

# Fundamentos de Redes de Computadores

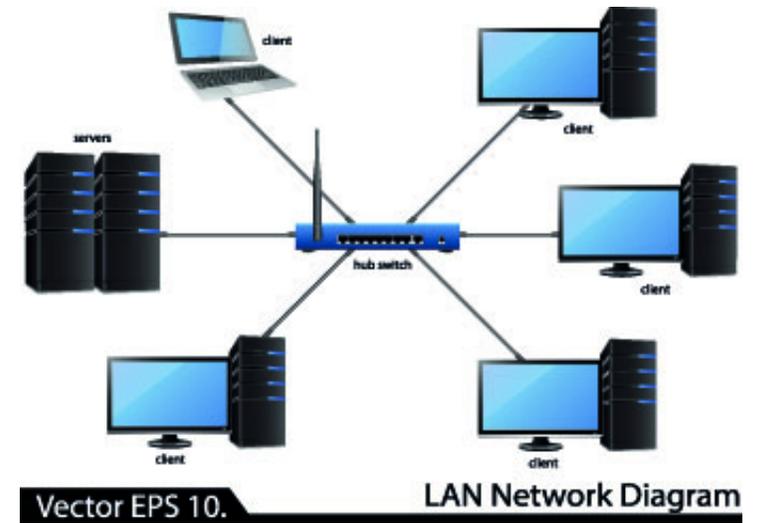


# O que são ?

- No contexto da informática, uma rede consiste em diversos processadores que estão interligados e compartilham recursos entre si.
- Antes, essas redes existiam principalmente dentro de escritórios (rede local), mas com o passar do tempo a necessidade de trocar informações entre esses módulos de processamento aumentou, dando vez a diversos outros tipos de rede.

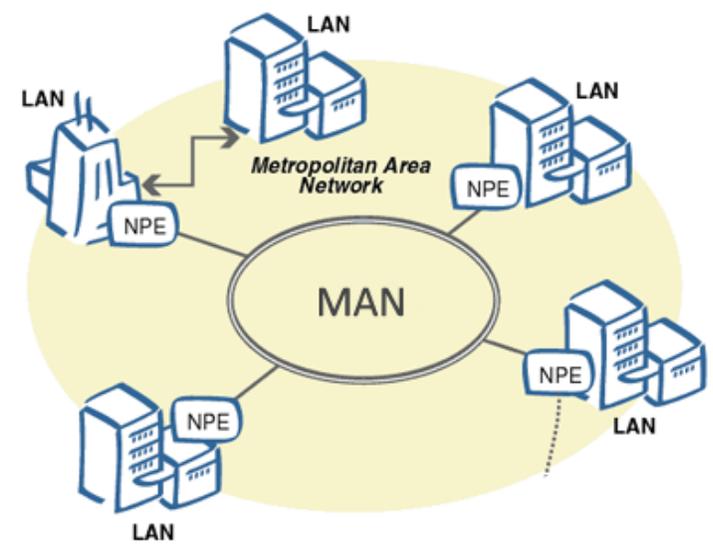
# Tipo de Redes

## LAN – Local Area Networks ou Redes Locais



- Interligam computadores presentes dentro de um mesmo espaço físico.
- Isso pode acontecer dentro de uma empresa, de uma escola ou dentro da sua própria casa, sendo possível a troca de informações e recursos entre os dispositivos participantes.

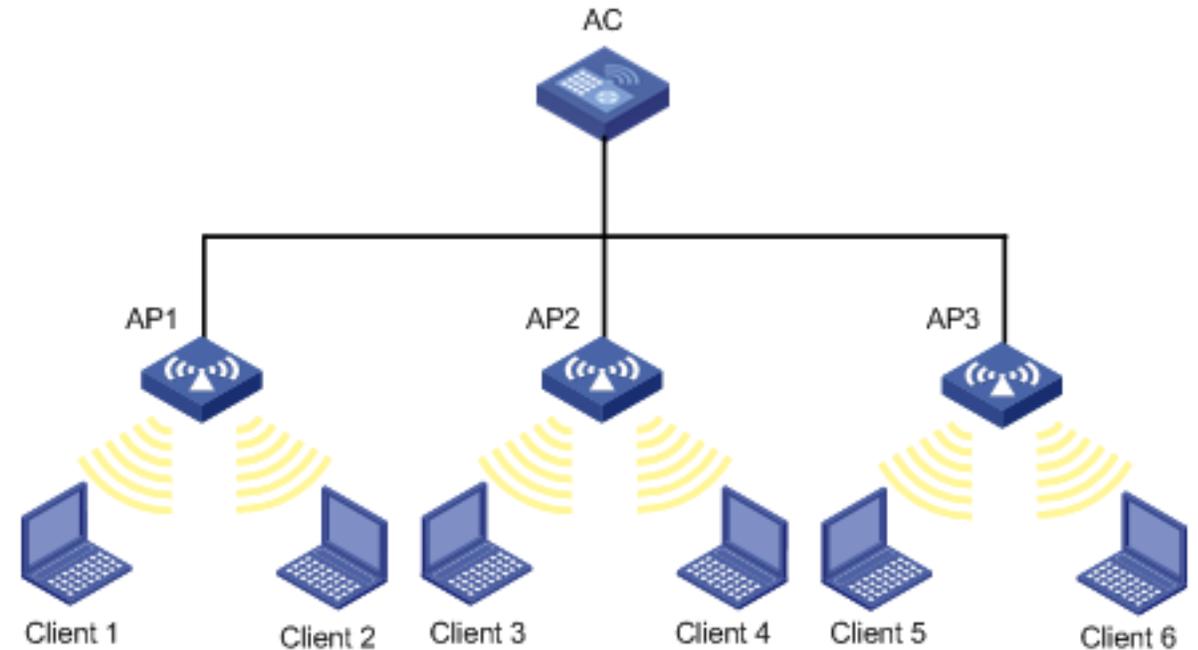
# Tipo de Redes



MAN – Metropolitan Area Network ou Rede Metropolitana

- Imaginemos, por exemplo, que uma empresa possui dois escritórios em uma mesma cidade e deseja que os computadores permaneçam interligados. Para isso existe a Rede Metropolitana, que conecta diversas Redes Locais dentro de algumas dezenas de quilômetros.

# Tipo de Redes



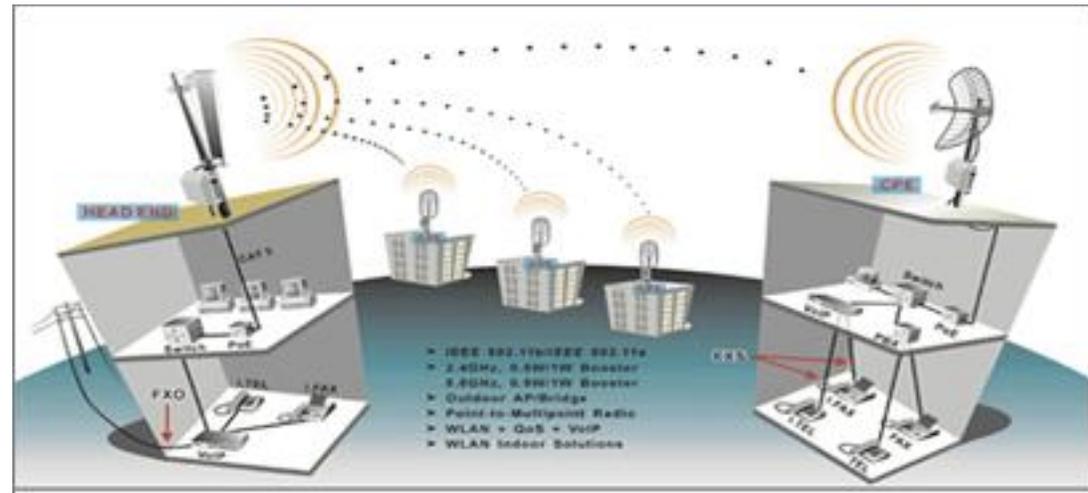
## WLAN – Rede Local Sem Fio

- Para quem quer acabar com os cabos, a WLAN pode ser uma opção. Esse tipo de rede conecta-se à internet e é bastante usado tanto em ambientes residenciais quanto em empresas e em lugares públicos.

# Tipo de Redes

## WMAN – Rede Metropolitana Sem Fio

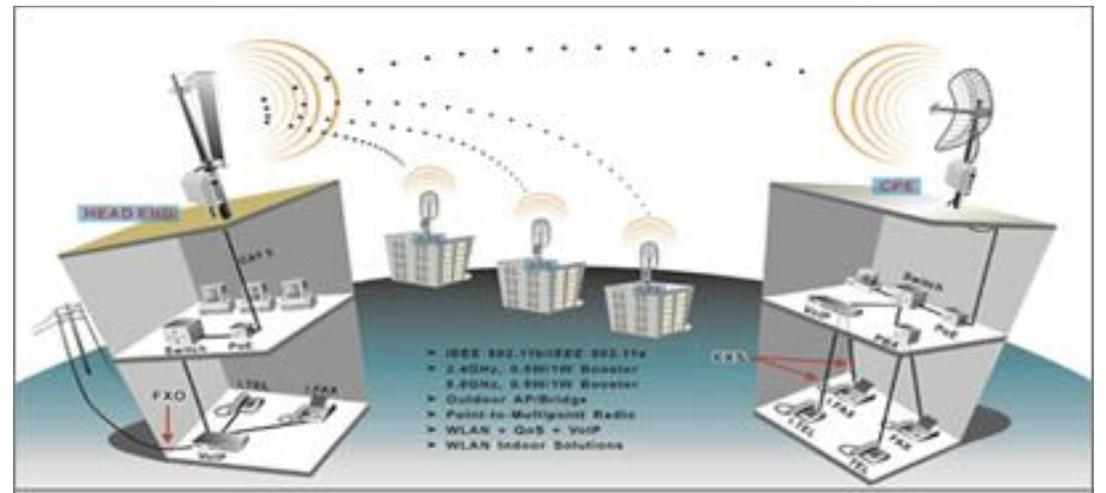
- Esta é a versão sem fio da MAN, com um alcance de dezenas de quilômetros, sendo possível conectar redes de escritórios de uma mesma empresa ou de campus de universidades.



# Tipo de Redes

## WMAN – Rede de Longa Distância Sem Fio

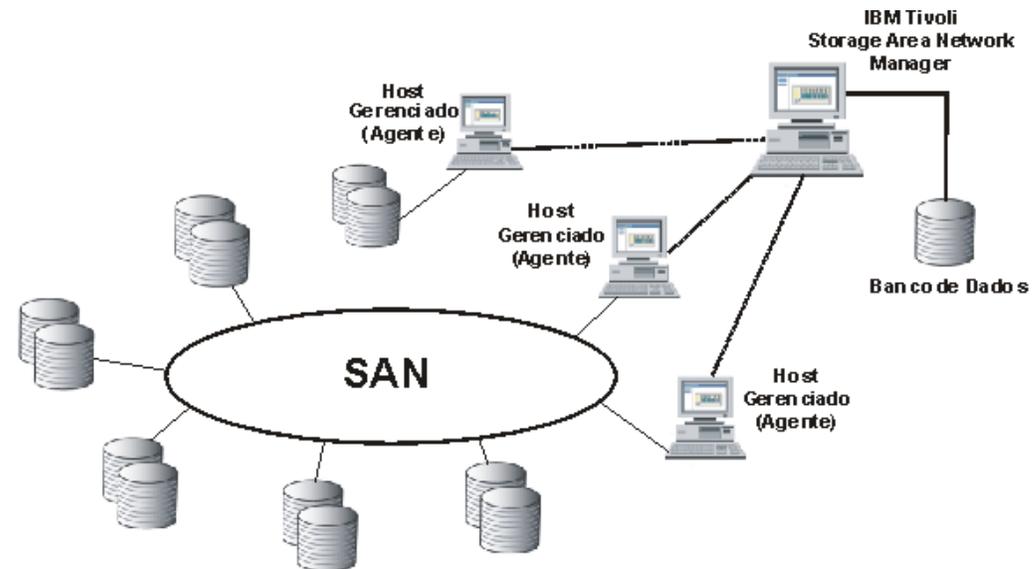
- Com um alcance ainda maior, a WWAN, alcança diversas partes do mundo. Justamente por isso, a WWAN está mais sujeita a ruídos.



# Tipo de Redes

## SAN – Rede de Área de Armazenamento

- As Redes de Área de Armazenamento, são utilizadas para fazer a comunicação de um servidor e outros computadores, ficando restritas a isso



# Tipo de Redes



PAN – Personal Area Network ou Rede de Área Pessoal

- As redes do tipo PAN, são usadas para que dispositivos se comuniquem dentro de uma distância bastante limitada.
- Um exemplo disso são as redes Bluetooth e UWB(*Ultra Wide Band*).

# Tipo de Redes

OBS: UWB(*Ultra Wide Band*).

Esta é uma tecnologia de transmissão de dados sem fio que pode eventualmente vir a tornar-se o padrão dominante da indústria.

Ao invés de operarem numa frequência fixa, os transmissores UWB utilizam um número quase infinito de frequências entre 0 e 60 GHz, sem permanecer em uma única frequência por mais do que algumas frações de segundo.

Existem várias aplicações possíveis: câmeras digitais, PDAs, notebooks, etc. Poderiam sincronizar seus dados com os do desktop automaticamente, simplesmente por serem colocados próximo dele. O maior obstáculo é naturalmente o custo.

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

O modelo OSI não define propriamente uma arquitetura de rede, pois ele não especifica com exatidão os serviços e protocolos de cada camada. Ele apenas define funções, ou seja, “o que cada camada deve fazer”.

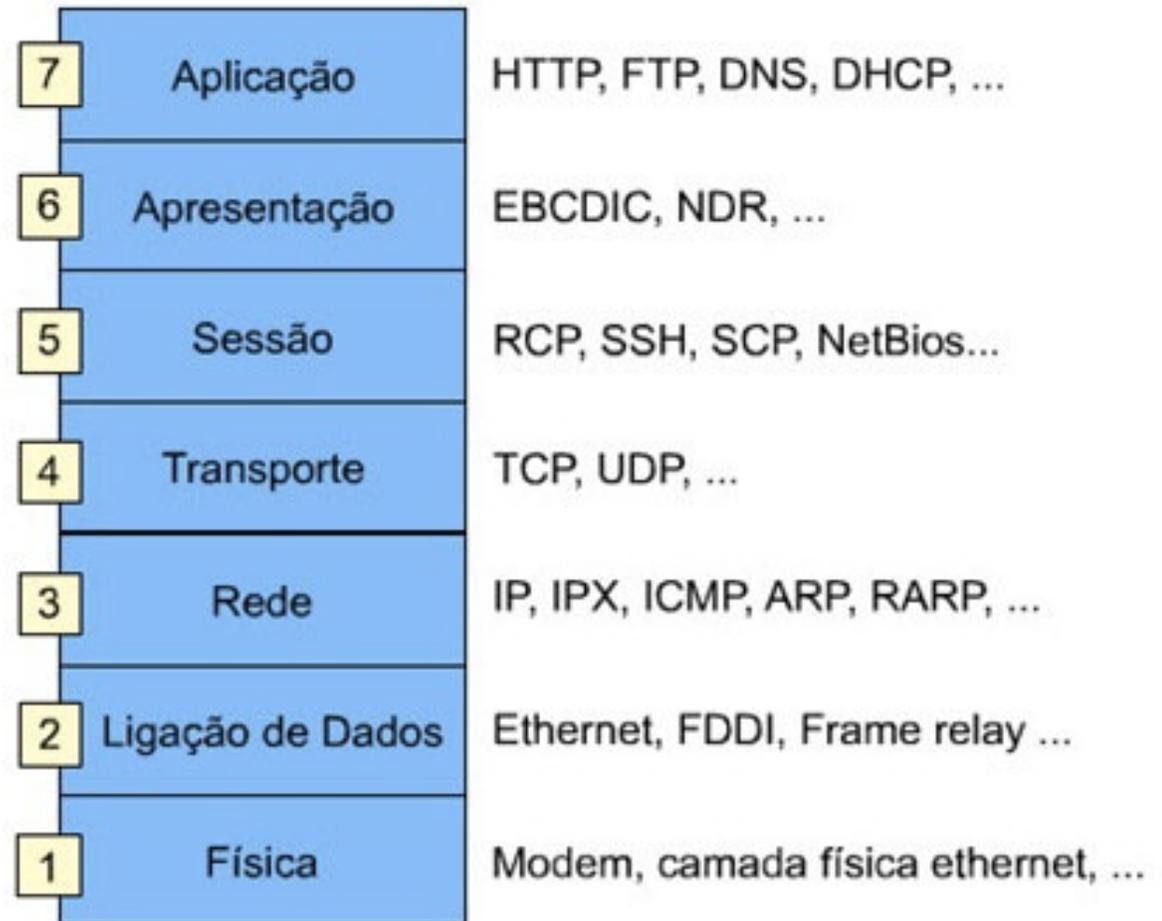
# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

