

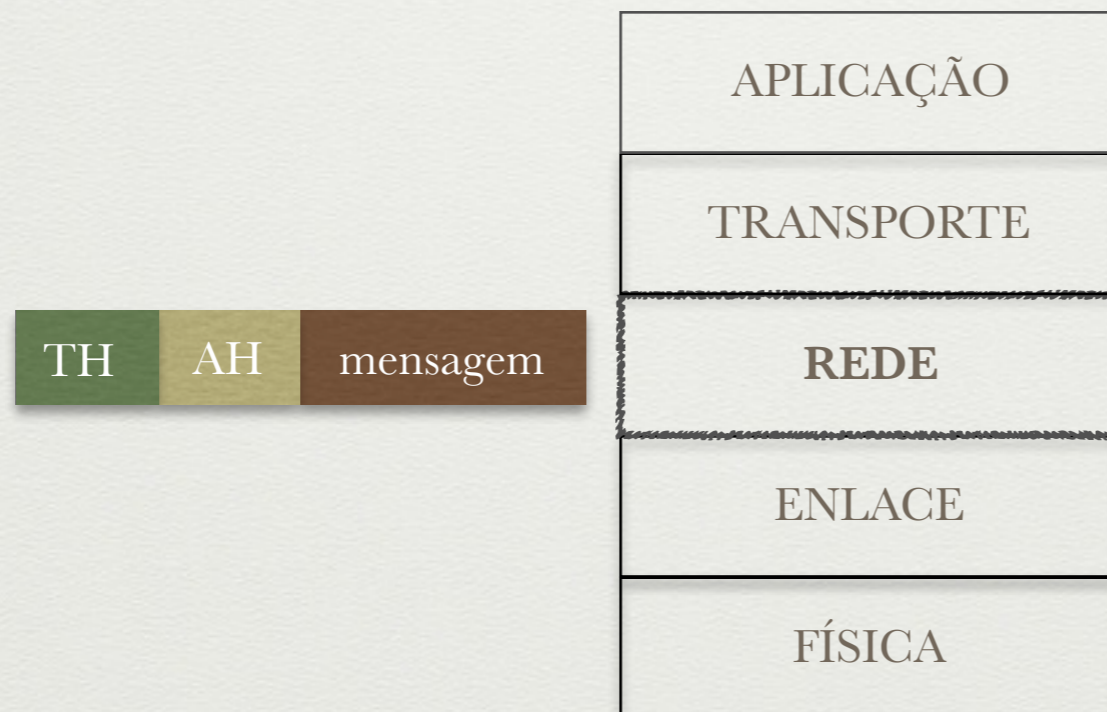
AULA 4 - REDES

Prof. Pedro Braconnot Velloso

Resumo da última aula

- Camada aplicação
 - Serviços
 - Requisitos das aplicações
- Camada transporte
 - Serviços
 - TCP
 - UDP

