

TCP/IP

AULA 09

Prof. Carlos Louzada

O que é o TCP/IP?

- Também chamado de pilha de protocolos TCP/IP.
- O **TCP/IP** é um conjunto de protocolos de comunicação entre computadores em rede.
- Seu nome vem de dois protocolos:
 - **TCP** (*Transmission Control Protocol* - Protocolo de Controle de Transmissão);
 - **IP** (*Internet Protocol* - Protocolo de Internet).

Comparação com o Modelo OSI

- Existe a discussão de como mapear o modelo TCP/IP convencionalmente de 4 camadas dentro do modelo OSI que possui o padrão de 7 camadas.
- Como os modelos TCP/IP e OSI não combinam exatamente, não existe uma única resposta para esta questão.
- Além do mais, o modelo OSI não é realmente rico o suficiente nas camadas mais baixas para capturar a verdadeira divisão de camadas; é necessário uma camada extra (a camada internet) entre as camadas de transporte e de rede.

TCP/IP x OSI

Semelhanças:

- Ambos têm camadas;
- Ambos têm camadas de aplicação, embora incluam serviços muito diferentes;
- Ambos têm camadas de transporte e de rede comparáveis;
- A tecnologia de comutação de pacotes (e não comutação de circuitos) é presumida por ambos;
- Os profissionais da rede precisam conhecer ambos.

Diferenças:

- TCP/IP combina os aspectos das camadas de apresentação e de sessão dentro da sua camada de aplicação;
- TCP/IP combina as camadas física e de enlace do OSI em uma camada;
- TCP/IP parece ser mais simples por ter menos camadas;
- Os protocolos do 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. Em contraste, nenhuma rede foi criada em torno de protocolos específicos relacionados ao OSI, embora todos usem o modelo OSI para guiar seu raciocínio.

Arquitetura

O modelo TCP/IP está dividido em quatro camadas:

- 4) Camada de aplicação (FTP, SMTP, TELNET, HTTP, HTTPS, etc.);
- 3) Camada de transporte (TCP, UDP, etc.);
- 2) Camada de rede (IP);
- 1) Camada física (Ethernet, etc.).

