



Introdução

{ 1 }

Agenda

- História;
- Definição;
- Uso de redes de computadores;
- Hardware de redes;
- Software de redes;
- Modelos de referência;
- Exemplos de redes;
- Unidades de medida.



{ 2 }

História:
Definição;
Uso de redes de computadores;
Hardware de redes;
Software de redes;
Modelos de referência;
Exemplos de redes;
Unidades de medida.

HISTÓRIA

{ 3 }

História

Progresso tecnológico



- Século XVIII:
 - Grandes sistemas mecânicos / Revolução industrial;
- Século XIX:
 - Máquinas a vapor;
- Século XX:
 - Tratamento e distribuição de informações;
 - Redes de telefonia em escala mundial;
 - Rádio e televisão;
 - Indústria da informática;
 - Satélites de comunicação;
 - Internet
- Século XXI:
 - Convergência de tecnologias / Computação Ubíqua.

{ 4 }

decom
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

História;
Definição:
Uso de redes de computadores;
Hardware de redes;
Software de redes;
Modelos de referência;
Exemplos de redes;
Unidades de medida.


DEFINIÇÃO

{ 5 }

Definição

O que é uma rede de computadores?

- Conjunto de computadores **autônomos** e **interconectados**
 - **Autônomos:**
 - Não existe relação mestre-escravo entre os computadores;
 - Computadores são independentes;
 - **Interconectados:**
 - Capazes de trocar informações entre si através de algum meio.



{ 6 }

Definição

Redes v.s. Sistemas distribuídos

- Nas **Redes de Computadores:**
 - O usuário tem conhecimento dos vários computadores autônomos;
 - Ele tem a capacidade de determinar explicitamente quais computadores estarão envolvidos na execução de suas tarefas;
- Nos **Sistemas Distribuídos:**
 - A existência de vários computadores autônomos é transparente ao usuário;
 - O usuário utiliza o sistema como se ele fosse composto de uma única unidade de processamento;
 - É um sistema implantado sobre uma rede de computadores.

{ 7 }

decom
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

História;
Definição;
Uso de redes de computadores:
Hardware de redes;
Software de redes;
Modelos de referência;
Exemplos de redes;
Unidades de medida.

USO DE REDES DE COMPUTARES

{ 8 }

Brainstorm

- Por que as pessoas estão interessadas em usar uma rede de computadores?
- O que utilizamos no nosso dia a dia que está relacionado a redes de computadores?



9

Objetivo

“Independente do tamanho e do grau de complexidade, o objetivo básico de uma rede de computadores é garantir que todos os recursos de informação sejam compartilhados rapidamente, com segurança e de forma confiável. Para tanto, a rede deve possuir meios de transmissão eficientes, regras básicas (protocolos) e mecanismos capazes de garantir o transporte das informações entre os seus elementos constituintes.” (www.projetoderedes.com.br)

10

Motivações

- Compartilhamento de recursos;
- Compartilhamento de informações;
- Comunicação;
- Trabalho colaborativo;
- Comércio;
- Treinamento a distância;
- Suporte remoto;
- Entretenimento;
- Mobilidade / Redes sem fio;
- etc...



11

Compartilhamento de recursos

- Aplicações;
- Dispositivos físicos:
 - Impressoras;
 - Scanners;
 - Discos rígidos;
 - etc...



12

Acesso a informação remota

- Instituições financeiras;
- *Home shopping*;
- Jornais e outros periódicos;
- Bibliotecas;
- Web;
- etc...



13

Comunicação entre pessoas

- *E-mail*;
- Chat;
- Audioconferência;
- Videoconferência;
- *Newsgroups*;
- *Redes sociais*;
- Educação à distância;
- etc...



14

E muito mais...

- Entretenimento:
 - Vídeo sob demanda;
 - Televisão interativa;
 - Jogos;
- Comércio eletrônico:
 - Compras;
 - Leilões;
- Telemedicina:
 - Monitoramento remoto de pacientes;
 - Operações / procedimentos realizados remotamente.



15

Algumas formas de e-commerce

Sigla	Significado	Exemplo
B2C	Business-to-consumer	Pedidos de livros on-line
B2B	Business-to-business	Fabricante de automóveis solicitando pneus a um fornecedor
G2C	Government-to-consumer	Governo distribuindo eletronicamente formulários de impostos
C2C	Consumer-to-consumer	Leilões on-line de produtos usados
P2P	Peer-to-peer	Compartilhamento de arquivos

16

Mobilidade / Redes sem fio

- Escritório portátil;
- Comunicação via rádio;
- Aplicações militares;
- Computação móvel v.s. Rede sem fio:



Sem fio	Móvel	Aplicações
Não	Não	Computadores de desktop em escritórios.
Não	Sim	Um notebook usado em um quarto de hotel.
Sim	Não	Redes de edifícios mais antigos que não dispõem de fiação.
Sim	Sim	PDA para registrar o estoque de uma loja.

Questões sociais

- Problemas sociais, éticos e políticos:
 - Disponibilização de material ofensivo;
 - Quebra de direitos autorais;
 - Atividades ilícitas;
 - Direitos de empregado e empregador;
 - etc...
- Como tratar estas questões?



Frases para reflexão



- “Quatro ou cinco computadores devem ser suficientes para o mundo inteiro até o ano 2000.”
 - T. J. Watson, 1945 (presidente da IBM)
- “Não há nenhuma razão para qualquer indivíduo ter um computador em casa.”
 - Ken Olsen, 1977 (presidente da Digital Equipment Corporation)

História;
Definição;
Uso de redes de computadores;
Hardware de redes;
Software de redes;
Modelos de referência;
Exemplos de redes;
Unidades de medida.

HARDWARE DE REDES

Classificação (Taxonomia)

- Não há uma regra geral para classificação de redes;
- Várias formas de classificação:
 - **Tipo de processamento:**
 - Batch;
 - On-line;
 - Real-time;
 - **Topologia:**
 - Malha;
 - Barramento (linear);
 - Estrela;
 - Anel;
 - Híbrida.

