

Redes de Computadores

Análise e Desenvolvimento de Sistemas
1º Semestre 2025

Parte 3

Protocolos e Modelos de Comunicação

Prof. Alencar de Melo Júnior, Dr. Eng.
alencar@iftm.edu.br



Protocolos e Modelos de Comunicação

Objetivos

- Descrever os tipos de regras que são necessárias para o êxito da comunicação.
- Explicar a necessidade dos protocolos na comunicação de rede.
- Explicar a finalidade da adesão a um conjunto de protocolos.
- Explicar a função de organizações padronizadoras no estabelecimento de protocolos para interoperabilidade de rede.
- Explicar como o modelo TCP/IP e o modelo OSI/ISO são usados para facilitar a padronização no processo de comunicação.
- Estabelecer uma comparação entre os modelos TCP/IP e OSI/ISO.
- Apresentar os principais protocolos da família TCP/IP.
- Discutir as vantagens da segmentação e multiplexação de mensagens.
- Explicar como o encapsulamento permite que os dados sejam transportados pela rede.

As regras

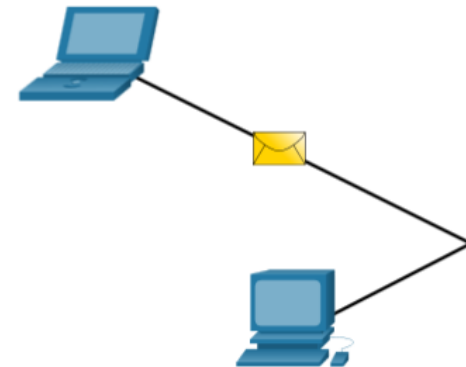
Princípios da comunicação

- **São necessários três elementos para qualquer comunicação:**
 - uma fonte (remetente);
 - um destino (receptor);
 - um canal de comunicação (mídia).
- As redes podem variar em tamanho e complexidade. Não é suficiente ter somente uma conexão entre fonte e destino, os **dispositivos devem concordar em “como” deve ocorrer a comunicação, quais são as regras envolvidas.**

As regras

Protocolos de comunicações

- **Todas as comunicações são regidas por protocolos.**
- Protocolos são as regras que as comunicações devem seguir.
- Essas regras variam de acordo com o protocolo.



As regras

Estabelecimento de regras

- Os indivíduos devem usar regras ou acordos estabelecidos para governar a conversa.
- A primeira mensagem é difícil de ler porque não está formatada corretamente. A segunda mostra a mensagem formatada corretamente

humans communication between govern rules. It is very difficult to understand messages that are not correctly formatted and do not follow the established rules and protocols. A estrutura da gramatica, da lingua, da pontuacao e do sentence faz a configuracao humana compreensivel por muitos individuos diferentes.

Rules govern communication between humans. It is very difficult to understand messages that are not correctly formatted and do not follow the established rules and protocols. The structure of the grammar, the language, the punctuation and the sentence make the configuration humanly understandable for many different individuals.

As regras

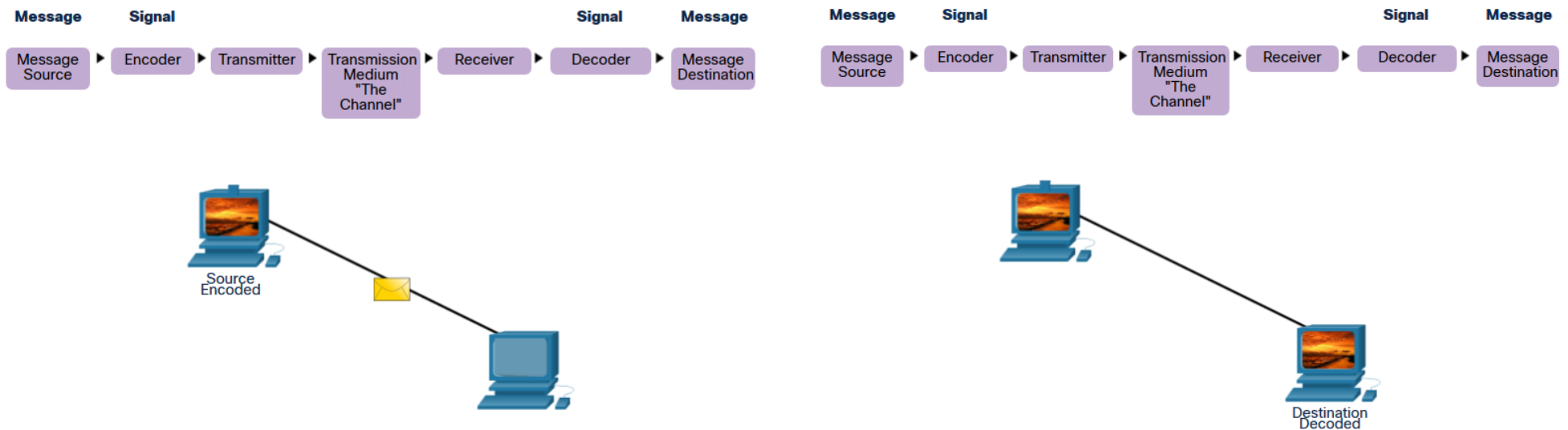
Estabelecimento de regras

- Os protocolos devem ser considerados para os seguintes requisitos:
 - Um emissor e um receptor identificados
 - Língua e gramática comum
 - Velocidade e ritmo de transmissão
 - Requisitos de confirmação ou recepção
- Protocolos de computador comuns devem estar de acordo e incluir os seguintes requisitos:
 - Codificação de mensagens
 - Formatação e encapsulamento de mensagens
 - Tamanho da Mensagem
 - Temporização da mensagem
 - Opções de envio de mensagem

As regras

Codificação da mensagem

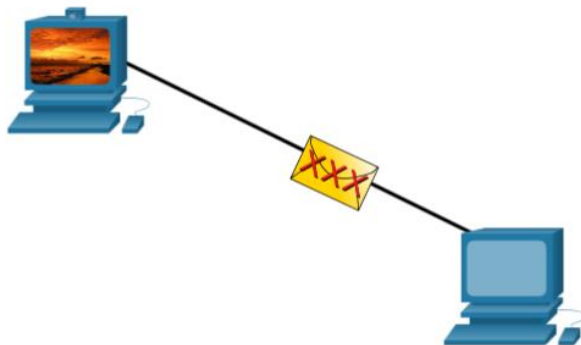
- A **codificação** é o processo de conversão de informações em outra forma aceitável para a transmissão.
- A **decodificação** reverte esse processo para interpretar como informações.
- O **encoder** converte os dados brutos em um formato compatível com o meio de transmissão. O **decoder** faz o processo inverso no receptor.