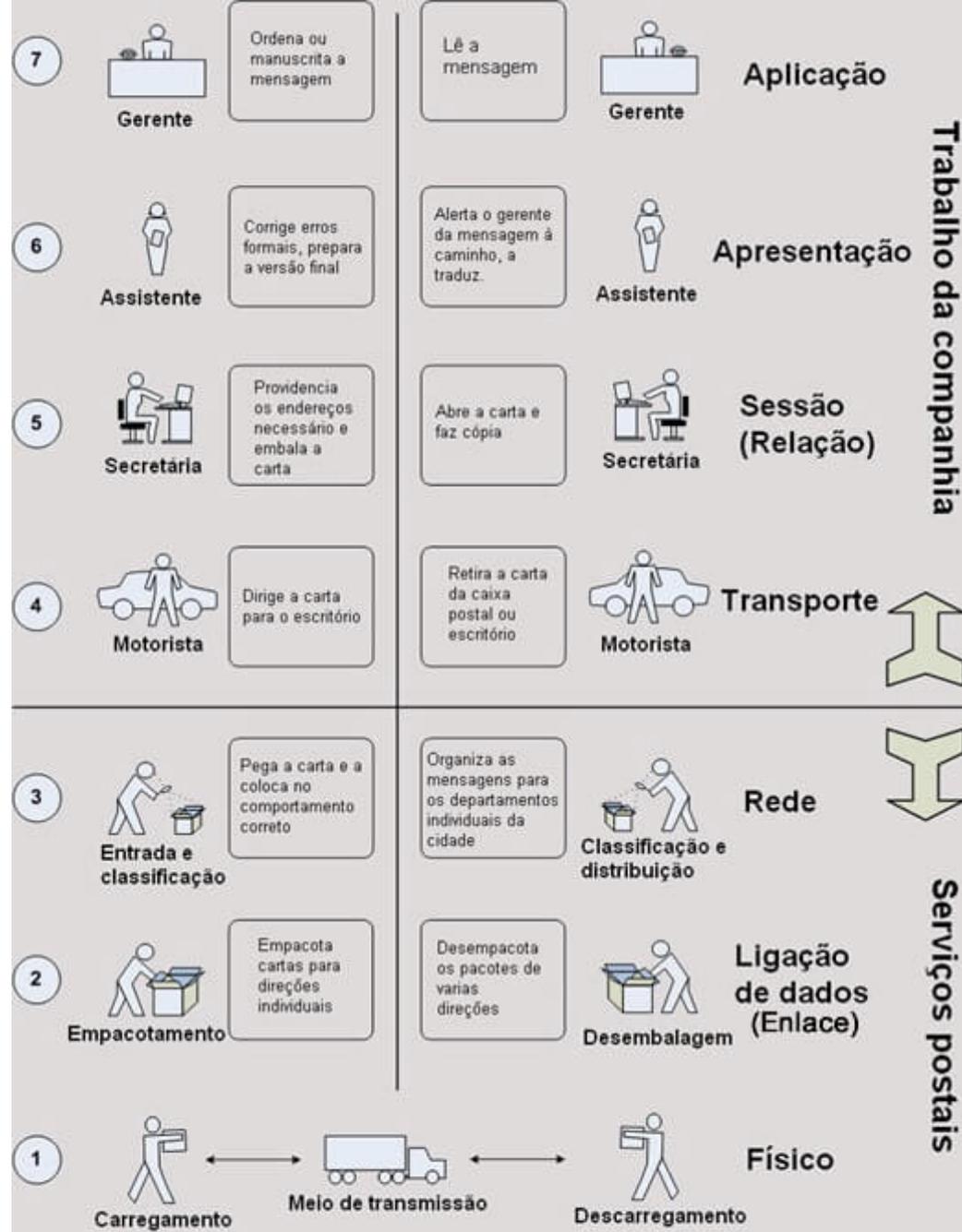
*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto



# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto





**OSI e o paralelo com a comunicação por carta**

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

1

Física

- Define as características do meio físico de transmissão da rede, conectores, interfaces, codificação ou modulação de sinais.

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

2

## Ligação de dados

- Controla o acesso ao meio físico de transmissão, trata de controles de erros da camada física

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

3

Rede

- Rede (Network) Encaminhamento (routing) de pacotes e fragmentação
- Esquema de endereçamento lógico

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

4

Transporte

- Controle de fluxo de informação, segmentação e controle de erros

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

5

Sessão

- Controla (estabelece, faz a gestão e termina), as sessões entre aplicações.

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

6

## Apresentação

- Encriptação e compressão de dados.
- Assegura a compatibilidade entre camadas de aplicação de sistemas diferentes

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

7

## Aplicação

- Fornece serviços às aplicações do utilizador.

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

Por exemplo:

Funcionamento de acesso a uma página Web, através de um browser, e como tudo encaixa no modelo OSI.

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

- Na **camada de aplicação**, o browser (aplicação) serve de interface para apresentação da informação ao utilizador.
- Para este pedido (cliente-> servidor), foi usado o protocolo HTTP

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

- O formato dos dados é tratado na **camada de apresentação**. Os formatos tradicionais da Web incluem HTML, XML, PHP, GIF, JPG, etc.
- Adicionalmente são usados alguns mecanismos de encriptação e compressão para a apresentação da informação.

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

- Na **camada de sessão** é estabelecida a sessão entre o computador cliente (onde estamos a fazer pedido via browser) e o servidor web (que aloja a página requisitada).

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

- O protocolo TCP fornece garantia na entrega de todos os pacotes entre um PC emissor e um PC receptor (neste caso, a entrega de toda a informação da página web do servidor para o cliente). Isso é uma funcionalidade da **camada de transporte**.

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

- Tanto o PC cliente como servidor possuem um endereço lógico (endereço IP neste caso). Isso é uma funcionalidade da **camada de rede**. Adicionalmente os routers determinam qual o melhor caminho para que os pacotes possam fluir (encaminhamento) entre cliente e servidor web.

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

- O endereço IP (endereço lógico) é então “traduzido” para o endereço físico (endereço MAC – *Medium Access Control*) da placa de rede. Isto é funcionalidade da **camada da dados**

# MODELO DE REFERÊNCIA OSI

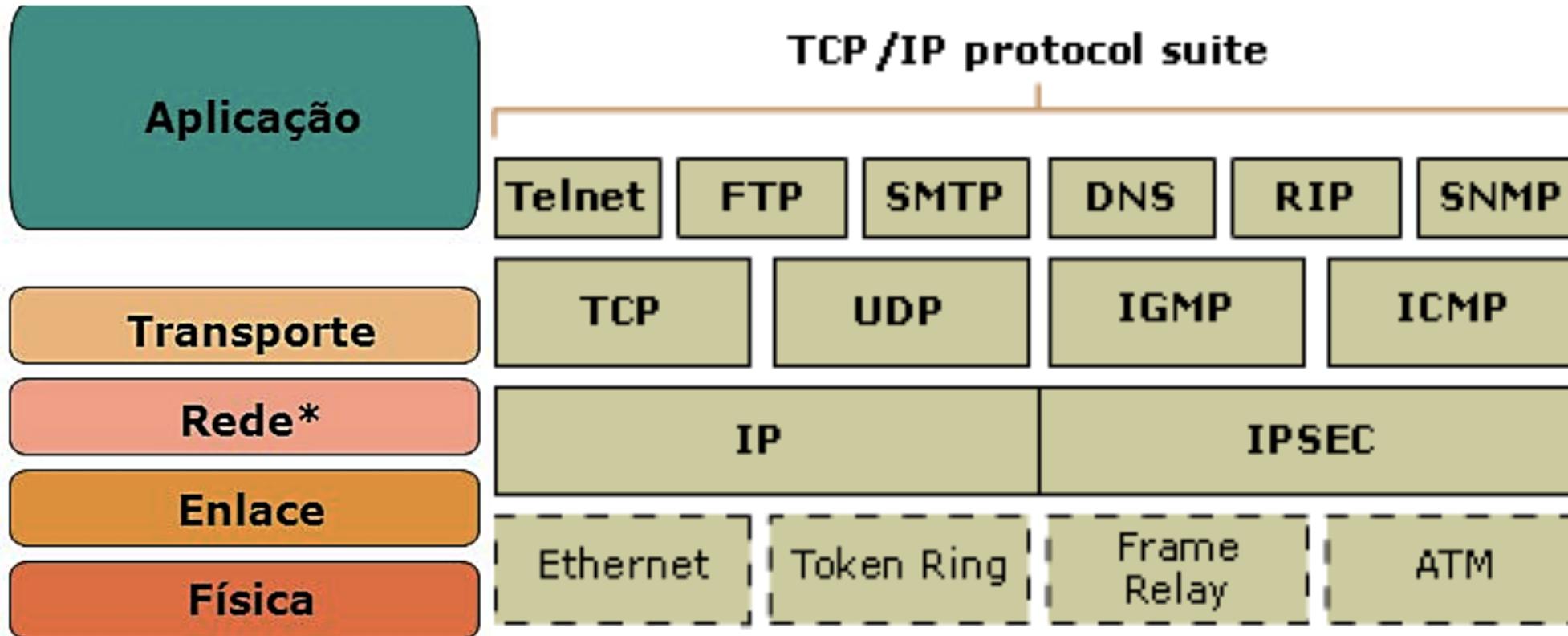
*Open System Interconnection* - Sistema de Interconexão aberto

- Cabos de cobre, fibra óptica, placas de rede, hubs e outros dispositivos, ajudam na ligação física entre o cliente e o servidor que acontece na **camada física**.

# ARQUITETURA TCP/IP

- O TCP/IP baseia-se em um modelo de referência de quatro camadas.
- Todos os protocolos que pertencem ao conjunto de protocolos TCP/IP estão localizados nas três camadas superiores desse modelo.

# ARQUITECTURA TCP/IP



# ARQUITECTURA TCP/IP



**Aplicação**

Define os protocolos de aplicativos TCP/IP e como os programas host estabelecem uma interface com os serviços de camada de transporte para usar a rede.

- Protocolos:  
HTTP, Telnet, FTP, TFTP, SNMP, DNS, SMTP, X Windows, outros protocolos de aplicativo

# ARQUITECTURA TCP/IP

## Transporte

Fornece gerenciamento de sessão de comunicação entre computadores host. Define o nível de serviço e o status da conexão usada durante o transporte de dados.

- Protocolos:  
TCP, UDP, RTP

# ARQUITECTURA TCP/IP

**Rede\***

## **Inter-Rede**

Empacota dados em datagramas IP, que contêm informações de endereço de origem e de destino usadas para encaminhar datagramas entre hosts e redes. Executa o roteamento de datagramas IP

- Protocolos:  
IP, ICMP, ARP, RARP

# ARQUITETURA TCP/IP

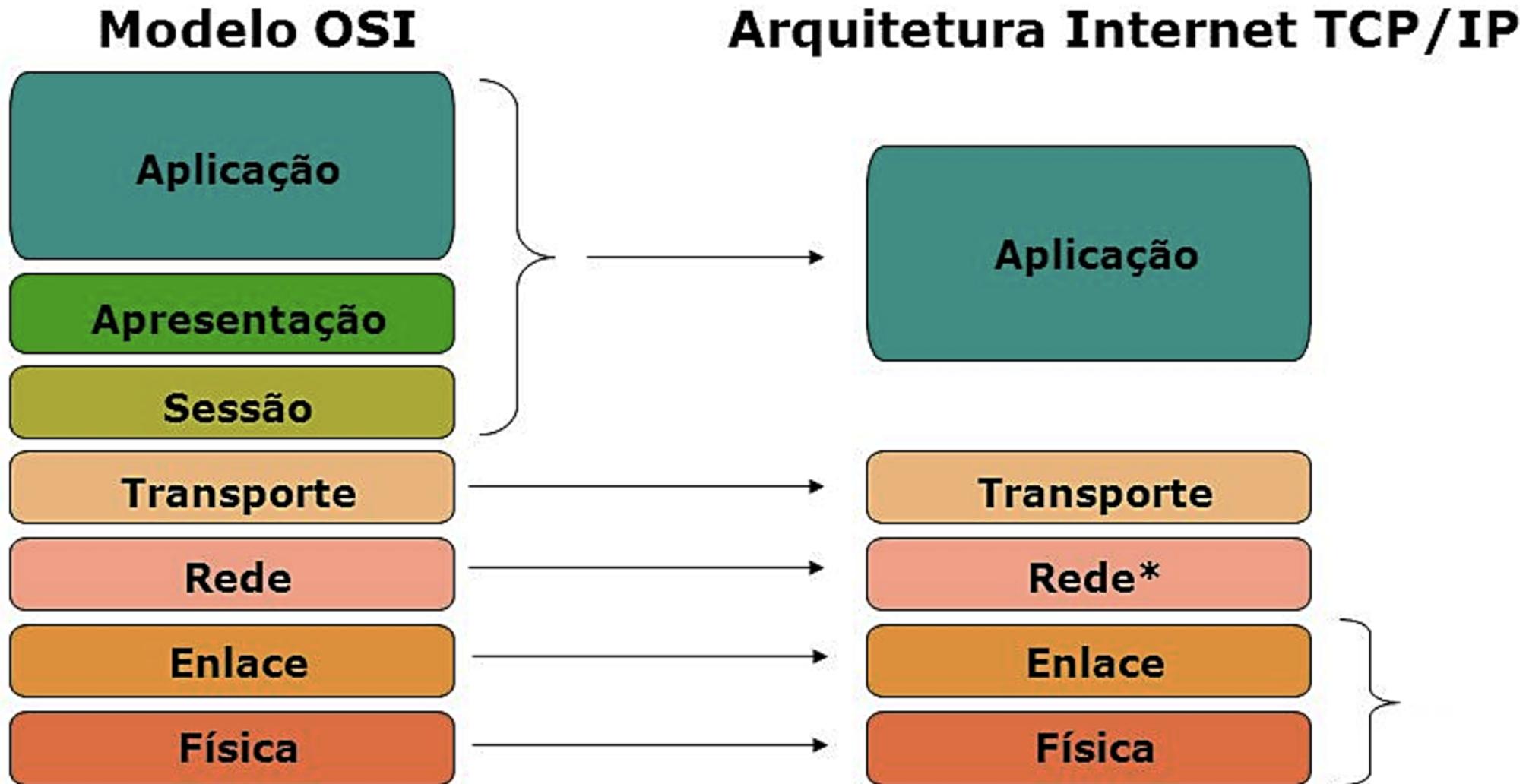
## Enlace

## Intra-Rede

Especifica os detalhes de como os dados são enviados fisicamente pela rede, inclusive como os bits são assinalados eletricamente por dispositivos de hardware que estabelecem interface com um meio da rede, como cabo coaxial, fibra óptica ou fio de cobre de par trançado.