21

Classificação (Taxonomia)

- Várias formas de classificação (cont.):
 - **Tecnologia de transmissão:**
 - Redes de difusão;
 - Redes ponto-a-ponto;
 - **Escala (dimensão):**
 - Uma casa ou um prédio;
 - Uma cidade ou estado;
 - Um país ou um continente;

22

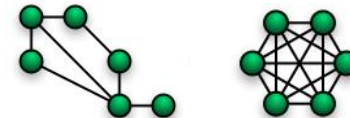
Tipo de processamento

- **Batch:**
 - Processamento realizado em lotes: as informações são armazenadas para posterior processamento;
- **On-line:**
 - Processamento atualizado: as informações são processadas no momento em que elas são registradas ou solicitadas;
- **Real-time:**
 - Processamento imediato: transações online cujo processamento interfere imediatamente numa ação subsequente;

23

Topologia

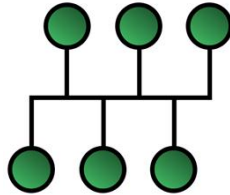
- **Malha:**
 - Existem conexões individuais diretas entre vários dispositivos da rede;
 - Quando cada dispositivo está ligado a todos os outros, denomina-se uma topologia totalmente conectada (malha total).



24

Topologia

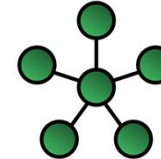
- **Barramento (linear):**
 - Os dispositivos estão conectados através de uma "espinha dorsal".



{ 25 }

Topologia

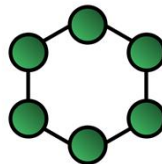
- **Estrela:**
 - Caracteriza-se por ter um concentrador no centro da estrutura, não existindo conexão direta entre dispositivos, tornando o concentrador um ponto intermediário e vital na comunicação.



{ 26 }

Topologia

- **Anel:**
 - Cada dispositivo tem uma conexão ponto a ponto com dois dispositivos e o sinal é transmitido em uma única direção, assim cada ponto atua como repetidor até que a mensagem chegue ao destino.



{ 27 }

Topologia

- **Híbrida:**
 - Consiste na combinação de duas ou mais tecnologias;

{ 28 }

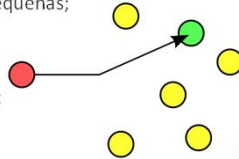
Tecnologia de transmissão

- **Redes de difusão:**

- Um canal de comunicação compartilhado por todos;
- Mensagens curtas (pacotes);
- Um envia e todos recebem;
- Controle de acesso ao meio;
- Estratégia comum em redes pequenas;

- Endereçamento:

- **Unicast (um para um);**
- Multicast (um para muitos);
- Broadcast (um para todos);



29

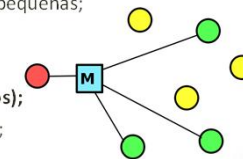
Tecnologia de transmissão

- **Redes de difusão:**

- Um canal de comunicação compartilhado por todos;
- Mensagens curtas (pacotes);
- Um envia e todos recebem;
- Controle de acesso ao meio;
- Estratégia comum em redes pequenas;

- Endereçamento:

- Unicast (um para um);
- **Multicast (um para muitos);**
- Broadcast (um para todos);



30

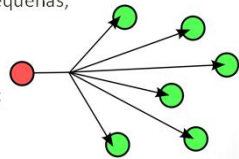
Tecnologia de transmissão

- **Redes de difusão:**

- Um canal de comunicação compartilhado por todos;
- Mensagens curtas (pacotes);
- Um envia e todos recebem;
- Controle de acesso ao meio;
- Estratégia comum em redes pequenas;

- Endereçamento:

- Unicast (um para um);
- Multicast (um para muitos);
- **Boadcast (um para todos);**



31

Tecnologia de transmissão

- **Redes de difusão (cont.):**

- Alocação do meio pode ser **estática** ou **dinâmica**:
 - **Estática:**
 - Tempo dividido em intervalos (slots);
 - Um algoritmo tipo "ciranda" (round robin) onde cada máquina transmite somente no seu slot;
 - **Desvantagem:** o canal pode ficar sem utilização se a estação não tem nada para transmitir;
 - **Vantagem:** simplicidade de implementação;

32

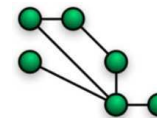
Tecnologia de transmissão

- **Redes de difusão** (cont.):
 - Alocação do meio pode ser **estática** ou **dinâmica** (cont.):
 - **Dinâmica:**
 - Centralizada: uma estação determina qual é a próxima estação a ter acesso ao meio;
 - Descentralizada: cada máquina decide se transmite num determinado momento;
 - **Desvantagem:** complexidade na implementação;
 - **Vantagem:** melhor utilização do canal.

33

Tecnologia de transmissão

- **Redes ponto-a-ponto:**



- Diversas conexões entre pares de máquinas;
- Pacotes são enviados na modalidade *store-and-forward*;
- Algoritmos de roteamento são muito importantes:
 - Um pacote passa por diversos intermediários;
 - Podem existir diversas rotas com tamanhos variáveis;
- Estratégia comum em redes grandes.

34

Difusão v.s. Ponto-a-ponto

Difusão	Ponto-a-ponto
Redes menores	Redes maiores
Localizadas geograficamente	Espalhadas geograficamente

35

Escala

- Classificação em função da distância:

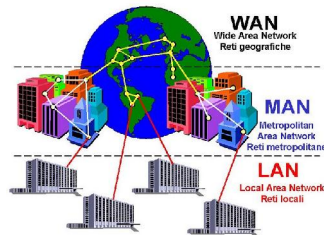
Distância entre os processadores	Processadores localizados no(a) mesmo(a)	Exemplo
1 m	Metro quadrado	Rede pessoal
10 m	Sala	Rede local
100 m	Edifício	
1 km	Campus	
10 km	Cidade	Rede metropolitana
100 km	País	Rede geograficamente distribuída
1.000 km	Continente	
10.000 km	Planeta	A Internet

36



Escala

- Classificação em função da distância (cont.):
 - **Redes pessoais (PANs – Personal Area Networks);**
 - **Redes locais (LANs – Local Area Networks);**
 - **Redes metropolitanas (MANs – Metropolitan Area Networks);**
 - **Redes de longa distância (WANs - Wide Area Networks);**

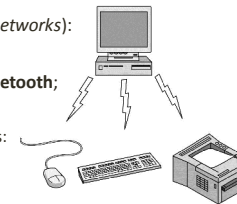


37



Escala - PANs

- **Redes pessoais (PANs – Personal Area Networks):**
 - No alcance de uma pessoa;
 - Rede sem fio de curta distância – **bluetooth**;
- Paradigma mestre-escravo:
 - O mestre determina aos seus escravos:
 - Endereços a serem utilizados;
 - Quando eles podem transmitir;
 - Por quanto tempo eles podem transmitir;
 - Quais frequências utilizar;
 - etc...
- Exemplos:
 - PC (mestre) e seus periféricos (escravos), como mouse, teclado, impressora;
 - Telefone celular (mestre) e fone de ouvido sem fio (escravo);

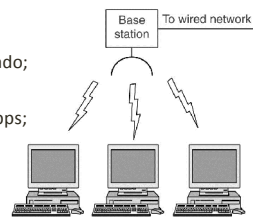


38



Escala - LANs

- **Redes locais (LANs – Local Area Networks):**
 - Redes privadas usadas na conexão de estações pessoais:
 - Escritórios ou residências;
 - Instalações industriais;
 - Escolas;
 - etc...
 - **Baixa latência** e poucos erros;
 - Projeto e gerenciamento facilitado;
 - Velocidades:
 - Tradicionais: 4Mbps e 100Mbps;
 - Modernas: 10 Gbps.