As regras

Codificação da mensagem

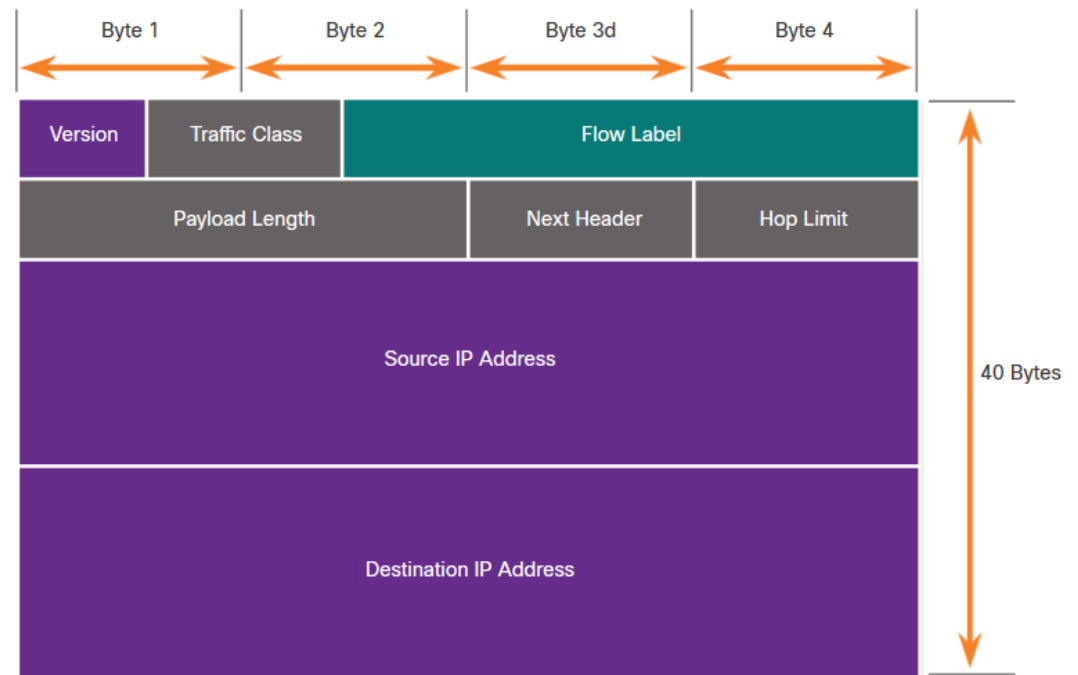
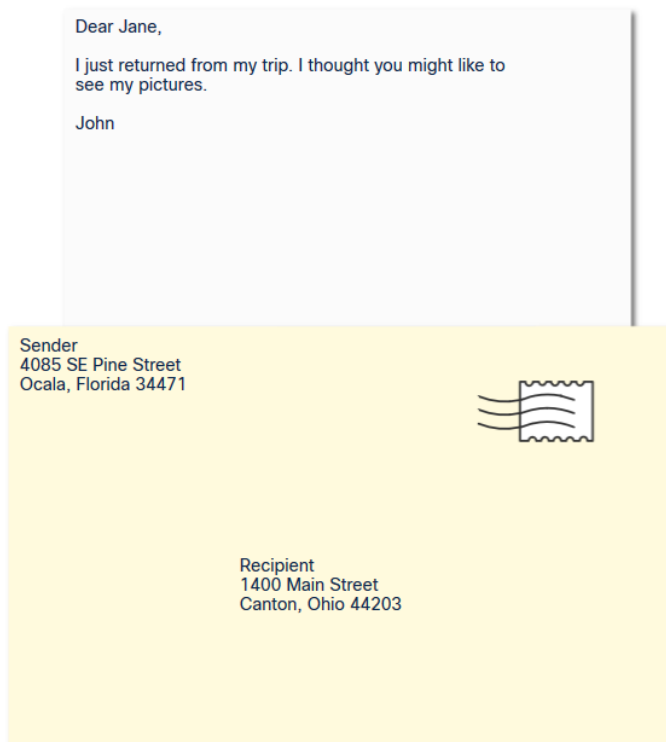
- A codificação entre hosts deve estar em um formato adequado para o meio físico.
- As mensagens enviadas pela rede são convertidas em bits
- Os bits são codificados em um padrão de luz, som ou impulsos elétricos.
- O host de destino deve decodificar os sinais para interpretar a mensagem.



As regras

Formatação e encapsulamento da mensagem

- Quando uma mensagem é enviada, ela deve usar um formato ou estrutura específica. **Cada protocolo define um formato de mensagem específico.**
- Os formatos da mensagem dependem do tipo de mensagem e do canal usado para entregá-la.



Pacote IPv6

As regras

Tamanho da mensagem

•O tamanho de uma mensagem é definido em função do tamanho de suas partes. De modo geral podem ser identificadas as seguintes partes em uma mensagem:

- Cabeça (*Header*)**: parte que contém endereços de origem e destino, tipo de mensagem, número de sequência etc.;
 - Corpo (*Payload*)**: dados úteis da aplicação envolvida;
 - Cauda (*Trailer*)**: códigos detectores e/ou corretores de erros.
- Algumas vezes usa-se a palavra **cabeçalho** para designar todas as partes da mensagens que se referem a dados de controle, ou seja, cabeça e cauda.
- De modo geral o tamanho da mensagem não pode ser muito grande, para impedir a monopolização do meio físico, reduzindo o nível de compartilhamento.



As regras

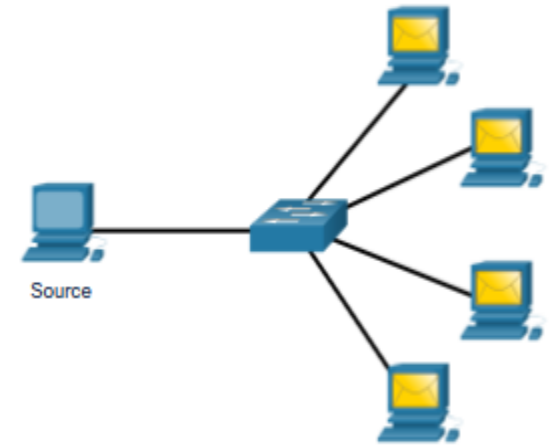
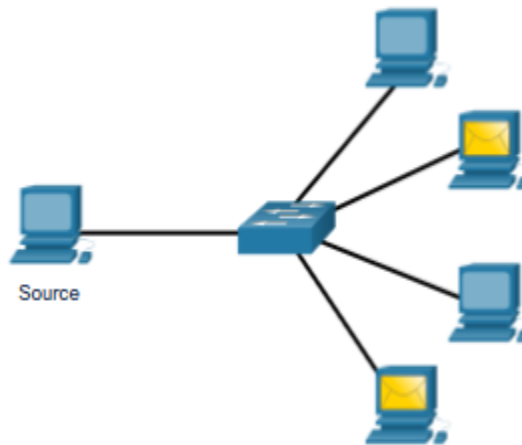
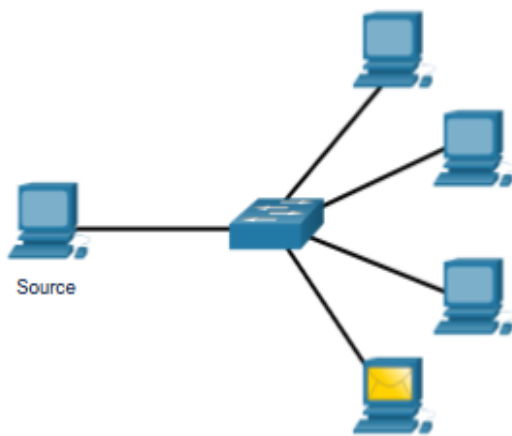
Temporização de mensagem

- Aspectos de temporização de mensagens incluem:
 - **Controle de fluxo:** gerencia a taxa de transmissão de dados e define quanta informação pode ser enviada e a velocidade na qual ela pode ser entregue. Importante para não sobrecarregar a rede e o receptor.
 - **Tempo limite de resposta:** gerencia o tempo que um emissor irá esperar pela confirmação de recepção por parte do destino.
 - **Método de acesso:** determinar quando um emissor pode enviar uma mensagem.
 - Pode haver várias regras que regem questões como “colisões”. Isso ocorre quando mais de um dispositivo envia tráfego ao mesmo tempo e as mensagens ficam corrompidas.
 - Alguns protocolos são proativos e tentam evitar colisões; outros protocolos são reativos e estabelecem um método de recuperação após a colisão ocorrer.

As regras

Opções de envio da mensagem

- Quanto ao número de receptores, temos os seguintes opções de envio:
 - **Unicast:** comunicação um para um;
 - **Multicast:** um para muitos, geralmente não todos;
 - **Broadcast:** um para todos;
 - **Anycast:** um para algum.