Arquitetura



Modelo de Referência OSI



Modelo TCP/IP

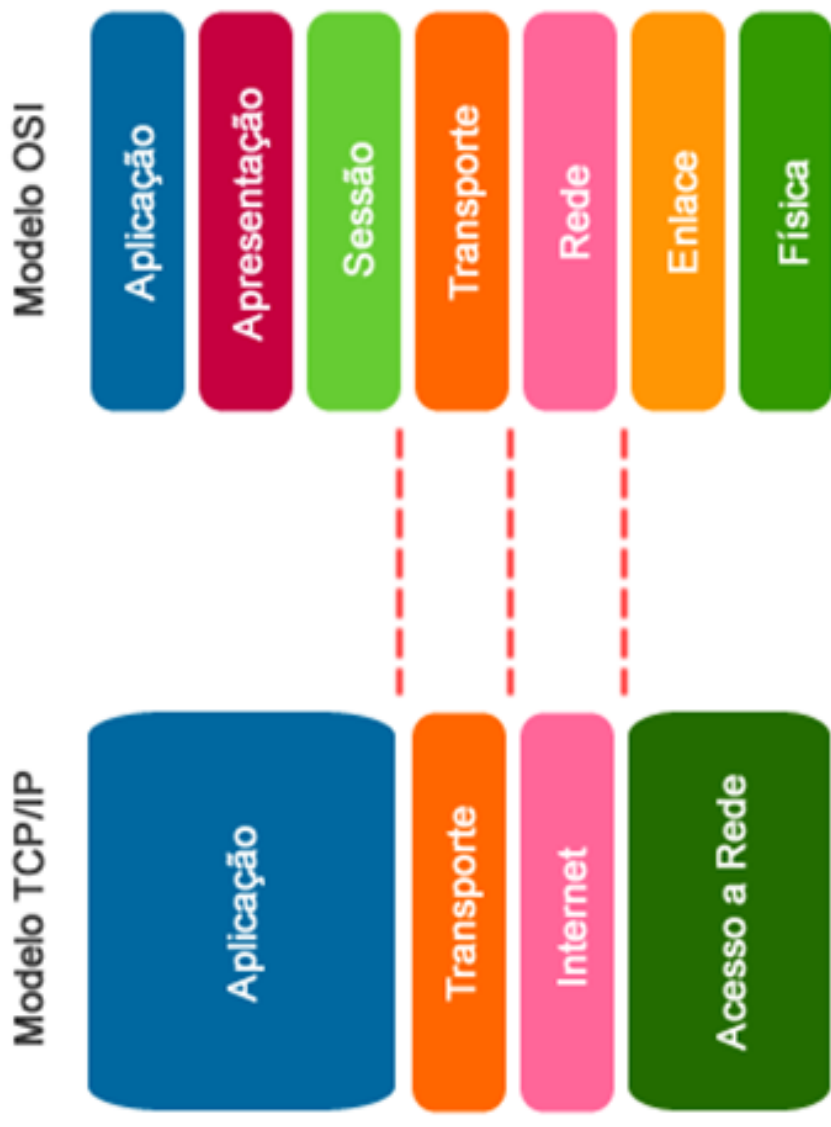
Camadas OSI e TCP/IP

- O modelo OSI descreve um grupo fixo de **sete** camadas que pode ser comparado, a grosso modo, com o **modelo TCP/IP**. Essa comparação pode causar confusão ou trazer detalhes mais internos para o TCP/IP.
- O modelo inicial do TCP/IP é baseado em **4 níveis**: Host/rede; Inter-rede; Transporte; e Aplicação.
- Surgiu, então, um modelo híbrido, com **5 camadas**, que retira o excesso do modelo OSI e melhora o modelo TCP/IP: Física; Enlace; Rede; Transporte; e Aplicação.

Modelo Híbrido TCP/IP

O Modelo Híbrido TCP/IP está dividido em cinco camadas:

- Camada de aplicação (FTP, SMTP, TELNET, HTTP, HTTPS, etc.);
- Camada de transporte (TCP, UDP, etc.);
- Camada de rede (IP);
- Enlace ou Link de Dados
- Camada física (Ethernet, etc.).



O modelo TCP/IP tem 4 ou 5 camadas ?

- A **RFC1122** foi a primeira que descreve o modelo TCP/IP e foi escrita em Outubro de 1989.
- Essa RFC não chega dar números as camadas, somente nomes (**Application, Transport, Internet e Link**), e também não foi criada exatamente com o propósito de descrever o modelo TCP/IP, mas acaba o descrevendo por necessidade.
- Então se tomarmos essa RFC como base o modelo TCP/IP tem 4 camadas.

O modelo TCP/IP tem 4 ou 5 camadas ?

- Olhando ainda para RFCs temos a **RFC1392** que foi escrita em Janeiro de 1993 com intuito de ser um glossário (mini dicionário) de termos utilizados nesse mundo de redes e internet.
- Essa RFC quando trata do termo camada (*Layer*) diz claramente que o modelo TPC/IP tem **5 camadas** e o OSI **7** (**TCP/IP has five layers of protocols; OSI has seven**).
- Então se tomarmos essa RFC como base já temos então o modelo TCP/IP com 5 camadas.

Camadas do TCP/IP

Vamos ver cada uma das camadas do TCP/IP:

5) Aplicação

4) Transporte

3) Rede

2) Enlace

1) Física

Camada Aplicação

- A camada de aplicação é a camada que a maioria dos programas de rede usa de forma a se comunicar através de uma rede com outros programas.
- Processos que rodam nessa camada são específicos da aplicação; o dado é passado do programa de rede, no formato usado internamente por essa aplicação, e é codificado dentro do padrão de um protocolo.