Arquitetura TCP/IP



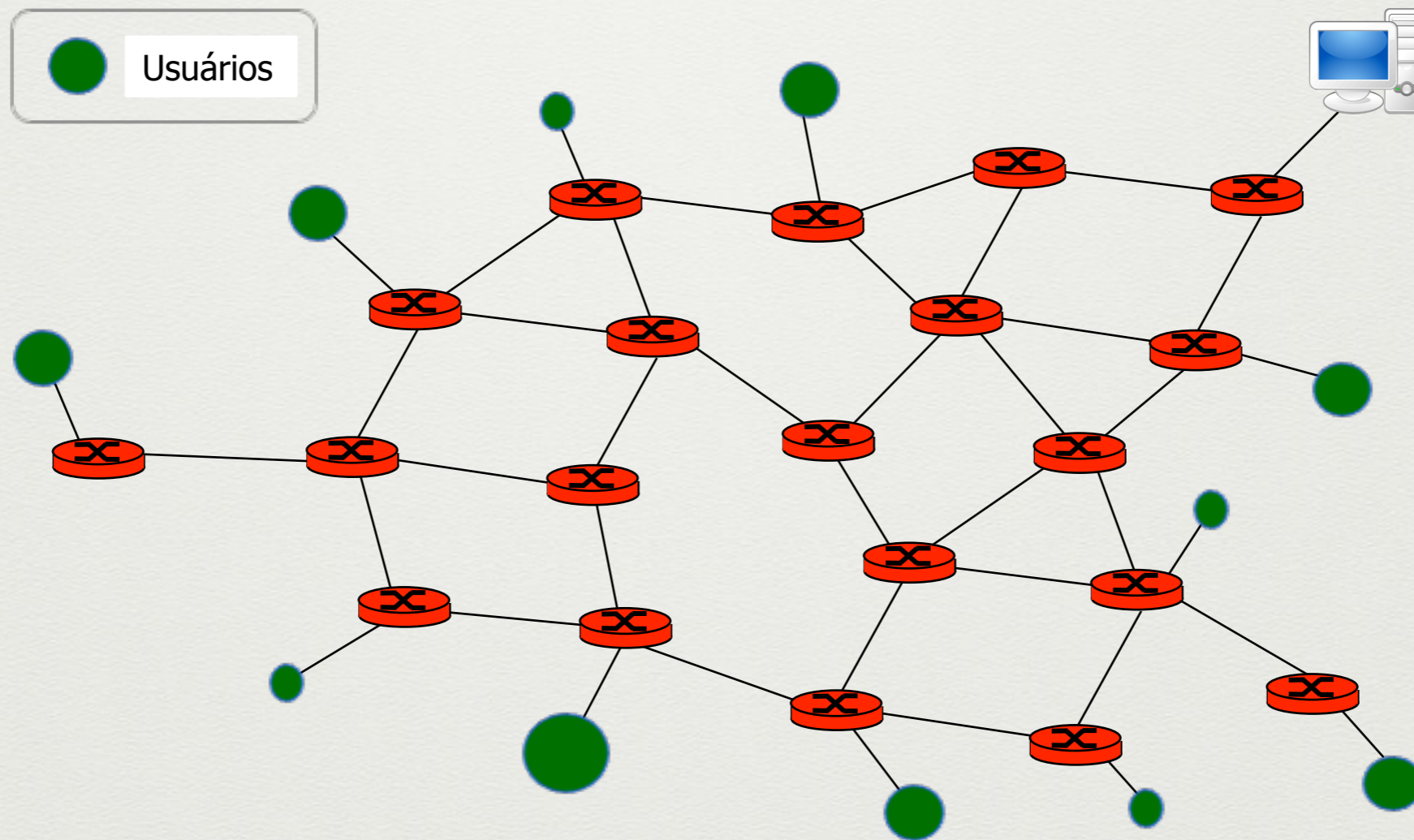
Camada de Rede

- Responsável por
 - Determinar o melhor caminho para o envio dos pacotes
 - É função dos protocolos de roteamento
 - Encaminhar os pacotes até o destino
 - Protocolo IP
 - Interconectar redes de diferentes tecnologias
 - Protocolo IP
- Executados nos sistemas finais e nos roteadores

Encaminhamento X Roteamento

- Encaminhamento
 - “Mover” pacotes de uma entrada do roteador para a saída apropriada
 - É função do protocolo IP
- Roteamento
 - Determinar a rota a ser seguida pelos pacotes da fonte até o destino
 - É função dos protocolos de roteamento

Encaminhamento



Elementos de encaminhamento

- Comutadores
 - Mais rápidos
 - Menor custo
 - Sem endereçamento hierárquico

- Roteadores
 - Mais lentos
 - Maior custo
 - Endereçamento hierárquico
 - Reduzir o número de entradas na tabela Acelerar a busca

Modelos de Serviço

- Para fluxos de pacotes
 - Entrega ordenada de pacotes
 - Largura de banda mínima garantida
 - Jitter máximo garantido
 - Serviços de segurança
- Na Internet
 - Apenas um protocolo, o IP
 - Apenas um serviço oferecido: **melhor esforço**

Melhor esforço

- Roteadores se esforçam ao máximo para entregar os pacotes
 - Da melhor maneira possível e sem distinção
- Nós simples e de baixo custo – sem estados na rede
 - Encaminhamento de pacote independente um dos outros
 - Sem reserva de recursos, recuperação de erros, garantia de acesso
 - Atraso dependente do tamanho da fila
 - Sem garantia de entrega do pacote ao destino
 - Pacote é descartado se fila cheia

Rede de comutação de pacotes

- Não-orientado à conexão
 - Redes de datagramas
- Orientado à conexão
 - Redes de circuitos virtuais