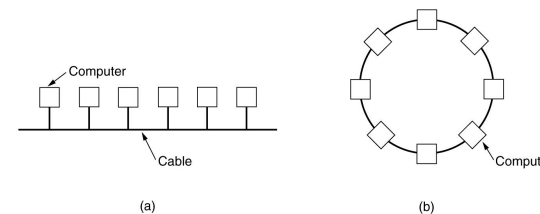


39



Escala - LANs

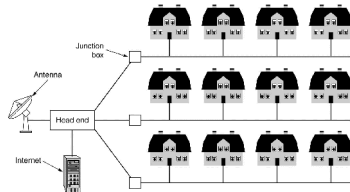
- **Redes locais (LANs – Local Area Networks) (cont.):**
 - Principais topologias:
 - (a) Barramento: Ethernet (IEEE 802.3);
 - (b) Anel: Token Ring IBM (IEEE 802.5).



40

Escala - MANs

- **Redes metropolitanas (MANs – Metropolitan Area Networks):**
 - Cobre um grupo de prédios, organizações, ou uma cidade;
 - Pode ser pública ou privada;
 - Pode trafegar dados e voz;
 - Exemplos:
 - Rede de TV a cabo;
 - Rede sem fio de banda larga (IEEE 802.16).



41

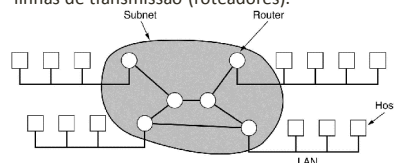
Escala - WANs

- **Redes de longa distância (WANs - Wide Area Networks)**
 - Cobre uma área geográfica maior como um país ou continente;
 - Também chamadas de redes geograficamente distribuídas;
 - Projeto da rede é dividido em:
 - Um conjunto de máquinas (hospedeiro ou *host*) cuja finalidade é executar os programas do usuário;
 - Subrede de comunicação cuja finalidade é conectar os *hosts*;
 - Ou seja:
 - Aspectos de aplicação -> *hosts*;
 - Aspectos de comunicação -> subrede.

42

Escala - WANs

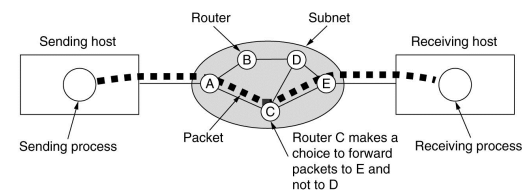
- **Redes de longa distância (WANs - Wide Area Networks) (cont.):**
 - Subrede de comunicação:
 - Linhas de transmissão:
 - Transportam os bits entre as máquinas;
 - Podem ser formadas por fios de cobre, fibra óptica ou enlaces de rádio;
 - Elementos de comutação:
 - Computadores especializados que conectam três ou mais linhas de transmissão (roteadores).



43

Escala - WANs

- **Redes de longa distância (WANs - Wide Area Networks) (cont.):**
 - Todas as WANs (exceto as de satélites) funcionam com comutação de pacotes (*store-and-forward*).



44

decom
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

História;
Definição;
Uso de redes de computadores;
Hardware de redes;
Software de redes;
Modelos de referência;
Exemplos de redes;
Unidades de medida.

SOFTWARE DE REDES

45

Software de redes

decom
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Padronização

- **Necessidade de padronização:**
 - Com tanta heterogeneidade, é necessário criar um mínimo de padrão para que a troca de informações seja compreendida;
 - Garantir a interoperabilidade das redes;
 - Viabilizar a produção de equipamentos em larga escala visando a redução de custos;
 - Com um padrão é possível convergir esforços da comunidade científica e empresas privadas.

46

Software de redes

decom
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Padronização

- **Protocolos:**
 - Conjunto de normas pré-estabelecidas para controlar um sistema de comunicação;
 - Um protocolo precisa definir:
 - **Sintaxe** – Estrutura e formato de dados;
 - **Semântica** – Significado dos bits. Refere-se a interpretação dos dados;
 - **Timing (temporização)** – “Idéia” de controle de fluxo;
 - **Exemplos:** CSMA/CD, IP, TCP, HTTP.

47

Software de redes

decom
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Padronização

- **Padrões:**
 - Regras pré-acordadas;
 - Garantir a interconectividade no mercado atual;
 - Isso é interessante para o governo, academia e iniciativa privada;
 - Tipos:
 - **Padrão de jure:** foram regulamentados por um órgão oficialmente reconhecido;
 - **Padrão de facto:** padrões não aprovados por um órgão regulador, mas foram adotados por possuírem grande utilização.

48

Padronização

- **Organizações de estabelecimento de Padrões:**
 - International Organization for Standardization (ISO);
 - International Telecommunication Union – Telecommunication Standards (ITU-IT);
 - American National Standards Institute (ANSI);
 - Electronic Industries Association (EIA);
 - Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE);

49

Padronização – Padrões IEEE

Número	Assunto
802.1	Avaliação de arquiteturas de LANs.
802.2	<i>Controle de link lógico.</i>
802.3	Ethernet.
802.4	<i>Token Bus (barramento de tokens).</i>
802.5	Token Ring (anel de tokens).
802.6	<i>Fila dual barramento dual (primeira rede metropolitana).</i>
802.7	<i>Grupo técnico consultivo sobre tecnologias de banda larga.</i>
802.8	<i>Grupo técnico consultivo sobre fibras óticas.</i>
802.9	<i>LANs isócronas (para aplicações em tempo real).</i>
802.10	<i>LANs virtuais e segurança.</i>
802.11	LANs sem fio (WiFi).
802.12	<i>Prioridade de demanda (AnyLAN da Hewlett-Packard)</i>

50

Negrito: Grupos mais importantes; *Itálico:* Grupos paralizados ou dissolvidos.

