

# Redes de Computadores SSC-0641

Edson Moreira  
edson@icmc.usp.br

Assist. Roberto Sadao  
Rsadao@gmail.com

2010

Relacionamento com outras disciplinas no semestre								
	08:10	09:20	10:10	11:10	14:20	15:30	16:20	17:10
S								
e								
g								
u								
n								
d								
a								
SCE-613-Arquitetura de Computadores Teoria 1			SEL-608-Eletromagnetismo - Teoria 1		SEL-611-Fundamentos de Controle - Teoria 1		SEL-604-Sinais e Sistemas	
SEL-610-Laboratório de Circuitos Eletrônicos - Laboratório			SEL-610-Laboratório de Circuitos Eletrônicos - Laboratório - Turma 2		SCE-614-Inteligência Artificial Teoria 1		SSC641-Redes de Computadores - Teoria 1	
SCE-609-Sistemas Operacionais I - Teoria 1			SEL-608-Eletromagnetismo Teoria 1		SEL-609-Circuitos Eletrônicos I Teoria 1		SEL-604-Sinais e Sistemas	
SCE-613-Arquitetura de Computadores - Teoria 1			SSC641-Redes de Computadores - Teoria 1		SEL-611-Fundamentos de Controle - Teoria 1		SEL-610-Laboratório de Circuitos Eletrônicos	
SCE-609-Sistemas Operacionais I - Teoria 1			SEL-609-Circuitos Eletrônicos I - Teoria 1					

## Conteúdo

### Objetivos

“Apresentar os conceitos básicos em redes de computadores. Exercitar o aluno em técnicas de projeto, instalação e configuração de redes locais.”

### Programa Resumido

“Introdução: Utilidade, estrutura e arquitetura de redes; O modelo de referência OSI; Serviços em redes. A Camada Física: Meios de transmissão analógica e digital; chaveamento. A Subcamada de Acesso ao Meio: Protocolos de redes locais; os padrões 802; Redes de Fibra Optica. A camada de Enlace de Dados: Correção e Detecção de erros; protocolos de janelas deslizantes. Interconexão de Redes: repetidores, pontes e roteadores. Projeto, instalação e configuração de redes locais. Introdução aos protocolos TCP/IP.”

## Avaliação

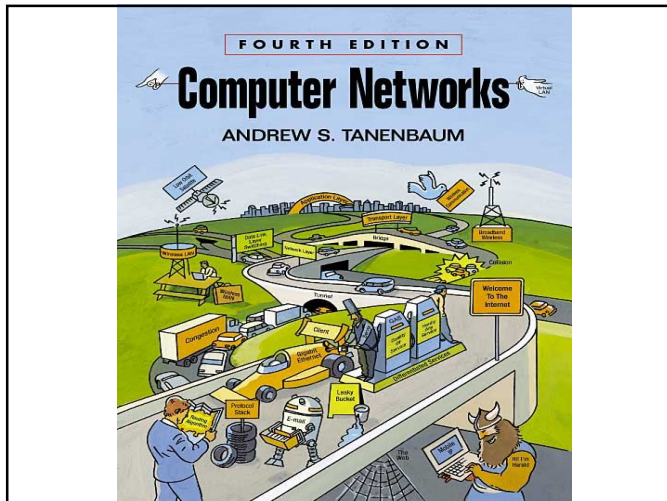
**Provona** dia 15/06: (valor: 6.0)

Provinhas em grupo (4 alunos) em praticamente todas as 30 aulas (valor: 3.0)

**Projetos:** até quatro provinhas (normalmente os labs) poderão ter status de projetos. Estas atividades serão notificadas explicitamente. Elas renderão um ponto adicional, no total. (valor: 1.0)

**Presença mínima:** 70% **Aluno que não obtiver presença mínima tem a nota da provona dividida por 2. É sua responsabilidade gerenciar o número de aulas perdidas!!!**

Monitorias `as 6.as entre 15 e 18 hs - sala 6-209 (no prédio do CISC)



### O que é?

A **computer network** is an interconnection of a group of computers (wikipedia).

Por escala:

- Personal area network (PAN),
- Local Area Network (LAN),
- Campus Area Network (CAN),
- Metropolitan area network (MAN), or
- Wide area network (WAN)

