



# Modelo de Referência de Rede

Copyright © Huawei Technologies Co., Ltd. 2023. Todos os direitos reservados.



## Prefácio

- Na era digital, várias informações são apresentadas como dados em nossa vida. O que são dados? Como os dados são transmitidos?
- Neste curso, usaremos o modelo de referência de rede para entender a "vida" dos dados.



## Objetivos

- Ao concluir este curso, você será capaz de:
  - Entender o processo de definição e transmissão de dados.
  - Entender os conceitos e vantagens do modelo de referência de rede.
  - Entender os protocolos padrão comuns.
  - Entender os processos de encapsulamento e decapsulação de dados.



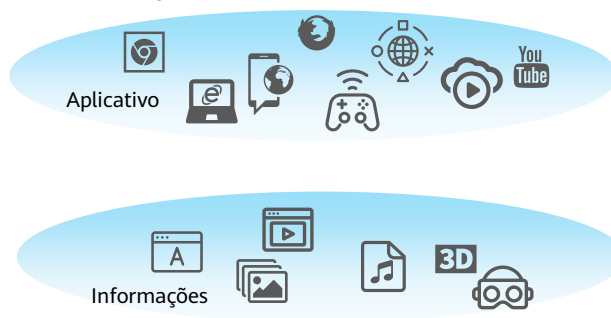
# Conteúdo

- 1. Aplicativos e Dados**
2. Modelo de Referência de Rede e Protocolos Padrão
3. Processo de comunicação de dados



## Origem da história - Aplicativos

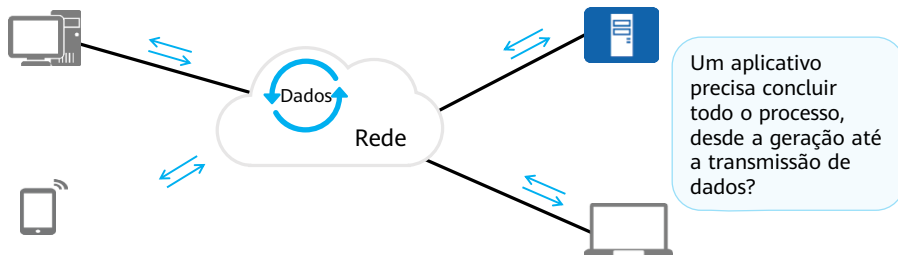
- Os aplicativos são usados para atender a vários requisitos das pessoas, como acesso à página da Web, jogos online e reprodução de vídeo online.
- As informações são geradas junto aos aplicativos. Textos, fotos e vídeos são modos de apresentação de informações.





## Implementação de aplicativos - Dados

- Geração de dados
  - No campo da informática, os dados são portadores de todo tipo de informação.
- Transmissão de dados
  - Os dados gerados pela maioria dos aplicativos precisam ser transmitidos entre os dispositivos.



- Um computador pode identificar apenas dados digitais que consistem em 0s e 1s. Ele é incapaz de ler outros tipos de informações, portanto, as informações precisam ser traduzidas em dados por meio de determinadas regras.
- Entretanto, as pessoas não têm a capacidade de ler dados eletrônicos. Portanto, os dados precisam ser convertidos em informações que possam ser compreendidas pelas pessoas.
- Um engenheiro de rede precisa prestar mais atenção ao processo de transmissão de dados de ponta a ponta.



## Conteúdo

1. Aplicativos e Dados
- 2. Modelo de Referência de Rede e Protocolos Padrão**
3. Processo de comunicação de dados



## Modelo de Referência OSI

7. Camada de Aplicativo	Fornece interfaces para aplicativos.
6. Camada de Apresentação	Traduz formatos de dados para garantir que os dados da camada de aplicativo de um sistema possam ser identificados pela Camada de Aplicativo de outro sistema.
5. Camada de Sessão	Estabelece, gerencia e encerra sessões entre as partes em comunicação.
4. Camada de Transporte	Estabelece, mantém e cancela um processo de transmissão de dados de ponta a ponta; controla as velocidades de transmissão e ajusta as sequências de dados.
3. Camada de Rede	Define endereços lógicos e transfere dados de origens para destinos.
2. Camada de link de dados	Encapsula pacotes em quadros, transmite quadros em modo P2P ou P2MP e implementa a verificação de erros.
1. Camada Física	Transmite fluxos de bits por meios de transmissão e define especificações elétricas e físicas.

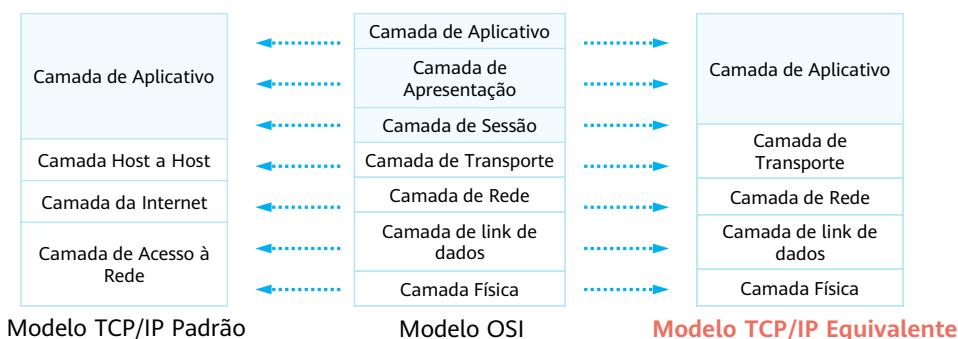
- O Modelo de Interconexão de Sistemas Abertos (Open Systems Interconnection Model, OSI) foi incluído no padrão ISO 7489 e lançado em 1984. ISO é a sigla de International Organization for Standardization (Organização Internacional de Padronização).
- O modelo de referência OSI também é chamado de modelo de sete camadas. As sete camadas, de baixo para cima, são as seguintes :
  - Camada física: transmite fluxos de bits entre dispositivos e define especificações físicas, como níveis elétricos, velocidades e pinos de cabos.
  - Camada de enlace de dados: encapsula bits em octetos e octetos em quadros, usa endereços MAC para acessar a mídia e implementa a verificação de erros.
  - Camada de rede: define endereços lógicos para roteadores para determinar caminhos e transmite dados de redes de origem para redes de destino.
  - Camada de transporte: implementa a transmissão de dados orientada para conexão e não orientada para conexão, bem como a verificação de erros antes da retransmissão.
  - Camada de sessão: estabelece, gerencia e encerra sessões entre entidades na camada de apresentação. A comunicação nessa camada é implementada por meio de solicitações de serviço e respostas transmitidas entre aplicativos em diferentes dispositivos.
  - Camada de apresentação: fornece codificação e conversão de dados para que os dados enviados pela camada de aplicativos de um sistema possam ser identificados pela camada de aplicativos de outro sistema.
  - Camada de aplicativos: fornece serviços de rede para aplicativos e a camada OSI mais próxima dos usuários finais.





## Modelo de Referência TCP/IP

- A pilha dos protocolos OSI é complexa e os protocolos TCP e IP são amplamente utilizados no setor. Portanto, o modelo de referência TCP/IP torna-se o modelo de referência principal da Internet.



- O modelo TCP/IP é semelhante ao modelo OSI em sua estrutura e adota uma arquitetura hierárquica. As camadas adjacentes do TCP/IP estão intimamente relacionadas.
- O modelo TCP/IP padrão combina a camada de enlace de dados e a camada física do modelo OSI na camada de acesso à rede. Esse modo de divisão é contrário à formulação real do protocolo. Portanto, é proposto o modelo TCP/IP equivalente que integra o modelo padrão TCP/IP e o modelo OSI. O conteúdo dos slides a seguir é baseado no modelo TCP/IP equivalente.



## Protocolos TCP/IP Comuns

- A pilha dos protocolos TCP/IP define uma série de protocolos padrão.

Camada de Aplicativo	Telnet	FTP	TFTP	SNMP
	HTTP	SMTP	DNS	DHCP
Camada de Transporte	TCP		UDP	
Camada de Rede	ICMP		IGMP	
	IP			
Camada de link de dados	PPPoE			
	Ethernet		PPP	
Camada Física	...			