Unicast

Multicast

Broadcast

Unicast

Multicast

Broadcast

Unicast

Multicast

Broadcast

Protocolos

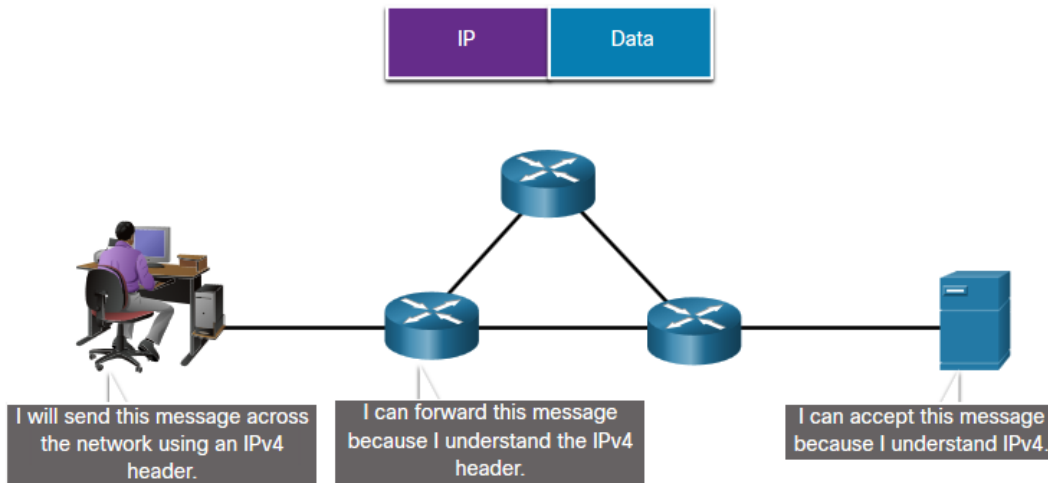
Visão geral dos protocolos de rede

- Protocolos de Rede definem um conjunto comum de regras.
- Podem ser implementados em:
 - Software
 - Hardware
 - Ambos
- Protocolos têm os seus próprios:
 - Função
 - Formato
 - Regras

Tipo de Protocolo	Descrição
Comunicações em Rede	permitir que dois ou mais dispositivos comuniquem através de uma ou mais redes
Segurança da Rede	fornecer autenticação, integridade de dados, criptografia de dados, etc.
Roteamento	permitir que os roteadores troquem informações de rota, comparem informações de caminho e selecionem o melhor caminho
Descoberta de Serviço	usado para a detecção automática de dispositivos ou serviços

Protocolos

Funções de protocolos de rede

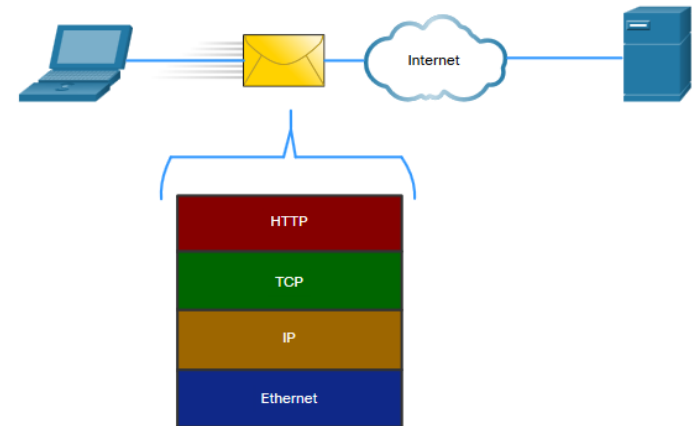


- Os dispositivos usam protocolos acordados para comunicarem.
- **Protocolos podem ter uma mais ou funções.**

Função	Descrição
Endereçamento	Identificação de remetente e destinatário
Confiabilidade	Fornece entrega garantida
Controle de fluxo	Garante fluxos de dados a uma taxa eficiente
Sequenciamento	Rotula exclusivamente cada segmento de dados transmitido
Detecção de erros	Determina se os dados ficaram corrompidos durante a transmissão
Interface de aplicação	Comunicações de processo a processo entre aplicativos de rede

Protocolos

Interação de protocolos



- As redes exigem o uso combinado de vários protocolos.
- Cada protocolo tem sua própria função e formato de mensagens

Protocolos	Função
Protocolo HTTP	<ul style="list-style-type: none">▪Governa a maneira como um servidor da Web e um cliente da Web interagem▪Define conteúdo e formato
Protocolo TCP	<ul style="list-style-type: none">▪Gerencia as conversas individuais▪Fornece entrega garantida▪Gerencia o controle de fluxo
Protocolo IP	Entrega mensagens globalmente do remetente para o receptor
Ethernet	Entrega mensagens de uma NIC para outra NIC na mesma rede local (LAN) Ethernet

Conjuntos de Protocolos

Suítes de protocolos de rede

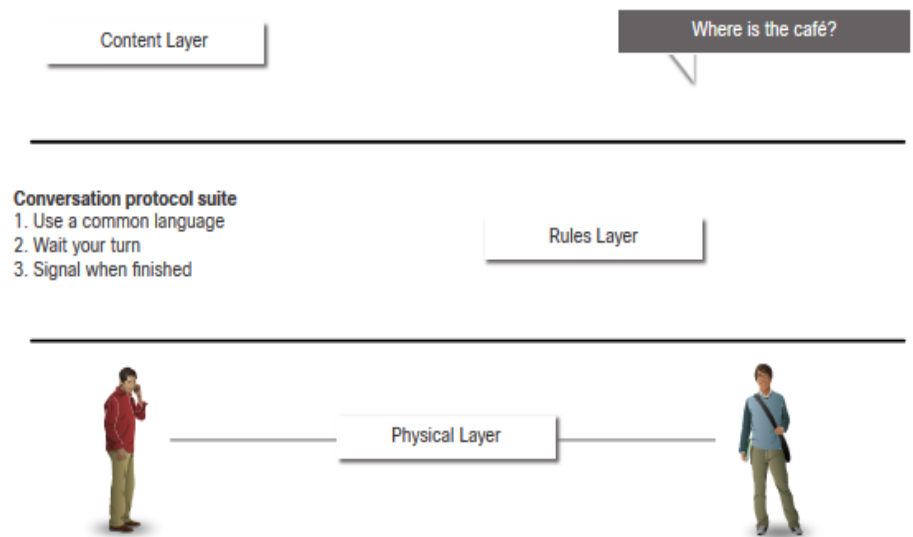
- Os protocolos devem ser capazes de funcionar com outros protocolos.

- **Suíte de Protocolos:**

- Um grupo de protocolos inter-relacionados necessários para executar uma função de comunicação.
- Conjuntos de regras que trabalham juntos para ajudar a resolver um problema.

- Os protocolos são visualizados em termos de suas camadas:

- Camadas mais altas: mais abstratos;
- Camadas inferiores: fornecem serviços para camadas superiores.



Protocol suites are sets of rules that work together to help solve a problem.

Conjuntos de Protocolos

- Existem vários conjuntos de protocolos.

- Internet Protocol Suite ou TCP/IP:** o conjunto de protocolos mais comum é mantido pela *Internet Engineering Task Force* (IETF).

- Protocolos de Interconexão de Sistemas Abertos (OSI):** desenvolvidos pela Organização Internacional de Normalização (ISO).

- AppleTalk:** suíte proprietária da Apple Inc.

- Novell NetWare:** suíte proprietária desenvolvida pela Novell Inc.