Pelo método de conexão

- Optical fiber,
- Ethernet,
- Wireless LAN

Por relações funcionais

- Active Networking,
- Client-server,
- Peer-to-peer

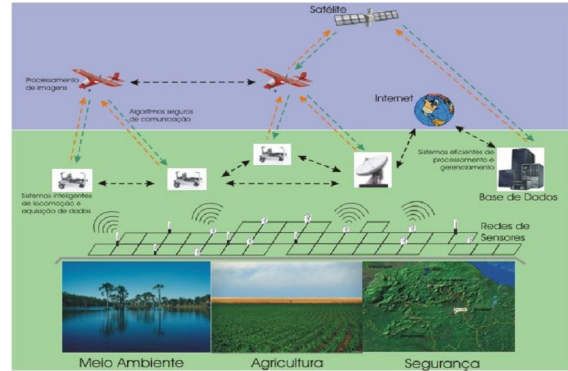
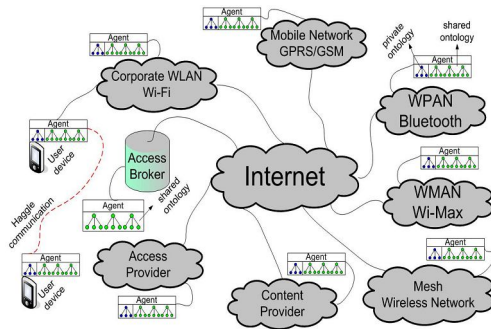
Pela topologia

- Bus network,
- Star network,
- Ring network,
- Mesh network,
- Star-bus network,
- Tree ou Hierarchical topology network

Pelo Protocolo

- ethernet,
- IP,
- 802.11
- [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_network\\_protocols](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_network_protocols)

## Next Generation Networks



## Provinha 1 (23.02.2010)

- Não se esqueçam (nesta ordem)
- Nome da prova (Provinha 1) e data
  - Nome, número USP, **email**
- (favor colocar em ordem alfabética – um por linha)

- 1 - Tente esquematizar uma infovia que liga um computador com interface sem-fio, do laboratório de redes da EngComp, com um grande provedor de conteúdo, na internet comercial Holandesa.
- 2 - Que tipo de elementos de rede vai aparecer no caminho?
- 3 - Quantas organizações poderão se encarregar de transportar os pacotes?
- 4 - Que tipo de problema um pacote pode enfrentar, da origem até o destino?

## Capítulo 1 Introdução

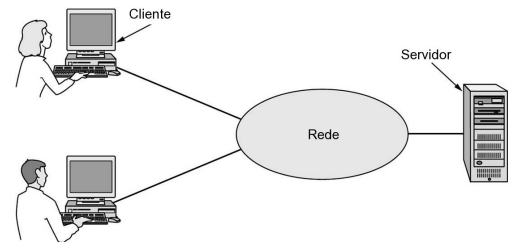
(((nota: os slides são apenas um guia da aula - o estudo da disciplina deve ser feito com base no conteúdo do livro e não pelas transparências))))

Computer Networks, forth edition, 2003  
<http://authors.phptr.com/tanenbaumcn4/>

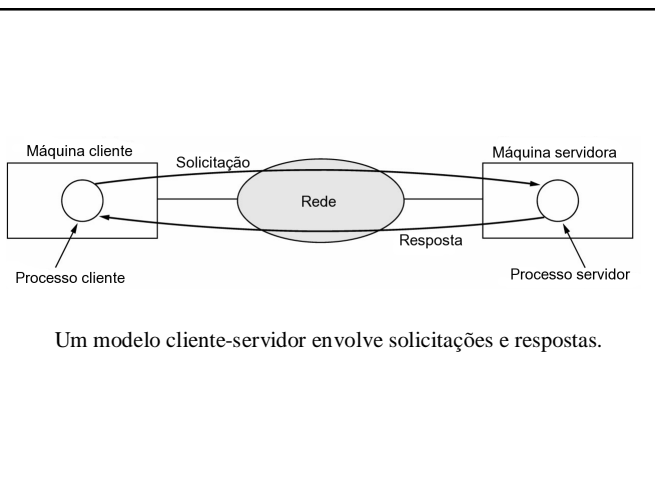
## Usos das Redes de Computadores

- Aplicações Comerciais
- Aplicações Domésticas
- Redes Móveis
- Problemas Sociais

## Arquitetura tradicional



Uma rede com dois clientes e um servidor.

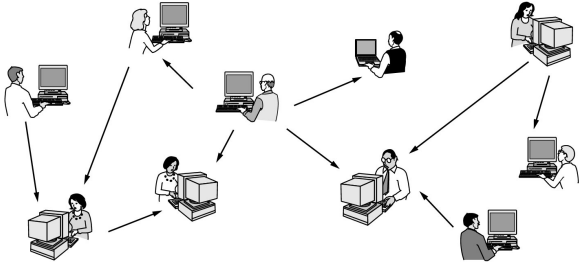


Um modelo cliente-servidor envolve solicitações e respostas.

## Aplicações de Redes Domésticas

- Acesso a informações remotas
- Comunicação Pessoa-a-pessoa
- Entretenimento interativo
- Comércio eletrônico

## Arquitetura peer-to-peer



Um sistema peer-to-peer, não há clientes ou servidores fixos.