- Protocolos:  
Ethernet, Token Ring, FDDI, X.25, Retransmissão de Quadros, RS-232, v.35

# MODELO OSI X ARQUITETURA TCP/IP



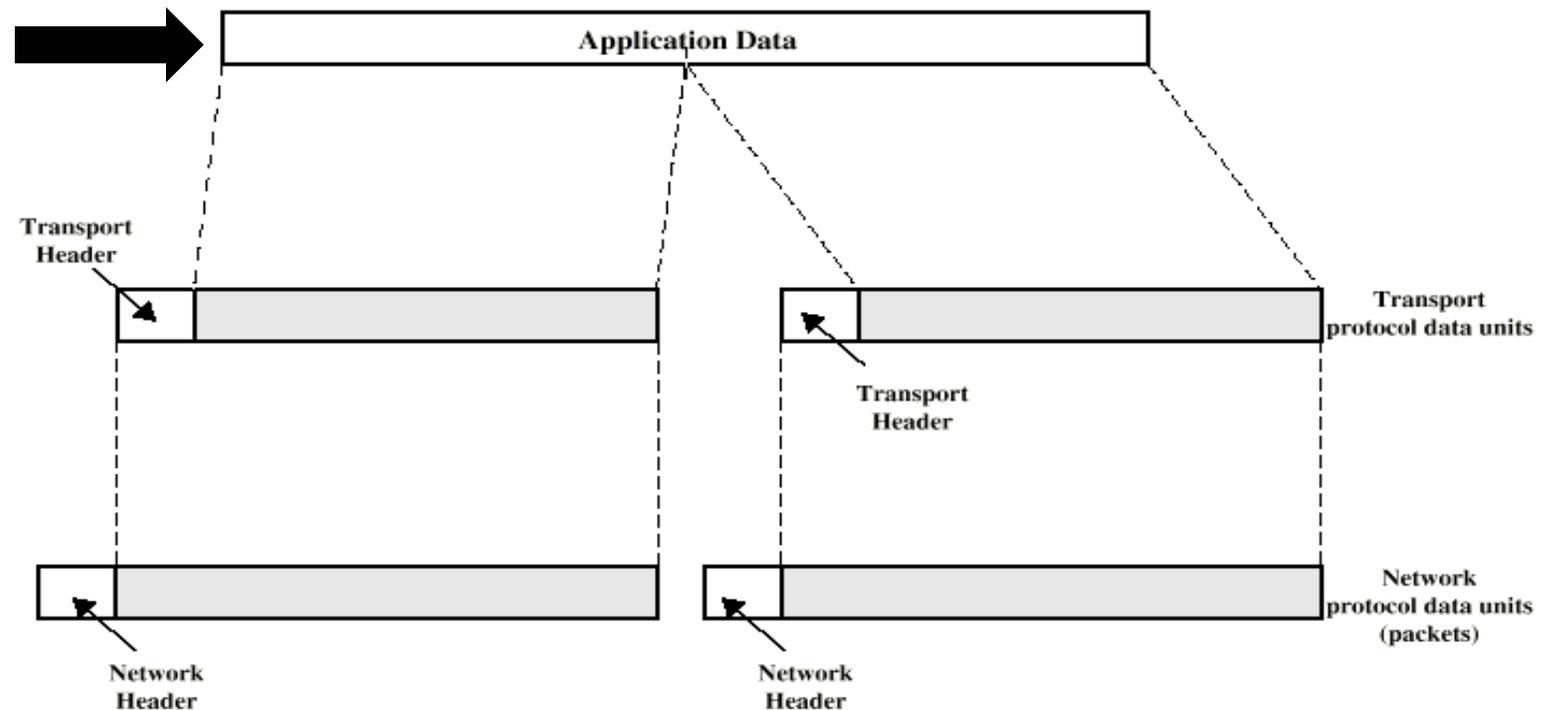
# Encapsulamento

- Adição de informações de controle aos dados
  - informações de endereçamento
  - informações para detecção de erro
  - informações de controle do protocolo
- Cada protocolo adiciona seus dados de controle, formando um novo *header*

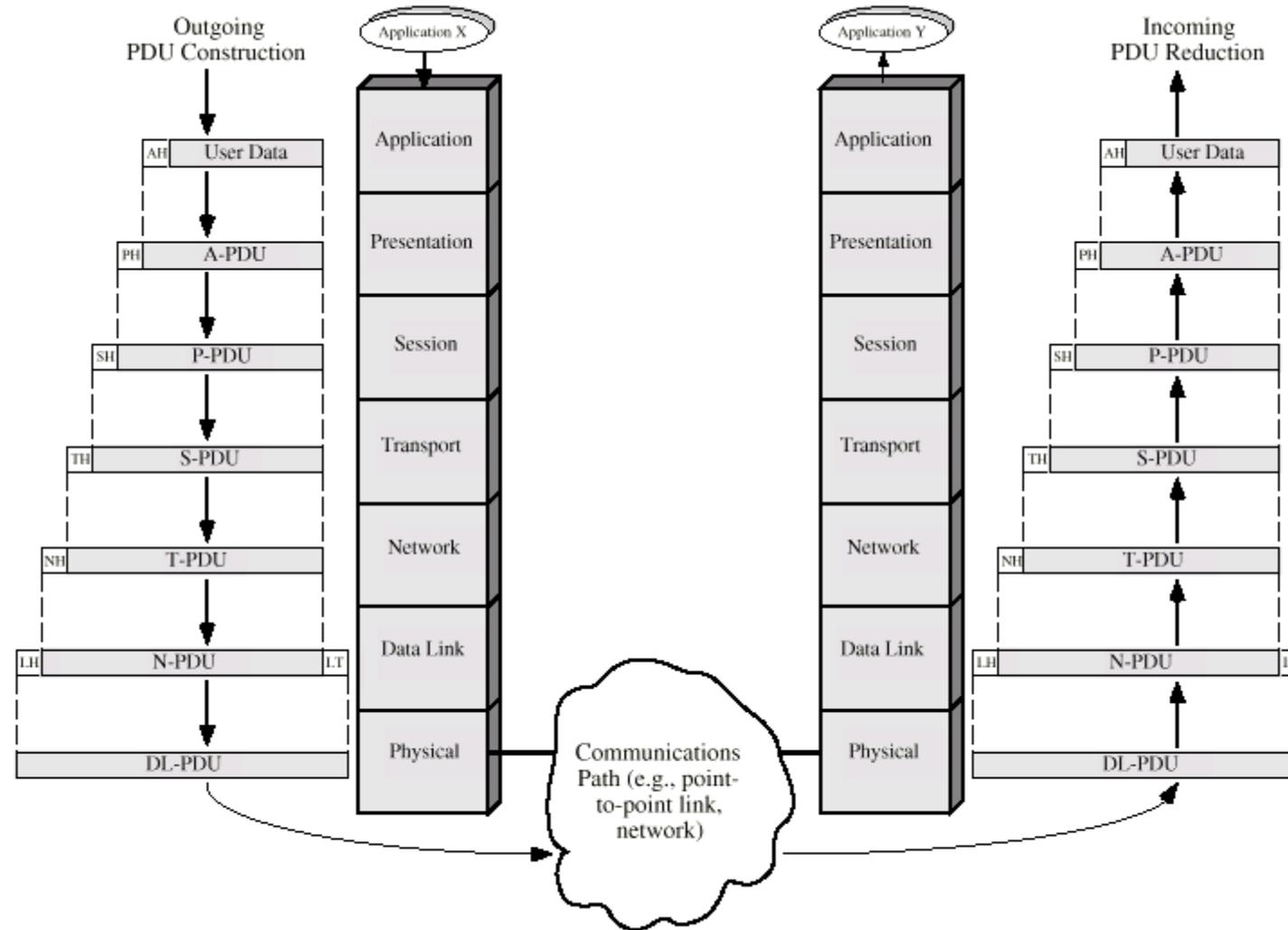
# Encapsulamento

- Cada nível recebe os dados de níveis superiores, encapsulando as informações recebidas em um novo *frame*

PDU – Protocol Data Unit  
Unidade de Informação

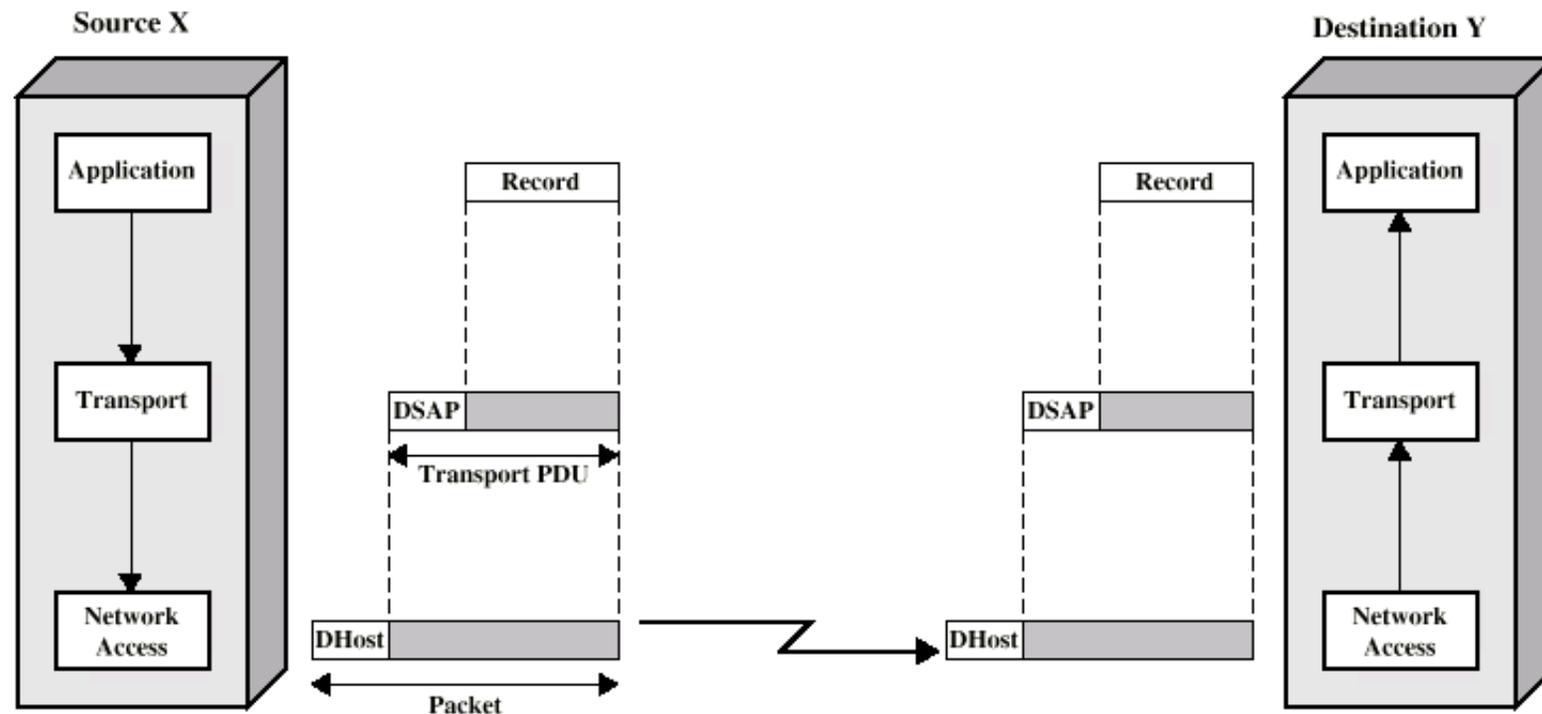


# O Ambiente OSI

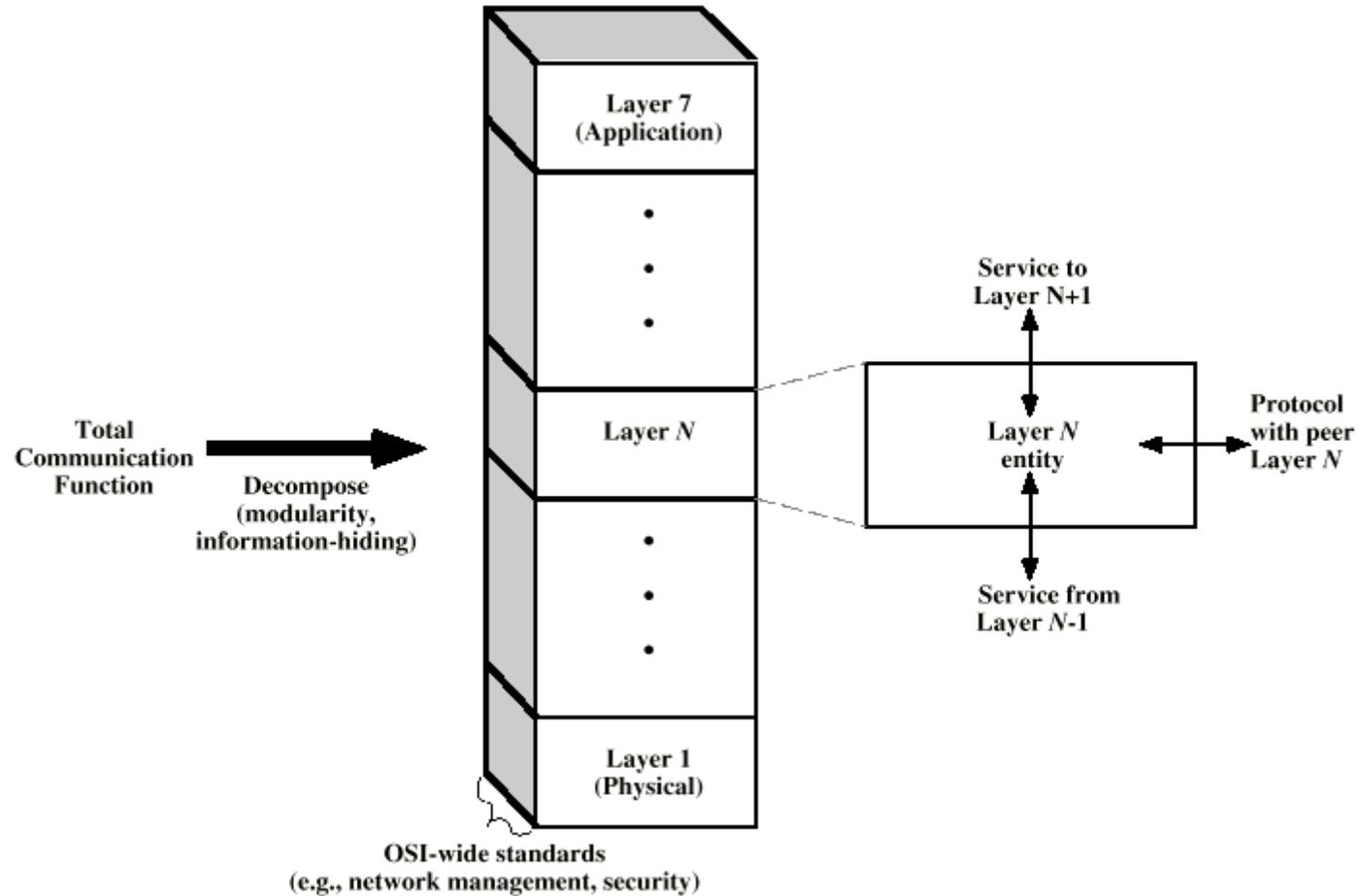


# Fluxo de Informações

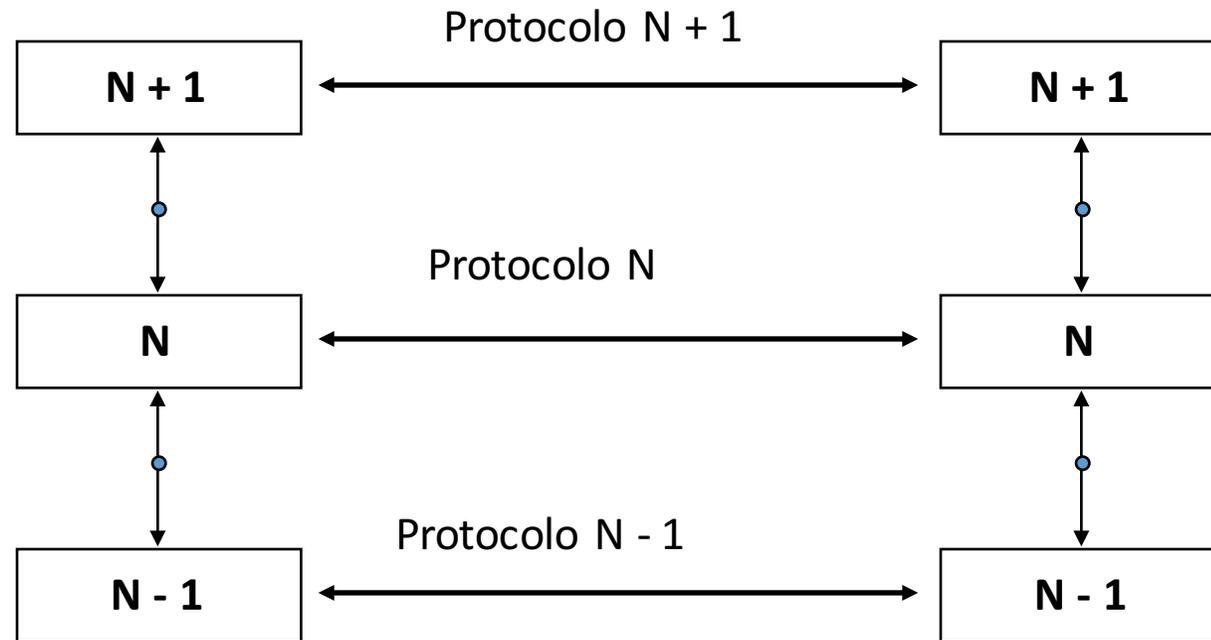
- No envio os dados são processados do nível mais alto para o mais baixo
- Na recepção os dados recebidos são processados na ordem inversa