- Camada de aplicativos
  - Hypertext Transfer Protocol (HTTP): é usado para acessar várias páginas em servidores da Web.
  - File Transfer Protocol (FTP): fornece um método de transferência de arquivos. Ele permite que os dados sejam transferidos de um host para outro.
  - Domain Name Service (DNS): converte nomes de domínio de host em endereços IP.
- Camada de transporte
  - Transmission Control Protocol (TCP): fornece serviços de comunicação confiáveis e orientados à conexão para aplicativos. Atualmente, o TCP é usado por muitos aplicativos populares.
  - User Datagram Protocol (UDP): fornece comunicação sem conexão e não garante a confiabilidade da transmissão de pacotes. A confiabilidade pode ser garantida pela camada de aplicativos.
- Camada de rede
  - Internet Protocol (IP): encapsula os dados da camada de transporte em pacotes de dados e encaminha os pacotes dos locais de origem para os locais de destino. O IP fornece um serviço sem conexão e não confiável.
  - Internet Group Management Protocol (IGMP): gerencia as associações de grupos multicast. Especificamente, o IGMP configura e mantém associações entre hosts IP e seus roteadores multicast diretamente conectados.
  - Internet Control Message Protocol (ICMP): envia mensagens de controle com base no protocolo IP e fornece informações sobre vários problemas que podem existir no ambiente de comunicação. Essas informações ajudam os administradores a diagnosticar os problemas e a tomar as medidas adequadas

para resolvê-los.

- Camada de enlace de dados
  - Point-to-Point Protocol (PPP): é um protocolo da camada de enlace de dados que funciona no modo ponto a ponto. O PPP é usado principalmente em redes de longa distância (WANs).
  - Ethernet: é um protocolo de acesso múltiplo e difusão na camada de enlace de dados, que é a tecnologia de rede local (LAN) mais amplamente usada.
  - Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPoE): conecta vários hosts em uma rede a um concentrador de acesso remoto por meio de um dispositivo de ponte simples (dispositivo de acesso). Os aplicativos comuns incluem acesso discado de banda larga doméstico.

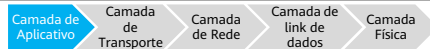


## Organizações de Normalização de Protocolo Comum

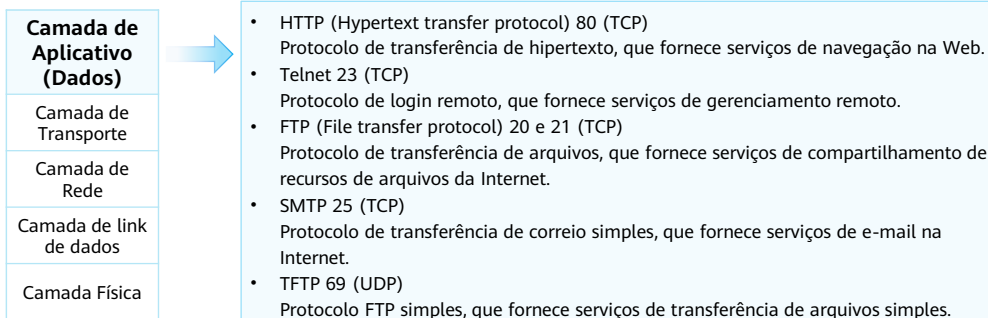
- Internet Engineering Task Force (IETF)
  - A IETF é uma organização voluntária responsável por desenvolver e promover protocolos de Internet (especialmente protocolos que constituem o pacote de protocolos TCP/IP) e liberar novos ou substituir padrões de protocolo antigos por meio de RFCs.
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
  - O IEEE formulou cerca de 30% das normas nos campos de eletrônica, elétrica e ciência da computação em todo o mundo. Essas normas incluem os conhecidos IEEE802.3 (Ethernet) e IEEE802.11 (Wi-Fi).
- International Organization for Standardization (ISO)
  - A ISO é uma organização internacional que desempenha um papel importante na formulação de padrões de rede de computadores, como o modelo OSI definido na ISO/IEC 7498-1.



## Camada de Aplicativo



- A camada de aplicativo fornece interfaces para software de aplicativo para que os aplicativos possam usar serviços de rede. O protocolo da camada de aplicativo designa protocolos e portas da camada de transporte.
- As PDUs transmitidas na camada de aplicativo são chamadas de dados.



- O conjunto TCP/IP permite a transmissão de dados em uma rede. As camadas usam unidades de pacote de dados (PDUs) para trocar dados, implementando a comunicação entre dispositivos de rede.
- As PDUs transmitidas em diferentes camadas contêm informações diferentes. Portanto, as PDUs têm nomes diferentes em camadas diferentes.



## Protocolos de camada de aplicativo comuns - FTP

Camada de Aplicativo

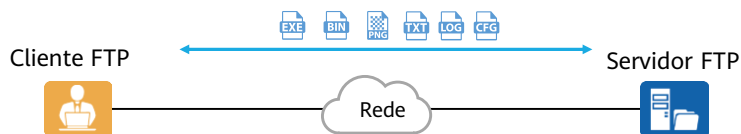
Camada de Transporte

Camada de Rede

Camada de link de dados

Camada Física

- O Protocolo FTP transfere arquivos de um host para outro para implementar download e upload de arquivos. Este protocolo adota a estrutura cliente/servidor (C/S).



Cliente FTP: fornece comandos para usuários locais operarem arquivos em um servidor remoto. Um usuário pode instalar um programa cliente FTP em um PC e configurar uma conexão com um servidor FTP para operar arquivos no servidor.

Servidor FTP: um dispositivo que executa o serviço FTP. Ele fornece as funções de acesso e operação para clientes remotos, permitindo que os usuários acessem o servidor FTP através do programa de cliente FTP e acessem arquivos no servidor.



## Protocolos de Camada de Aplicativo Comuns - Telnet

Camada de Aplicativo

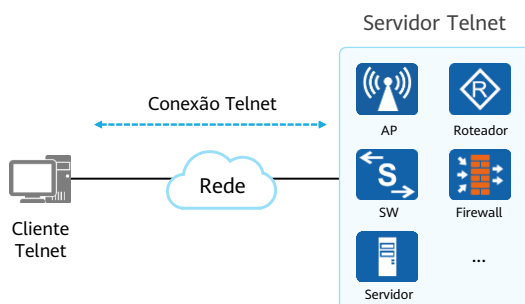
Camada de Transporte

Camada de Rede

Camada de link de dados

Camada Física

- Telnet é um protocolo padrão que fornece serviços de login remoto em uma rede. Ele fornece aos usuários a capacidade de operar dispositivos remotos por meio de PCs locais.



Um usuário se conecta a um servidor Telnet por meio do programa de cliente Telnet. Os comandos inseridos no cliente Telnet são executados no servidor, como se os comandos fossem inseridos no console do servidor.





## Protocolos de camada de aplicativo comuns - HTTP

Camada de Aplicativo

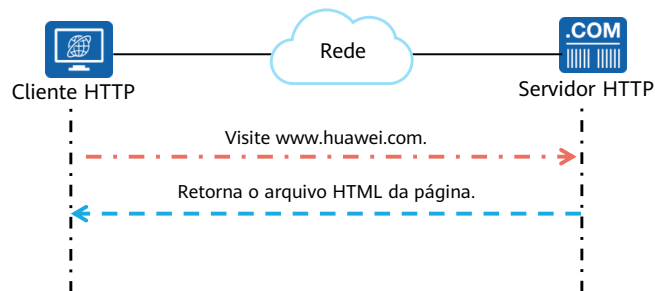
Camada de Transporte

Camada de Rede

Camada de link de dados

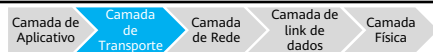
Camada Física

- Protocolo HTTP (Hypertext Transfer Protocol): é um dos protocolos de rede mais amplamente utilizados na Internet. O HTTP foi originalmente projetado para fornecer um método para publicar e receber páginas HTML.