## Formas diferentes de comércio eletrônico

	Nome completo	Exemplo
B2C	Business-to-consumer	Comprar livros on-line
B2B	Business-to-business	Fabricante de carros comprando pneus de fornecedor
G2C	Government-to-consumer	Governo distribuindo formulários de impostos eletronicamente
C2C	Consumer-to-consumer	Leilão de produtos de segunda-mão online
P2P	Peer-to-peer	Compartilhamento de arquivos

Algumas formas de comércio eletrônico.

## Computação Móvel

Sem-fio	Móvel	Aplicações
Não	Não	Computadores desktop em escritórios
Não	Sim	Um notebook usado em uma sala de hotel
Sim	Não	Redes em prédios antigos e sem cabeamento
Sim	Sim	Escritório portátil, PDA para armazenagem de inventário

Combinações de redes sem-fio e computação móvel.

## Questões Sociais

- Segurança (engenharia social, sniffing, intrusão, etc)
- Censura (moderação, o *politicamente correto*, etc)
- O poder do orkut e outras ferramentas de *social networking*
- Intrusão do empregador nos emails dos funcionários
- Eleição eletrônica (vamos poder votar pela internet?? - qual seria o papel do Congresso, no caso em que todos cidadãos pudessem votar diretamente nos assuntos legislativos????)
- etc

## Hardware de Rede

- Redes de Área Local (LAN)
- Redes de Área Metropolitana (MAN)
- Redes de Área Larga (WAN)
- Redes sem-fio
- Redes domésticas
- *Internetworks*

## Tipos de tecnologia de transmissão

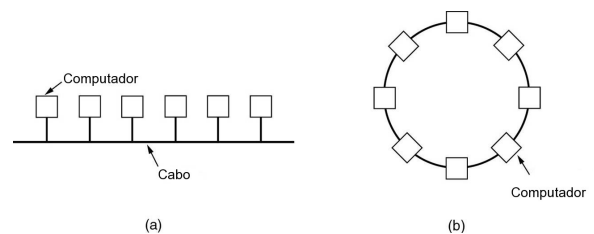
- Enlaces de difusão
- Enlaces ponto-a-ponto

## Classificação de Redes por área de abrangência

Distância entre processadores	Processadores localizados no mesmo	Exemplo
1 m	Metro quadrado	Rede de área pessoal
10 m	Sala	Rede de área local
100 m	Prédio	
1 km	Campus	
10 km	Cidade	Rede de área metropolitana
100 km	País	Rede de área larga
1000 km	Continente	
10.000 km	Planeta	
		Internet

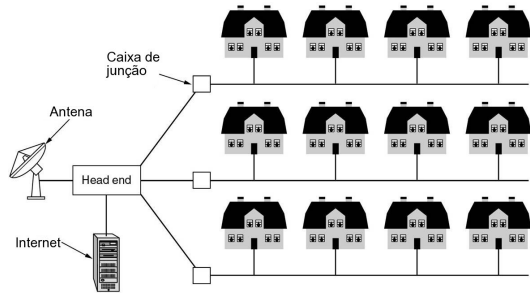
Classificação de dispositivos interconectados por escala.

## Comunicação por Difusão (*Broadcasting*)



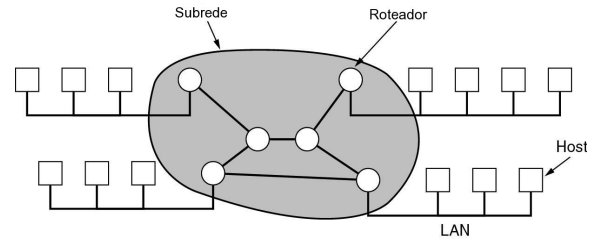
Duas redes de difusão  
(a) Barramento  
(b) Anel

## Exemplo de Redes de Difusão: MAN - Redes de Área Metropolitana



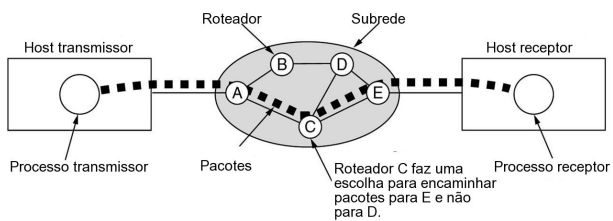
Uma rede de área metropolitana baseada em TV a cabo.

## Redes de longa distância



Relação entre hosts em LANs (normalmente broadcasting) e a subrede do provedor (ponto-a-ponto)

## Redes de longa distância



Um fluxo de pacotes do transmissor para o receptor.