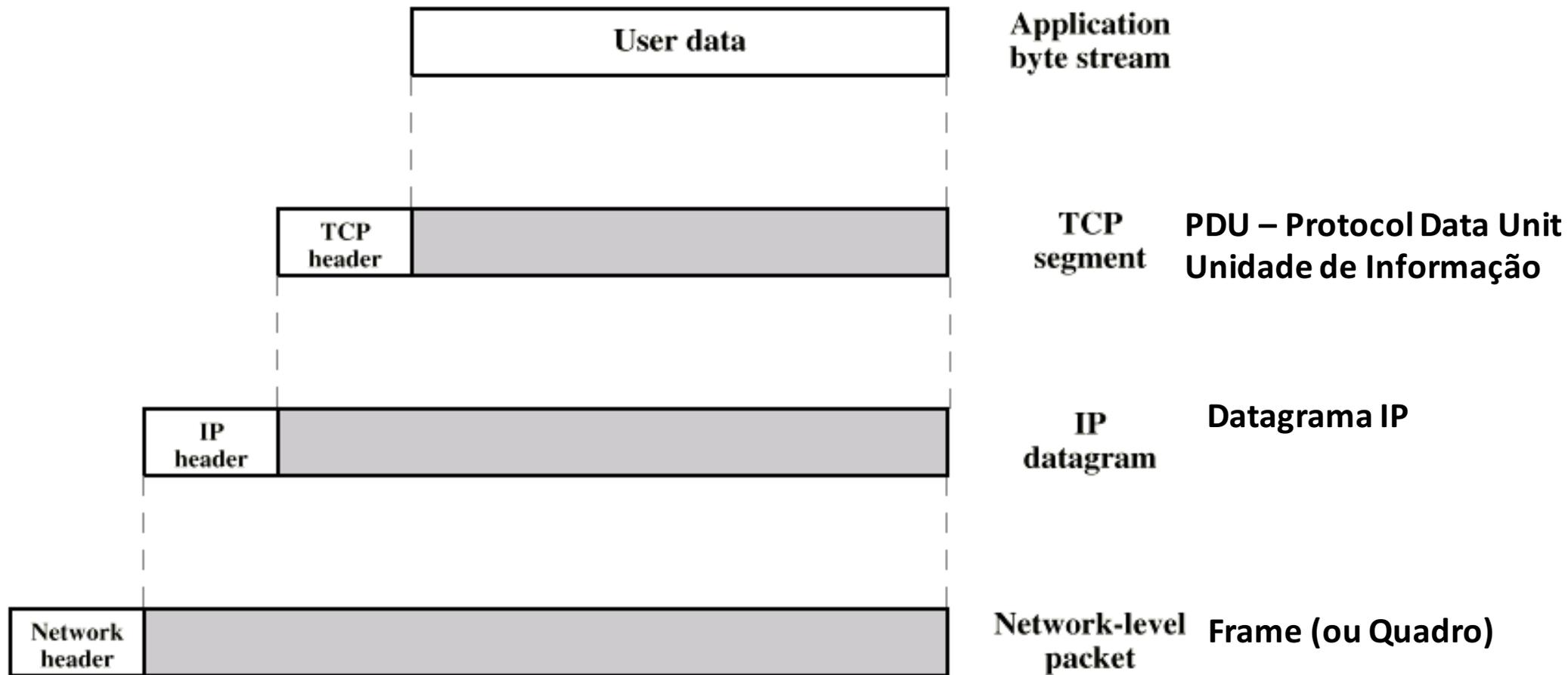
# Framework OSI



# Framework ...



# PDU's no TCP/IP



# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE



# TIPOS DE CABOS

# TIPOS DE CABOS

**Cabo Coaxial:** constituído por um fio de cobre condutor revestido por um material isolante e rodeado duma blindagem. Utiliza um conector BNC. Apesar de poder reduzir os efeitos e sinais externos sobre os sinais que transmite, caiu em desuso e está presente somente em algumas redes antigas, visto que são mais propensos a mau contato, conectores mais caros e pouca flexibilidade.



# TIPOS DE CABOS

**Fibra Óptica:** Tipo de transmissão mais rápido que existe, converte o sinal de dados em luz. O receptor, que recebe a luz, converte novamente esse sinal para dados. Pode transmitir grandes quantidades de informação com uma atenuação bastante baixa.

Em compensação, é um tipo caro para compra e manutenção. Se classificam em Monomodo (só pode atender um sinal por vez, apresentam menor dispersão e podem possuir vários quilômetros entre um retransmissor e outro) e Multimodo (vários sinais ao mesmo tempo, por isso é recomendado para distâncias de, no máximo, 300 metros, visto que acima disso começam a ocorrer perdas.)



# TIPOS DE CABOS

**Cabo de par-trançado:** Esse tipo de cabo é composto por pares de fios de cobre e é dividido em 7 categorias, cada uma com seu próprio padrão, frequência e taxa de transferência de dados.

# TIPOS DE CABOS

## Cabo de par-trançado

- **CATEGORIA 1:** Não é mais reconhecida pela TIA (Associação da indústria de telecomunicação). Foram utilizadas em instalações telefônicas e redes antigas.
- **CATEGORIA 2:** Também não é mais reconhecida pela TIA. Foi projetado para antigas redes token ring, assim como a categoria anterior.
- **CATEGORIA 3:** Primeiro padrão desenvolvido especialmente para redes. É certificado para sinalização de até 16 MHz.
- **CATEGORIA 4:** Não é mais reconhecida pela TIA. Utilizado para transmitir dados a uma frequência de até 20 MHz e dados a 20 Mbps. Substituído pela categoria 5.
- **CATEGORIA 5:** É a mais utilizada, pois possui com qualquer placa de rede. A categoria reconhecida pela TIA atualmente é a CAT5e, que pode ser usado para frequências até 125 MHz.
- **CATEGORIA 6:** Trabalha com a frequência de 250 MHz, mas seu alcance é de apenas 55 metros (a CAT6a permite até 100m). Suportam frequências de até 500 MHz e com maior poder de reduzir interferências e perda de sinal.
- **CATEGORIA 7:** Ainda está em desenvolvimento, visto que está sendo criada para permitir a criação de redes de 100Gbps em cabos de 15m usando fio de cobre.

# TIPOS DE CABOS

## **Cabo de par-trançado**

### VANTAGENS

- Maior taxa de transferência de arquivos;
- Cabo barato;
- Baixo custo de manutenção;
- Flexível, ideal para locais em que é necessário passar o cabo por paredes, etc.

# TIPOS DE CABOS

## **Cabo de par-trançado**

### DESVANTAGENS

- Comprimento de no máximo 100.
- Acima disso começam a ocorrer perdas;
- Baixa imunidade a interferência externas (pode ser minimizada com blindagem, mas o custo também aumenta).

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

O Padrão **Cabo 568a** Este tipo de cabo serve para tráfego de dados na rede e normalmente **é ligado em um Hub ou um Switch**

Os cabos devem estar nessa ordem , o conector RJ 45 com a trava voltada para baixo.

Os cabos devem estar nessa ordem

BRANCO/VERDE

VERDE

BRANCO/LARANJA

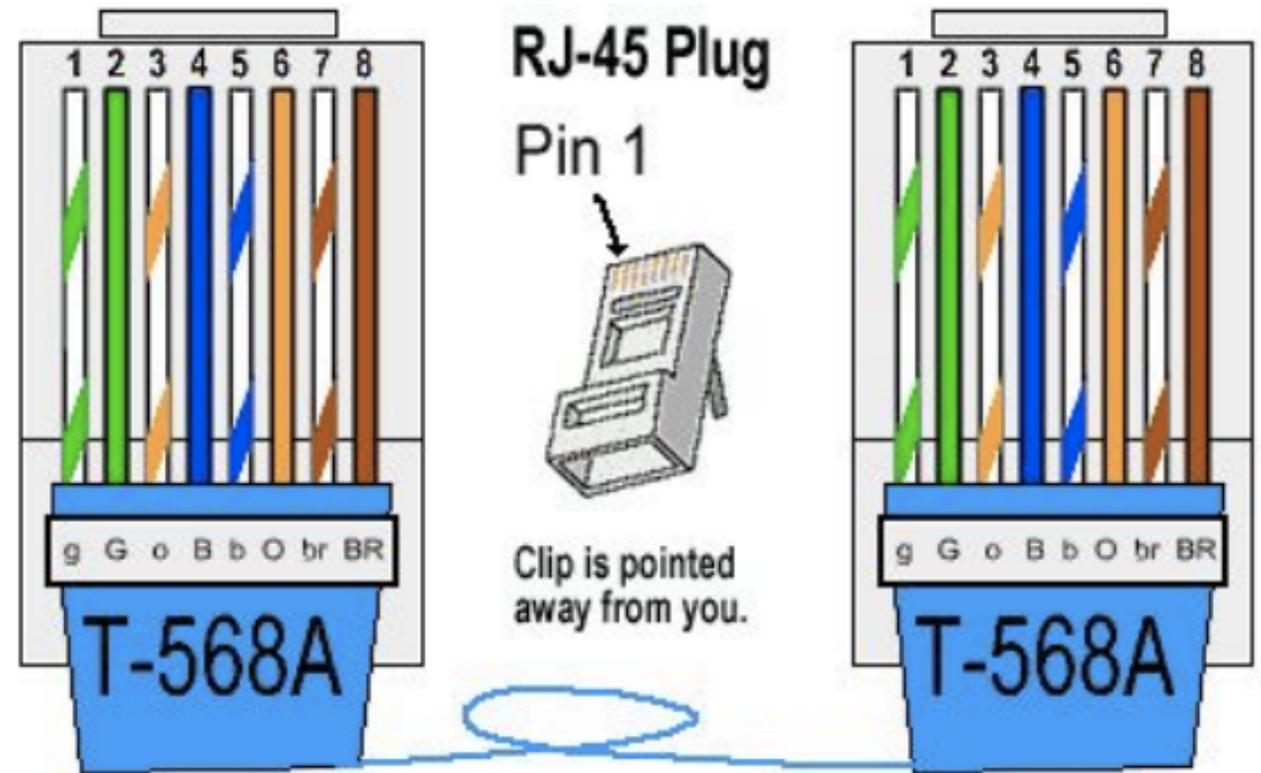
AZUL

BRANCO/AZUL

LARANJA

BRANCO/MARROM

MARROM

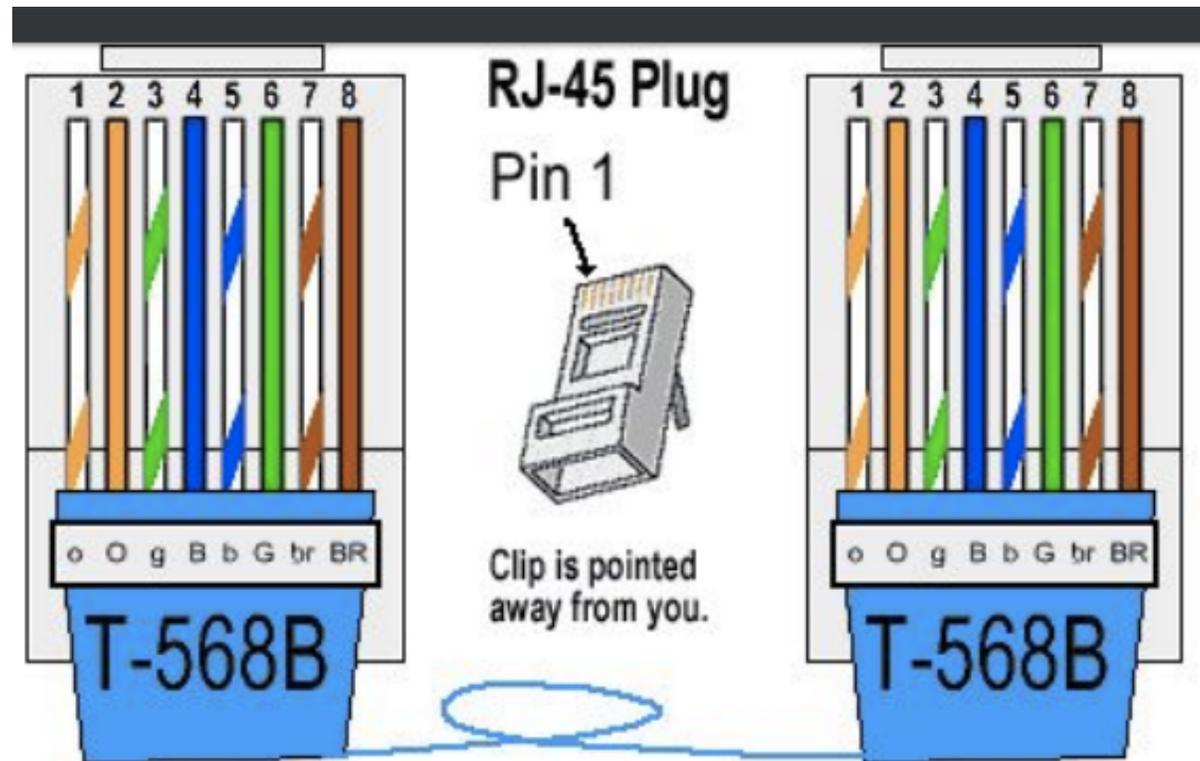


# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

O Padrão **Cabo 568b** Este tipo de cabo serve para o tráfego de dados e voz pela rede e também é **ligado em um hub ou um Switch**

Os cabos devem estar nessa ordem , o conector RJ 45 com a trava voltada para baixo.

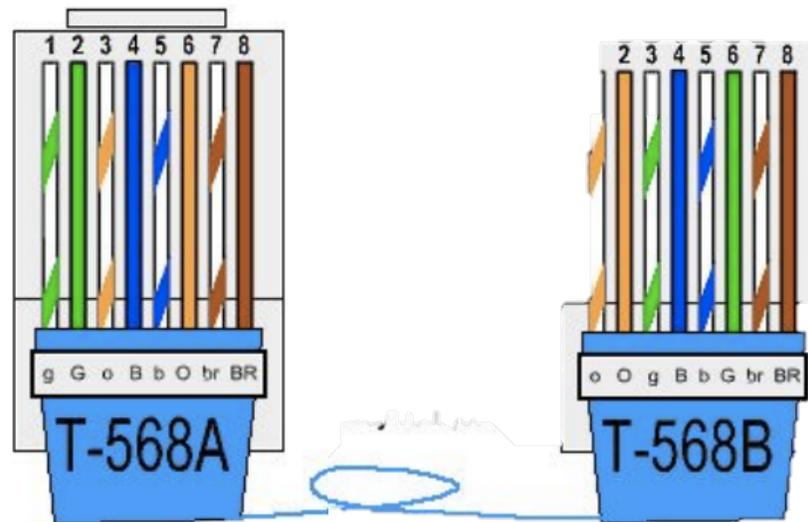
BRANCO/LARANJA  
LARANJA  
BRANCO/VERDE  
AZUL  
BRANCO/AZUL  
VERDE  
BRANCO/MARROM  
MARROM



# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## O Cabo Crossover

Este tipo de cabo é usado quando se é ligado os micros diretamente pela placa de rede dispensando o uso do Hub ou Switch Os cabos devem estar nesta ordem. Em uma das pontas deve-se colocar o padrão 568a e na outra o padrão 568b

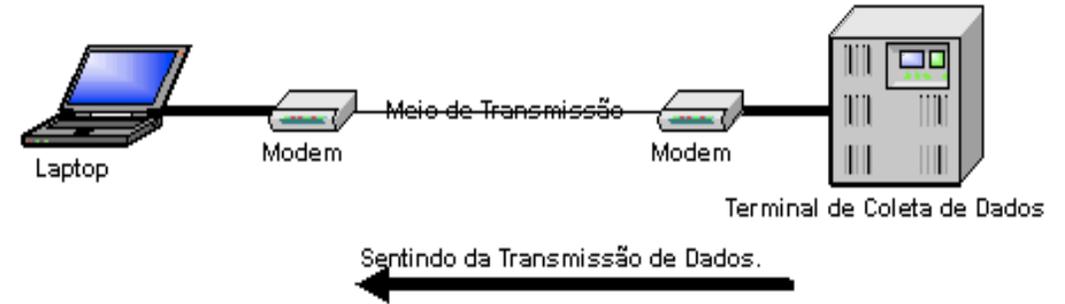


# Tipos de Fluxo de Transmissão

Podem ser classificados como:

- SIMPLEX
- HALF-DUPLEX
- FULL-DUPLEX

# Tipos de Fluxo de Transmissão



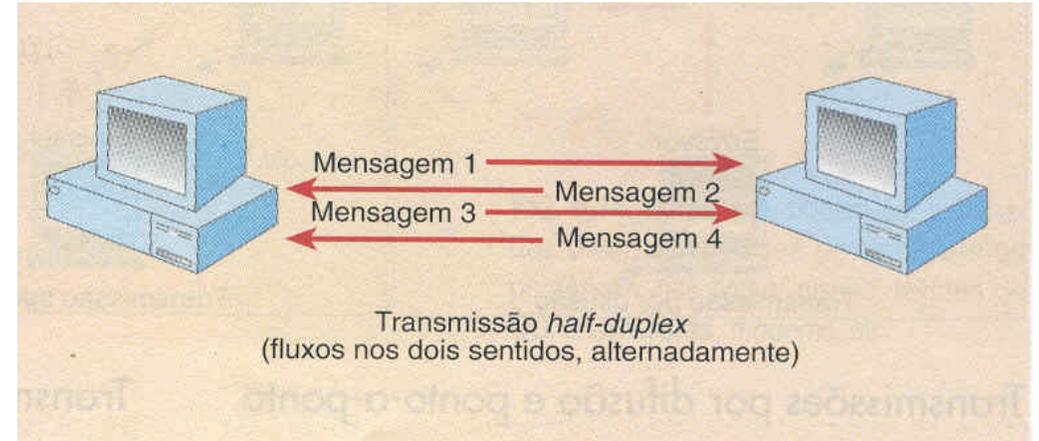
## SIMPLEX

Neste caso, as transmissões podem ser feitas **apenas num só sentido, de um dispositivo emissor para um ou mais dispositivos receptores**; é o que se passa, por exemplo, numa emissão de rádio ou televisão; em redes de computadores, normalmente, as transmissões não são desse tipo.