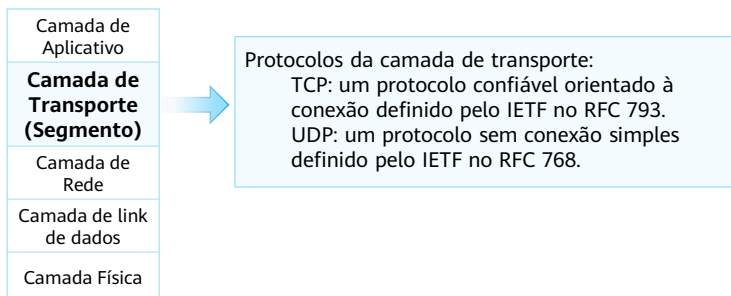




# Camada de Transporte

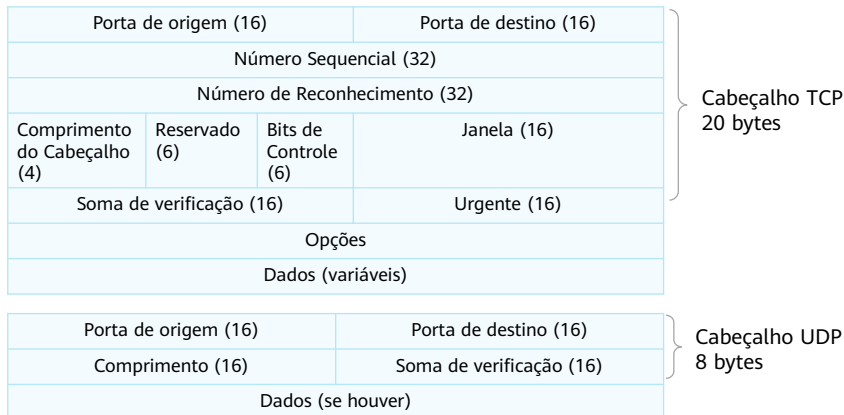


- Um protocolo da camada de transporte recebe dados de um protocolo da camada de aplicativo, encapsula os dados com o cabeçalho do protocolo da camada de transporte correspondente e ajuda a estabelecer uma conexão ponta a ponta (porta a porta).
- As PDUs transmitidas na camada de transporte são chamadas de segmentos.





## TCP e UDP - Formatos de cabeçalho



### • Cabeçalho TCP :

- Source Port: identifica o aplicativo que envia o segmento. Esse campo tem 16 bits de comprimento.
- Destination Port: identifica o aplicativo que recebe o segmento. Esse campo tem 16 bits de comprimento.
- Sequence Number: Cada byte de dados enviado por uma conexão TCP tem um número de sequência. O valor do campo Número de sequência é igual ao número de sequência do primeiro byte em um segmento enviado. Esse campo tem 32 bits de comprimento.
- Acknowledgment Number: indica o número de sequência do primeiro byte do próximo segmento que o receptor está esperando receber. O valor desse campo é 1 mais o número de sequência do último byte do segmento anterior que foi recebido com êxito. Esse campo é válido somente quando o sinalizador ACK está definido. Esse campo tem 32 bits de comprimento.
- Header Length: indica o comprimento do cabeçalho TCP. A unidade é de 32 bits (4 bytes). Se não houver conteúdo de opção, o valor desse campo será 5, indicando que o cabeçalho contém 20 bytes.
- Reserved: Esse campo é reservado e deve ser definido como 0. Esse campo tem 6 bits de comprimento.
- Control Bits: bits de controle, incluindo os sinalizadores FIN, ACK e SYN, indicando segmentos de dados TCP em diferentes estados.
- Window: usado para controle de fluxo TCP. O valor é o número máximo de bytes permitido pelo receptor. O tamanho máximo da janela é 65535 bytes. Esse campo tem 16 bits de comprimento.
- Checksum: um campo obrigatório. Ele é calculado e armazenado pelo remetente

e verificado pelo receptor. Durante o cálculo da soma de verificação, o cabeçalho TCP e os dados TCP são incluídos, e um pseudocabeçalho de 12 bytes é adicionado antes do segmento TCP. Esse campo tem 16 bits de comprimento.

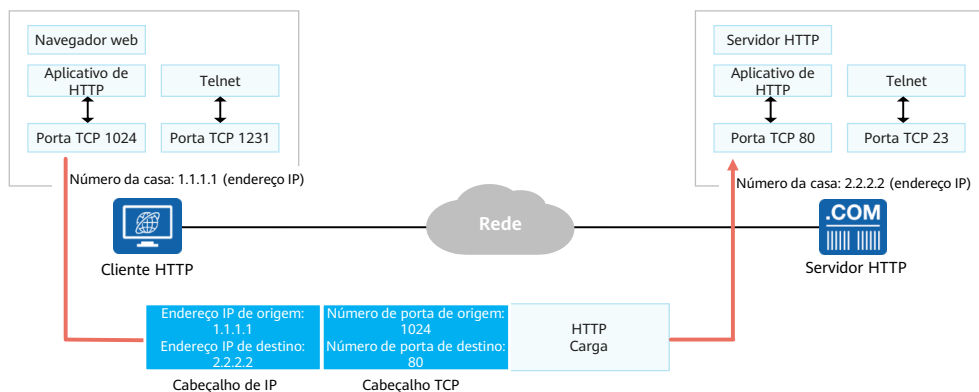
- Urgent: indica o ponteiro urgente. O ponteiro urgente é válido somente quando o sinalizador URG está definido. O campo Urgent indica que o remetente transmite dados no modo de emergência. O ponteiro urgente indica o número de bytes de dados urgentes em um segmento (os dados urgentes são colocados no início do segmento). Esse campo tem 16 bits de comprimento.
- Options: Esse campo é opcional. Esse campo tem de 0 a 40 bytes de comprimento.

- Cabeçalho UDP :

- Source Port: identifica o aplicativo que envia o segmento. Esse campo tem 16 bits de comprimento.
- Destination Port: identifica o aplicativo que recebe o segmento. Esse campo tem 16 bits de comprimento.
- Length: especifica o comprimento total do cabeçalho e dos dados do UDP. O comprimento mínimo possível é de 8 bytes porque o cabeçalho do UDP já ocupa 8 bytes. Devido à existência desse campo, o comprimento total de um segmento UDP não excede 65535 bytes (incluindo um cabeçalho de 8 bytes e dados de 65527 bytes).
- Checksum: soma de verificação do cabeçalho UDP e dos dados UDP. Esse campo tem 16 bits de comprimento.



# TCP e UDP - Números de porta



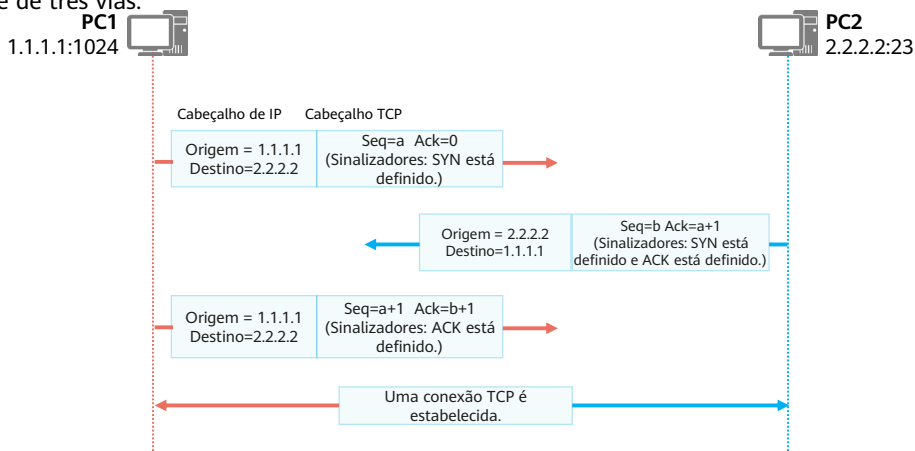
- Geralmente, a porta de origem usada por um cliente é alocada aleatoriamente e a porta de destino é especificada pelo aplicativo de um servidor.
- O sistema geralmente seleciona um número de porta de origem maior que 1023 e que não está sendo usado.
- O número de porta de destino é a porta de escuta do aplicativo (serviço) habilitado no servidor. Por exemplo, o número de porta padrão para HTTP é 80.



## Configuração da conexão TCP - Handshake de três vias

Camada de Aplicativo    Camada de Transporte    Camada de Rede    Camada de link de dados    Camada Física

- Antes de enviar os dados, um aplicativo baseado em TCP precisa estabelecer uma conexão por meio de um handshake de três vias.