## Provinha 2 - 25.02.2010

Em redes de computadores poderemos ter serviços orientados a conexão (connection oriented) e os não conectados (connectionless). Estes serviços podem ser confiáveis (como no serviço de entrega de cartas com aviso de recebimento) ou não (como na entrega padrão do correio eletrônico). Responda:

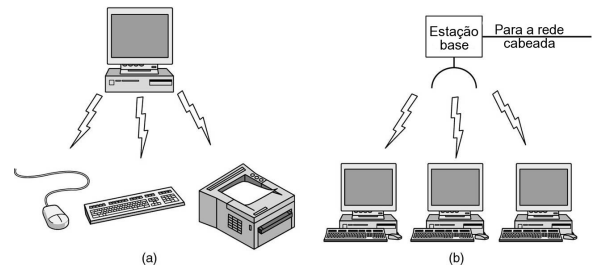
- Quais seriam as vantagens em se implementar um serviço de entrega de emails confiável?
- Se confiabilidade é uma coisa boa, porque todo serviço de comunicação não é confiável?
- No contexto da aula de hoje, confiabilidade significa segurança? Porque?
- O protocolo IP não é confiável (pacotes podem chegar com erros, na ordem invertida, ou mesmo nunca chegar). Como isso é remediado pela pilha de protocolos TCP/IP?

## Redes Sem Fio

Categorias de redes sem fio:

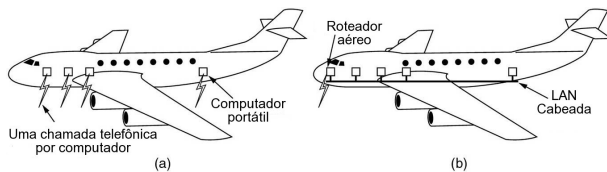
- Interconexões de sistemas
- LANs sem fio
- WANs sem fio

## Redes Sem Fio (2)



(a) Configuração Bluetooth  
(b) LAN sem fio

## Redes Sem Fio (3)



(a) Computadores móveis individuais  
(b) Uma LAN aérea

## Categorias de Redes Domésticas

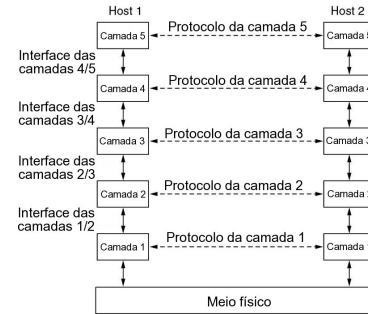
- Computadores (PC desktop, PDA, periféricos compartilhados)
- Entretenimento (TV, DVD, VCR, câmera, stereo, MP3)
- Telefonia (telefone, celular, intercom, fax)
- Eletrodomésticos (microondas, geladeira, relógio, lareira, condicionador de ar)
- Telemetria (medidores utilitários, alarme de furto, câmera de bebês).



## Software de Redes

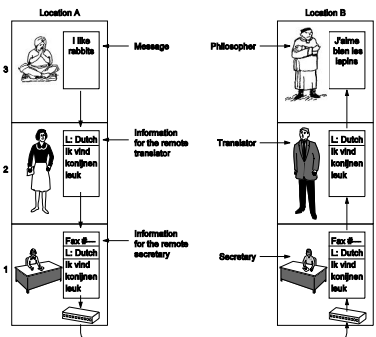
- Hierarquias de Protocolos
- Questões de Projeto para as Camadas
- Serviços orientados a conexão e sem conexão
- Primitivas de Serviço
- A Relação entre Serviços e Protocolos

## Software de Redes Hierarquias de Protocolos



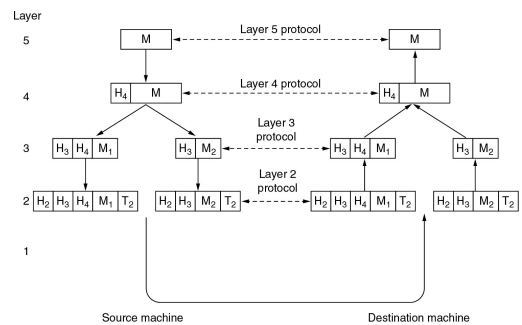
Camadas, protocolos e interfaces.

## Hierarquias de Protocolos (2)



A arquitetura filósofo-tradutor-secretária.

## Hierarquias de Protocolos (3)



Exemplo de fluxo de informação suportando comunicação virtual na camada 5.