# Tipos de Fluxo de Transmissão

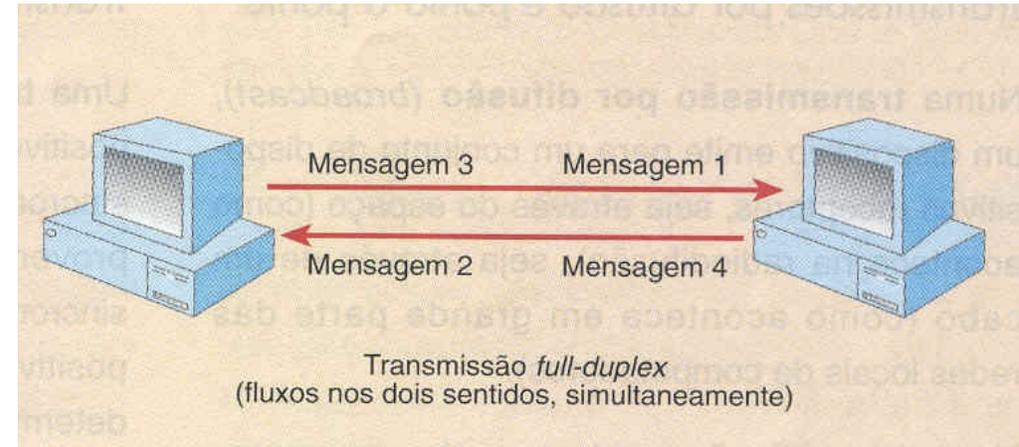
## HALF-DUPLEX

Nesta modalidade, uma transmissão **pode ser feita nos dois sentidos, mas alternadamente, isto é, ora num sentido ora no outro**, e não nos dois sentidos ao mesmo tempo; este tipo de transmissão é bem exemplificado pelas comunicações entre computadores (quando um transmite o outro escuta e reciprocamente); ocorre em muitas situações na comunicação entre computadores.



# Tipos de Fluxo de Transmissão

## FULL-DUPLEX



As **transmissões podem ser feitas nos dois sentidos em simultâneo**, ou seja, um dispositivo pode transmitir informação ao mesmo tempo que pode também recebe-la; um exemplo típico destas transmissões são as comunicações telefónicas; também são possíveis entre computadores, desde que o meio de transmissão utilizado contenha pelo menos dois canais, um para cada sentido do fluxo dos dados.

# Topologias de Rede

A maneira como são conectados fisicamente os computadores em uma rede chama-se topologia.

- **A Topologia de rede influenciará em diversos pontos considerados críticos, como flexibilidade, velocidade e segurança.**

# Tipos de Topologias de Rede

## Classificação:

- Topologia em malha
- Topologia em barramento.
- Topologia em Anel.
- Topologia em Estrela.

# Topologia em Malha

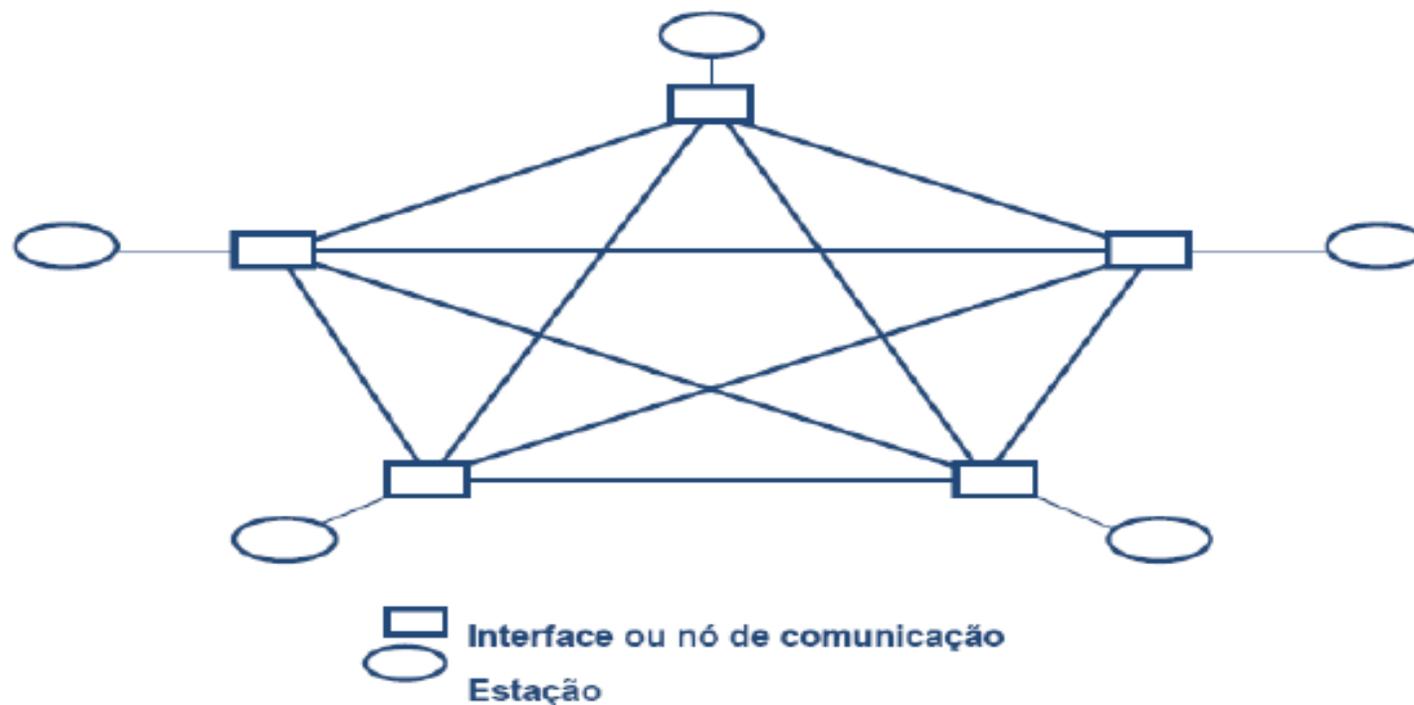
Classificação:

- Malha completa
- Malha irregular

# Topologia em Malha

## Malha completa

- ✓ Cada estação é conectada a todas as outras estações da rede



Exemplo de malha completa

# Topologia em Malha

## Malha completa

### ✓ Vantagens

- ✓ Não há compartilhamento do meio físico
- ✓ Não há necessidade de decisões de por onde enviar a mensagem (roteamento)

### ✓ Desvantagem

- ✓ Grande quantidade de ligações
  - ✓ Custo

# Topologia em Malha

## Malha irregular

- ✓ Topologia mais geral possível
- ✓ Cada estação pode ser conectada diretamente a um número variável de estações

# Topologia em Malha

## Malha irregular



### ✓ Vantagem

- ✓ Arranjo de interconexões pode ser feito de acordo com o tráfego
- ✓ Pode escolher por onde enviar a mensagem
  - ✓ Para evitar congestionamento

### ✓ Desvantagem

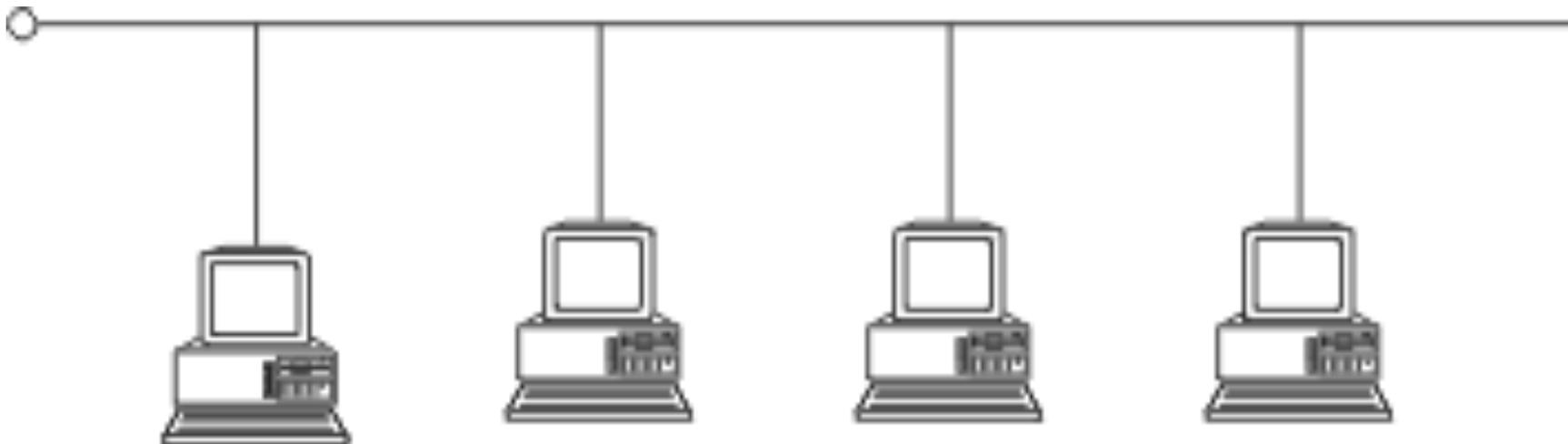
- ✓ Necessita de decisão de roteamento

# Topologia em Malha

- ✓ Usada principalmente em
  - ✓ Redes de longa distância
- ✓ Em geral as redes locais não usam a topologia em malha
  - ✓ Custo associado aos meios físicos é pequeno em redes locais
  - ✓ Complexidade da decisão de por onde enviar a mensagem aumenta o custo
  - ✓ Armazenamento e processamento de cada mensagem a cada nó intermediário aumenta o atraso e diminui a vazão

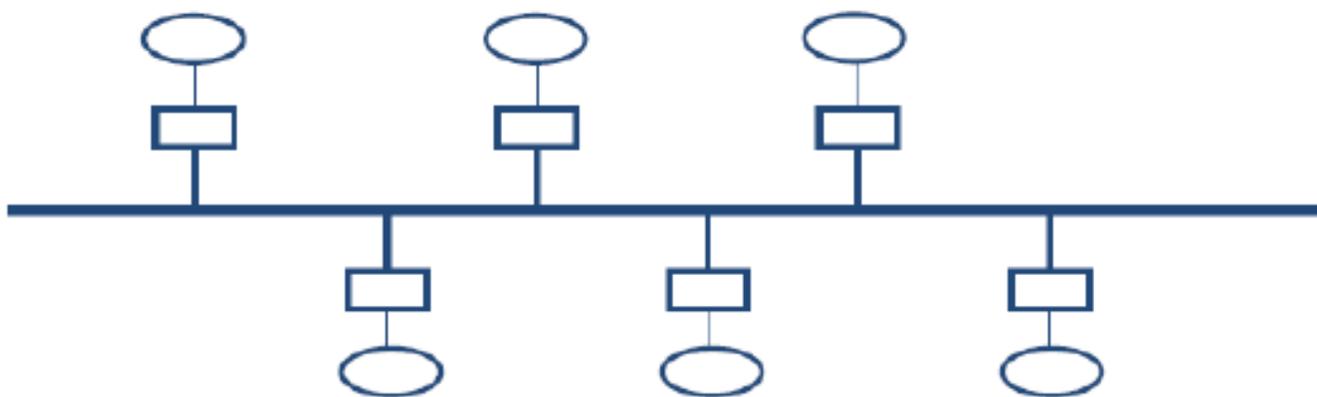
# Topologia Barramento

- Todas as estações compartilham um mesmo cabo.
- Normalmente utiliza-se cabo coaxial, que deverá possuir um terminador resistivo em cada ponta (manter a impedância).



# Topologia Barramento

- ✓ Mensagens transferidas sem a participação dos nós intermediários
- ✓ Todas as estações “escutam” as mensagens
  - ✓ Necessidade de reconhecer o próprio nome (endereço)

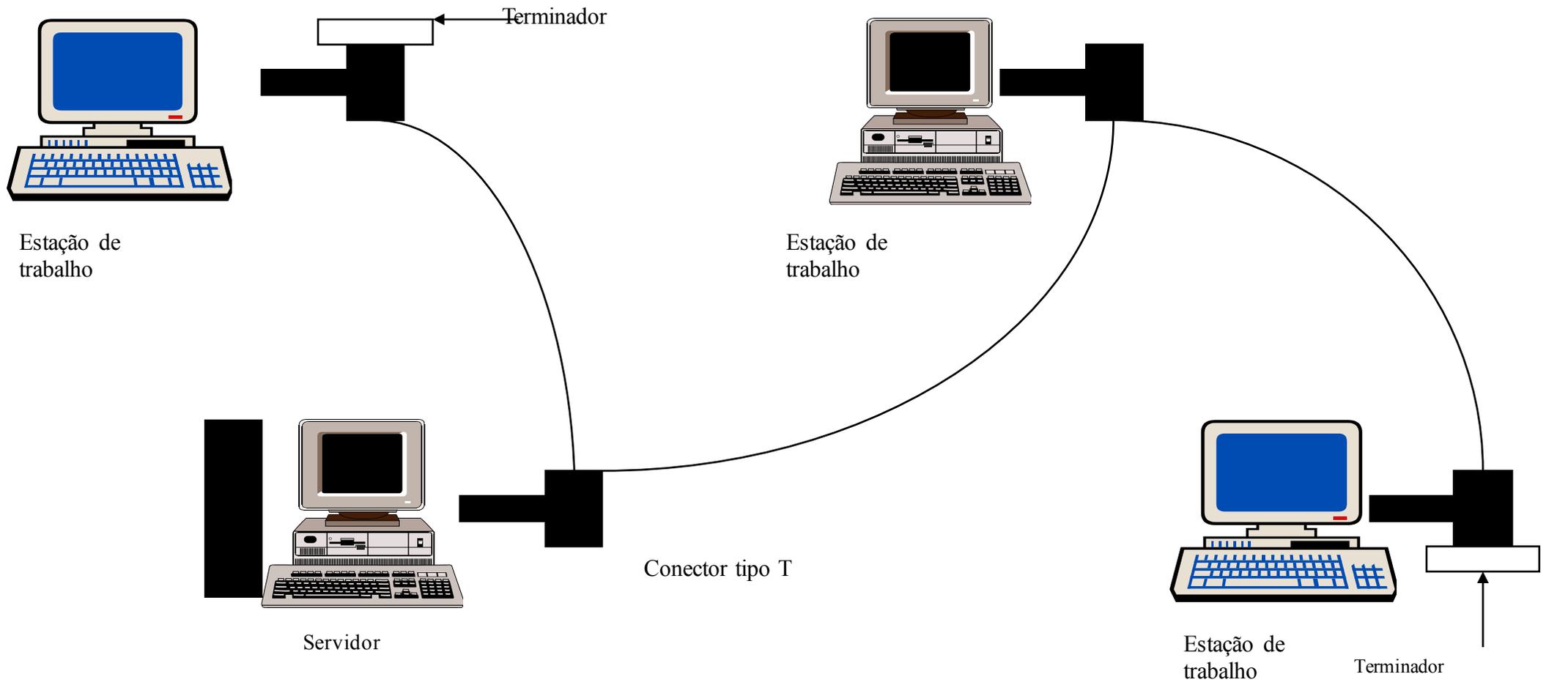


Exemplo de barramento

# Topologia Barramento

- O tamanho máximo do trecho da rede está limitado ao limite do cabo. Determinado por atenuação do material e das conexões, além do limite imposto pela tempo de transmissão do sinal no meio.
- 185 metros no caso do cabo coaxial RGC 58.