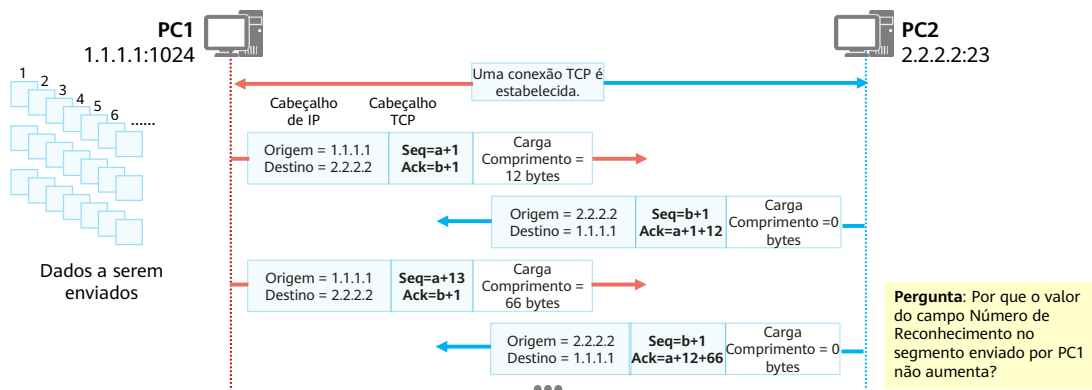


- O processo de configuração da conexão TCP é o seguinte :
  - O iniciador da conexão TCP (PC1 na figura) envia o primeiro segmento TCP com SYN definido. O número de sequência inicial a é um número gerado aleatoriamente. O número de confirmação é 0 porque nenhum segmento foi recebido do PC2.
  - Depois de receber um segmento TCP válido com o sinalizador SYN definido, o receptor (PC2) responde com um segmento TCP com SYN e ACK definidos. O número de sequência inicial b é um número gerado aleatoriamente. Como o segmento é uma resposta ao PC1, o número de confirmação é a+1.
  - Depois de receber o segmento TCP no qual SYN e ACK estão definidos, o PC1 responde com um segmento no qual ACK está definido, o número de sequência é a+1 e o número de confirmação é b+1. Depois que o PC2 recebe o segmento, é estabelecida uma conexão TCP.



# Número Sequencial e Número de Reconhecimento TCP

- O TCP usa os campos Número de Sequência e Número de Reconhecimento para implementar uma transmissão de dados confiável e ordenada.



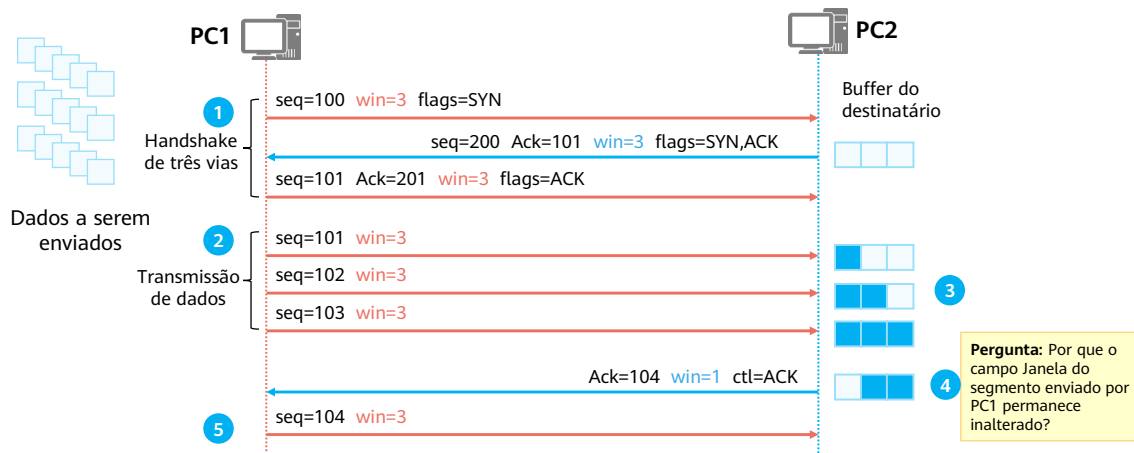
- Suponha que o PC1 precise enviar segmentos de dados para o PC2. O processo de transmissão é o seguinte:
  - O PC1 numera cada byte a ser enviado pelo TCP. Suponha que o número do primeiro byte seja  $a+1$ . Em seguida, o número do segundo byte é  $a+2$ , o número do terceiro byte é  $a+3$  e assim por diante.
  - O PC1 usa o número do primeiro byte de cada segmento de dados como o número de sequência e envia o segmento TCP.
  - Depois de receber o segmento TCP do PC1, o PC2 precisa confirmar o segmento e solicitar o próximo segmento de dados. Como é determinado o próximo segmento de dados? Número de sequência ( $a+1$ ) + comprimento da carga útil = número de sequência do primeiro byte do próximo segmento ( $a+1+12$ )
  - Depois de receber o segmento TCP enviado pelo PC2, o PC1 descobre que o número de confirmação é  $a+1+12$ , indicando que os segmentos de  $a+1$  a  $a+12$  foram recebidos e que o número de sequência do próximo segmento a ser enviado deve ser  $a+1+12$ .
- Para aumentar a eficiência do envio, vários segmentos de dados podem ser enviados de uma só vez pelo remetente e, em seguida, confirmados de uma só vez pelo receptor.





# Mecanismo de Deslizamento de Janela TCP

- O TCP usa o mecanismo de janela deslizante para controlar a taxa de transmissão de dados.

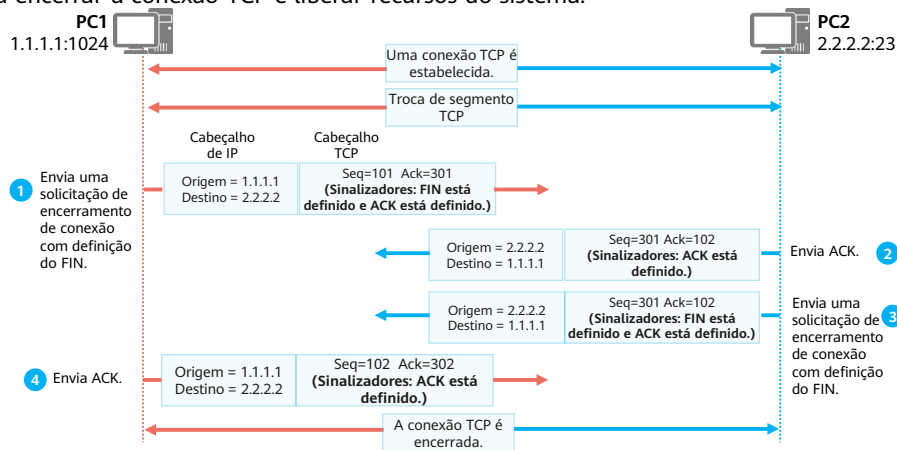


- Durante o handshake de três vias do TCP, ambas as extremidades notificam uma à outra sobre o número máximo de bytes (tamanho do buffer) que podem ser recebidos pela extremidade local por meio do campo Window.
- Depois que a conexão TCP é estabelecida, o remetente envia dados com o número especificado de bytes com base no tamanho da janela declarado pelo receptor.
- Após receber os dados, o receptor armazena os dados no buffer e aguarda que o aplicativo da camada superior obtenha os dados armazenados no buffer. Depois que os dados são obtidos pelo aplicativo da camada superior, o espaço do buffer correspondente é liberado.
- O receptor notifica o tamanho atual aceitável dos dados (janela) de acordo com o tamanho do buffer.
- O remetente envia uma determinada quantidade de dados com base no tamanho da janela atual do receptor.



## Encerramento TCP – Handshake de Quatro Vias

- Após a conclusão da transmissão de dados, o TCP precisa usar o mecanismo de handshake de quatro vias para encerrar a conexão TCP e liberar recursos do sistema.



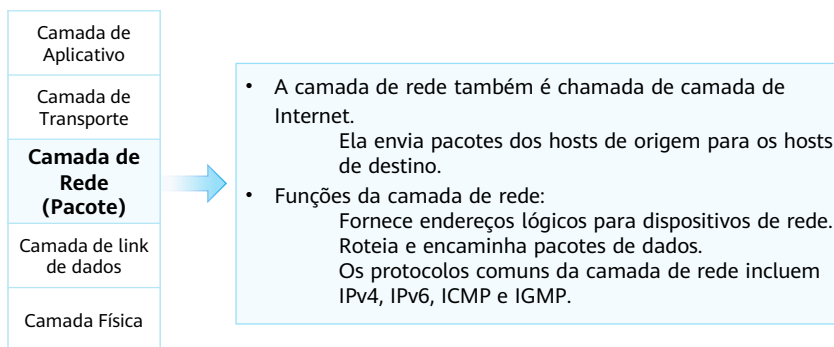
- O TCP suporta a transmissão de dados no modo full-duplex, o que significa que os dados podem ser transmitidos em ambas as direções ao mesmo tempo. Antes de os dados serem transmitidos, o TCP estabelece uma conexão em ambas as direções por meio de um handshake de três vias. Portanto, após a conclusão da transmissão de dados, a conexão deve ser fechada em ambas as direções. Isso é mostrado na figura.
  1. O PC1 envia um segmento TCP com FIN definido. O segmento não contém dados.
  2. Após receber o segmento TCP do PC1, o PC2 responde com um segmento TCP com ACK definido.
  3. O PC2 verifica se os dados precisam ser enviados. Em caso afirmativo, o PC2 envia os dados e, em seguida, um segmento TCP com FIN definido para fechar a conexão. Caso contrário, o PC2 envia diretamente um segmento TCP com a definição FIN.
  4. Depois de receber o segmento TCP com FIN definido, o PC1 responde com um segmento ACK. A conexão TCP é então encerrada em ambas as direções.