## Questões de Projeto para as Camadas

- Endereçamento
- Controle de Erro
- Controle de Fluxo
- Multiplexação
- Roteamento

## Serviços Orientados a Conexão e Sem Conexão

	Service	Example
Connection-oriented	Reliable message stream	Sequence of pages
	Reliable byte stream	Remote login
	Unreliable connection	Digitized voice
Connection-less	Unreliable datagram	Electronic junk mail
	Acknowledged datagram	Registered mail
	Request-reply	Database query

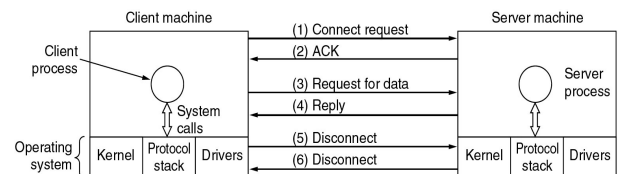
Seis diferentes tipos de serviço

## Primitivas de Serviço

Primitive	Meaning
LISTEN	Block waiting for an incoming connection
CONNECT	Establish a connection with a waiting peer
RECEIVE	Block waiting for an incoming message
SEND	Send a message to the peer
DISCONNECT	Terminate a connection

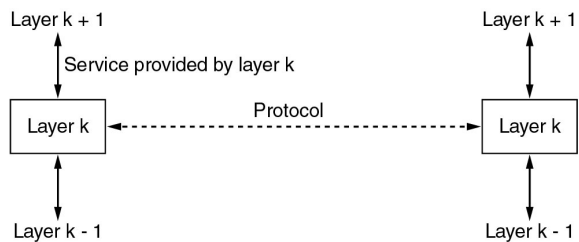
Cinco primitivas de serviço para a implementação de um serviço simples orientado a conexão.

## Primitivas de Serviço (2)



Pacotes enviados em uma interação simples cliente-servidor em uma rede orientada a conexão.

## Relação entre Serviços e Protocolos



A relação entre um serviço e um protocolo.

## Provinha 2 - 25.02.2010

Em redes de computadores podemos ter serviços orientados a conexão (connection oriented) e os não conectados (connectionless). Estes serviços podem ser confiáveis (como no serviço de entrega de cartas com aviso de recebimento) ou não (como na entrega padrão do correio eletrônico). Responda:

- Quais seriam as vantagens em se implementar um serviço de entrega de emails confiável?
- Se confiabilidade é uma coisa boa, porque todo serviço de comunicação não é confiável?
- No contexto da aula de hoje, confiabilidade significa segurança? Porque?
- O protocolo IP não é confiável (pacotes podem chegar com erros, na ordem invertida, ou mesmo nunca chegar). Como isso é remediado pela pilha de protocolos TCP/IP?

## Modelos de Referência

- O Modelo de Referência OSI
- O Modelo de Referência TCP/IP
- Uma Comparação entre OSI e TCP/IP
- Uma Crítica ao Modelo OSI e Protocolos
- Uma Crítica ao Modelo TCP/IP

## Provinha 3

02.03.2010

Use apenas uma folha.  
Em conjunto de, no máximo, 4 pessoas.  
No topo da folha, escreva

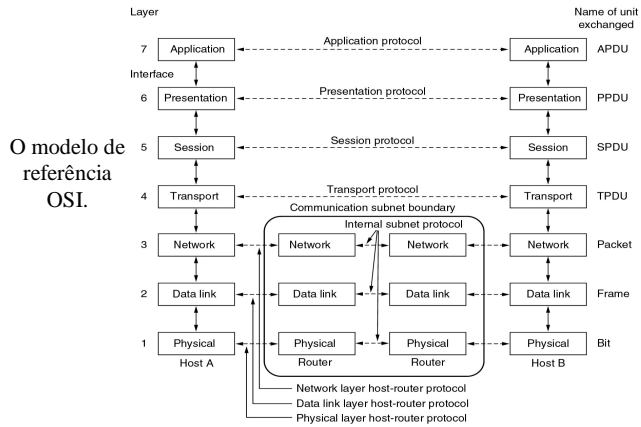
A_nome	numero usp	email
B_nome	numero usp	email
C_nome	numero usp	email
D_nome	numero usp	email

Explique detalhadamente, com exemplos, as diferenças entre os termos:

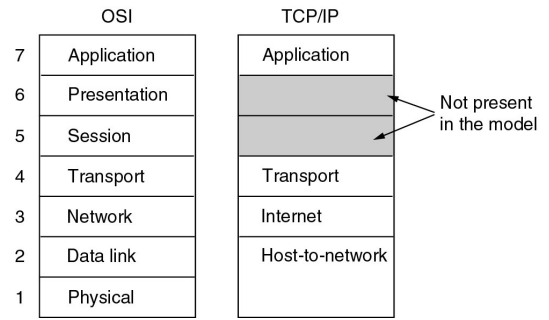
- Circuitos *reais* X *virtuais*
- comutação por circuitos X comutação por pacotes;
- serviços orientado à conexão X serviços sem conexão;
- Serviço confiável X Serviço não confiável

Ainda: Faça um desenho, mostrando a comunicação entre dois processos, em que se mostre claramente os conceitos: comutação por pacotes, serviço orientado à conexão, serviço confiável.