Padronização – Padrões IEEE

Número	Assunto
802.13	Número relacionado à má sorte. Ninguém o quis.
802.14	<i>Modems a cabo.</i>
802.15	Redes pessoais (Bluetooth, Zigbee).
802.16	Banda larga sem fios (WiMAX).
802.17	Anel de pacote resiliente.
802.18	Grupo técnico consultivo sobre questões de regulamentação de rádio.
802.19	Grupo técnico consultivo sobre coexistência de todos esses padrões.
802.20	Banda larga móvel sem fio (semelhante ao 802.16e).
802.21	Transferência independente do meio (para tecnologias roaming).
802.22	Rede regional sem fios.

51

Negrito: Grupos mais importantes; *Itálico:* Grupos paralizados ou dissolvidos.

Padronização

- **Padrões da Internet:**
 - Nenhum dos órgãos anteriores;
 - Regulamentação formal com procedimentos específicos;
 - Avaliado por autoridades da Internet;
 - Publicado como RFC (Request for Comments) na IETF:
 - <http://www.ietf.org/rfc.html>
 - Exemplo: IP (RFC 791).

52

Implementação de Redes

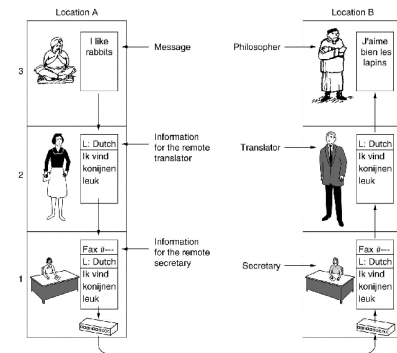
- Geralmente baseado em uma **Hierarquia de Protocolos**:
 - Organização em camadas -> redução de complexidade;
 - As camadas ocultam detalhes de implementação;
 - A comunicação ocorre entre camadas de mesmo nível;
 - As regras e convenções de comunicação são definidas como o **protocolo da camada**;
 - Uma lista de protocolos usados em um determinado sistema: **pilha de protocolos**.



53

Comunicação em camadas

- **Exemplo:**



54

Comunicação em camadas

- **Objetivos:**
 - Auxiliar no domínio da complexidade;
 - Aumentar a eficiência e a facilidade de utilização;
- O número de camadas, nomes, conteúdo e funcionalidades de cada camada é específico em cada rede;
- Função de cada camada:
 - Oferecer serviços para as camadas superiores;
 - "Esconder" como os serviços são implementados (encapsulamento);

55

Comunicação em camadas

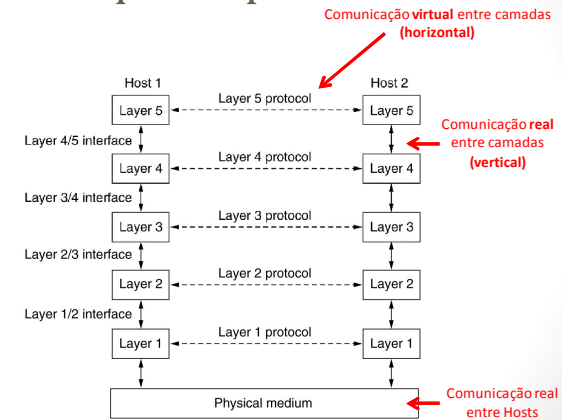
- A camada n de uma máquina se comunica com a camada n de outra máquina utilizando um **protocolo**:
 - Conjunto de regras e convenções para troca de informações entre duas ou mais entidades comunicantes;
- Uma camada utiliza os serviços da camada inferior através de uma **Interface**:
 - Define as operações e os serviços que a camada inferior tem a oferecer à camada que se encontra acima dela;
 - A interface define quais primitivas estão disponíveis para a camada superior;
 - O bom projeto de uma rede requer a definição clara destas interfaces entre as camadas;
 - Deve ser possível alterar a implementação da camada $(n-1)$ sem necessidade de alteração na camada n .

56

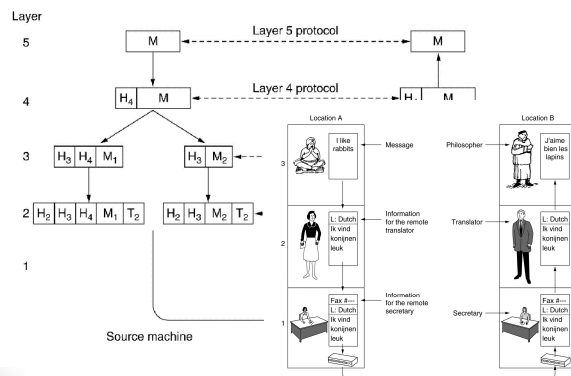
Comunicação em camadas

- **Vantagens:**
 - Separação de funções
 - Desenvolvimento por vários grupos
 - Acoplamento em níveis intermediários
 - Independência para implementação e modificação
 - Facilidade para interligação de sistemas heterogêneos
 - Facilidade para testes e depuração
- **Desvantagens:**
 - *Overhead* para o tratamento das unidades de informação das camadas
 - Dependendo da pilha de protocolos pode haver duplicação de funções nas camadas
 - Simplicidade e eficiência de um único nível para certas aplicações

Hierarquia de protocolos



Fluxo de informações entre camadas



Arquitetura de rede

- Conjunto de **camadas** e seus **protocolos**;
- Detalhes de implementação e especificação de **interfaces** não fazem parte da arquitetura;

Questões de projeto de camadas

- Endereçamento de entidades;
- Regras para transferência de dados;
- Controle de erros;
- Controle de fluxo;
- Tamanho de mensagens;
- Sequenciamento de mensagens;
- Gerenciamento de conexões;
- Roteamento.



61

Questões de projeto de camadas

- **Endereçamento de entidades:**
 - Uma rede possui diversos equipamentos;
 - Equipamentos possuem diversos processos;
 - É necessário um mecanismo para identificar os *transmissores* e os *receptores* de mensagens.



62

Questões de projeto de camadas

- **Regras para transferência de dados:**
 - Direção da comunicação:
 - **Simplex:** dados transmitidos em uma direção;
 - **Half-duplex:** nas duas direções mas não simultaneamente;
 - **Full-duplex:** nas duas direções simultaneamente;
 - Número de canais lógicos associados a uma conexão e às suas prioridades:
 - Exemplo: dois canais – um para dados normais e outro para dados urgentes.