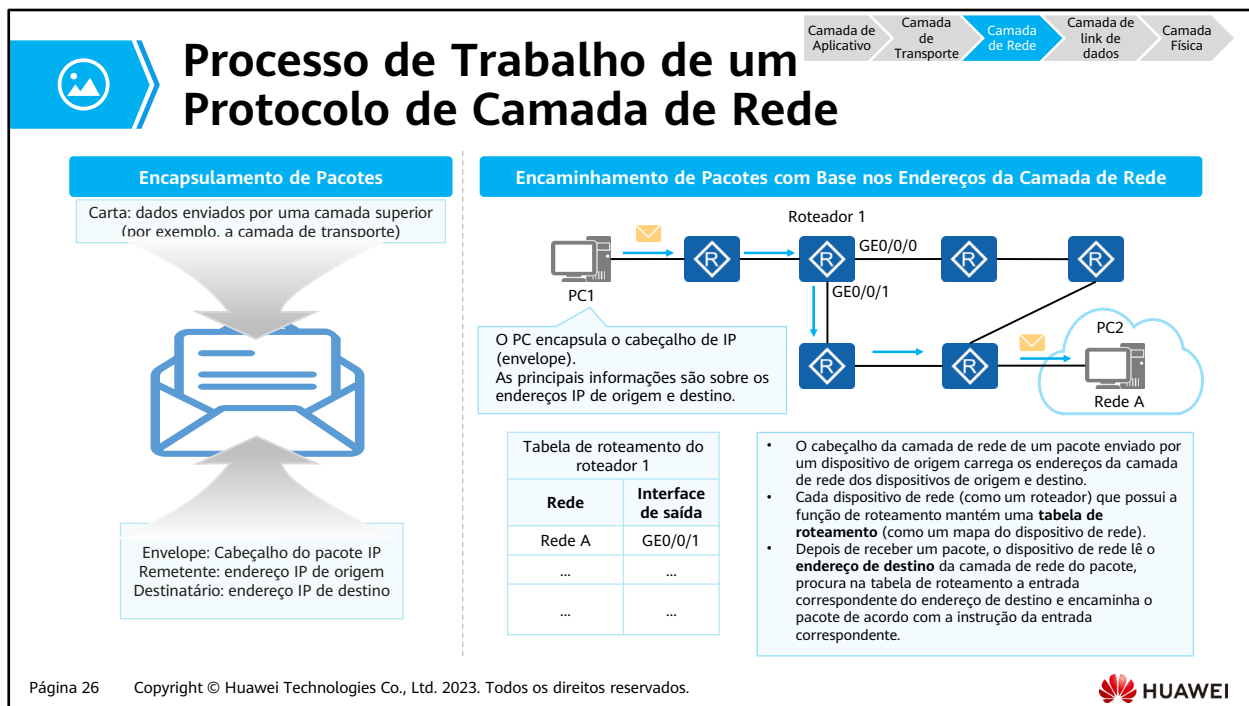
## Camada de Rede



- A camada de transporte é responsável por estabelecer conexões entre processos em hosts, e a camada de rede é responsável por transmitir dados de um host para outro.
- As PDUs transmitidas na camada de rede são chamadas de pacotes.



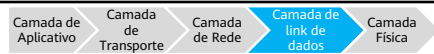
- O IPv4 (Internet Protocol Version 4) é o protocolo de camada de rede mais amplamente usado.



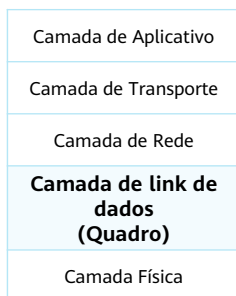
- Quando o IP é usado como protocolo de camada de rede, ambas as partes da comunicação recebem um endereço IP exclusivo para se identificarem. Um endereço IP pode ser escrito como um número inteiro binário de 32 bits. Para facilitar a leitura e a análise, um endereço IP geralmente é representado em notação decimal, que consiste em quatro números decimais, cada um variando de 0 a 255, separados por pontos, como, por exemplo, 192.168.1.1.
- Encapsulamento e encaminhamento de pacotes de dados IP:
  - Ao receber dados de uma camada superior (como a camada de transporte), a camada de rede encapsula um cabeçalho de pacote IP e adiciona os endereços IP de origem e destino ao cabeçalho.
  - Cada dispositivo de rede intermediário (como um roteador) mantém uma tabela de roteamento que orienta o encaminhamento de pacotes IP como um mapa. Depois de receber um pacote, o dispositivo de rede intermediário lê o endereço de destino do pacote, procura uma entrada correspondente na tabela de roteamento local e encaminha o pacote IP de acordo com a instrução da entrada correspondente.
  - Quando o pacote IP chega ao host de destino, o host de destino determina se deve aceitar o pacote com base no endereço IP de destino e, em seguida, processa o pacote de acordo.
- Quando o protocolo IP está em execução, protocolos de roteamento como OSPF, IS-IS e BGP são necessários para ajudar os roteadores a criar tabelas de roteamento, e o ICMP é necessário para ajudar a controlar as redes e diagnosticar o status da rede.



## Camada de link de dados



- A camada do link de dados está localizada entre a camada de rede e a camada física e fornece serviços para protocolos como IP e IPv6 na camada de rede. As PDUs transmitidas na camada do link de dados são chamadas de quadros.
- Ethernet é o protocolo mais comum da camada do link de dados.



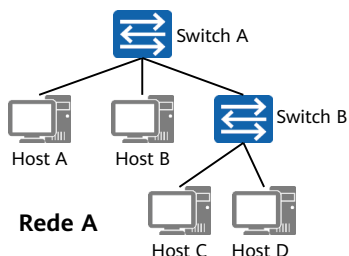
A camada do link de dados está localizada entre a camada de rede e a camada física.

- A camada do link de dados fornece comunicação intra-segmento para a camada de rede.
- As funções da camada do link de dados incluem enquadramento, endereçamento físico e controle de erros.
- Os protocolos comuns da camada do link de dados incluem Ethernet, PPPoE e PPP.



# Endereços MAC de origem e Ethernet

## Definição de Ethernet



- Ethernet é um protocolo de acesso múltiplo de difusão que funciona no protocolo da camada do link de dados.
- As interfaces de rede dos PCs estão em conformidade com o padrão Ethernet.
- Geralmente, um domínio de difusão corresponde a um segmento de rede IP.

## Endereço MAC de Origem Ethernet

Eu tenho um endereço MAC quando saio da fábrica.



Nome: Host A



Endereço MAC/Endereço Ethernet/Endereço físico:

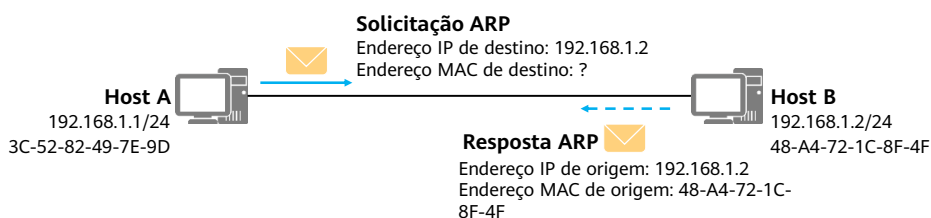
- Um endereço de controle de acesso à mídia (MAC) identifica exclusivamente uma NIC em uma rede. Cada NIC requer e possui um endereço MAC exclusivo.
- Endereços MAC são usados para localizar dispositivos físicos específicos em um segmento de rede IP.
- Um dispositivo que funciona na camada do link de dados, como um comutador de Ethernet, mantém uma tabela de endereço MAC para orientar o encaminhamento do quadro de dados.

- Um endereço MAC é reconhecido como seis grupos de dois dígitos hexadecimais, separados por hífen, dois pontos ou sem separador. Exemplo: 48-A4-72-1C-8F-4F



# ARP

- Protocolo de Resolução de Endereços (ARP):
  - Descobre o endereço MAC associado a um determinado endereço IP.

