos
  - Uma fonte nunca sabe com certeza quais pacotes chegaram ao destino
  - Não provê controle de fluxo nem controle de congestionamento
    - Ideal para aplicações multimídias tais como telefone por internet, videoconferência, etc.