63

Questões de projeto de camadas

- **Controle de erros:**
 - Circuitos físicos não são perfeitos;
 - É necessária a detecção e correção de erros físicos;
 - As entidades pares devem concordar no mecanismo usado para detectar e corrigir erros;
 - Receptor deve ter algum meio para informar ao transmissor quais mensagens foram recebidas corretamente e quais não foram.



64

Questões de projeto de camadas

- **Controle de fluxo:**
 - Como impedir que um transmissor rápido envie uma quantidade excessiva de dados a um receptor mais lento?
 - Existem várias soluções, exemplo:
 - Enviar o estado corrente do receptor para o transmissor;
 - Limitar o transmissor a uma velocidade de transmissão predeterminada.



Questões de projeto de camadas

- **Tamanho de mensagens:**
 - **Problema:** transmissão e tratamento de mensagens arbitrariamente longas;
 - Mensagens são normalmente divididas, transmitidas e reconstituídas no destino.



Questões de projeto de camadas

- **Sequenciamento de mensagens:**
 - **Problema:** nem todos os canais de comunicação preservam a ordem em que as mensagens foram transmitidas;
 - O protocolo deve prover um mecanismo para o receptor reconstituir a informação original;
 - Exemplo, número de sequência;
 - **Problema decorrente:** o que fazer com informações que chegam fora de ordem e mensagens perdidas?



Questões de projeto de camadas

- **Gerenciamento de conexões:**
 - **Problema:** num protocolo orientado a conexão pode ser caro ou inconveniente estabelecer conexões entre todas as entidades pares;
 - Uma conexão pode ser compartilhada por várias entidades pares não relacionadas, desde que isso seja feito de forma transparente;
 - É comum na camada física.



Questões de projeto de camadas

- **Roteamento:**
 - É necessário quando existem múltiplos caminhos entre origem e destino;
 - Pode ser feito em dois ou mais níveis:
 - Por exemplo, primeiro uma decisão de alto nível e depois em função do tráfego



69

Serviços oferecidos pelas camadas

- **Classificação:**
 - De acordo com o estabelecimento de **conexões**:
 - Orientados por conexão;
 - Sem conexão;
 - De acordo com a **qualidade de serviço**:
 - Confiável;
 - Não confiável.

70

Serviços oferecidos pelas camadas

- Serviços orientados à **conexão**:
 - Similar ao sistema telefônico;
 - Funciona como um tubo: o remetente envia bits de um lado e o destinatário os recebe na mesma ordem;
 - Possui basicamente três fases:
 - Estabelecimento da conexão;
 - Transferência de dados;
 - Término da conexão;
 - Assume-se que o protocolo só entra numa fase após ter passado pela anterior com sucesso.



71

Serviços oferecidos pelas camadas

- Serviços **sem conexão**:
 - Similar ao sistema postal;
 - Cada mensagem deve possuir o endereço do destinatário;
 - Controle de fluxo é mais complexo;
 - Cada mensagem é roteada independentemente das outras.



72

Serviços oferecidos pelas camadas

- Serviço **confiável**:
 - Garante a integridade da mensagem;
 - Dados não são perdidos (do ponto de vista do receptor);
 - Identifica e corrige erros;
 - Pode ser implementado através da confirmação de cada mensagem recebida;
 - Confirmações introduzem *overhead* e atrasos que podem ser tolerados ou não;
 - Voz digitalizada e vídeo são aplicações que não devem ter atrasos.



73

Serviços oferecidos pelas camadas

- Serviço **não-confiável**:
 - Para algumas aplicações, os **retardos** introduzidos pelas confirmações são inaceitáveis;
 - **Exemplo**: tráfego de voz digital ou transmissão de uma conferência de vídeo
 - Não garante a **integridade** da mensagem;
 - **Maior velocidade** de transmissão.



74

Serviços oferecidos pelas camadas

- Relacionando as classificações de serviços:
 - Serviço Orientado Por **Conexão e Confiável**:
 - Modo de mensagens (aplicações específicas);
 - Modo de fluxo de dados (FTP);
 - Serviço Orientado Por **Conexão e Não-Confiável**:
 - Exemplos: VoD e VoIP (a confirmação compromete);
 - Serviço **Sem Conexão e Confiável**:
 - Serviço de datagramas confirmados;
 - Serviço de requisição-resposta (cliente-servidor);
 - Serviço **Sem Conexão e Não-Confiável**:
 - Serviço de datagramas.

75

Primitivas de serviço

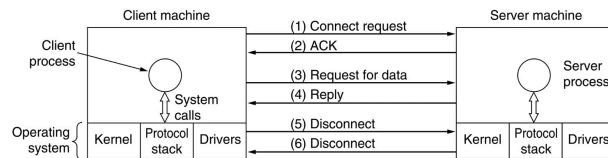
- Um serviço é formalmente definido por um conjunto de **primitivas** (*operações*) disponíveis para o usuário ou outra entidade;
- Exemplo de primitivas para um serviço de conexão simples:

Primitiva	Significado
LISTEN	Bloco que espera por uma conexão de entrada.
CONNECT	Estabelecer uma conexão com um par que está à espera.
ACCEPT	Aceitar uma conexão de entrada de um par.
RECEIVE	Bloco de espera por uma mensagem de entrada.
SEND	Enviar uma mensagem ao par.
DISCONNECT	Encerrar uma conexão.

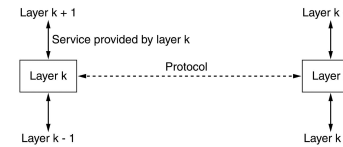
76

Primitivas de serviço

- Uma interação cliente-servidor simples, usando datagramas confirmados:



Serviços v.s. Protocolos



- **Serviço** é um conjunto de primitivas que uma camada disponibiliza para sua camada superior;
- **Protocolo** é um conjunto de regras que governam o formato e significado de quadros, pacotes ou mensagens trocadas por entidades pares numa mesma camada;
- **Serviços e protocolos** são independentes;
- Entidades utilizam o **protocolo** para implementar os **serviços**.

História;
 Definição;
 Uso de redes de computadores;
 Hardware de redes;
 Software de redes;
Modelos de referência;
 Exemplos de redes;
 Unidades de medida.