Datagramas

- Serviço não-confiável
- Sem estabelecimento prévio de conexão
- Roteadores não guardam estado sobre conexões
- Pacotes são encaminhados
 - Com base no endereço de destino
 - De acordo com o modelo de melhor esforço
- Dois pacotes entre o mesmo par origem-destino podem seguir caminhos diferentes

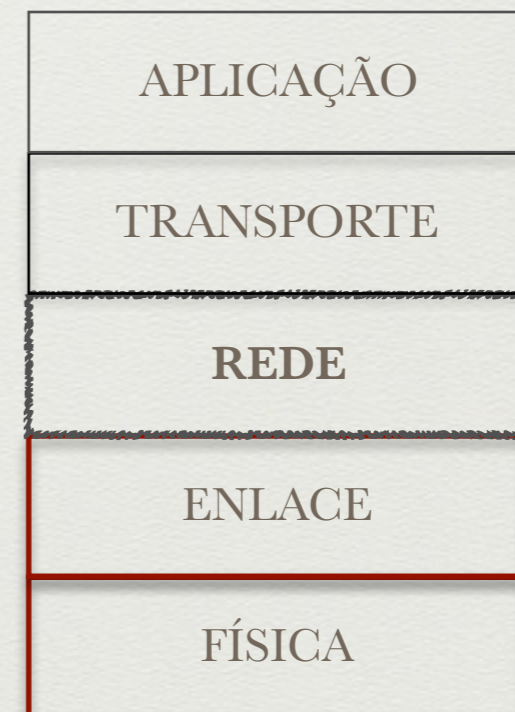
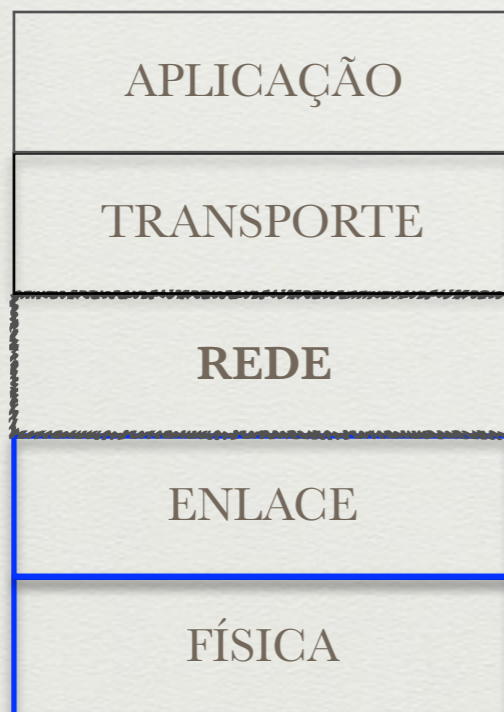
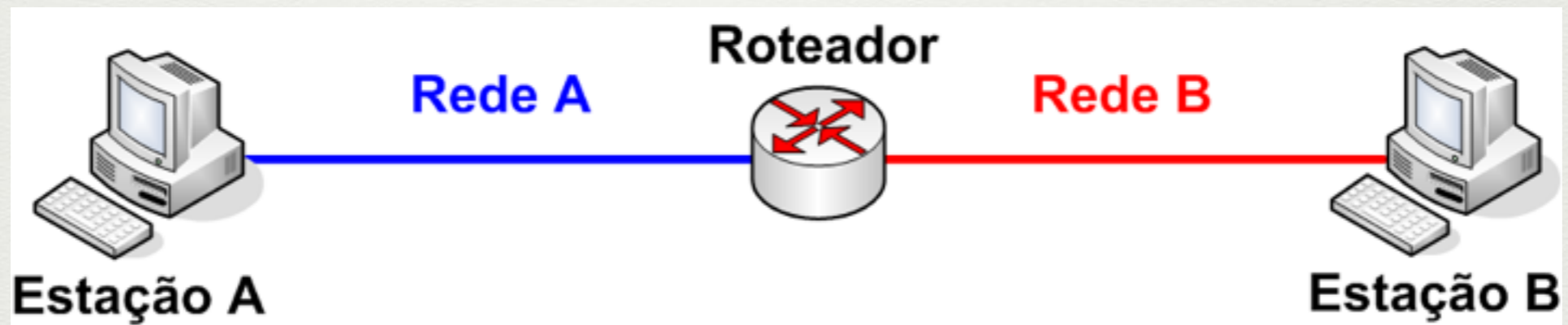
Tabelas de roteamento