Evolução de conjuntos de protocolos

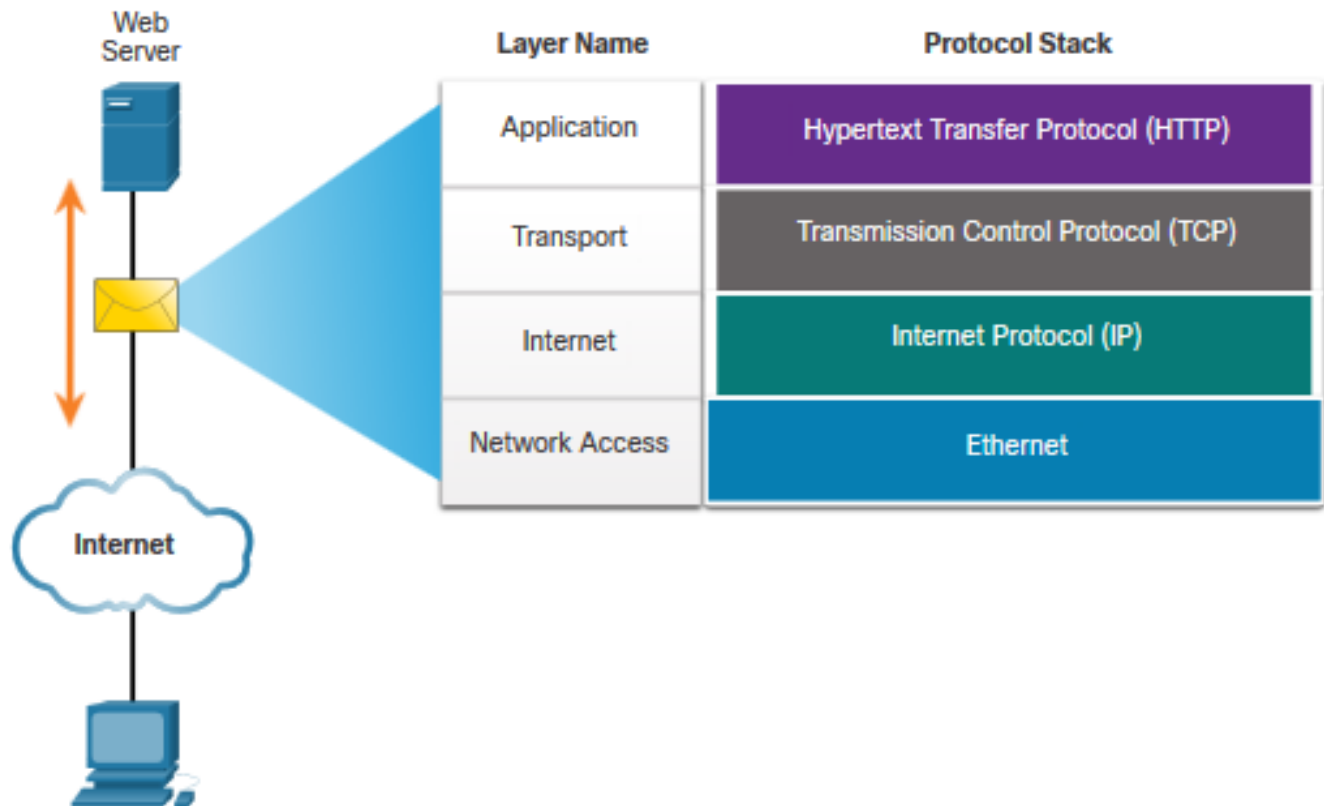
TCP/IP Layer Name	TCP/IP	ISO	AppleTalk	Novell Netware
Application	HTTP DNS DHCP FTP	ACSE ROSE TRSE SESE	AFP	NDS
Transport	TCP UDP	TP0 TP1 TP2 TP3 TP4	ATP AEP NBP RTMP	SPX
Internet	IPv4 IPv6 ICMPv4 ICMPv6	CONP/CMNS CLNP/CLNS	AARP	IPX
Network Access	Ethernet ARP WLAN			

Conjuntos de Protocolos

Exemplo de um conjunto de protocolos TCP/IP

- Os protocolos TCP/IP operam nas camadas de **Aplicação, Transporte e Internet**, segundo o jargão IETF. Segundo o jargão OSI/ISO são as camadas de Aplicação, Transporte e Rede.

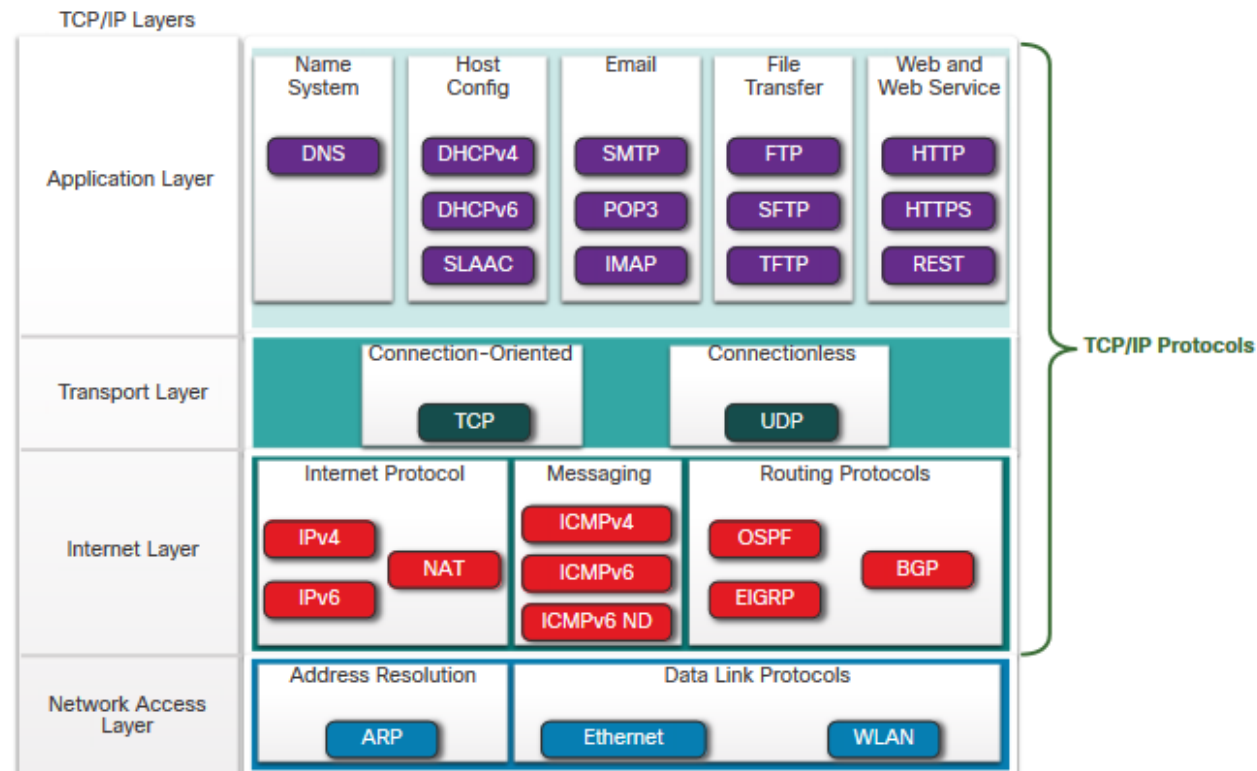
- Os protocolos LAN de camada de acesso à rede mais comuns são Ethernet e WLAN (LAN sem fio).



Conjuntos de Protocolos

TCP/IP Protocol Suite

- TCP/IP é a família de protocolos usado pela Internet e inclui diversos protocolos além do TCP e IP.
- O TCP/IP é um conjunto de protocolos padrão aberto que está disponível gratuitamente para o público e pode ser usado por qualquer fornecedor.
- ... é um conjunto de protocolos baseado em padrões endossado pelo setor de redes e aprovado por uma organização de padrões para garantir a interoperabilidade (IETF).



Entidades Normalizadoras

Padrões abertos



- As normas abertas incentivam:
 - interoperabilidade
 - concorrência
 - negócios
- As entidades normalizadoras:
se caracterizam por serem:
 - neutras
 - organizações sem fins lucrativos
 - criadas para desenvolver e promover o conceito de normas abertas.