MODELOS DE REFERÊNCIA

Conceitos

- São propostas concretas de arquiteturas de rede;
- Duas arquiteturas de rede importantes:
 - **Modelo OSI (Open Systems Interconnection)** da ISO:
 - Protocolos pouco utilizados na prática;
 - Modelo bastante geral, mas ainda válido;
 - As características descritas em cada camada são muito importantes;
 - **TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)**:
 - O modelo propriamente dito não é muito utilizado;
 - Mas, os protocolos são largamente utilizados;



Modelo de referência OSI

- Trata da interconexão de sistemas abertos;
 - Aberto no sentido que qualquer sistema que seguir os padrões será capaz de se interconectar;
- Possui sete camadas:

Camada	Nome
7	Aplicação
6	Apresentação
5	Sessão
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace de dados
1	Física

81



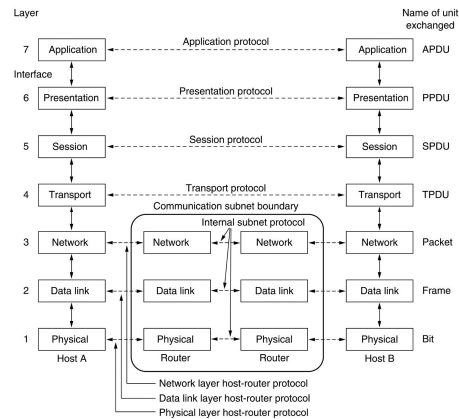
Modelo de referência OSI

- Camadas definidas com base em 5 princípios:
 1. Uma camada deve ser criada quando é necessário um nível diferente de abstração;
 2. Cada camada deve realizar uma função bem definida;
 3. A função de cada camada deve ser escolhida tendo em vista a padronização internacional de protocolos;
 4. As fronteiras de cada camada devem ser escolhidas de forma a minimizar o fluxo de informações entre elas;
 5. O número de camadas deve ser grande o suficiente para que funções distintas não sejam desnecessariamente colocadas na mesma camada e deve ser pequeno o suficiente para que o modelo seja compreensível.

82



Modelo de referência OSI



83



Modelo de referência OSI

- Camada **Física**:
 - Responsável pela transmissão física de bits no canal de comunicação;
 - Questões:
 - Emissor envia bit 1; receptor recebe bit 1?
 - Tensão (volts) para representar 1's e 0's;
 - "Tempo de duração" de um bit;
 - Regras para transferência de dados (*simplex, half-duplex, full-duplex*);
 - Regras para estabelecer e terminar uma conexão;
 - Padrões mecânicos, elétricos e procedimentais da parte física;

84

Modelos de referência

Modelo de referência OSI

7	Aplicação
6	Apresentação
5	Sessão
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace de dados
1	Física

- Camada **Enlace de dados**:
 - Divisão dos dados em quadros;
 - Controle de fluxo e tratamento de erros:
 - Perda;
 - Duplicação;
 - Erro;
 - Subcamada de controle de acesso ao meio.

85

Modelos de referência

Modelo de referência OSI

7	Aplicação
6	Apresentação
5	Sessão
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace de dados
1	Física

- Camada **Rede**:
 - Responsável pela operação da subrede de comunicação;
 - Duas questões importantes desta camada:
 - Roteamento (estático ou dinâmico);
 - Controle de congestionamento e QoS;
 - Outras funções:
 - Contabilidade;
 - Interconexão entre redes diferentes.

86

Modelos de referência

Modelo de referência OSI

7	Aplicação
6	Apresentação
5	Sessão
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace de dados
1	Física

- Camada **Transporte**:
 - Responsável pelo transporte fim-a-fim dos dados entre origem e destino;
 - Recebe dados da camada de sessão, quebra em pequenas unidades, passa para a camada de rede e garante que essas partes cheguem corretamente ao seu par;
 - Oferece diferentes tipos de serviço para a camada de sessão (aos usuários):
 - Canal ponto-a-ponto livre de erros com garantia relativa à ordem de entrega;
 - Transporte de mensagens isoladas sem nenhuma garantia relativa à ordem de entrega;
 - Difusão (broadcast) de mensagens para muitos destinos.

87

Modelos de referência

Modelo de referência OSI

7	Aplicação
6	Apresentação
5	Sessão
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace de dados
1	Física

- Camada **Sessão**:
 - Estabelece sessões de comunicação entre usuários em máquinas diferentes;
 - Oferece diversos serviços:
 - Controle de diálogo:
 - Quem deve transmitir a cada momento;
 - Gerenciamento de tokens:
 - Impede que duas partes executem a mesma operação crítica ao mesmo tempo;
 - Sincronização:
 - Verificação periódica de longas transmissões permitindo que elas continuem do ponto em que estavam na ocorrência de uma falha.

88

Modelos de referência

Modelo de referência OSI

7	Aplicação
6	Apresentação
5	Sessão
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace de dados
1	Física

- Camada **Apresentação**:
 - Está relacionada à sintaxe e semântica das informações:
 - Não se preocupa com a movimentação dos bits;
 - Torna possível a comunicação entre computadores com diferentes representações internas de dados:
 - As estruturas de dados são definidas de maneira abstrata;

89

Modelos de referência

Modelo de referência OSI

7	Aplicação
6	Apresentação
5	Sessão
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace de dados
1	Física

- Camada **Aplicação**:
 - Contém vários protocolos comumente usados por usuários:
 - FTP;
 - Telnet;
 - SMTP;
 - POP3;
 - IMAP;
 - HTTP;
 - DNS;
 - etc...

90

Modelos de referência

Modelo de referência TCP/IP

- Surgiu com a **ARPANET** – primeira rede WAN:
 - Uma rede de pesquisa patrocinada pelo DoD (Departamento de Defesa dos EUA);
 - Esta rede se expandiu rapidamente:
 - Centenas de universidades e repartições públicas interligadas;
 - Logo surgiram problemas com os protocolos existentes, forçando a criação de uma nova arquitetura de referência;

91

Modelos de referência

Modelo de referência TCP/IP

- Seus objetivos eram:
 - Conexão uniforme de várias redes;
 - Alta tolerância a falhas;
 - Arquitetura flexível para diferentes aplicações;
- Modelo utilizado na **Internet**;
- Nome dado em função de seus dois principais protocolos: **TCP** e **IP**

92

Modelos de referência

Modelo de referência TCP/IP

- Possui quatro camadas:

Camada	Nome
4	Aplicação
3	Transporte
2	Rede (Internet)
1	Enlace

93

Modelos de referência

Modelo de referência TCP/IP

- Camada de **Enlace**:
 - O modelo não detalha o que acontece neste nível, exceto de que *hosts* devem se conectar a rede através de algum protocolo;
 - Varia em função do *host* e da rede;
 - Assunto raramente discutido.