- Armazenam informação sobre o próximo salto
 - Dado um destino
 - Atualização periódica da tabela
- Construção e atualização
 - Protocolos de roteamento

Protocolo IP

- Definido pela RFC 791
- É o responsável pelo
 - Encaminhamento de pacotes
 - Não pelo roteamento!
- Endereçamento e identificação de estações e roteadores
 - Semântica sobrecarregada

Interconexão de redes



Protocolo IP

- Endereço IP
 - 32 bits
 - 146.164.69.2
 - números de endereços possíveis
 - $2^{32} = 4$ bilhões

Endereçamento hierárquico

- Faixas de endereçamento
 - Classes diferentes
 - A, B, C, D, E
- Agregação de rotas
- Máscara de rede

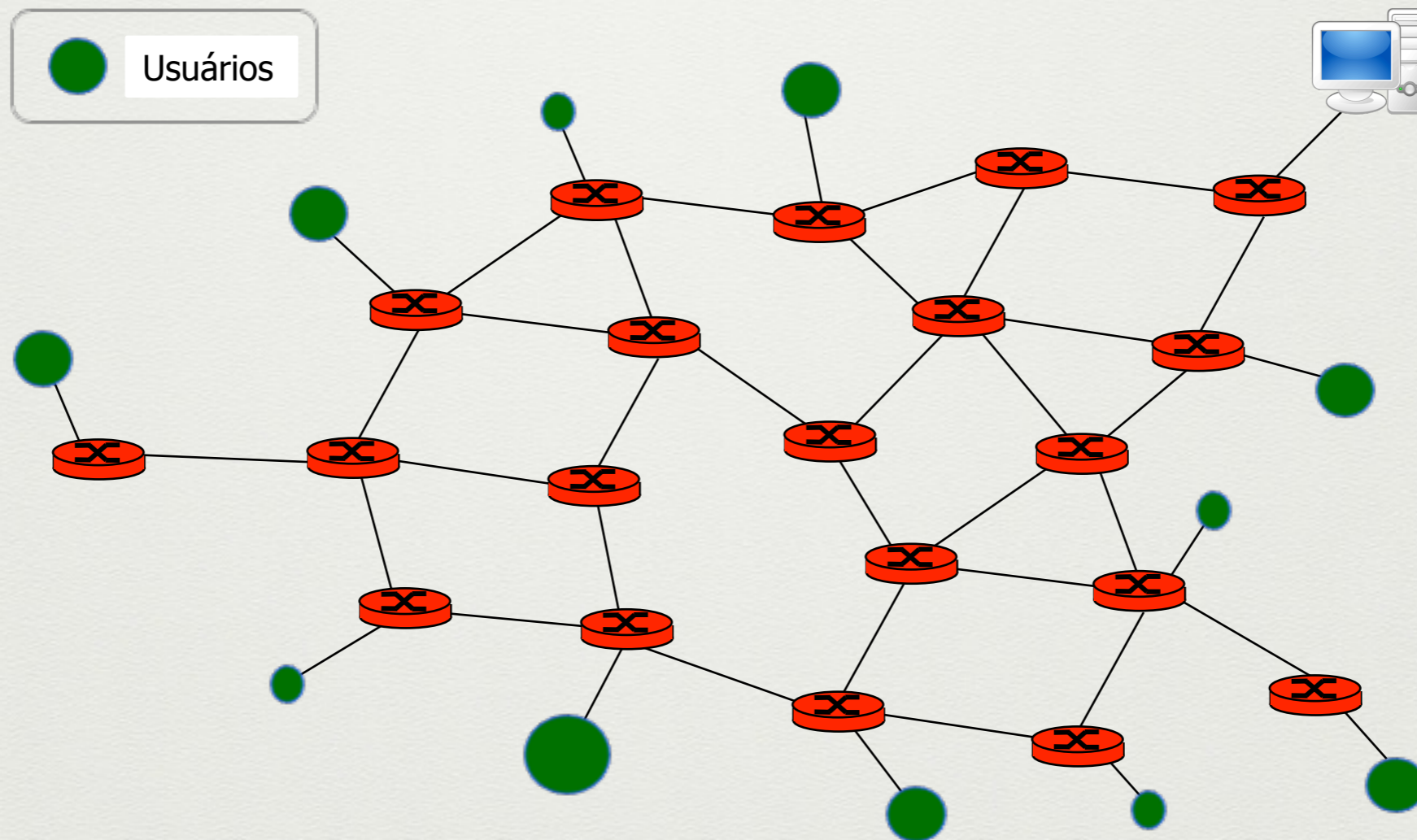
número de rede

número de estação

Classes do endereço IP

Classe	Bits mais significativos	Formato	
A	0	7 bits de redes	24 bits de estações
B	10	14 bits de redes	16 bits de estações
C	110	21 bits de redes	8 bits de estações
D	1110	28 bits de endereços de grupo multicast	
E	1111	reservados para testes	