Entidades Normalizadoras

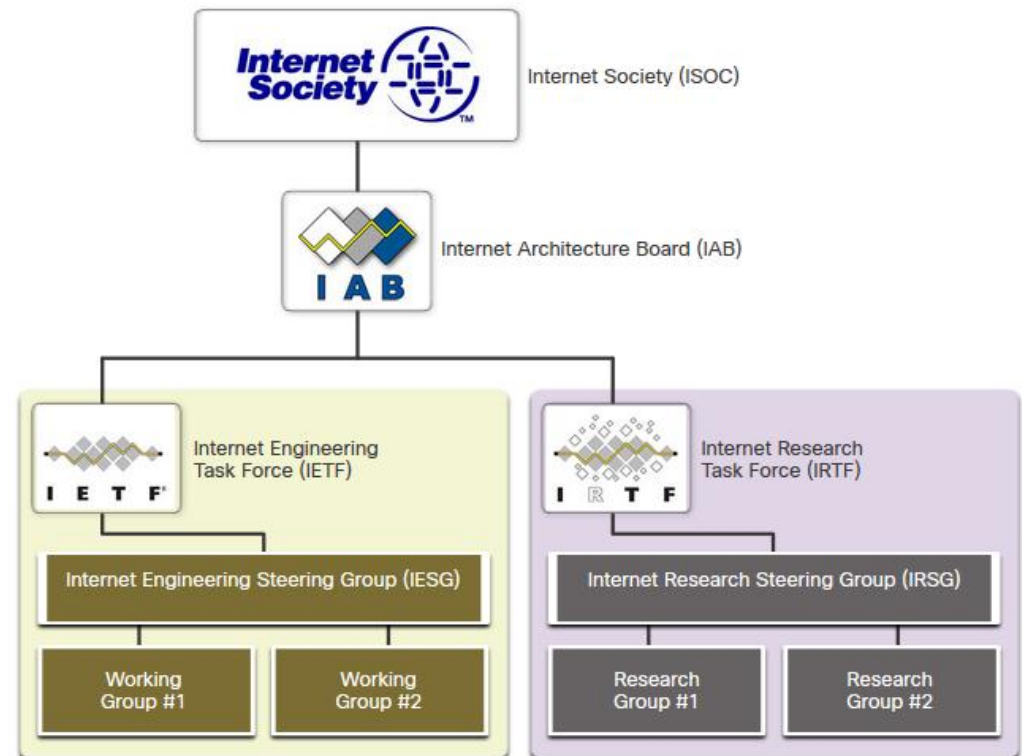
Padrões de Internet

- **Internet Society (ISOC):** promove o desenvolvimento aberto e a evolução da Internet.

- **Internet Architecture Board (IAB):** responsável pelo gerenciamento e desenvolvimento geral dos padrões da Internet.

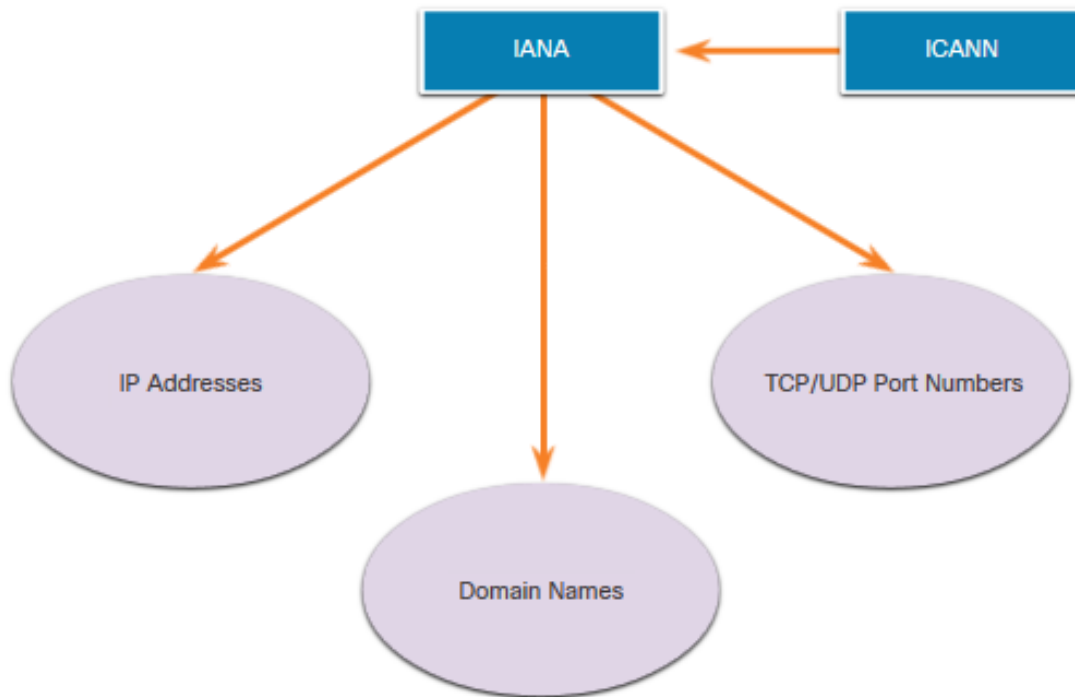
- **IETF (Internet Engineering Task Force):** desenvolve, atualiza e mantém tecnologias de Internet e TCP/IP.

- **IRTF (Internet Research Task Force):** focada em pesquisas de longo prazo relacionadas à Internet e aos protocolos TCP/IP.



Entidades Normalizadoras

Padrões de Internet



- A IANA é tecnicamente subordinada à ICANN.

- ICANN** (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers): responsável pela coordenação política e administrativa dos identificadores da Internet. Gerencia o sistema de nomes de domínio e aprova novos domínios.

- IANA** (Internet Assigned Numbers Authority): responsável pelo gerenciamento de recursos críticos da Internet. Aloca blocos de endereços IP, supervisiona a raiz do DNS, atribui números de protocolos etc.

Entidades Normalizadoras

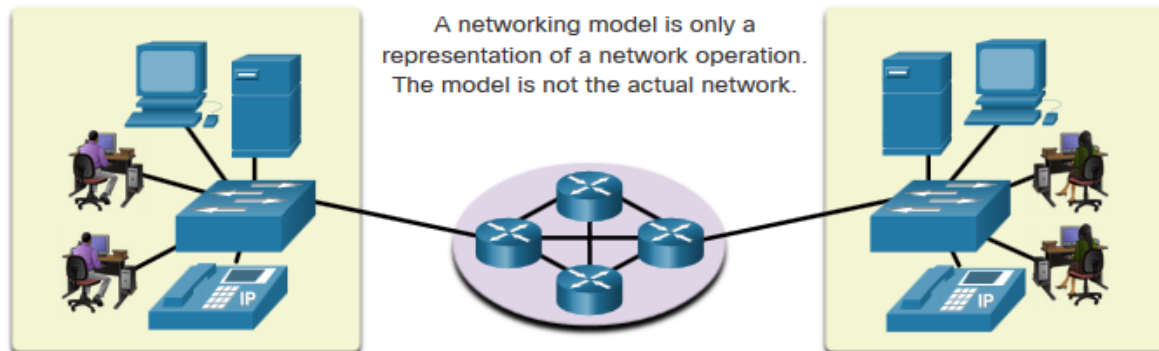
Padrões eletrônicos e de comunicações

- **IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers):** padronização de tecnologias elétricas, eletrônicas e de redes.
- **EIA (Electronic Industries Alliance):** padrões para componentes eletrônicos (extinta em 2011, mas seus padrões ainda são usados).
- **TIA (Telecommunications Industry Association):** padrões para telecomunicações e infraestrutura de redes.
- **ITU-T (International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector):** padrões globais para telecomunicações.