- A camada Aplicação equivale às camadas 5, 6 e 7 do modelo OSI. É esta camada que “conversa” com programas instalados em seu computador.
- Ex.: Quando você clica em seu programa de e-mail para baixar e-mails ou entra o endereço de um site em seu browser (Microsoft Edge, Chrome, Firefox, etc.), o programa faz um pedido a esta camada da pilha TCP/IP. Esta camada então prepara o pedido e/ou dados e os envia para a camada inferior, Transporte.
- Alguns programas específicos são levados em conta nessa camada. Eles proveem serviços que suportam diretamente aplicações do usuário. Esses programas e seus correspondentes protocolos incluem o **HTTP** (navegação na *World Wide Web*), **FTP** (transporte de arquivos), **SMTP** (envio de email), **SSH** (*login* remoto seguro), **DNS** (pesquisas nome <-> IP) e muitos outros.

- Na camada de transporte, aplicações irão em sua maioria fazer uso de **TCP** ou **UDP**, e aplicações servidoras são frequentemente associadas com um **número de porta**.
- Portas para aplicações servidores são oficialmente alocadas pela IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*), mas desenvolvedores de novos protocolos frequentemente escolhem os números de portas por convicção própria. Uma vez que é raro ter mais que alguns poucos programas servidores no mesmo sistema, problemas com conflito de portas são raros.
- Aplicações também geralmente permitem que o usuário especifique números de portas arbitrários através de parâmetros em tempo de execução.

- A camada Aplicação comunica-se com a camada de transporte através de uma porta, que é um sistema de endereçamento para saber qual protocolo está transferindo os dados e, com isso, saber a qual protocolo de aplicação na máquina de destino os dados devem ser entregues;
- As portas são numeradas de zero a 65.535 e no lado do servidor as aplicações padrão usam sempre uma mesma porta. Por exemplo, em servidores o protocolo:
 - SMTP utiliza a porta 25;
 - HTTP → porta 80;
 - FTP → porta 20 (transmissão de dados) e porta 21 (transmissão de informação de controle).

Número de Portas Comuns

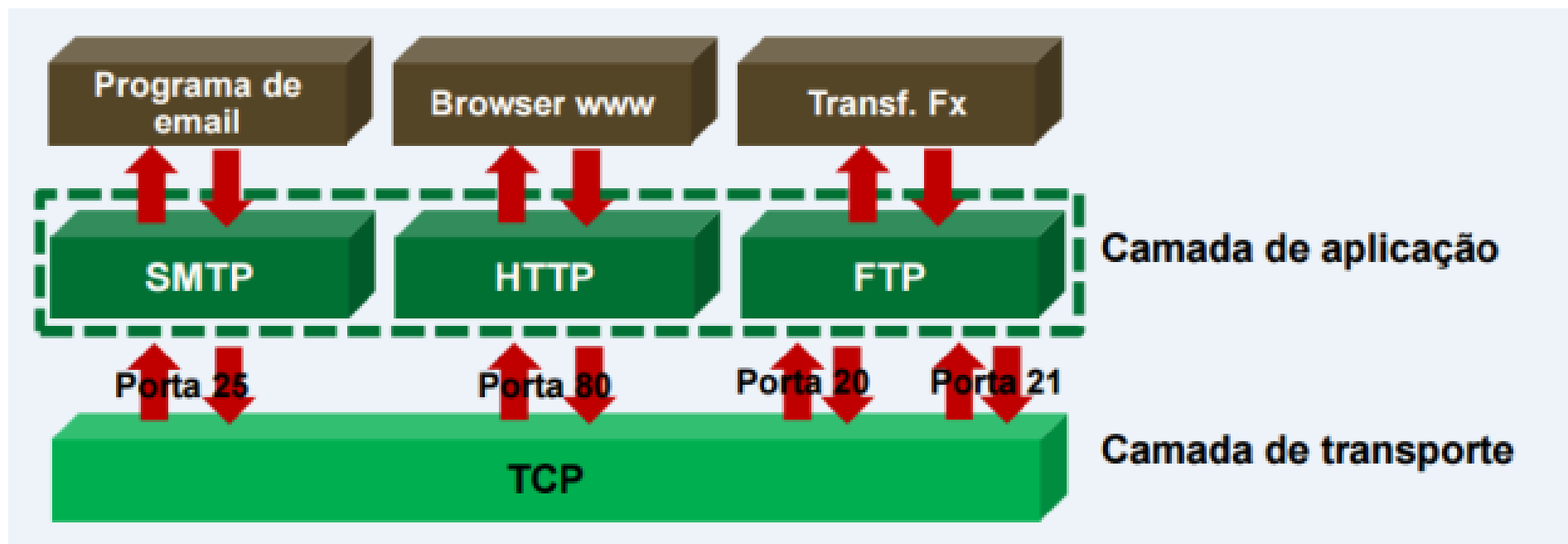
Os números de porta são divididos em três faixas:

- As portas bem conhecidas;
- Os pontos registrados; e
- as portas dinâmicas ou privadas.

As portas **bem conhecidas** são as de 0 a 1023. Os exemplos incluem:

- 20 e 21: *File Transfer Protocol (FTP)*;
- 22: *Secure Shell (SSH)* ;
- 23: *Telnet Remote login service* ;
- 25: *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)* ;
- 53: *Domain Name System (DNS) service*;
- 80: *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)* used in the World Wide Web;
- 110: *Post Office Protocol (POP3)*;
- 119: *Network News Transfer Protocol (NNTP)* ;
- 143: *Internet Message Access Protocol (IMAP)*;
- 161: *Simple Network Management Protocol (SNMP)* ;
- 443: *HTTP Secure (HTTPS)*.

CAMADA APLICAÇÃO



Camada Transporte

- Esta camada é responsável por pegar os dados enviados pela camada de aplicação e transformá-los em **pacotes** (que nesta camada chamados **datagramas UDP** ou **segmentos TCP**), a serem repassados para camada de rede.
- Existem dois protocolos que operam nessa camada: **TCP** (*Transmission Control Protocol* – Protocolo de Controle de Transmissão) e **UDP** (*User Datagram Protocol* – Protocolo de Datagrama do Usuário).

- O **TCP** faz a confirmação de recebimento de pacotes, coloca os pacotes recebidos em ordem e descarta pacotes recebidos duplicados.
- Na transmissão os pacotes são numerados pelo protocolo TCP do transmissor;
- No receptor este protocolo terá dois papéis: colocar os pacotes recebidos em ordem, antes de passá-lo ao protocolo de destino na camada aplicação – já que os quadros podem chegar fora de ordem, o que ocorre em redes grandes e na Internet, onde haver mais de um caminho entre o transmissor e o receptor, e verifica se os pacotes foram recebidos corretamente, enviando um pacote de confirmação (*acknowledge*) ao transmissor.
- Se o transmissor não receber uma confirmação para um pacote enviado, ele reenviará este pacote, pois ele foi perdido no meio do caminho. Outra função no receptor é descartar pacotes que tenham disso recebidos mais de uma vez.

- Já o UDP não possui essas características. Logo, o **TCP é um protocolo orientado à conexão**, enquanto o **UDP, não**. Por esse motivo, o protocolo mais usado na transmissão de dados é o TCP, enquanto que o UDP é tipicamente usados na transmissão de informações de controle (pedidos DNS e DHCP, por exemplo).
- Por outro lado, o UDP é mais “leve” (cabeçalho menor) e mais rápido, por não precisar usar esses recursos.
- O UDP é tipicamente usado por aplicações como as de mídia de *streaming* (áudio, vídeo etc), onde a chegada na hora é mais importante do que confiabilidade, ou para aplicações de simples requisição/resposta como pesquisas de DNS, onde o *overhead* de configurar uma conexão confiável é desproporcionalmente largo.