Endereçamento hierárquico

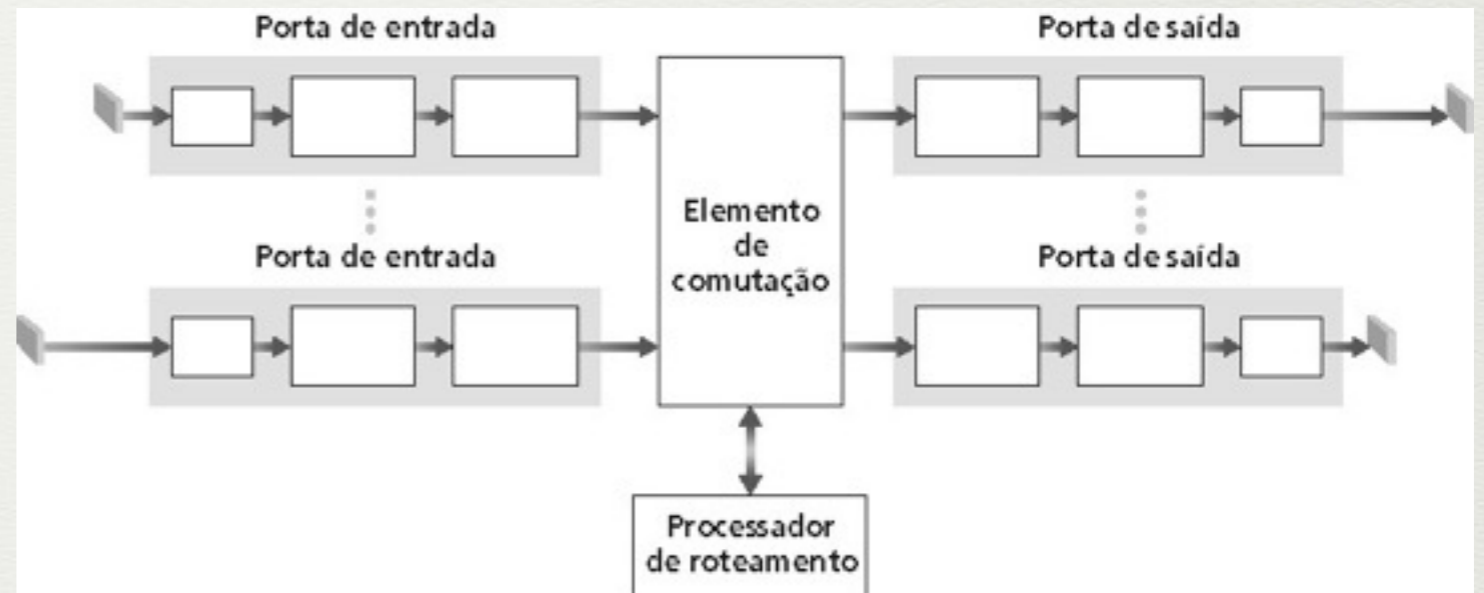


Roteamento

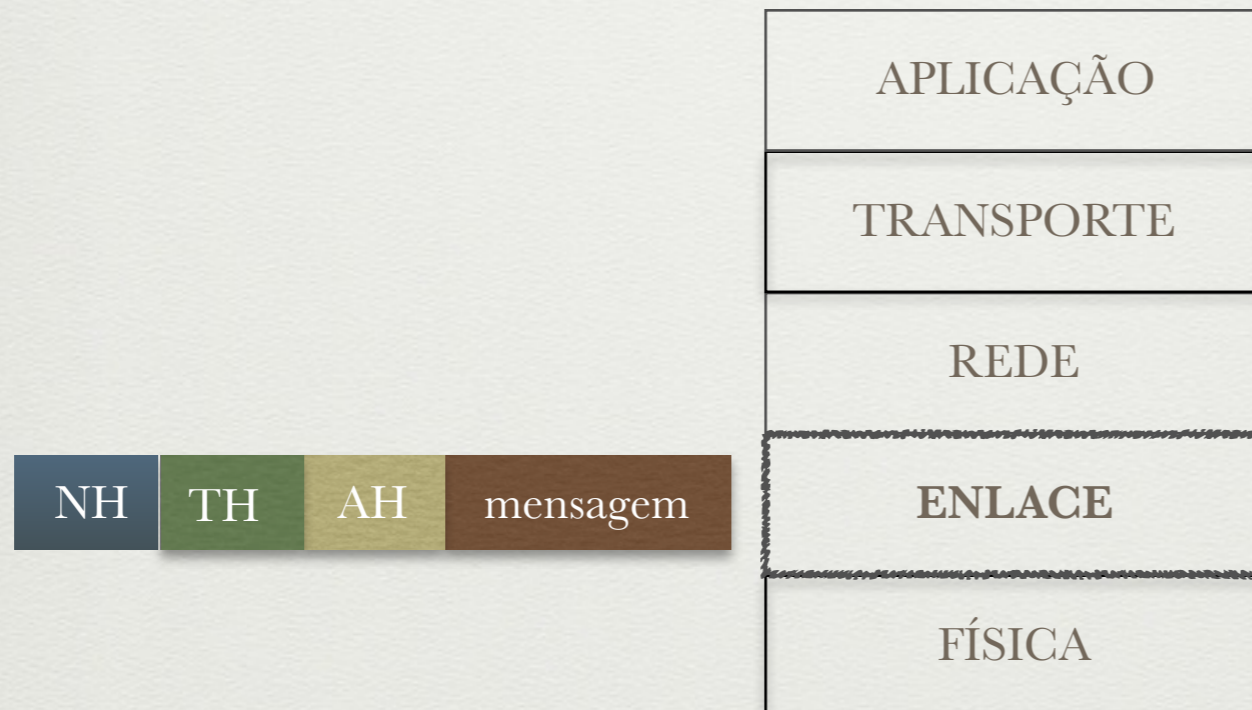
- Algoritmo de roteamento
 - Decide em qual enlace de saída um pacote deve ser transmitido
 - Constrói a tabela de roteamento
 - Contém o mapeamento entre os endereços de rede e estações e as portas de saída do roteador

Roteador

- Determinar o caminho
 - Um par origem-destino
 - Ação distribuída
- Encaminhar pacotes
- Interconectar redes distintas
- Cada pacote ao chegar a um roteador
 - Tem seu endereço de destino analisado
 - Se o endereço for igual ao de uma das interfaces do roteador
 - Pacote é processado
 - Caso contrário
 - Pacote é encaminhado a outro roteador pela interface mais indicada