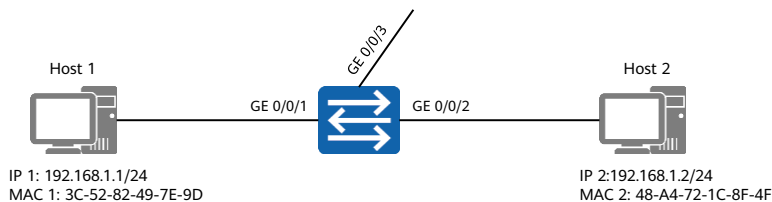


- O ARP (Address Resolution Protocol) é um protocolo TCP/IP que descobre o endereço da camada de enlace de dados associado a um determinado endereço IP.
- O ARP é um protocolo indispensável no IPv4. Ele oferece as seguintes funções:
  - Descobre o endereço MAC associado a um determinado endereço IP.
  - Mantém e armazena em cache o mapeamento entre endereços IP e endereços MAC por meio de entradas ARP.
  - Detecta endereços IP duplicados em um segmento de rede.



# Princípios de Implementação de ARP (1)

- O Host 1 verifica as entradas ARP em cache.
- O Host 1 envia uma solicitação ARP.
- O Host 2 adiciona uma entrada ARP.
- O Host 2 envia uma resposta ARP.
- O Host 1 adiciona uma entrada ARP.



1

Host 1>arp -a  
Internet Address    Physical Address    Type

A tabela de cache ARP está vazia.

## Passo 1:

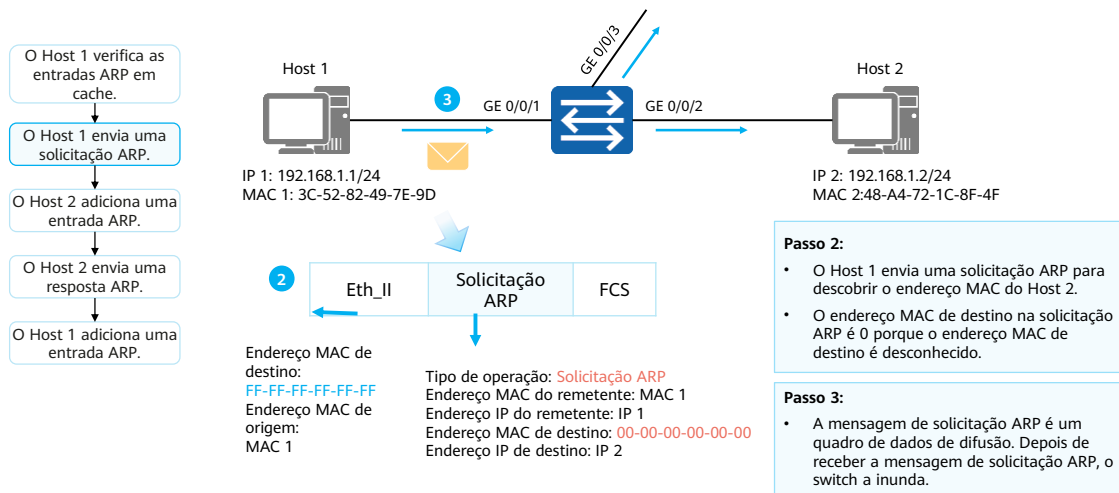
- Antes de enviar um datagrama, um dispositivo procura em sua tabela ARP o endereço MAC de destino do datagrama.
- Se o endereço MAC de destino existir na tabela ARP, o dispositivo encapsula o endereço MAC no quadro e o envia. Se o endereço MAC de destino não existir na tabela ARP, o dispositivo enviará uma solicitação ARP para descobrir o endereço MAC.

- Em geral, um dispositivo de rede tem um cache ARP. O cache ARP armazena o mapeamento entre endereços IP e endereços MAC.
- Antes de enviar um datagrama, um dispositivo procura em sua tabela ARP. Se for encontrada uma entrada ARP correspondente, o dispositivo encapsula o endereço MAC correspondente no quadro e envia o quadro. Se não for encontrada uma entrada ARP correspondente, o dispositivo enviará uma solicitação ARP para descobrir o endereço MAC.
- O mapeamento aprendido entre o endereço IP e o endereço MAC é armazenado na tabela ARP por um período. Dentro do período de validade (180s por padrão), o dispositivo pode pesquisar diretamente nessa tabela o endereço MAC de destino para o encapsulamento de dados, sem executar a consulta baseada em ARP. Após a expiração do período de validade, a entrada ARP é automaticamente excluída.
- Se o dispositivo de destino estiver localizado em outra rede, o dispositivo de origem pesquisará na tabela ARP o endereço MAC do gateway do endereço de destino e enviará o datagrama ao gateway. Em seguida, o gateway encaminha o datagrama para o dispositivo de destino.





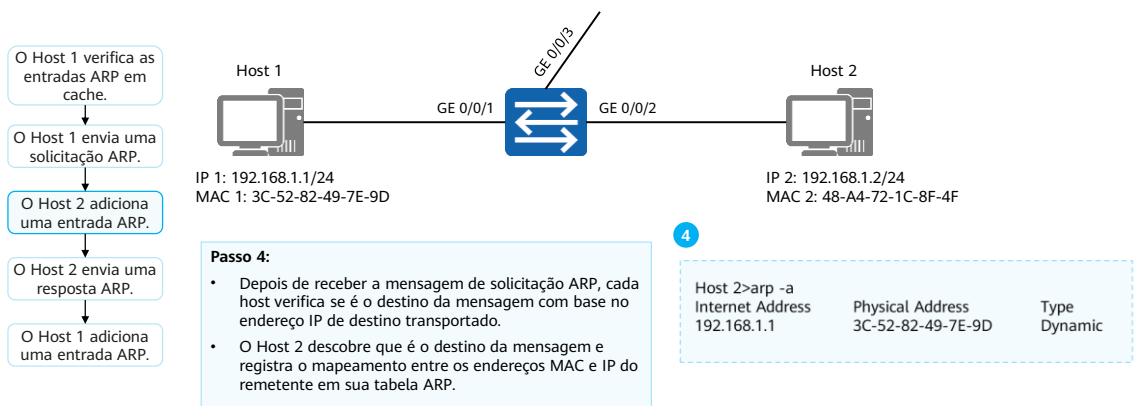
## Princípios de Implementação de ARP (2)



- Neste exemplo, a tabela ARP do Host 1 não contém o endereço MAC do Host 2. Portanto, o Host 1 envia uma mensagem de solicitação ARP para descobrir o endereço MAC de destino.
- A mensagem de solicitação ARP é encapsulada em um quadro Ethernet. O endereço MAC de origem no cabeçalho do quadro é o endereço MAC do Host 1 na extremidade de transmissão. Como o Host 1 não sabe o endereço MAC do Host 2, o endereço MAC de destino é o endereço de broadcast FF-FF-FF-FF-FF-FF.
- A mensagem de solicitação ARP contém o endereço MAC de origem, o endereço IP de origem, o endereço MAC de destino e o endereço IP de destino. O endereço MAC de destino é todo 0s. A mensagem de solicitação de ARP é transmitida para todos os hosts da rede, inclusive os gateways.



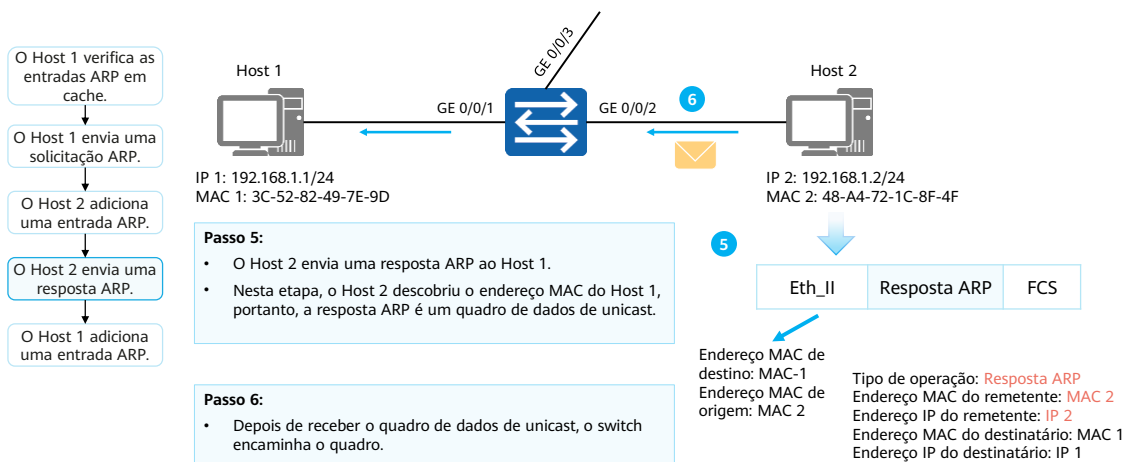
## Princípios de Implementação de ARP (3)