94

Modelos de referência

Modelo de referência TCP/IP

- Camada de **Rede (Internet)**:
 - Originalmente chamada de camada **Internet**:
 - Usado no sentido genérico: rede interligada;
 - Para evitar confusão com a **Internet (a rede mundial)**, será denominada aqui de camada de **Rede**;
 - Tarefa**: permitir que os pacotes transmitidos possam trafegar em qualquer rede e por caminhos independentes;
 - Não garante a ordem de chegada dos pacotes (sem conexão);
 - Define um formato de pacote padrão e um protocolo denominado **IP**;
 - Trata de questões como roteamento e congestionamento.

95

Modelos de referência

Modelo de referência TCP/IP

- Camada de **Transporte**:
 - Finalidade**: permitir que entidades pares de *hosts* origem e destino mantenham uma conversação;
 - Dois protocolos:
 - TCP (Transmission Control Protocol)**:
 - Orientado a conexões e confiável;
 - Entrega sem erros;
 - Trata o controle de fluxo;
 - UDP (User Datagram Protocol)**:
 - Serviço sem conexão e não confiável;
 - A entrega imediata é mais importante do que precisa (voz vídeo por exemplo);

96

Modelos de referência

4 Aplicação
3 Transporte
2 Rede
1 Enlace

Modelo de referência TCP/IP

- Camada de **Aplicação**:
 - Do ponto de vista prático, as camadas de Sessão e de Apresentação são desnecessárias;
 - De fato, no Modelo OSI elas são pouco utilizadas;
 - Assim, elas não estão presentes no Modelo TCP/IP:
 - Caso necessário, as próprias aplicações implementam funções de sessão e apresentação;
 - Possui protocolos de nível mais alto:
 - TELNET, FTP, SMTP, DNS, HTTP, etc...;

{ 97 }

Modelos de referência

Modelo de referência TCP/IP

- Alguns dos protocolos em suas respectivas camadas:

Layer (OSI names)

Application

Protocols { TELNET, FTP, SMTP, DNS }

Transport

Protocols { TCP, UDP }

Network

Protocols { IP }

Networks { ARPANET, SATNET, Packet rádio, LAN }

Physical + data link

{ 98 }

Modelos de referência

Comparação: OSI v.s. TCP/IP

- **Conceitos comuns**:
 - Pilha de protocolos independentes;
 - Camadas com funções semelhantes:

Modelo OSI	Modelo TCP/IP
7 Aplicação	Aplicação
6 Apresentação	
5 Sessão	Transporte
4 Transporte	
3 Rede	Internet
2 Enlace de dados	Acesso à rede
1 Física	

{ 99 }

Modelos de referência

Comparação: OSI v.s. TCP/IP

- Modelo OSI possui três conceitos fundamentais:
 - **Serviços**: define **o que** a camada faz (seus serviços);
 - **Interfaces**: defino **como** os serviços são utilizados;
 - **Protocolos**: devem realizar os serviços;
- A distinção entre os três conceitos é explícita;
- No Modelo TCP/IP esta distinção não é clara;
- Com isso, os protocolos do Modelo OSI são melhor encapsulados;

{ 100 }

Modelos de referência

Comparação: OSI v.s. TCP/IP

- O Modelo OSI foi proposto **antes** de seus protocolos:
 - Vantagem:** não foi dirigido para um conjunto específico de protocolos -> tornou-se genérico.
 - Desvantagem:** com a falta de experiência ficou difícil antecipar funcionalidades.
- No Modelo TCP/IP ocorreu o contrário, foi proposto **depois** dos protocolos:
 - Vantagem:** não houve problemas de adaptação dos protocolos ao modelo;
 - Desvantagem:** o modelo não é capaz de se adaptar a outras pilhas de protocolos.

101

Modelos de referência

Crítica ao Modelo OSI

- Não emplacou;
- Fatores de insucesso:
 - Momento ruim;**
 - Tecnologia ruim;
 - Implementações ruins;
 - Política ruim.

Os protocolos TCP/IP já estavam sendo amplamente utilizados;

Mesmo antes dos grandes investimentos o mercado acadêmico já era suficientemente grande;

Muitos fabricantes já ofereciam produtos TCP/IP;

102

Modelos de referência

Crítica ao Modelo OSI

- Não emplacou;
- Fatores de insucesso:
 - Momento ruim;
 - Tecnologia ruim;**
 - Implementações ruins;
 - Política ruim.

Falhas no modelo e protocolos;

Duas camadas (sessão e apresentação) praticamente vazias;

Outras camadas (enlace de dados e rede) sobrecarregadas;

Muito complexo;

Funcionalidades repetidas em várias camadas (controle de fluxo e erros).

103

Modelos de referência

Crítica ao Modelo OSI

- Não emplacou;
- Fatores de insucesso:
 - Momento ruim;
 - Tecnologia ruim;
 - Implementações ruins;**
 - Política ruim.

Implementações iniciais lentas, pesadas e gigantescas;

Logo o Modelo OSI foi associado a baixa qualidade, mesmo com as significativas melhorias posteriores;

Por outro lado, as implementações do TCP/IP eram muito boas, e gratuitas, e rapidamente se popularizaram.

104

Modelos de referência

Crítica ao Modelo OSI

- Não emplacou;
- Fatores de insucesso:
 - Momento ruim;
 - Tecnologia ruim;
 - Implementações ruins;
 - **Política ruim.** →

- Muitas pessoas achavam que o TCP/IP era parte do UNIX, que era verdadeiramente venerado pelas universidades;
- Por outro lado, o OSI era considerado uma criação de ministérios de comunicações europeus e americanos, tornando-o impopular entre os desenvolvedores.

105

Modelos de referência

Crítica ao Modelo TCP/IP

- Não distingue com clareza os conceitos de serviços, interfaces e protocolos;
- Em termos das boas práticas de engenharia de software, não pode ser utilizado como guia para projeto de novas arquiteturas;
- Não é abrangente o suficiente para descrever outras pilhas de protocolos;
- Não faz distinção entre as camadas física e de enlace;
- Muitos protocolos implementados por estudantes (TELNET, por exemplo).