- Os protocolos na camada de transporte podem resolver problemas como **confiabilidade** (o dado alcançou seu destino?) e **integridade** (os dados chegaram na ordem correta?). Na suíte de protocolos TCP/IP os protocolos de transporte também determinam para qual aplicação um dado qualquer é destinado.
- Recentemente criou-se **SCTP** (*Stream Control Transmission Protocol*, Protocolo de Transmissão de Controle de *Stream*), que também consiste em um mecanismo de transporte "confiável".
- Ele provê suporte a *multihoming*, onde o final de uma conexão pode ser representada por múltiplos endereços IP (representando múltiplas interfaces físicas), de maneira que, se algum falhar, a conexão não é interrompida.
- Ele foi desenvolvido inicialmente para transportar SS7 sobre IP em redes telefônicas, mas também pode ser usado para outras aplicações.

Camada de Rede

- É responsável por receber os pacotes de dados provenientes da camada de transporte (segmento TCP e datagrama UDP) e dividi-los em datagramas, adicionando a informação de endereço lógico de origem e destino (endereço IP).
- Em seguida o datagrama é enviado a camada que estiver operando abaixo da camada de rede (camada de interface com a rede), responsável por colocar os datagramas dentro de quadros a serem transferidos pela rede. No receptor o processo inverso é feito.
- O nome original da camada de rede é “Internet”, que em inglês significa “conexões entre redes”. Como Internet é também o nome da rede mundial de computadores, preferimos usar o nome “**REDE**”.

- No receptor esta camada não confirma o recebimento de datagramas; quem faz isso é o protocolo TCP, operando na camada de transporte. Se o protocolo de transporte usado for o UDP, então nenhuma confirmação de recebimento é feita.
- Na suíte de protocolos para a internet, o IP executa a tarefa básica de levar pacotes de dados da origem para o destino. O protocolo IP pode transmitir dados para diferentes protocolos de níveis mais altos, esses protocolos são identificados por um único **número de protocolo IP**.
- Alguns dos protocolos transmitidos por IP, como o **ICMP** (usado para transmitir informação de diagnóstico sobre a transmissão IP) e o **IGMP** (usado para gerenciar dados multicast) são colocados acima do IP mas executam funções da camada internet.
- Isso ilustra uma incompatibilidade entre os modelos da internet e OSI. Todos os protocolos de *routing*, como o **BGP**, o **OSPF** e o **RIP** são também parte da camada de internet, muito embora eles possam ser vistos como pertencentes a camadas mais altas na pilha.

Há vários protocolos que podem operar nessa camada:

- IP (*Internet Protocol* – Protocolo de Comunicação entre redes);
- ICMP (*Internet Control Message Protocol* – Protocolo de Mensagem de Controle entre redes);
- IGMP (*Internet Management Protocol* – Protocolo de gerenciamento de grupos entre redes);
- ARP (*Address Resolution Protocol* – Protocolo de Resolução de Endereço);
- RARP (*Reverse Address Resolution Protocol* – Protocolo de resolução reversa de endereço);
- NDP (*Neighbor Discovery Protocol* – Protocolo de Descoberta de Vizinho)

PDU – Protocol Data Unit

O **PDU (Protocol Data Unit)** descreve um bloco de dados que é transmitido entre duas instâncias da mesma camada. O PDU da camada de rede é geralmente conhecido como "**pacote**". Lembrando que todas as camadas tem seu PDU que variam o nome em:

- **Dados** (Aplicação);
- **Segmento** (Transporte);
- **Pacote** (Rede);
- **Quadros** (Enlace); e
- **Bits** (Física e LLC que é sub-camada de enlace).

Camada de Enlace

- A camada de enlace é o método usado para passar quadros da camada de rede de um dispositivo para a camada de rede de outro.
- Esse processo pode ser controlado tanto em software (*device driver*) para a placa de rede quanto em firmware ou chipsets especializados.
- Esses irão executar as funções da camada de enlace de dados como adicionar um *header* de pacote para prepará-lo para transmissão, então de fato transmitir o quadro através da camada física.