Arquitetura TCP/IP

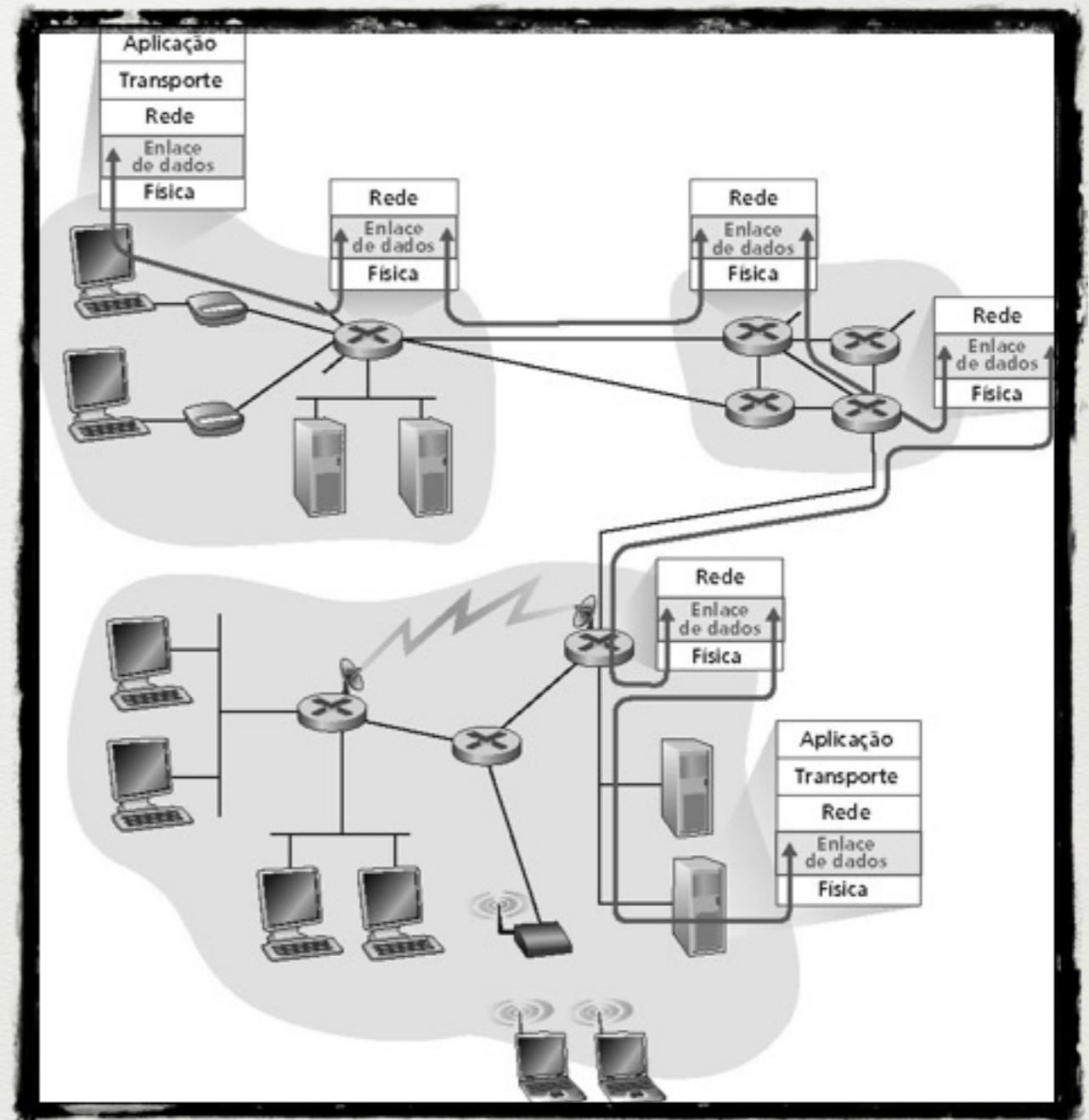


Camada de Rede

- Determinar o melhor caminho para o envio dos pacotes
- Encaminhar os pacotes até o destino
- Interconectar redes de diferentes tecnologias
- Um caminho é composto por múltiplos enlaces
- Como garantir a comunicação entre dois elementos
 - Conectados por um enlace?

Camada de Enlace

- Garante a comunicação salto-a-salto
- Cada enlace pode ter um protocolo diferente



Fonte: Kurose

Camada de Enlace

- Transmitir sobre o meio físico os datagramas provenientes da camada de rede salto-a-salto
 - Serviço básico
 - É função dos protocolos da camada de enlace
 - O formato dos quadros trocados entre os nós adjacentes
 - Ações de cada nó ao enviar e receber um quadro
- Um enlace é um canal de comunicação entre nós adjacentes
- Pacote da camada 2 é um quadro (frame)
 - Encapsula o datagrama

Camada de Enlace

- Protocolos podem prover serviços além do básico
 - Enquadramento (framing)
 - Entrega confiável
 - Controle de fluxo
 - Detecção de erros
 - Correção de erros
 - Transmissão half-duplex ou full-duplex
 - Controle de acesso ao meio

Tipos de canais de comunicação

- Canal ponto-a-ponto
 - Uma estação em cada extremidade
 - Redes de acesso domiciliares
 - Entre roteadores
- Canal difusão (broadcast)
 - Várias estações conectadas ao mesmo canal
 - É necessário um protocolo para coordenar as transmissões
 - Protocolos de controle de acesso ao meio