Entidade	Área Principal	Exemplo de Padrão
IEEE	Redes locais e eletrônicos	Wi-Fi (802.11), Ethernet (802.3)
EIA †	Componentes eletrônicos	RS-232 (comunicação serial)
TIA	Cabeamento e infraestrutura	TIA-568 (cabos de rede)
ITU-T	Telecomunicações globais	H.264 (vídeo), 5G (IMT-2020)

Modelos de Referência

Os benefícios de se usar um modelo de camadas



OSI Model

TCP/IP Protocol Suite

TCP/IP Model

Application	HTTP, DNS, DHCP, FTP	Application
Presentation		
Session		
Transport	TCP, UDP	Transport
Network	IPv4, IPv6, ICMPv4, ICMPv6	Internet
Data Link	Ethernet, WLAN, SONET, SDH	Network Access
Physical		

- Conceitos complexos, como a forma como uma rede opera, podem ser difíceis de explicar e compreender. Por esse motivo, um modelo em camadas é usado.

- Dois modelos em camadas descrevem as operações de rede:

- **Modelo de referência OSI** (Open System Interconnection);

- **Modelo de referência TCP/IP.**

Modelos de Referência

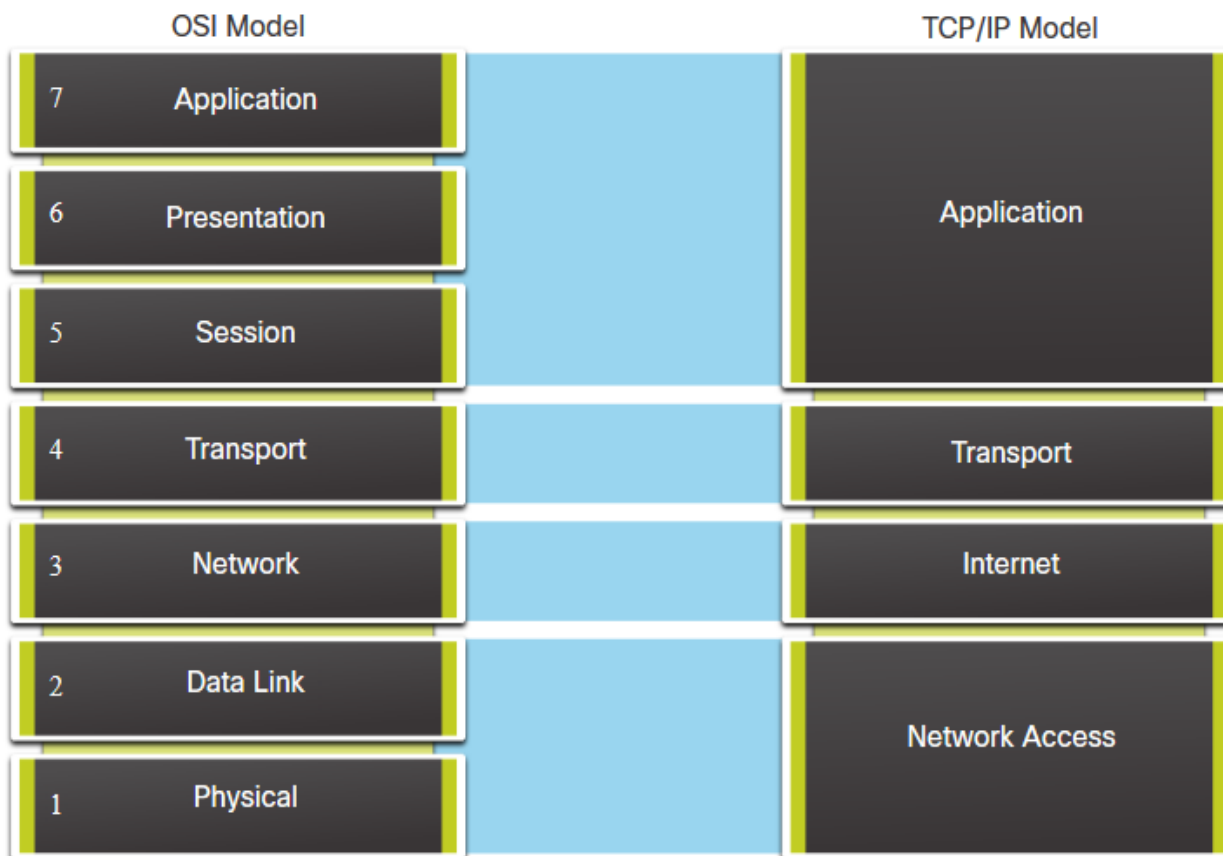
Os benefícios de se usar um modelo de camadas

• Principais benefícios do uso de um modelo em camadas:

- **Simplificação do Aprendizado:** divisão em partes menores (cada camada tem uma função específica), foco em conceitos isolados (pode-se estudar um protocolo isoladamente).
- **Modularidade e Flexibilidade:** substituição de tecnologias (uma camada pode ser atualizada sem afetar as outras), interoperabilidade (dispositivos de fabricantes diferentes funcionam juntos).
- **Facilidade de Troubleshooting:** isolamento de falhas (problemas são identificados por camada). Sem conexão? Verifique a camada física (cabo desconectado). Site não carrega? Verifique a camada de aplicação (DNS ou HTTP).
- **Escalabilidade e Evolução Tecnológica:** adoção de novas tecnologias (novos protocolos podem ser adicionados sem reinventar toda a rede, por ex., IPv6 substituindo IPv4 na camada de rede).

Modelos de Referência

Comparação de modelos OSI e TCP/IP



O IETF não cuida de padrões para a camada de Acesso a Rede (Física e Enlace).

- O modelo TCP/IP engloba as camadas 5, 6 e 7 do Modelo OSI em uma única camada (Aplicação); as camadas 1 e 2 são englobadas na camada Acesso a Rede.

- O conjunto de protocolos TCP/IP não especifica quais protocolos usar ao transmitir por meio de uma mídia física.

- As Camadas 1 e 2 do modelo OSI discutem os procedimentos necessários para acessar a mídia e o meio físico para enviar dados por uma rede.