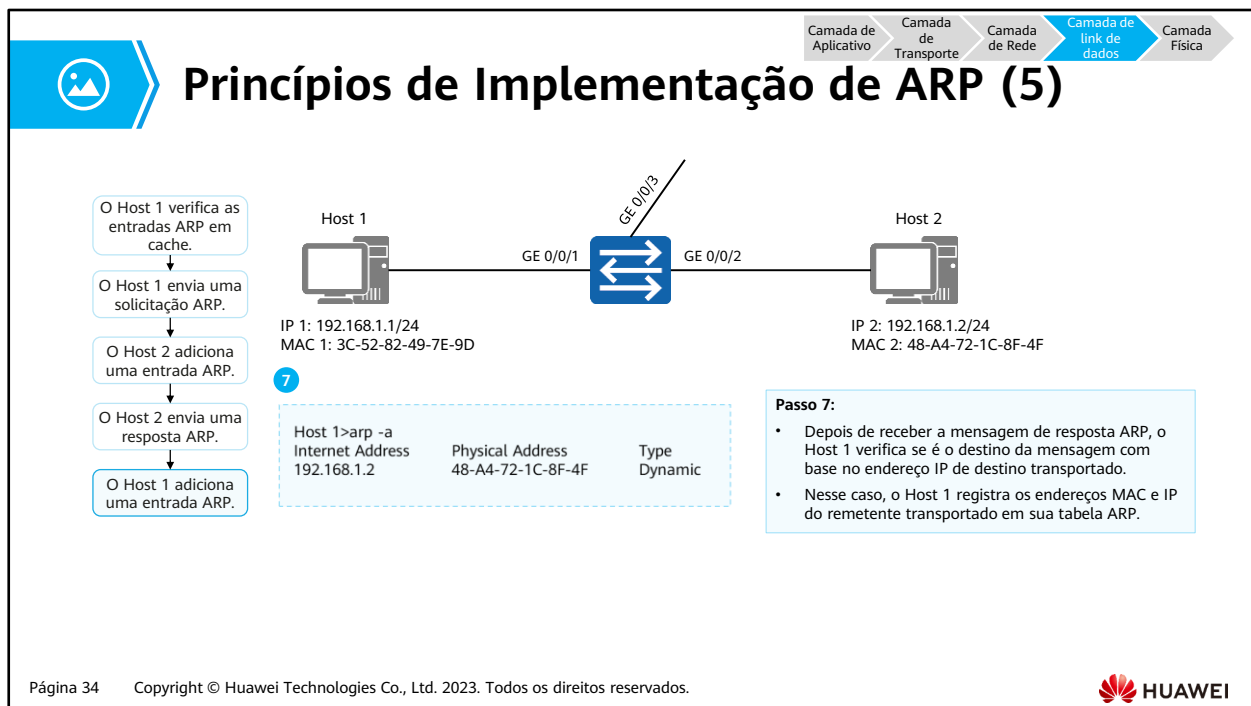
- Depois de receber a mensagem de solicitação ARP, cada host verifica se é o destino da mensagem com base no endereço IP de destino transportado. Caso contrário, o host não responde à mensagem de solicitação ARP. Em caso afirmativo, o host adiciona os endereços MAC e IP do remetente transportados na mensagem de solicitação ARP à tabela ARP e, em seguida, responde com uma mensagem de resposta ARP.



## Princípios de Implementação de ARP (4)



- O host 2 envia uma mensagem de resposta ARP ao host 1.
- Na mensagem de resposta ARP, o endereço IP do remetente é o endereço IP do Host 2 e o endereço IP do destinatário é o endereço IP do Host 1. O endereço MAC do destinatário é o endereço MAC do Host 1 e o endereço MAC do remetente é o endereço MAC do Host 2. O tipo de operação é definido como resposta.
- As mensagens de resposta ARP são transmitidas em modo unicast.





# Camada Física



- Depois que os dados chegam à camada física, a camada física converte um sinal digital em um sinal óptico, um sinal elétrico ou um sinal de onda eletromagnética com base na mídia física.
- As PDUs transmitidas na camada física são chamadas de fluxos de bits.

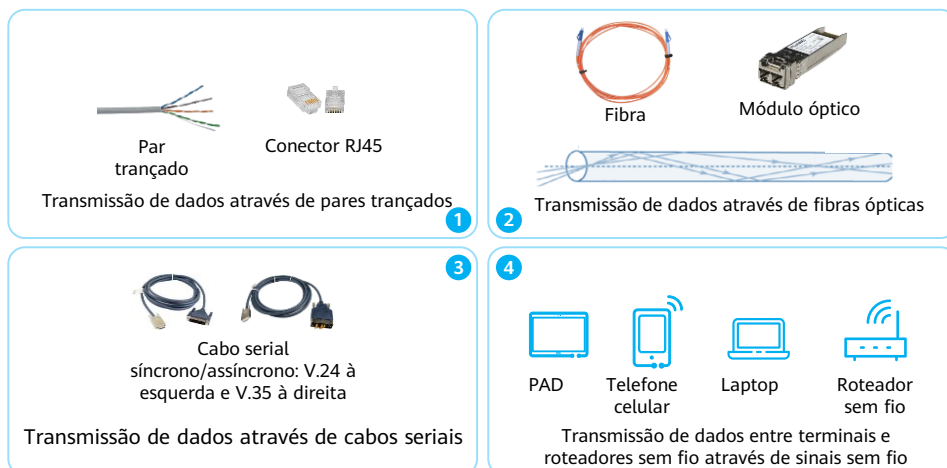


A camada física está na parte inferior do modelo.

- Essa camada transmite fluxos de bits no meio.
- Ela padroniza recursos físicos, como cabos, pinos, tensões e interfaces.
- Meios de transmissão comuns incluem pares trançados, fibras ópticas e ondas eletromagnéticas.



## Meios de Transmissão Comuns



- Pares trançados: mídia de transmissão mais comum usada em redes Ethernet. Os pares trançados podem ser classificados nos seguintes tipos com base em seus recursos de interferência antieletromagnética:
  - STP: shielded twisted pairs
  - UTP: unshielded twisted pairs
- A transmissão por fibra óptica pode ser classificada nos seguintes tipos com base nos componentes funcionais:
  - Fibras: mídia de transmissão óptica, que são fibras de vidro, usadas para restringir os canais de transmissão óptica.
  - Módulos ópticos: convertem sinais elétricos em sinais ópticos para gerar sinais ópticos.
- Os cabos seriais são amplamente usados em redes de longa distância (WANs). Os tipos de interfaces conectadas aos cabos seriais variam de acordo com os tipos de linha da WAN. As interfaces incluem interfaces seriais síncronas/síncronas, interfaces ATM, interfaces POS e interfaces CE1/PRI.
- Os sinais sem fio podem ser transmitidos por meio de ondas eletromagnéticas. Por exemplo, um roteador sem fio modula os dados e os envia por meio de ondas eletromagnéticas, e uma placa de interface de rede sem fio de um terminal móvel desmodula as ondas eletromagnéticas para obter dados. A transmissão de dados do roteador sem fio para o terminal móvel é então concluída.