Serviços da camada de Enlace

- Enquadramento
 - Delimitar onde começa e onde termina um quadro
 - Encapsular um datagrama em um quadro
 - Adicionar cabeçalho e fim de quadro (trailer)
- Entrega confiável entre nós adjacentes
 - Similar aos mecanismos da camada de transporte
 - Pouco usada em canais com baixas taxas de erro
 - Fibra óptica, alguns tipos de pares trançados, etc.
 - Necessária em canais com altas taxas de erros
 - Canais sem fio

Serviços da camada de Enlace

- Controle de fluxo
 - Compatibilizar taxas de produção e consumo de quadros entre remetentes e receptores
- Detecção de erros
 - Erros são causados por atenuação do sinal e por ruído
 - Receptor detecta presença de erros
 - Receptor sinaliza ao remetente para retransmissão, ou simplesmente descarta o quadro em erro
- Correção de erros
 - Mecanismo que permite que o receptor localize e corrija o(s) erro(s) sem precisar da retransmissão

Serviços da camada de Enlace

- Half-duplex e full-duplex
 - Com half-duplex um nó não pode transmitir e receber pacotes ao mesmo tempo
- Controle de acesso ao meio
 - Implementa o controle de acesso ao canal se meio for compartilhado
 - ‘Endereços físicos (MAC)’ são usados nos cabeçalhos dos quadros para identificar origem e destino de quadros em enlaces multiponto
 - Diferentes do endereço IP

Implementação

- A camada de enlace é implementada por cada um dos nós da rede
 - Cada um pode implementar uma tecnologia
- É implementada no “adaptador” (NIC – Network Interface Card)
 - Exs: placa Ethernet, cartão PCMCIA, cartão 802.11
 - Também implementa a camada física
 - Está conectado ao barramento de sistema do nó
 - Ou integrada na placa mãe
 - É uma combinação de hardware, software e firmware

Endereçamento

- Endereço IP de 32 bits
 - Endereços da camada de rede
 - Usado para levar o datagrama à sub-rede IP destino
- Endereço MAC (ou LAN, ou físico, ou Ethernet)
 - Levar o datagrama de uma interface até outra interface conectada fisicamente (mesma rede)
 - 48 bits (para a maioria das redes)
 - Representados por 12 dígitos hexadecimais agrupados 2 a 2
 - Ex.: 1A:2F:BB:76:09:AD
 - Gravado na ROM do adaptador, ou configurado por software

Endereços MAC

- Alocação de endereços MAC gerenciada pelo IEEE
 - Um fabricante compra uma parte do espaço de endereços
 - Garantir a unicidade
- Analogia
 - Endereço MAC
 - Como número do CPF
 - Endereço IP
 - Como endereço postal (CEP)
- Estrutura plana de endereçamento
 - não hierárquico

Camada Física

- Transmissão do sinal no meio físico
- Diferentes tipos de meios
 - Cabeado
 - coaxial
 - Cobre
 - Fibra ótica
 - Sem fio
 - Rádio
 - Laser

Fita magnética

- 200 GB
- Caixa 60x60x60
 - 1000 fitas
 - Entrega em 24hs
 - 19Gbps
 - 400Gbps (1h)
- Custo
 - 3 cents por gigabits
 - Incluindo taxa de entrega
- Nenhuma rede pode bater
- Operações bancárias (atraso)

Par trançado

- Trançado
 - Dois fios paralelos —> antena
 - Reduz interferência
- Alguns quilômetros
 - Sem repetidor
- Alguns Mbps
- Baixo custo
- CAT 3 (phone)
- CAT 5, 6 and 7
 - Mais trançado por centímetro

Coaxial

- Melhor blindagem contra interferências
- Distâncias maiores
- Velocidades maiores
- Banda depende da qualidade
 - 1 Ghz
- Sistema telefônico de longas distâncias
 - Substituído por fibra
 - Televisão a cabo e redes metropolitanas

Fibra ótica

- 50 Tbps – 100km
- Limitação
- Conversão de sinais elétricos para ótico
- Single-mode e Multimode
- Pulso de luz \longrightarrow bit 1
- Ausência de luz \longrightarrow bit 0

Créditos

- Algumas das transparências foram inspiradas nas aulas
- Prof. Igor de Monteiro Moraes (IC/UFF)
 - Inclusive as figuras que estão sem o crédito
- Figura do primeiro slide
- Fonte: <http://www.ikanda.be/sensors/what-is-iot>