# Topologia Barramento



185 metros no máximo



# Características Topologia Barramento

- Como todas as estações compartilham um mesmo cabo, se a transmissão for em banda base, somente uma transação pode ser efetuada por vez.
- Quando mais de uma estação tenta utilizar o cabo, em banda base, há uma colisão de dados (transmissão simultânea).

# Performance: Topologia Barramento

- Quanto mais estações forem conectadas ao cabo, mais lenta será a rede, já que haverá um maior número de colisões.
- Taxa de transmissão é Baixa.

# Topologia Barramento



- A topologia barramento possui alta instabilidade
- Os terminadores resistivos são conectados às extremidades do cabo e são indispensáveis.
- Caso o cabo se desconecte em algum ponto a rede "sai do ar", pois o cabo perderá a sua correta impedância.

# Segurança na Topologia Barramento

- Na transmissão de um pacote de dados do servidor de arquivos para uma determinada estação de trabalho, todas as estações recebem esse pacote (mídia é compartilhada).

# Topologia Barramento

## ✓ Vantagens

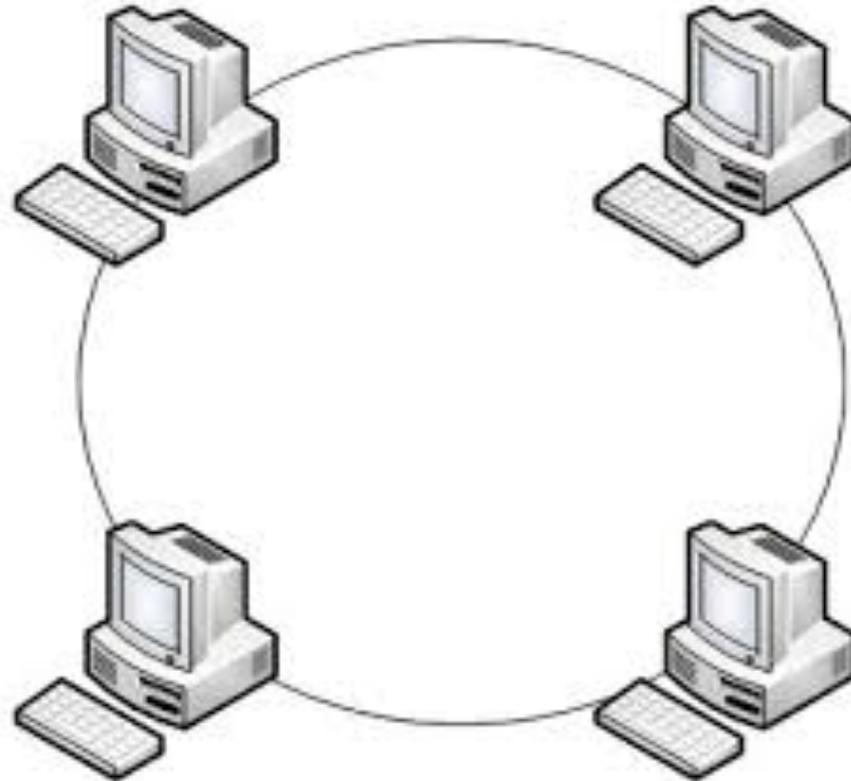
- ✓ Não há necessidade de decisões de roteamento
- ✓ Como não há armazenamento intermediário, pode-se obter um melhor desempenho em termos de atraso e vazão

## ✓ Desvantagem

- ✓ Necessita de mecanismos de acesso ao meio compartilhado

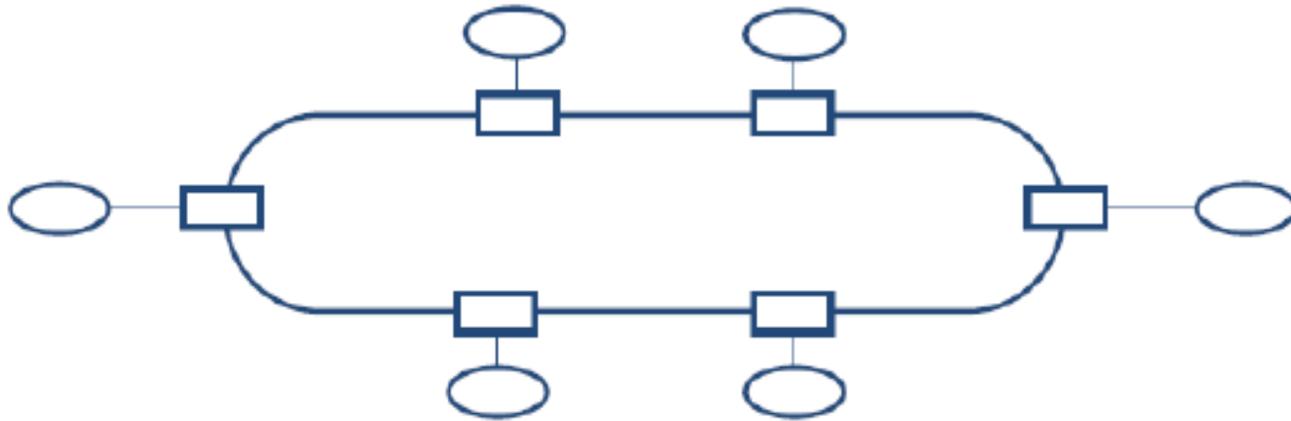
# Topologia em Anel

- Uma rede em anel consiste de estações conectadas através de um caminho fechado, tradicionalmente representado por um anel.



# Topologia em Anel

- ✓ Mensagens circulam nó-a-nó até o destino
- ✓ Tem de reconhecer o próprio nome (endereço) nas mensagens e copiar as que lhe são destinadas



Exemplo de anel

# Topologia em Anel

- As estações de trabalho formam um laço fechado.
- O padrão de rede local mais conhecido de topologia em anel é o Token Ring (IEEE 802.5) da IBM.
- Outro padrão muito conhecido é o FDDI (Fiber Distributed Data Interface).

# Topologia em Anel

## ✓ Vantagens

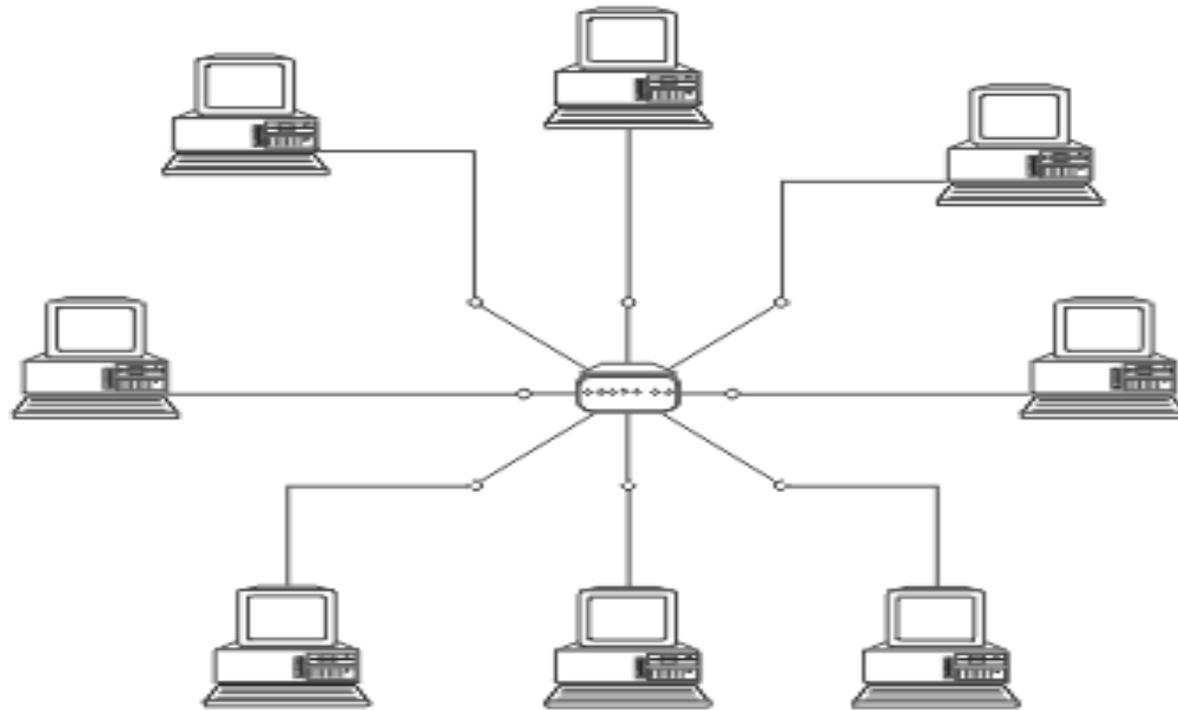
- ✓ Boa para situações onde o fluxo de informações não é centralizado
- ✓ Não há necessidade de decisões de roteamento
- ✓ Como não há armazenamento intermediário, pode-se obter um melhor desempenho em termos de atraso e vazão

## ✓ Desvantagens

- ✓ Necessita de mecanismos de acesso ao meio compartilhado
- ✓ Confiabilidade da rede depende da confiabilidade individual dos nós intermediários (funcionam como repetidores)

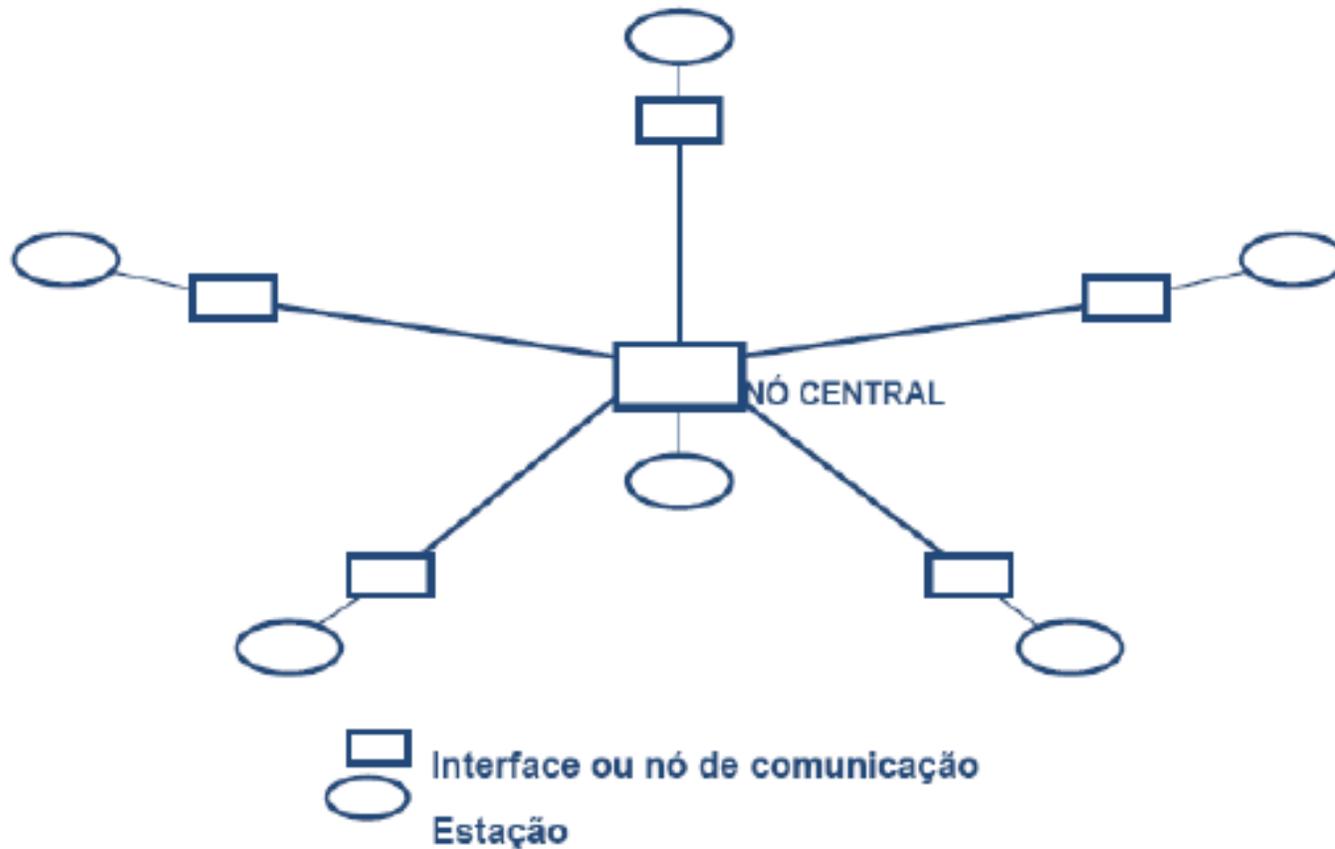
# Topologia em Estrela

A topologia em estrela é uma topologia ponto a ponto, onde todos os dispositivos da rede encontram-se conectados a um concentrador.



# Topologia em Estrela

- ✓ Decisões de roteamento centralizadas em um nó
- ✓ Cada estação é conectada a esse nó central



Exemplo de estrela

# Características - Rede em Estrela

- Podemos aumentar o tamanho da rede sem a necessidade de pará-la.
- Na topologia barramento, quando queremos aumentar o tamanho do cabo necessariamente devemos parar a rede, já que este procedimento envolve a remoção do terminador resistivo.

# Topologia em Estrela

## ✓ Vantagem

- ✓ Boa para situações onde o fluxo de informações é centralizado

## ✓ Desvantagem

- ✓ Dependência de um nó centralizado pode ser uma desvantagem quando o fluxo não é centralizado
- ✓ Problema de confiabilidade no nó central

# Topologia Mista ou Híbrida

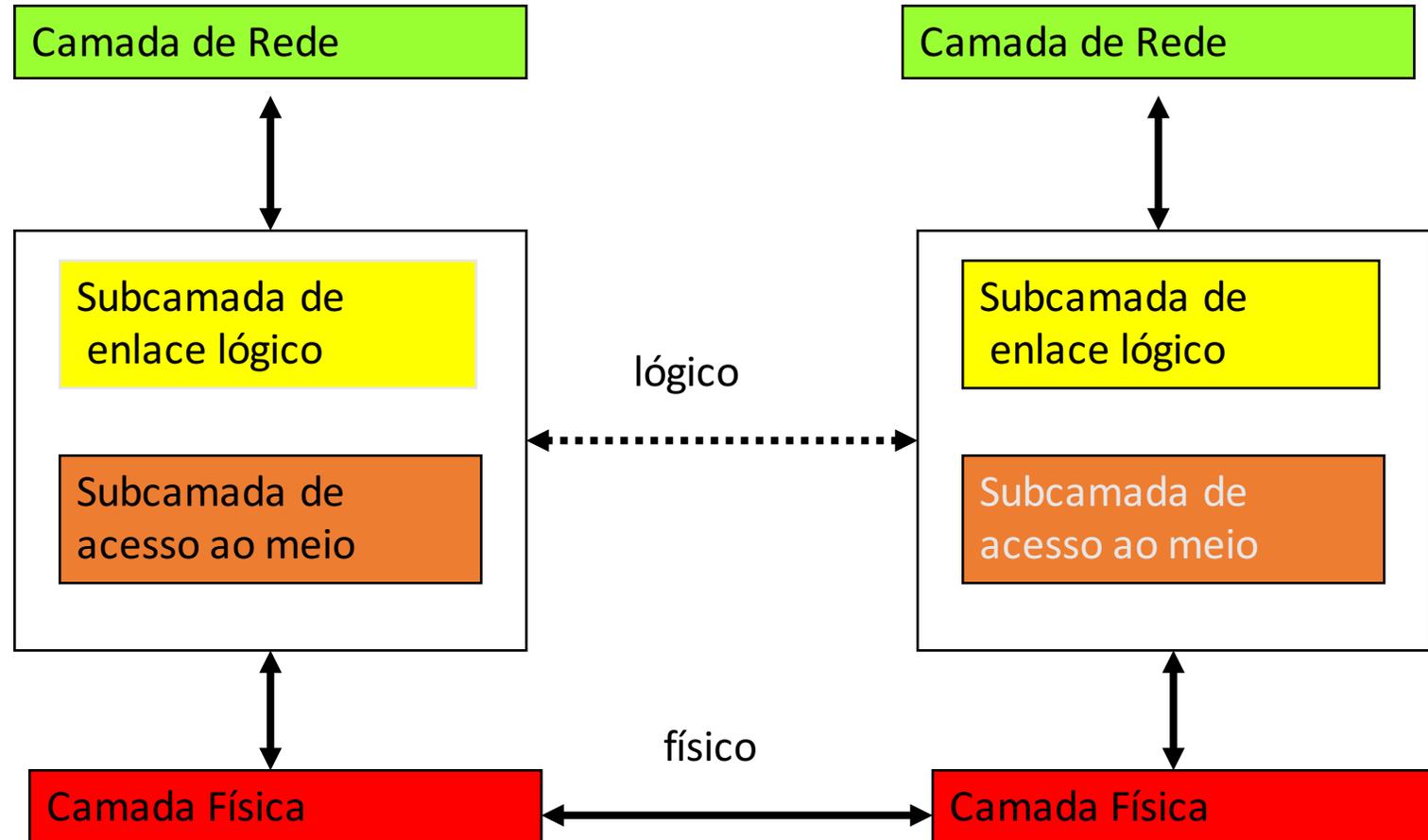
- É o conjunto de mais de uma das topologias anteriores, interligadas em uma mesma rede lógica.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