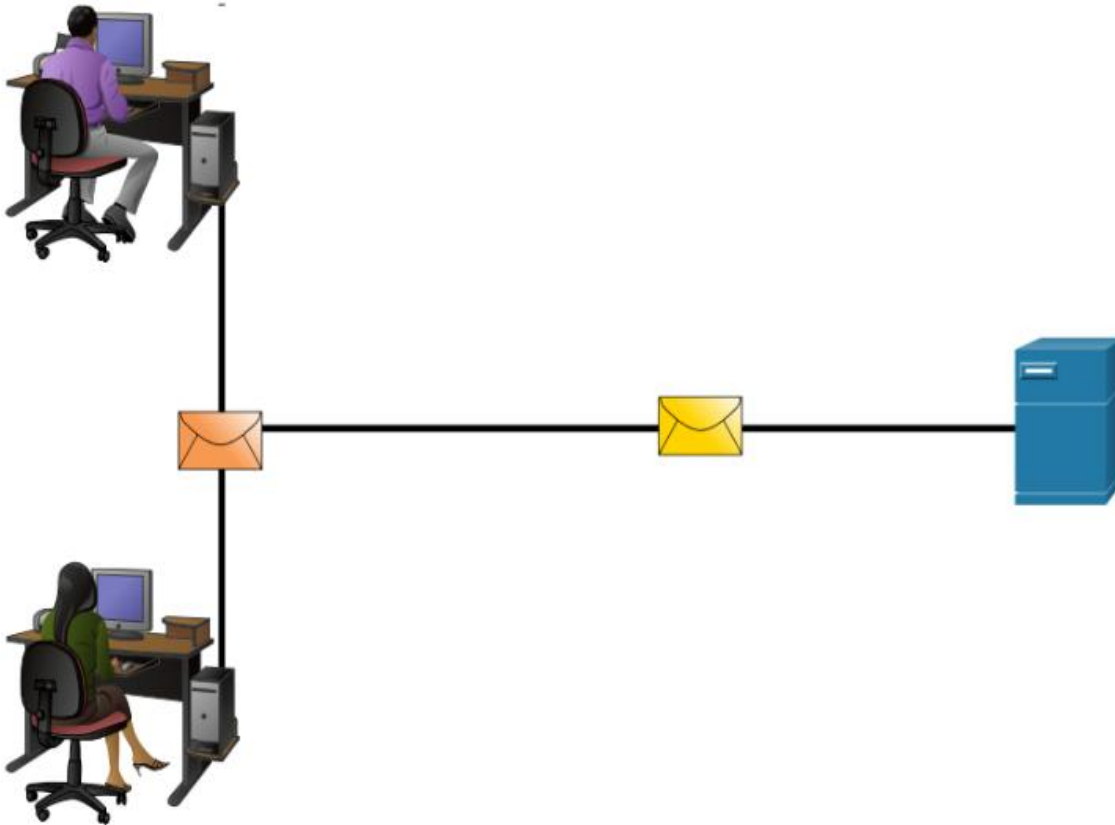
Modelos de Referência

Modelo OSI e suas camadas

Camada	Função Principal	Exemplos de Protocolos
Aplicação	Interface entre usuário e rede; serviços de aplicação.	HTTP/HTTPS, FTP, SMTP, DNS, SSH, MQTT
Apresentação	Tradução de dados; criptografia/compressão.	TLS/SSL, JSON, XML, JPEG, MPEG
Sessão	Controle de sessões; sincronização.	NetBIOS, SIP, RPC, WebSocket
Transporte	Confiabilidade fim-a-fim; controle de fluxo/erros.	TCP, UDP, SCTP, QUIC
Rede	Roteamento; endereçamento lógico.	IP (IPv4/IPv6), ICMP, OSPF, BGP, MPLS
Enlace	Confiabilidade ponto-a-ponto; Controle de acesso ao meio; MAC/LLC.	Ethernet (IEEE 802.3), Wi-Fi (802.11), PPP
Física	Transmissão de bits brutos; sinais físicos	UTP, USB, DSL, Fibra Óptica, Bluetooth (PHY)

Encapsulamento dos Dados

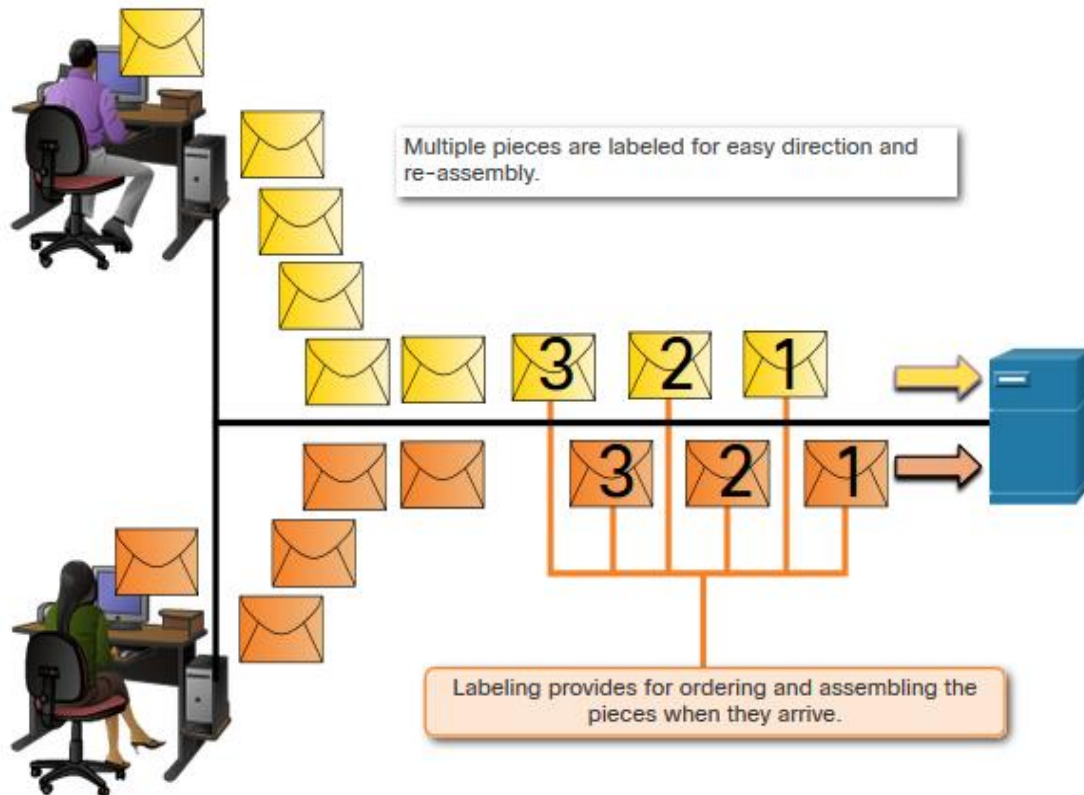
Segmentação e Multiplexação de Mensagens



- **Segmentação** é o processo de dividir mensagens em unidades menores.
- **Multiplexação** é o processo de tomar vários fluxos de dados segmentados e intercalá-los juntos no mesmo meio.
- **Benefícios da segmentação:**
 - **impede a monopolização** do link de comunicação, que poderia ser caudado por mensagens grandes.
 - somente segmentos que não conseguem alcançar o destino precisam ser retransmitidos, não todo o fluxo de dados.

Encapsulamento dos Dados

Sequenciamento

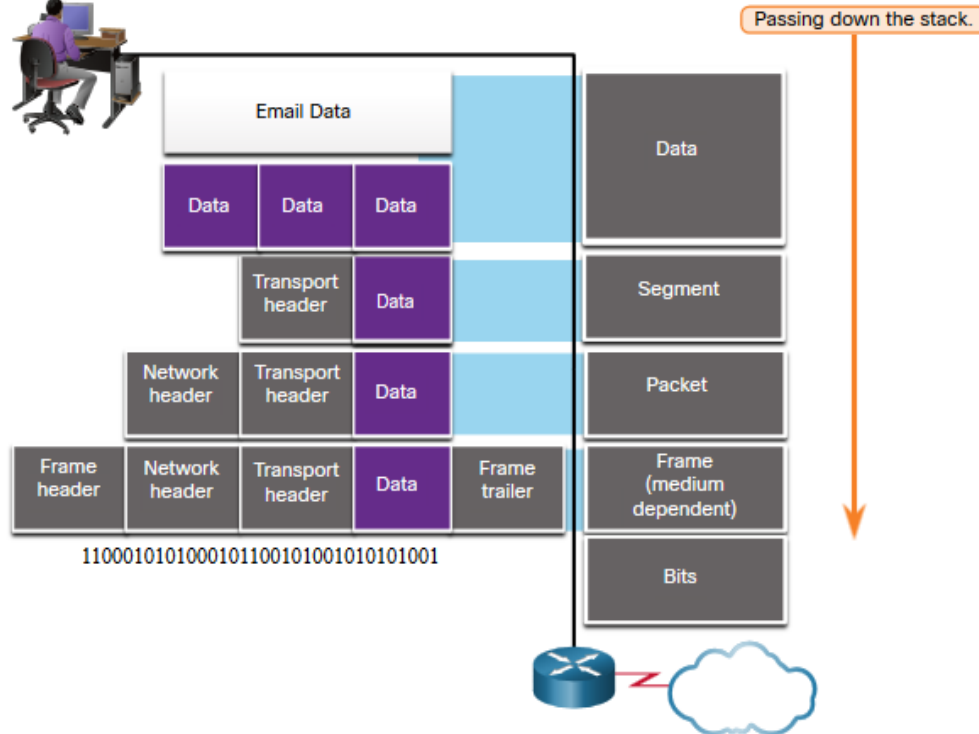


- Sequenciamento é o processo de **numeração dos segmentos** para que a mensagem possa ser remontada no destino na ordem exata.