- Do outro lado, a camada de enlace irá receber quadros de dados, retirar os *headers* adicionados e encaminhar os pacotes recebidos para a camada de rede.
- Essa camada é a primeira normatizada do modelo, é responsável pelo endereçamento, roteamento e controle de envio e recepção.
- Ela não é orientada à conexão, se comunica pelos datagramas (pacotes de dados).
- O pacote da camada de enlace é conhecido como **quadro**.

Camada Física

- A camada de interface de rede ou física é a primeira camada. Também chamada camada de abstração de hardware, tem como função principal a interface do modelo TCP/IP com os diversos tipos de redes (X.25, ATM, FDDI, Ethernet, Token Ring, Frame Relay, sistema de conexão ponto-a-ponto SLIP, etc.) e transmitir os datagramas pelo meio físico, sinais físicos, tem a função de encontrar o caminho mais curto e confiável.
- Como há uma grande variedade de tecnologias de rede, que utilizam diferentes velocidades, protocolos, meios transmissão, etc. , esta camada não é normatizada pelo modelo, o que provê uma das grandes virtudes do modelo TCP/IP: a possibilidade de interconexão e inter-operação de redes heterogêneas.

- Esta camada lida com os meios de comunicação, corresponde ao nível de hardware, ou meio físico, que trata dos **sinais eletrônicos, conector, pinagem, níveis de tensão, dimensões físicas, características mecânicas e elétricas etc.**
- Os protocolos da camada física enviam e recebem dados em forma de pacotes, que contém um endereço de origem, os dados propriamente ditos e um endereço de destino.
- Os datagramas já foram construídos pela camada de redes.
- É responsável pelo endereçamento e tradução de nomes e endereços lógicos em endereços físicos.

- Ela determina a rota que os dados seguirão do computador de origem até o de destino.
- Tal rota dependerá das condições da rede, prioridade do serviço e outros fatores.
- Também gerencia o tráfego e taxas de velocidade nos canais de comunicação.
- Outra função que pode ter é o agrupamento de pequenos pacotes em um único para transmissão pela rede (ou a subdivisão de pacotes grandes).
- No destino os dados são recompostos no seu formato original.

Características

- Ela estabelece e encerra as conexões.
- Notificação e correção de falhas.
- Podem ser guiados, através de cabos.
- Podem ser não guiados, sem fio: rádio, micro-ondas.
- Pode usar o sinal analógico ou digital.
- Permite a transmissão de mais de um sinal em um mesmo meio físico.
- Esta camada não define protocolos, mas diz como usar os protocolos já existentes.
- Mapeia os endereços lógicos em físicos, ou seja, transforma os endereços lógicos em físicos.
- Os bits são codificados por *Manchester Encoding* ou *Diferencial Manchester Encoding*.
- Pode ser considerada uma das mais importantes, pois permitem que os dados cheguem ao destino da forma mais eficiente possível.

Três funções importantes:

- **Determinação do caminho:** rota seguida por pacotes da origem ao destino. Algoritmos de roteamento.
- **Comutação:** mover pacotes dentro do roteador da entrada à saída apropriada.
- **Estabelecimento da chamada:** algumas arquiteturas de rede requerem determinar o caminho antes de enviar os dados.

Implementações do TCP/IP

- Hoje, a maioria dos sistemas operacionais comerciais incluem e instalam a pilha TCP/IP por padrão. Para a maioria dos usuários, não há nenhuma necessidade de procurar por implementações. O TCP/IP é incluído em todas as versões do Unix e Linux, assim como no Mac OS e no Microsoft Windows.
- Não é requerido implementações específicas de hardware ou software pelos protocolos ou o modelo de camadas, pois já há muitos. A maioria dos sistemas operacionais de computador em uso hoje, incluindo todos os sistemas de consumo-alvo, incluem a implementação TCP/IP.

FIM