## Modelos de Referência

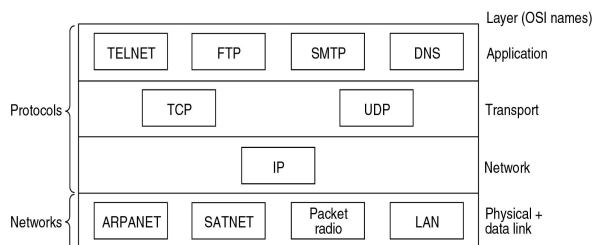


## Modelos de Referência (2)



O modelo de referência TCP/IP.

## Modelos de Referência (3)



Protocolos e redes no modelo TCP/IP inicialmente.

## Comparando os Modelos OSI e TCP/IP

### Conceitos centrais ao modelo OSI

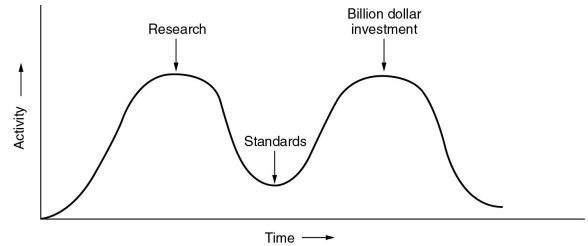
- Serviços
- Interfaces
- Protocolos

## Uma Crítica ao Modelo OSI e Protocolos

Por que OSI não dominou o mundo

- Momento ruim
- Tecnologia ruim
- Implementações ruins
- Política ruim

## Momento ruim



O apocalipse dos dois elefantes.

## Uma Crítica ao Modelo de Referência TCP/IP

Problemas:

- Serviço, interface e protocolo não se distinguem
- Não é um modelo geral
- “Camada” host-para-rede não é realmente uma camada
- Não menciona camadas física e de enlace
- Protocolos menores cravados profundamente, difíceis de se substituir

## Modelo Híbrido

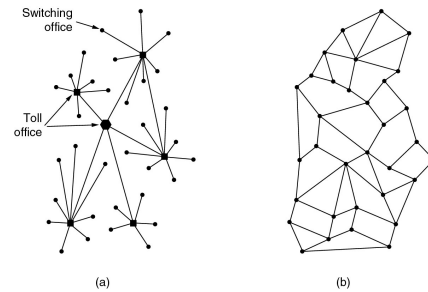
5	Application layer
4	Transport layer
3	Network layer
2	Data link layer
1	Physical layer

O modelo de referência híbrido a ser usado neste livro (Tanenbaum).

## Exemplos de Redes

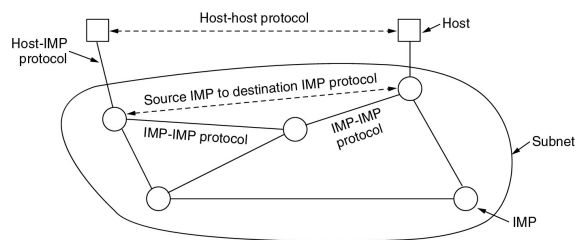
- A Internet
- Redes Orientadas a Conexão:  
X.25, Frame Relay e ATM
- Ethernet
- LANs sem fio: 802.11

## A ARPANET



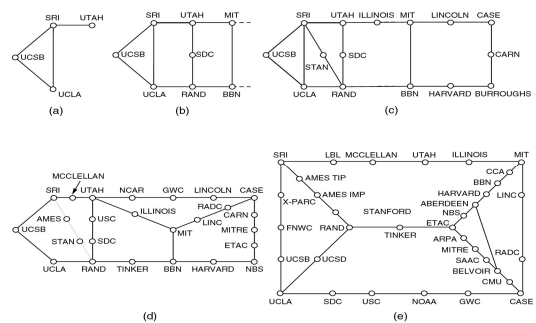
- (a) Estrutura do sistema telefônico.
- (b) Sistema de comutação distribuído proposto por Baran.

## A ARPANET (2)



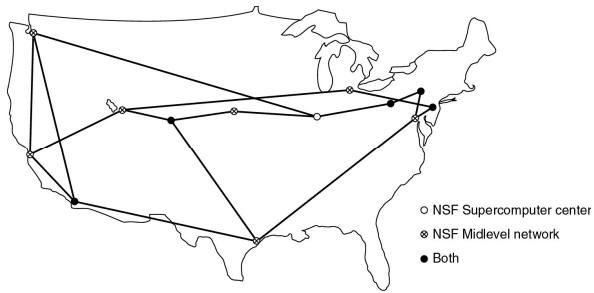
O projeto original da ARPANET.

## A ARPANET (3)



Crescimento da ARPANET (a) Dezembro 1969. (b) Julho 1970.  
(c) Março 1971. (d) Abril 1972. (e) Setembro 1972.