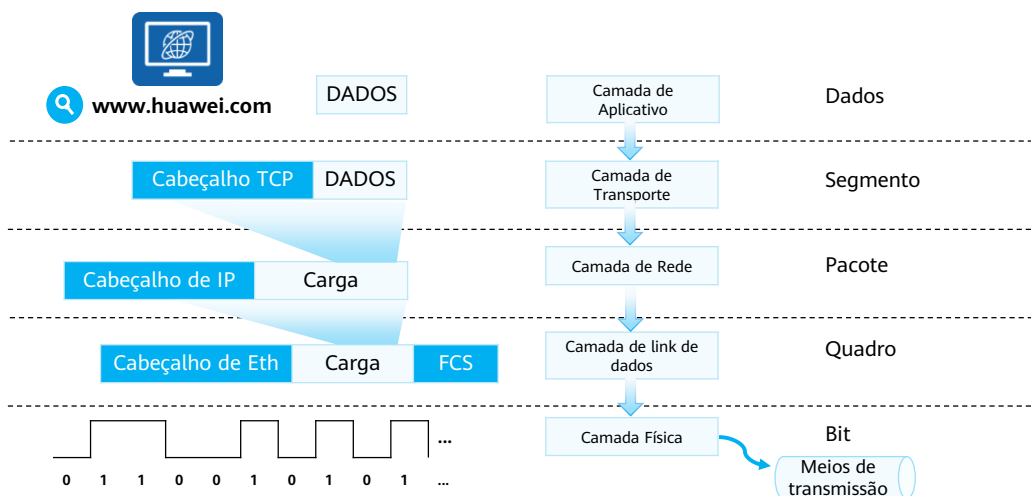


## Conteúdo

1. Aplicativos e Dados
2. Modelo de Referência de Rede e Protocolos Padrão
- 3. Processo de comunicação de dados**



## Encapsulamento de dados no remetente



- Suponha que você esteja usando um navegador da Web para acessar o site oficial da Huawei. Depois de digitar o endereço do site e pressionar Enter, os seguintes eventos ocorrem em seu computador :
  1. O navegador (programa aplicativo) invoca o HTTP (protocolo da camada de aplicativos) para encapsular os dados da camada de aplicativos. (Os DADOS na figura também devem incluir o cabeçalho HTTP, que não é mostrado aqui).
  2. O HTTP usa o TCP para garantir a transmissão confiável de dados e transmite dados encapsulados para o módulo TCP.
  3. O módulo TCP adiciona as informações correspondentes do cabeçalho TCP (como os números das portas de origem e destino) aos dados transmitidos pela camada de aplicativos. Na camada de transporte, a PDU é chamada de segmento.
  4. Em uma rede IPv4, o módulo TCP envia o segmento encapsulado para o módulo IPv4 na camada de rede. (Em uma rede IPv6, o segmento é enviado ao módulo IPv6 para processamento).
  5. Depois de receber o segmento do módulo TCP, o módulo IPv4 encapsula o cabeçalho IPv4. Nessa camada, a PDU é chamada de pacote.

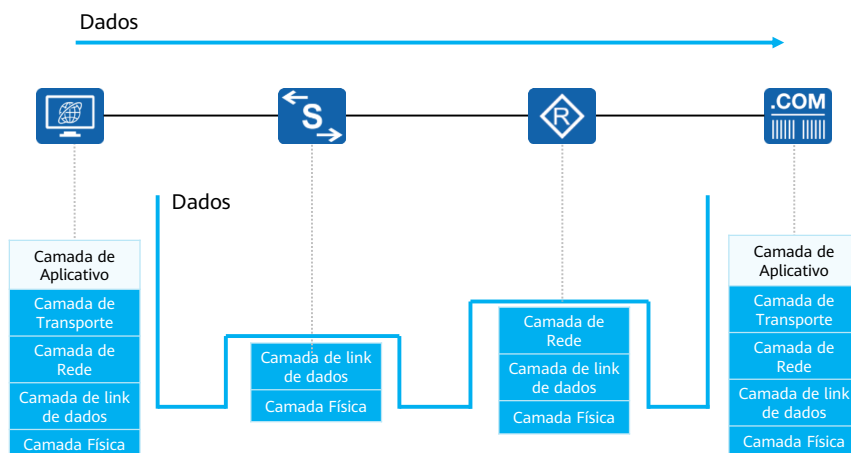


- A Ethernet é usada como o protocolo da camada de enlace de dados. Portanto, depois que o módulo IPv4 conclui o encapsulamento, ele envia o pacote para o módulo Ethernet (como a NIC Ethernet) na camada de enlace de dados para processamento.
- Após receber o pacote do módulo IPv4, o módulo Ethernet adiciona o cabeçalho Ethernet correspondente e o trailer de quadro FCS ao pacote. Nessa camada, a PDU é chamada de quadro.
- Depois que o módulo Ethernet conclui o encapsulamento, ele envia os dados para a camada física.
- Com base na mídia física, a camada física converte sinais digitais em sinais elétricos, sinais ópticos ou sinais eletromagnéticos (sem fio).
- Os sinais convertidos começam a ser transmitidos na rede.



## Transmissão de Dados na Rede Intermediária

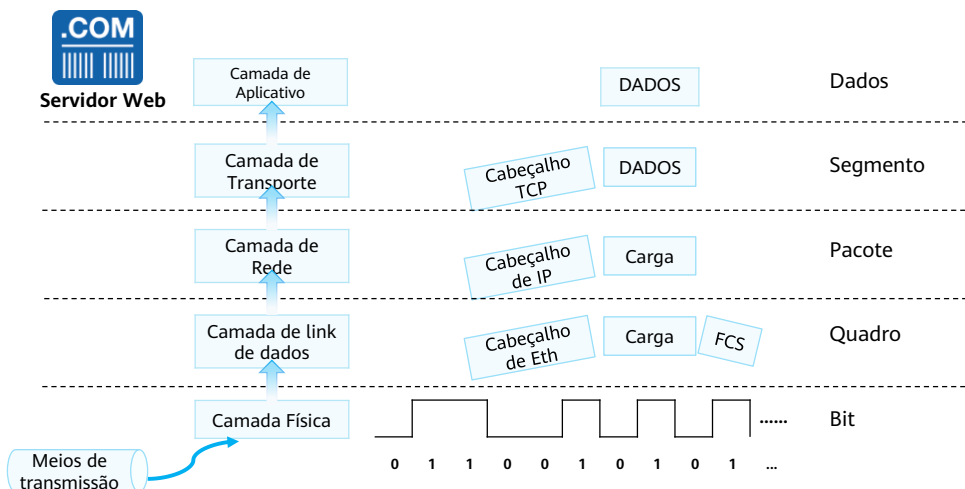
- Os dados encapsulados são transmitidos na rede.



- Na maioria dos casos :
  - Um dispositivo da Camada 2 (como um switch Ethernet) apenas decapsula o cabeçalho da Camada 2 dos dados e executa a operação de comutação correspondente de acordo com as informações do cabeçalho da Camada 2.
  - Um dispositivo da Camada 3 (como um roteador) decapsula o cabeçalho da Camada 3 e executa operações de roteamento com base nas informações do cabeçalho da Camada 3.
  - Observação: os detalhes e princípios de comutação e roteamento serão descritos em cursos posteriores.



## Decapsulação de Dados no Destinatário



- Depois de serem transmitidos pela rede intermediária, os dados finalmente chegam ao servidor de destino. Com base nas informações dos diferentes cabeçalhos de protocolo, os dados são decapsulados camada por camada, processados, transmitidos e, por fim, enviados ao aplicativo no servidor da Web para processamento.



## Sumário

- Tanto o modelo de referência OSI quanto o modelo de referência TCP/IP adotam o conceito de projeto em camadas.
  - A divisão clara de funções e limites entre as camadas facilita o desenvolvimento, o projeto e a solução de problemas de cada componente.
  - As funções de cada camada podem ser definidas para impulsionar a padronização do setor.
  - Interfaces podem ser fornecidas para permitir a comunicação entre hardware e software em várias redes, melhorando a compatibilidade.
- A geração e transmissão de dados requerem colaboração entre os módulos. Enquanto isso, cada módulo deve cumprir suas próprias responsabilidades.



## Questionário

1. Quais são os benefícios do modelo em camadas?
2. Quais são os protocolos comuns na camada de aplicativo, camada de transporte, camada de rede e camada do link de dados?

### 1. Answer:

- A divisão clara das funções e dos limites entre as camadas facilita o desenvolvimento, o projeto e a solução de problemas de cada componente..
- As funções de cada camada podem ser definidas para impulsionar a padronização do setor.
- As interfaces podem ser fornecidas para permitir a comunicação entre hardware e software em várias redes, melhorando a compatibilidade.

### 2. Answer:

- Camada de aplicativos: HTTP, FTP, Telnet, etc.
- Camada de transporte: UDP e TCP
- Camada de rede: IP, ICMP, etc.
- Camada de enlace de dados: Ethernet, PPP, PPPoE e assim por diante

The image features a blue-tinted background showing the silhouettes of several business professionals in a modern office environment. They are standing on a reflective floor, and their reflections are visible below them. The background includes architectural elements like glass walls and windows, suggesting a high-rise building. Overlaid on this scene is the text "Thank You" in a large, white, sans-serif font, with the website address "www.huawei.com" in a smaller, white, sans-serif font directly beneath it.

Thank You

[www.huawei.com](http://www.huawei.com)