106

Modelos de referência

Conclusão sobre os modelos

- Apesar de seus problemas, o Modelo OSI é útil para a discussão de redes de computadores;
- Os protocolos OSI, por uma série de fatores, não se tornaram populares;
- O Modelo TCP/IP é praticamente inexistente, mas seus protocolos são amplamente utilizados.

107

Modelos de referência

Modelo utilizado neste curso

- Nenhum dos dois padrões são perfeitos;
- Existem muitas críticas e problemas em ambos;
- Sendo assim, o modelo adotado neste curso terá 5 camadas:

Camada	Nome
5	Aplicação
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace
1	Física

108

Modelo utilizado neste curso

- Nenhum dos dois padrões são perfeitos;
- Existem muitas críticas e problemas em ambos;
- Sendo assim, o modelo adotado neste curso terá 5 camadas:

Camada	Nome
5	Aplicação
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace
1	Física

- Especifica como transmitir os bits por diferentes tipos de mídia como sinais elétricos (ou outro semelhante);

109

Modelo utilizado neste curso

- Nenhum dos dois padrões são perfeitos;
- Existem muitas críticas e problemas em ambos;
- Sendo assim, o modelo adotado neste curso terá 5 camadas:

Camada	Nome
5	Aplicação
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace
1	Física

- Trata de como enviar mensagens de tamanho definido entre computadores conectados, com níveis de confiabilidade especificados;

110

Modelo utilizado neste curso

- Nenhum dos dois padrões são perfeitos;
- Existem muitas críticas e problemas em ambos;
- Sendo assim, o modelo adotado neste curso terá 5 camadas:

Camada	Nome
5	Aplicação
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace
1	Física

- Cuida de como combinar vários enlaces nas redes, e redes de redes em internets, de modo a enviar pacotes entre computadores distantes;

111

Modelo utilizado neste curso

- Nenhum dos dois padrões são perfeitos;
- Existem muitas críticas e problemas em ambos;
- Sendo assim, o modelo adotado neste curso terá 5 camadas:

Camada	Nome
5	Aplicação
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace
1	Física

- Fortalece as garantias de entrega da camada de rede, normalmente com maior confiabilidade e oferece abstrações de entrega para atender a diferentes aplicações;

112

Modelo utilizado neste curso

- Nenhum dos dois padrões são perfeitos;
- Existem muitas críticas e problemas em ambos;
- Sendo assim, o modelo adotado neste curso terá 5 camadas:

Camada	Nome
5	Aplicação
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace
1	Física

- Contém programas que utilizam a rede, como HTTP, DNS, FTP, etc...

História;
Definição;
Uso de redes de computadores;
Hardware de redes;
Software de redes;
Modelos de referência;
Exemplos de redes;
Unidades de medida.

EXEMPLOS DE REDES

Exemplos de redes

- Existem muitos tipos diferentes de redes:
 - Diferentes objetivos;
 - Diferentes escalas;
 - Diferentes tecnologias;
- Exemplos variados:
 - Internet;
 - Telefonia móvel de terceira geração;
 - LANs sem fios: 802.11;
 - RFID e redes de sensores;
- **Primeiro trabalho da disciplina** - apresentar estas redes:
 - Regras a serem definidas;

História;
Definição;
Uso de redes de computadores;
Hardware de redes;
Software de redes;
Modelos de referência;
Exemplos de redes;
Unidades de medida

UNIDADES DE MEDIDA

Números binários

- Assumem apenas valores **0** e **1** (base 2);
- Cada algarismo é denominado bit;
- Palavras binárias:

# bits	Nome
4	Nibble
8	Byte
16	Word
21	Double Word
64	Quad Word

Unidades de grandeza

- As unidades de grandeza para números binários é diferente de números decimais;
- Isso gera muita confusão:

Unidade	Base 2	Base 10
quilo (K)	1.204 (2^{10})	1.000 (10^3)
mega (M)	1.048.576 (2^{20})	1.000.000 (10^6)
giga (G)	1.073.741.824 (2^{30})	1.000.000.000 (10^9)
tera (T)	1.099.511.627.776 (2^{40})	1.000.000.000.000 (10^{12})

Unidades de grandeza

- Proposta da IEC (*International Electrotechnical Commission*):
 - Prefixos quilo, mega, giga, etc., devem ser considerados para a base 10;
 - Para a base 2, novas grandezas:
 - Quibinário (Ki);
 - Mebinário (Mi);
 - Gibinário (Gi);
 - Terabinário (Ti);
 - ...;
 - Assim:
 - Um **quilo**byte significando **1024 bytes = 1 KiB**;
 - Um **quilo**byte significando **1000 bytes = 1 KB**;
 - Vantagem:** Eliminação de equívocos.

Taxa de transferência

- Taxa de transferência:** mede a quantidade de dados transferida por uma unidade de tempo;
- Unidade de medida:
 - Transmissão em série: bits por segundo (bps);
 - Transmissão em paralelo: bytes por segundo (B/s);
 - 1 B/s = 8 bps;
- Prefixos: quilo (K), mega (M), ...;
- Potência de 10:
 - 1 Kbps = 10^3 bps = 1.000 bps;
 - 1 Mbps = 10^6 bps = 1.000.000 bps;



“Tamanho de dados”

- Quantidade de memória, capacidade de disco, tamanho de arquivos e bancos de dados são medidos em **potência de 2**;
- Ou seja, 1 KB = 1024 bytes, 1 MB = 1.048.576 bytes, ...;
- Fabricantes de HD normalmente fornecem falsos arredondamentos:
 - Um HD de 1TB,
 - deveria ter 1.099.511.627.776 bytes,
 - mas possui 1.000.204.886.016 bytes,
 - que corresponde a 931,5 GB;
 - Ou seja, reservam-se ao direito de utilizar a potência de 10.

121

Fim!

REFERÊNCIAS:

- **A.S. TANENBAUM**, *Redes de Computadores*, Prentice Hall, **5a. edição, 2011**;
- **G. TORRES**, *Redes de Computadores*, Nova Terra, Versão Revisada e Atualizada, 2010;
- Materiais didáticos dos professores:
 - **Romildo Bezerra**, IFBA / 2011-01,
Disponível em: <http://www.ifba.edu.br/professores/romildo/disciplinas.html#red>
(acesso em 17/08/2011);
 - **Rande A. Moreira**, UFOP / 2011-01
Disponível em: <http://randearievido.com.br/redes/> (acesso em 17/08/2011);
 - **Fátima Figueiredo**, PUC Minas, *não disponível on-line*;
 - **Cristiano Maciel**, Uni-BH, *não disponível on-line*;

122