## NSFNET



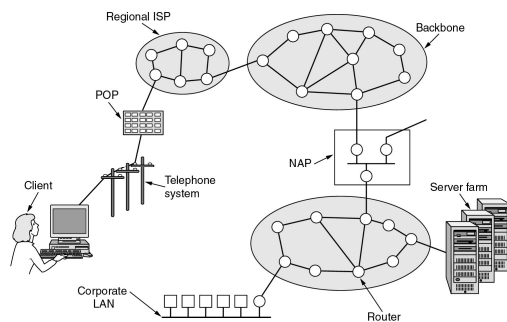
O backbone da em 1988.

## Uso da Internet

Aplicações Tradicionais (1970 – 1990)

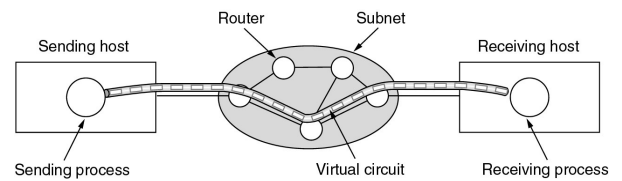
- *E-mail*
- *News*
- *Login remoto*
- *Transferência de arquivos*

## Arquitetura da Internet



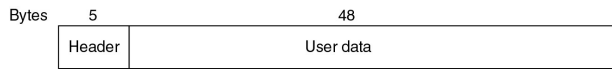
Visão geral da Internet.

## Circuitos Virtuais ATM



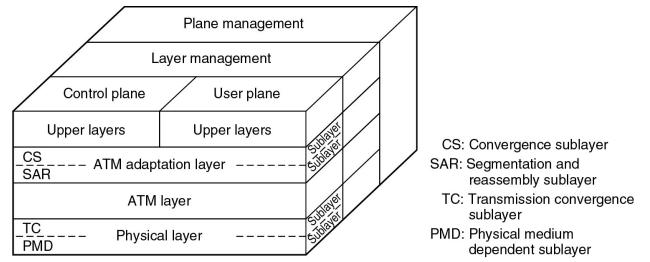
Um circuito virtual ATM.

## Circuitos Virtuais ATM (2)



Uma célula ATM.

## O Modelo de Referência ATM



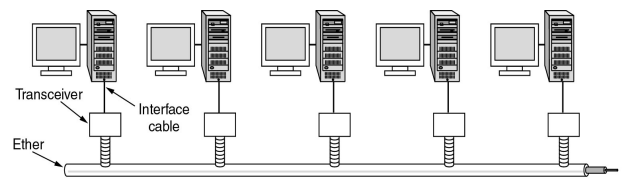
O Modelo de Referência ATM.

## O Modelo de Referência ATM (2)

OSI layer	ATM layer	ATM sublayer	Functionality
3/4	AAL	CS SAR	Providing the standard interface (convergence) Segmentation and reassembly
2/3	ATM		Flow control Cell header generation/extraction Virtual circuit/path management Cell multiplexing/demultiplexing
2		TC	Cell rate decoupling Header checksum generation and verification Cell generation Packing/unpacking cells from the enclosing envelope Frame generation
1	Physical	PMD	Bit timing Physical network access

As camadas e subcamadas ATM e suas funções.

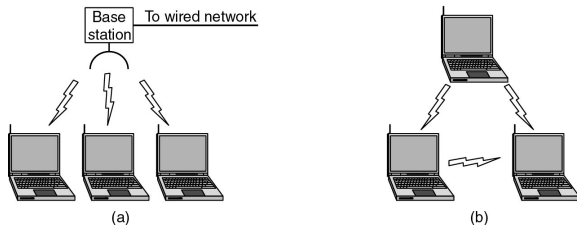
## Ethernet



Arquitetura da Ethernet original.

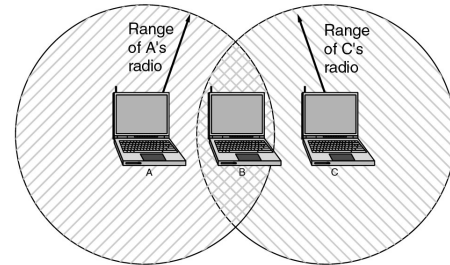


## LANs sem fio



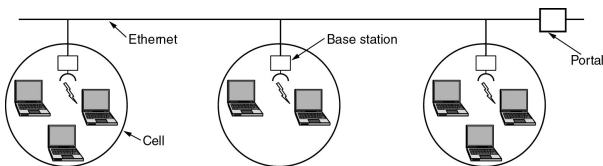
- (a) Redes sem fio com uma estação base.  
(b) Redes *ad hoc*.

## LANs sem fio (2)



O alcance de um único transmissor pode não cobrir o sistema inteiro.

## LANs sem fio (3)



Uma rede 802.11 multi-células.