- O TCP é responsável por sequenciar os segmentos individuais.

Encapsulamento dos Dados

Unidades de Dados de Protocolo



- Encapsulamento é o processo em que os protocolos adicionam suas informações aos dados.

- Em cada etapa do processo, uma **PDU** (Protocol Data Unit) possui um nome diferente para refletir suas novas funções.

- Não há convenção de nomenclatura universal para PDUs; neste curso, as PDUs são nomeadas de acordo com os protocolos do conjunto TCP/IP.

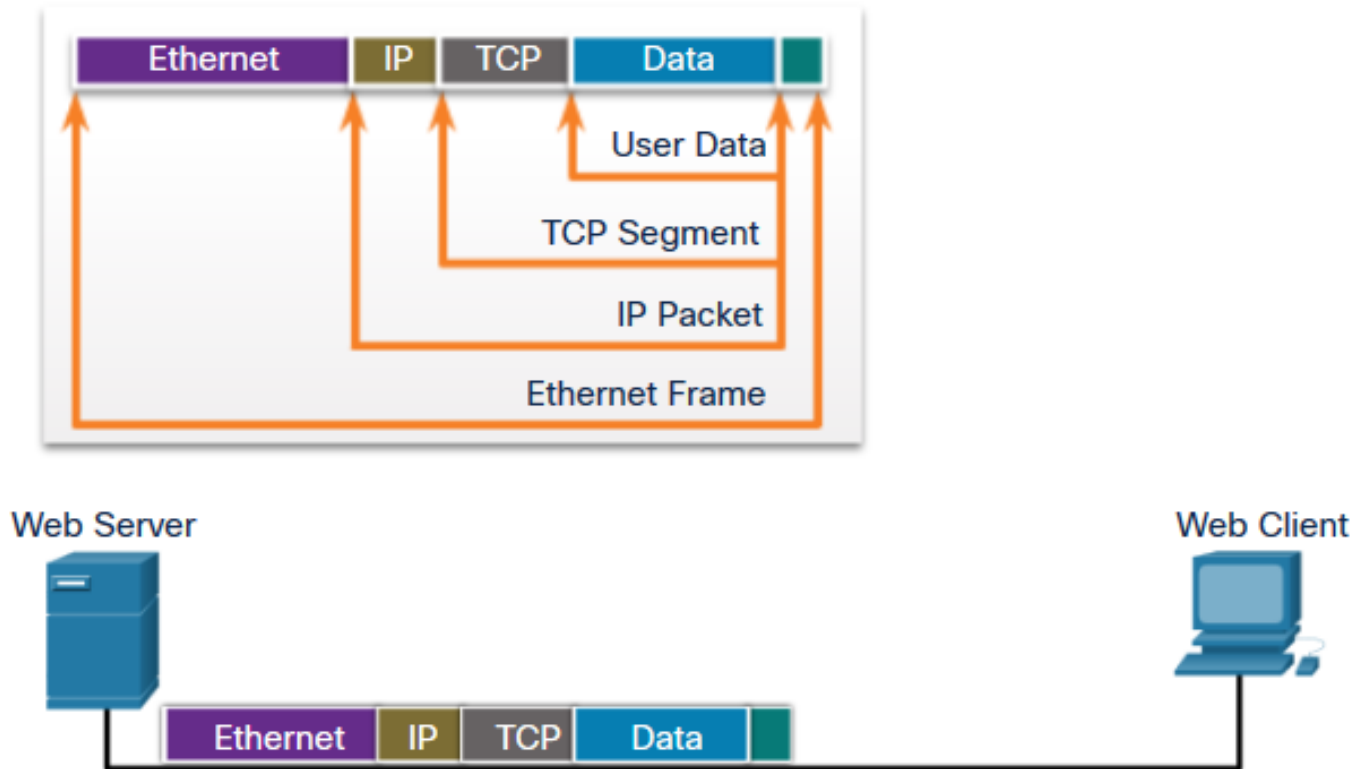
- **Ordem das PDUs no emissor:**

1. Dados (fluxo de dados dos aplicativos)
2. Segmento
3. Pacote
4. Quadro
5. Bits (Fluxo de Bits)

Encapsulamento dos Dados

Exemplo de encapsulamento

- O encapsulamento é um processo de cima para baixo, do **lado emissor**.
- O nível acima faz o seu processo e, em seguida, passa a sua PDU para o próximo nível do modelo.
- Este processo é repetido por cada camada até que seja enviado como um fluxo de bits.



Encapsulamento dos dados

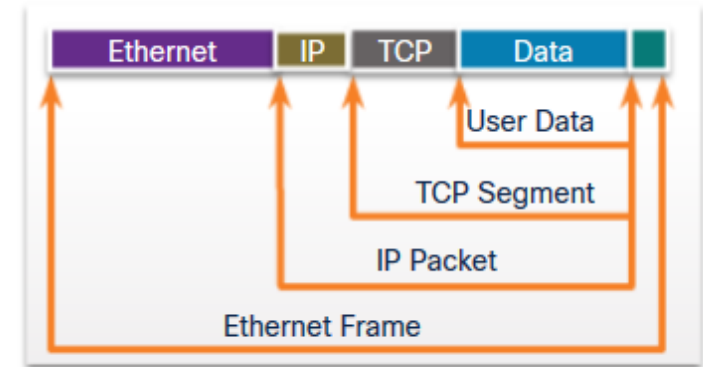
Exemplo de desencapsulamento

- Os dados são desencapsulados à medida que se movem para cima na pilha de protocolos do **lado receptor**.

- Quando uma camada completa seu processo, essa camada tira seu cabeçalho e passa para o próximo nível a ser processado. Isso é repetido em cada camada até que seja um fluxo de dados que o aplicativo pode processar.

- **Ordem das PDUs no receptor:**

1. Recebido como Bits (Fluxo de Bits)
2. Quadro
3. Pacote
4. Segmento
5. Dados (fluxo de dados dos aplicativos)



Exercícios

1. Quais são os três elementos essenciais para qualquer comunicação em redes?
2. Defina **protocolo de comunicação** e dê um exemplo cotidiano (fora da computação).
3. Por que é necessário formatar mensagens antes de transmiti-las em uma rede?
4. Qual a diferença entre **encoding** e **decoding** no contexto de redes?
5. Quais são as três partes principais de uma mensagem em um protocolo? Descreva cada uma.
6. Por que o tamanho da mensagem é um fator crítico em redes?
7. Explique o que é **controle de fluxo** e por que ele é importante.
8. O que acontece quando ocorre uma **colisão** em uma rede? Como alguns protocolos lidam com isso?
9. Dê exemplos do cotidiano (fora da computação) para os métodos de envio unicast, multicast, broadcast e anycast.
10. Cite duas funções gerais de um protocolo de rede.

Exercícios

11. Por que conjuntos de protocolos (suítes) são usados em vez de protocolos isolados?
12. Qual é a suíte de protocolos mais usada na Internet? Quem a mantém?
13. Liste os benefícios de usar um modelo em camadas (como OSI ou TCP/IP).
14. Qual camada do modelo OSI é responsável por roteamento de pacotes? E qual lida com bits físicos?
15. Compare as camadas do modelo TCP/IP com as do modelo OSI.
16. Descreva o processo de encapsulamento de dados, mencionando as PDUs em cada etapa (do lado emissor).
17. Por que o sequenciamento de segmentos é importante no TCP?
18. O que é multiplexação e como ela melhora a eficiência da rede?
19. Qual é a função da IANA? E da ICANN? Como elas se relacionam?
20. Cite duas contribuições do IEEE para padronização de redes.

Agradecimento

Slides adaptados a partir de material utilizado em disciplina ministrada em conjunto com o Prof. Dr. Júlio Pedroso no IFSP Câmpus Campinas.