- Como obter comunicação entre duas máquinas fisicamente conectadas?
  - Via enlace de dados >> Duto de dados
- Canal de Dados:
  - Não altera a ordem das mensagens.
- Funcionalidades do Enlace de Dados:
  - Fornecer uma interface de serviço bem definida para a camada de redes.
    - Montar e desmontar quadros (frames);
    - Regular o fluxo de dados e
    - Detecção e correção de erros.
  - Os protocolos devem ser eficientes

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Estrutura do Modelo



# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Tipos de Serviços

- Serviço não-confirmado, não orientado a conexão
  - Fonte envia quadros para o destino sem ter conhecimento do que se sucede.
    - Se ocorrer perdas de quadros?
    - Tráfego de tempo real.
    - Para sistemas de transmissão altamente confiáveis - confirmado, não orientado a conexão
  - Cada quadro é enviado independentemente
  - Há a confirmação da chegada de cada quadro
  - Pode haver reenvio de quadros: duplicação e mudança de ordem
  - Canal pouco confiável
- Serviço confirmado, orientado a conexão
  - Os quadros são recebidos ordenadamente e só uma vez.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Enquadramento

- Quadro: stream de bits
- Como detectar um erro?
- Utilização de quadros
  - Como detectar o início e o fim de um quadro ?
  - Como quebrar um stream de bits em quadro ?
    - Utilização de espaços no tempo.
    - Mas como garantir que esse tempo será se manter constante?
- Outros métodos:
  - Contador de caracteres
  - Caracteres de fim e início de quadro
  - Flags de início e fim

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Enquadramento

- Contador de caracteres
  - cabeçalho que especifica o número de caracteres num quadro.
- Caracteres de início e fim de quadro
  - Utilização de sequência de caracteres ASCII **DLE STX** para início de quadro e **DLE ETX** para fim de quadro.
- Flags de início e fim
  - Cada quadros começa e termina com uma sequência especial de bit, denominada de flag.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Controle de Erro

- Como saber se um quadro foi recebido corretamente?
  - Via realimentação.
  - Quadro de confirmação: OK ou NOK
  - Se o quadro não chegar, o quê fazer?
  - Se o quadro de confirmação não chegar, o quê fazer?
    - Utilizar temporizador.
  - Caso for necessário, retransmitir o quadro. Porém, pode haver duplicação de quadros.
    - Utilizar um número para cada quadro.
- Detecção de Erro
  - Paridade
  - *Checksum*
  - Verificação por Redundância Cíclica (CRC)

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

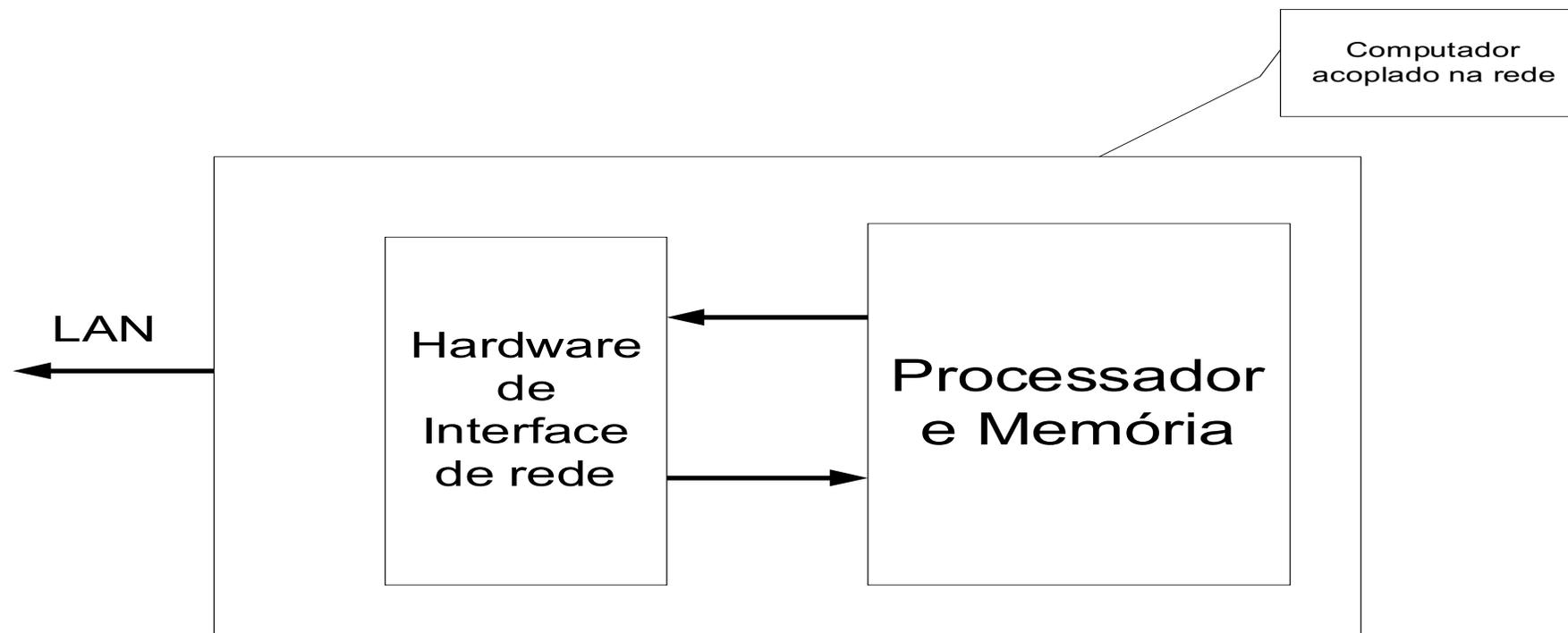
## Deteção de Erro

- Paridade: Utiliza um bit para check de paridade
  - Paridade par ou paridade ímpar
  - Deficiência.
- CRC: Método de detecção polinomial
  - Possibilita a detecção de erros múltiplos
  - Representa uma cadeia de  $n$  bits por um polinômio de grau  $n-1$ .
  - Nesse método transmite-se os  $n$  de dados acrescidos de  $k$  bits de *sucksum*.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

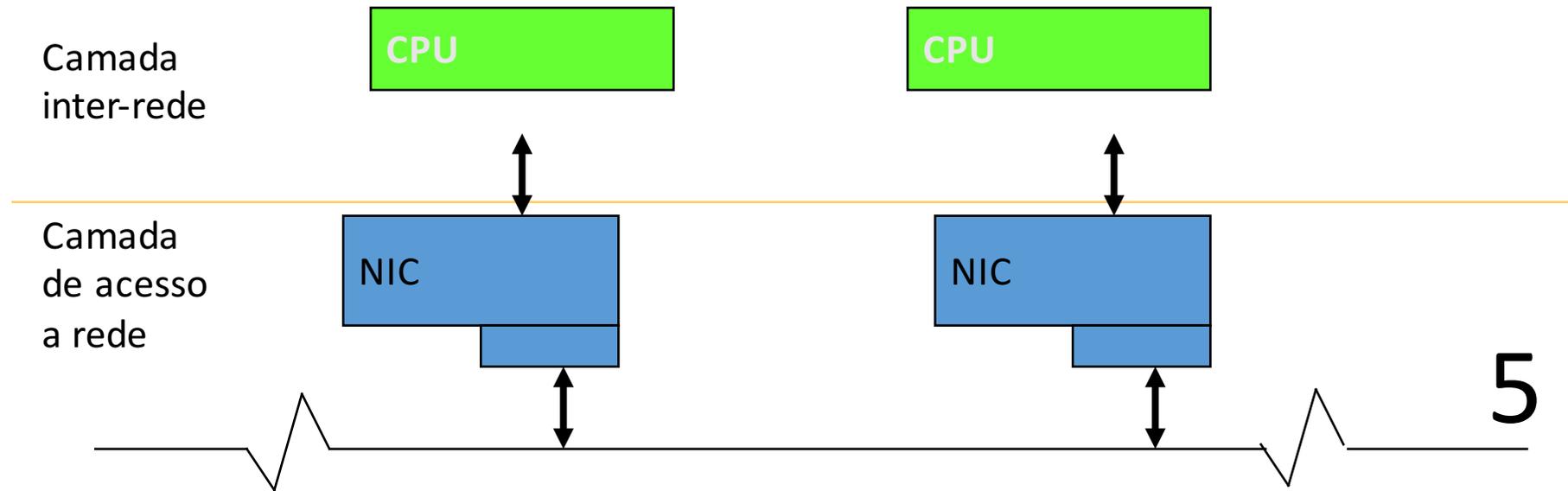
## Filtro de Pacotes por Hardware

- Evita o Uso desnecessário da CPU



# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Filtro de Pacotes por Hardware



- Necessidade de sincronismo entre CPU e NIC.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

- O Que são Endereços Físicos?
  - Qual é a necessidade de endereços físicos?
  - Quais são os valores numéricos adotados?
  - Resp. depende da Tecnologia empregada
- 
- Três Categorias :
  - Estático – Atribuído pelo fabricante
  - Configurável – Manual ou Eletrônica
  - Dinâmico – Números Aleatórios

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Formato do Endereço Físico

- Vantagens do End. Estático
  - Endereço único
- Vantagens do End. Dinâmico
  - Elimina a coordenação entre fabricantes e usa cabeçalho menor

### Desvantagens

- Conflito potencial

End. Configuráveis : A Interface de Rede pode se substituído sem mudança de Endereço

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## *Broadcasting*

- Técnica de Difusão
- Utilizada para encontrar *hosts* na LAN
- Utiliza a Estrutura da LAN, sem hardware adicional
- Endereço reservado para viabilizar o uso de *Broadcasting*

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## *Multicasting*

- *Broadcasting* – Uso desnecessário e ineficiente da rede
- Como utilizar a capacidade de Broadcasting sem desperdiçar Uso da CPU?
  - Forma restrita de *Broadcasting* chamada *Multicasting*

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Endereçamento *Multicasting*

- Reserva mais Alguns endereços para serem utilizados.
- Como funciona?
  - Se algum aplicativo deseja usar algum endereço, deve informar a interface de rede

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Identificando o conteúdo de Pacotes

- Os quadros usam dois métodos para identificar o conteúdo dos pacotes:
  - Tipo de Quadro explícito – campo identificador
  - Tipo de Quadro implícito

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Cabeçalho e Formato de Quadro

- Cada tecnologia usa um formato de quadro

Consiste em duas parte:

- cabeçalho (*frame header*)

- Área de dados(*payload*)

Tamanho não é fixo.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Exemplo de formato de Quadro

- Quadro Ethernet

Preambulo	End. destino	End.Origem	Tipo de Quadro	Dados	CRC
8	6	6	2	46-1500	4

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Redes que não têm Quadro Auto-Identificados

- Sincronia entre os transmissor e Receptor
  - raramente usado, porque limita os computadores
- Concordam em usar os primeiros octetos de dados para identificar o cabeçalho

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Analísadores de Rede

- *Sniffers*
- Usados para modelar e identificar LAN, bem como determinar seu funcionamento
- Hardware e Software necessário :
  - *Modo promiscuo*

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Subcamada de Acesso ao Meio

- **Como determinar em uma rede *broadcast* quem deve ter acesso ao meio físico de transmissão?**
  - A responsabilidade da política de acesso ao meio é da subcamada de acesso ao meio.
  - Os protocolos utilizados por esta subcamada são denominados de MAC (Medium Access Control).
  - MAC é especialmente importante em LANs.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## O Problema de Alocação de Canais

- Como alocar um canal de *broadcast* entre vários usuários?
- Característica geral para alocação do meio
  - todos usuários devem ter direito ao acesso ao meio.
- Classificação dos protocolos de alocação de canais:
  - Alocação estática do meio de transmissão (canal)
  - Alocação dinâmica do meio de transmissão (canal)

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## O Problema de Alocação de Canais

- **Alocação Estática do Canal**
  - Como sistema telefônico
  - Técnica FDM
  - Para  $n$  usuários, divide-se a banda do canal em  $n$  partes iguais.
    - Cada usuário tem um subcanal privado para transmissão.
  - Para poucos e fixos usuários, FDM é simples e eficiente.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

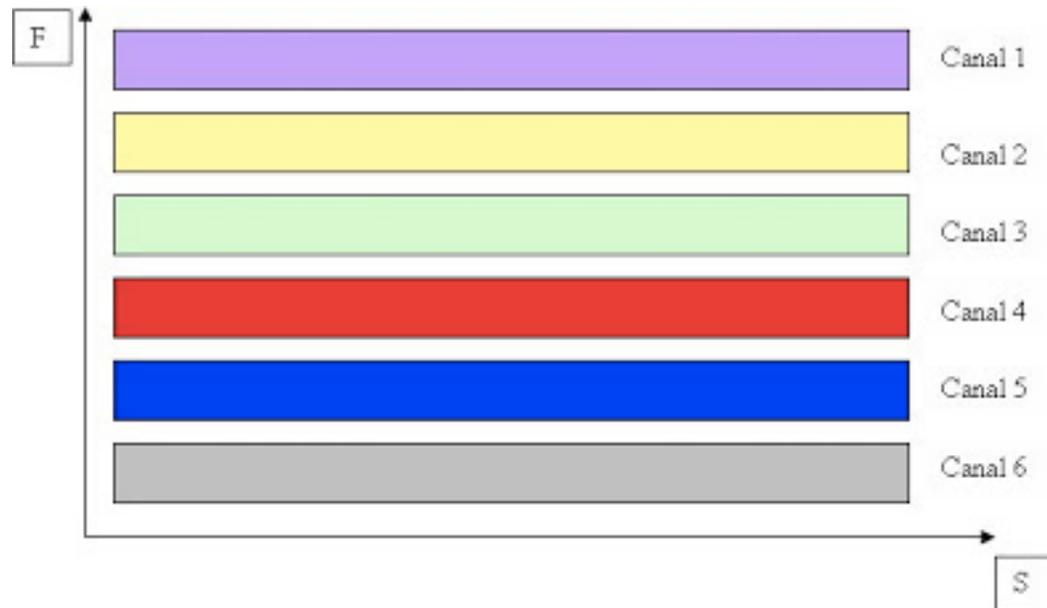
## O Problema de Alocação de Canais

- Quais são suas **limitações**?
  - Número de emissores grande e ou variável.
  - Tráfego em rajadas
  - Não utilização dos recursos de forma adequada.
    - Quando um usuário não utiliza seu subcanal, a banda alocada para ele é perdida.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## O Problema de Alocação de Canais

- FDM (multiplexação por divisão de frequência) não é utilizado em redes de computadores.