## Padronização da Rede

- Quem é quem no Mundo das Telecomunicações
- Quem é quem no Mundo dos Padrões Internacionais
- Quem é quem no Mundo dos Padrões da Internet

## ITU

- Setores principais
  - Radiocomunicações
  - Padronização das Telecomunicações
  - Desenvolvimento
- Classes de Membros
  - Governos nacionais
  - Membros de setor
  - Membros associados
  - Agências regulamentárias

## Padrões IEEE 802

Number	Topic
802.1	Overview and architecture of LANs
802.2 ↓	Logical link control
802.3 *	Ethernet
802.4 ↓	Token bus (was briefly used in manufacturing plants)
802.5	Token ring (IBM's entry into the LAN world)
802.6 ↓	Dual queue dual bus (early metropolitan area network)
802.7 ↓	Technical advisory group on broadband technologies
802.8 †	Technical advisory group on fiber optic technologies
802.9 ↓	Isosynchronous LANs (for real-time applications)
802.10 ↓	Virtual LANs and security
802.11 *	Wireless LANs
802.12 ↓	Demand priority (Hewlett-Packard's AnyLAN)
802.13	Unlucky number. Nobody wanted it
802.14 ↓	Cable modems (defunct: an industry consortium got there first)
802.15 *	Personal area networks (Bluetooth)
802.16 *	Broadband wireless
802.17	Resilient packet ring

Os grupos de trabalho 802. Os mais importantes estão marcados com \*. Aqueles marcados com ↓ estão hibernando. Aquele marcado com † desistiu.

## Unidades Métricas

Exp.	Explicit	Prefix	Exp.	Explicit	Prefix
$10^{-3}$	0.001	milli	$10^3$	1,000	Kilo
$10^{-6}$	0.000001	micro	$10^6$	1,000,000	Mega
$10^{-9}$	0.000000001	nano	$10^9$	1,000,000,000	Giga
$10^{-12}$	0.000000000001	pico	$10^{12}$	1,000,000,000,000	Tera
$10^{-15}$	0.000000000000001	femto	$10^{15}$	1,000,000,000,000,000	Peta
$10^{-18}$	0.000000000000000001	atto	$10^{18}$	1,000,000,000,000,000,000	Exa
$10^{-21}$	0.000000000000000000001	zepto	$10^{21}$	1,000,000,000,000,000,000,000	Zetta
$10^{-24}$	0.000000000000000000000001	yocto	$10^{24}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000	Yotta

Os principais prefixos métricos.

## Provinha 2 - 25.02.2010

Em redes de computadores poderemos ter serviços orientados a conexão (connection oriented) e os não conectados (connectionless). Estes serviços podem ser confiáveis (como no serviço de entrega de cartas com aviso de recebimento) ou não (como na entrega padrão do correio eletrônico). Responda:

- Quais seriam as vantagens em se implementar um serviço de entrega de emails confiável?
- Se confiabilidade é uma coisa boa, porque todo serviço de comunicação não é confiável?
- No contexto da aula de hoje, confiabilidade significa segurança? Porque?
- O protocolo IP não é confiável (pacotes podem chegar com erros, na ordem invertida, ou mesmo nunca chegar). Como isso é remediado pela pilha de protocolos TCP/IP?

## Provinha 3

02.03.2010

Use apenas uma folha.  
Em conjunto de, no máximo, 4 pessoas.  
No topo da folha, escreva

A_nome	numero usp	email
B_nome	numero usp	email
C_nome	numero usp	email
D_nome	numero usp	email

Explique detalhadamente, com exemplos, as diferenças entre os termos:

- Circuitos *reais* X *virtuais*
- comutação por circuitos X comutação por pacotes;
- serviços orientado à conexão X serviços sem conexão;
- Serviço confiável X Serviço não confiável

Ainda: Faça um desenho, mostrando a comunicação entre dois processos, em que se mostre claramente os conceitos: comutação por pacotes, serviço orientado à conexão, serviço confiável.

Provinha – 16.03.2009

Projete e descreva um protocolo de nível de aplicação para ser usado entre um caixa automático e o computador central de um banco. Esse protocolo deve permitir:

- verificação do cartão e da senha de um usuário,
- consulta ao saldo de sua conta (que é mantido no computador central) e
- saque de dinheiro da conta corrente (isto é, entrega de dinheiro ao usuário).

As entidades do protocolo devem estar habilitadas a resolver o caso em que não há dinheiro suficiente na conta do usuário para cobrir o saque.

Faça uma especificação de seu protocolo relacionando as mensagens trocadas e as ações realizadas pelo caixa automático ou pelo computador central do banco na transmissão e recepção de mensagens.

Esquematize a operação de seu protocolo para o caso de um saque simples sem erros, usando um diagrama semelhante ao da figura seguinte (é a figura 1.2 do livro). Descreva, explicitamente, o que o seu protocolo espera do serviço de transporte fim-a-fim.