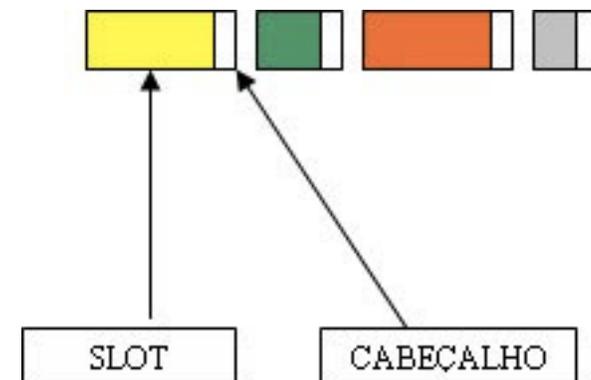
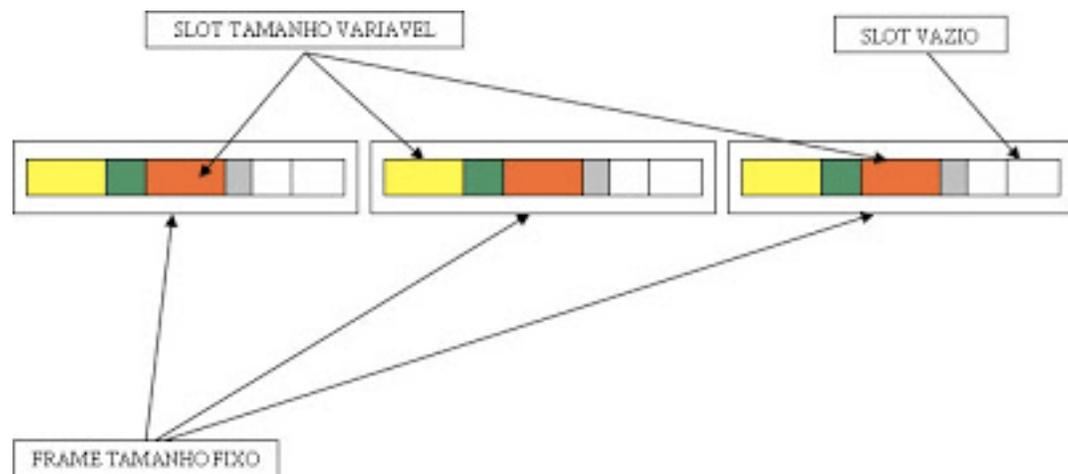


Redes de computadores apresentam tráfego em rajada, número de usuários elevado e variável.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## O Problema de Alocação de Canais

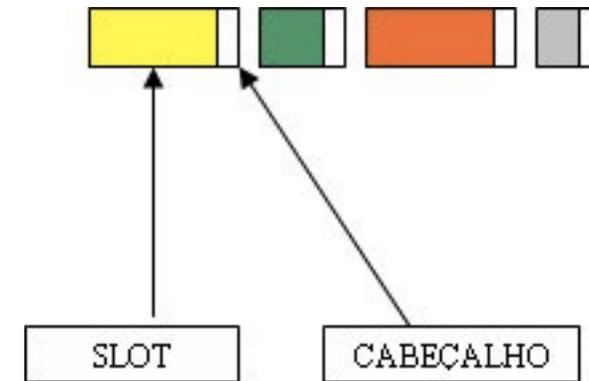
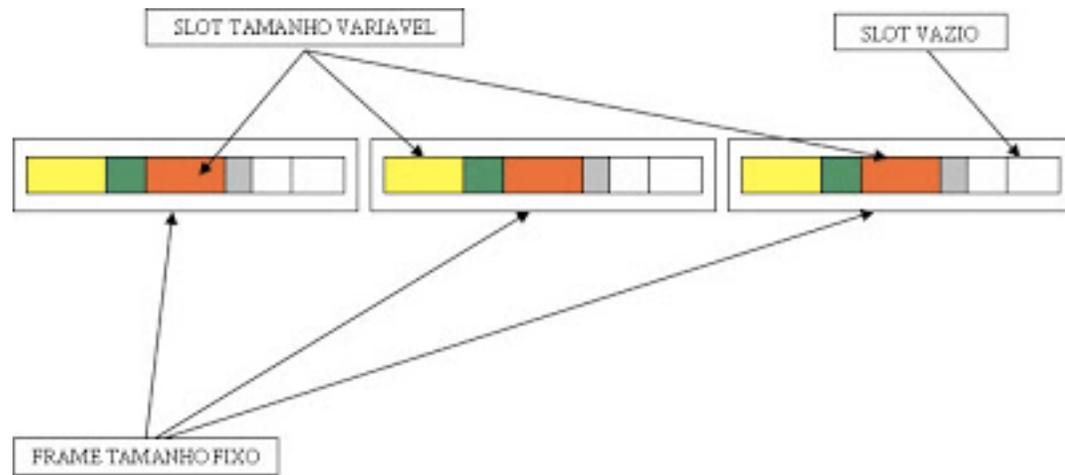
- Na multiplexação por divisão de tempo o meio de transmissão é dividido em canais e os mesmos são divididos em espaços de tempo pré-definidos chamados Frames ou quadros. Os Frames são subdivididos em intervalos de tempo chamados slots que não precisam ser do mesmo tamanho.



# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## O Problema de Alocação de Canais

- TDM tem as mesmas limitações de FDM.



A diferença entre o TDM síncrono e assíncrono é que no assíncrono não existe frames, o que o torna mais eficiente, pois nos frames pode haver espaços vazios de slots. Os slots são enviados no canal e a cada slot é adicionado um cabeçalho.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## O Problema de Alocação de Canais

- Alocação Dinâmica do Canal
  - Nenhum usuário possui subcanais privados.
  - Há uma concorrência pelo meio.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Suposições Básicas

### 1- Modelo de Estações:

- Considera-se **N** estações independentes.
- Após transmitir um quadro, a estação em questão é bloqueada até que este seja transmitido corretamente.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Suposições Básicas

### 2- Suposição de Canal Único:

- Um único canal é disponível para todas as estações.
- Todos transmitem e recebem por esse canal.
- Em termos de *hardware*, todas as estações são equivalentes. Através de protocolos de *software* pode-se atribuir prioridades para as estações.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Suposições Básicas

### 3- Suposição de Colisão:

- Se mais de um quadro forem transmitidos simultaneamente eles se sobrepõem e o sinal resultante deve ser desconsiderado.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Suposições Básicas

### 4- Aspectos Temporais

#### 4a- Tempo Contínuo

- A transmissão do quadro pode começar a qualquer momento, pois não há relógio mestre para controlar o tempo em intervalos discretos.

#### 4b. Tempo Discreto

- O tempo é dividido em intervalos discretos (*slots*).
- Um quadro só pode ser transmitido no início de um *slot*.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Suposições Básicas

### 5- Sobre Portadora

#### 5a. Detecção de Portadora

- Percepção da presença ou não de sinal no meio.
- Se o canal estiver ocupado nenhuma outra estação deverá utilizar o canal.
- Antes de transmitir algo qualquer estação deverá verificar se o canal está em uso.

#### 5b. Não Detecção de Portadora

- As estações ao transmitirem não verificarem antes se o canal está ocupado.
- Modelo de satélites.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Protocolos de Acesso Múltiplos

### **PROTOCOLO ALOHA**

- ALOHA (Universidade do Hawaii, 1970)
- Elaboraram um método para resolver o problema de alocação de canais



# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Protocolos de Acesso Múltiplos

- ALOHA Particionado
  - Transmissões só se iniciam em instantes de tempo bem definidos
    - Partições de tempo (*Slots*).
    - Necessidade de relógio global.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## ALOHA Particionado

- Algoritmo
  - 1- Aguarde o **beep** de início de partição, fornecido por uma estação mestre.
  - 2- Transmita o quadro.
  - 3- Aguarde o reconhecimento da recepção por **T** unidades de tempo.
  - 4- Se receber quadro de reconhecimento, fim.
  - 5- Se não for recebido o reconhecimento, gere um número aleatório **r** entre **0** e **R**.
  - 6- Vá para o passo 1 após **r** unidades de tempo.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

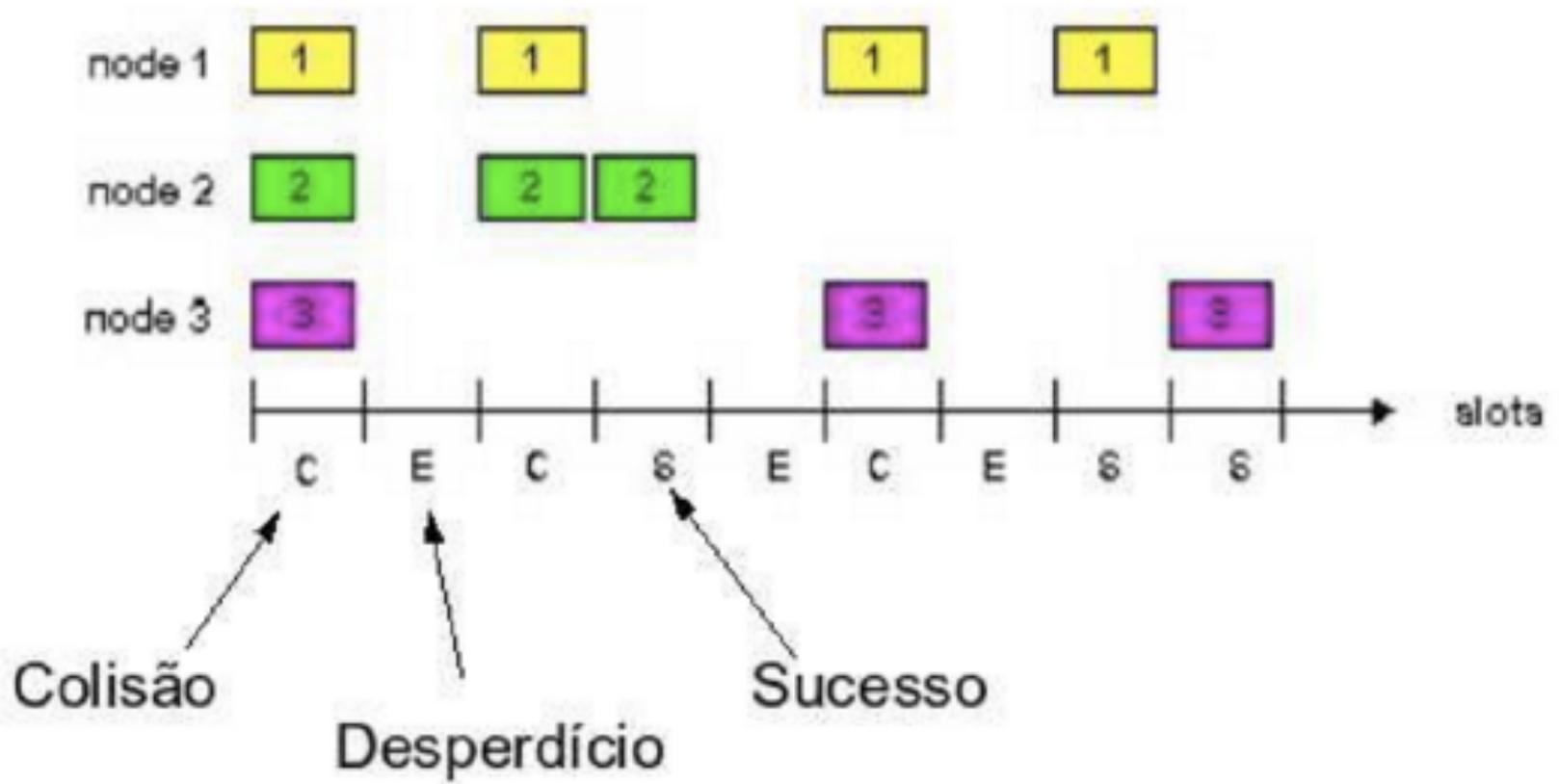
## **ALOHA Particionado**

- Tempo dividido em slots de tamanho fixo
- Exatamente uma transmissão por slot
- Hosts começam a transmitir no início do slot
- Hosts sincronizados

**Colisão:** Duas ou mais transmissões ocorrem no mesmo slot.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## ALOHA Particionado



# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## **ALOHA Particionado**

### Vantagens:

- Um único host pode transmitir na taxa máxima do canal
- Host não precisam coordenar, apenas sincronismo
- Simples implementação

### Desvantagens:

- Colisões
- Slots vazios
- Precisam esperar o início do slot para retransmitir (mesmo que a colisão seja detectada antes)
- Requer sincronização dos relógios dos hosts

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Protocolos de Acesso Múltiplos

### **ALOHA Puro**

- Canal compartilhado não é dividido em slots
- Ao obter um pacote, o host inicia a transmissão imediatamente
- Caso haja colisão, aguarda o final da transmissão e retransmite com probabilidade  $p$ 
  - Caso contrário, aguarda o tempo de transmissão e retransmite com probabilidade  $p$
- Caso não haja colisão, iniciar transmissão de um novo pacote
- Mais simples: Não requer sincronização dos hosts

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Protocolos de Acesso Múltiplos

- **ALOHA Puro**

- Não requer sincronização global de tempo.
  - Permite a transmissão sempre quando há algo a ser transmitido.
  - Pode haver colisão.
  - Deve haver um mecanismo de retroalimentação, para avisar ocorrência ou não de colisões.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Protocolos de Acesso Múltiplos

### **ALOHA Puro**

- Algoritmo
  - 1- transmita o quadro.
  - 2- Aguarde o reconhecimento da recepção por **T** unidades de tempo; se recebido, fim.
  - 3- Se não for recebido o reconhecimento, gere um número aleatório **r** entre **0** e **R**.
  - 4- Vá para o passo 1 após **r** unidades de tempo.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Protocolos de Acesso Múltiplos

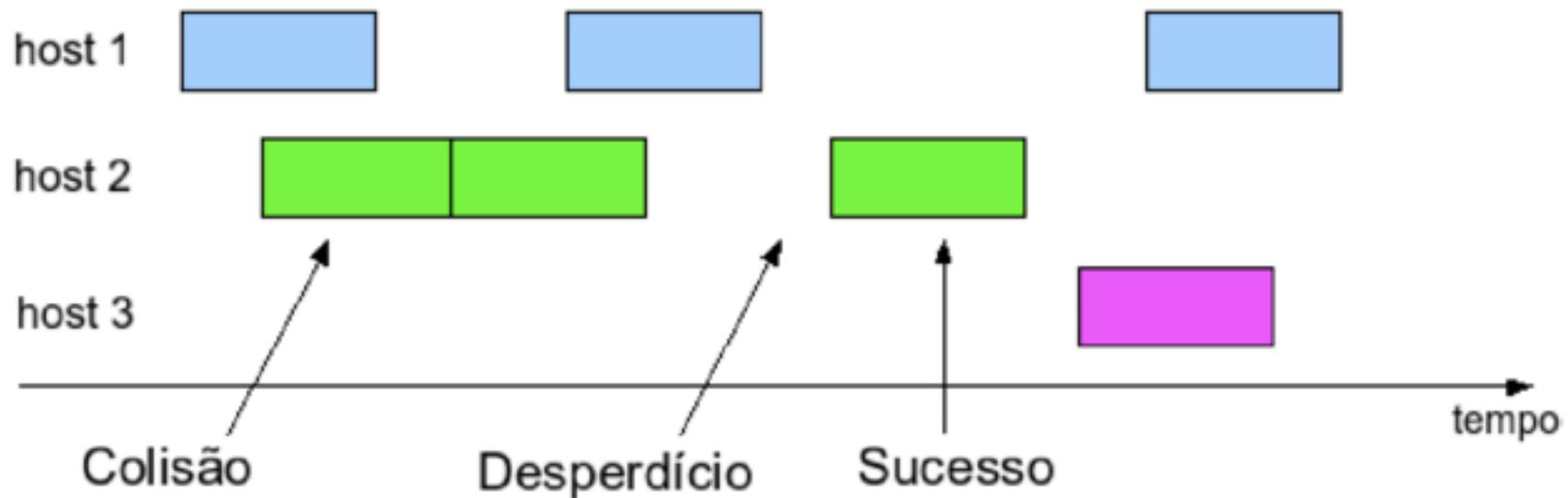
### **ALOHA Puro**

- Caso haja **colisão**, o quadro será propagado com erro, causando o seu **descarte** no destino.
  - A **colisão** é detectada na fonte pelo não recebimento do quadro reconhecimento.
  - O valor de **T** depende da rede.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Protocolos de Acesso Múltiplos

### **ALOHA Puro**



Pacote que inicia a transmissão no instante  $T$  pode colidir com outro que inicia a transmissão no intervalo  $[T - T_x, T + T_x]$ , onde  $T_x$  é o tempo da transmissão

CAMADA FÍSICA E DE ENLACE  
Protocolos de Acesso Múltiplos

**ALOHA PARTICIONADO É MAIS EFICIENTE  
QUE O ALOHA PURO !**

**Menos colisões e mais transmissões com  
sucesso !**

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

- Protocolos de Acesso Múltiplo com Detecção de Portadoras (CSMA)
  - CSMA - Carrier Sense Multiple Access.
  - “Escuta” o meio de transmissão antes de transmitir algo.
  - Só transmite se o meio estiver em repouso.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

- Protocolos de Acesso Múltiplo com Detecção de Portadoras (CSMA)
  - CSMA - Carrier Sense Multiple Access.

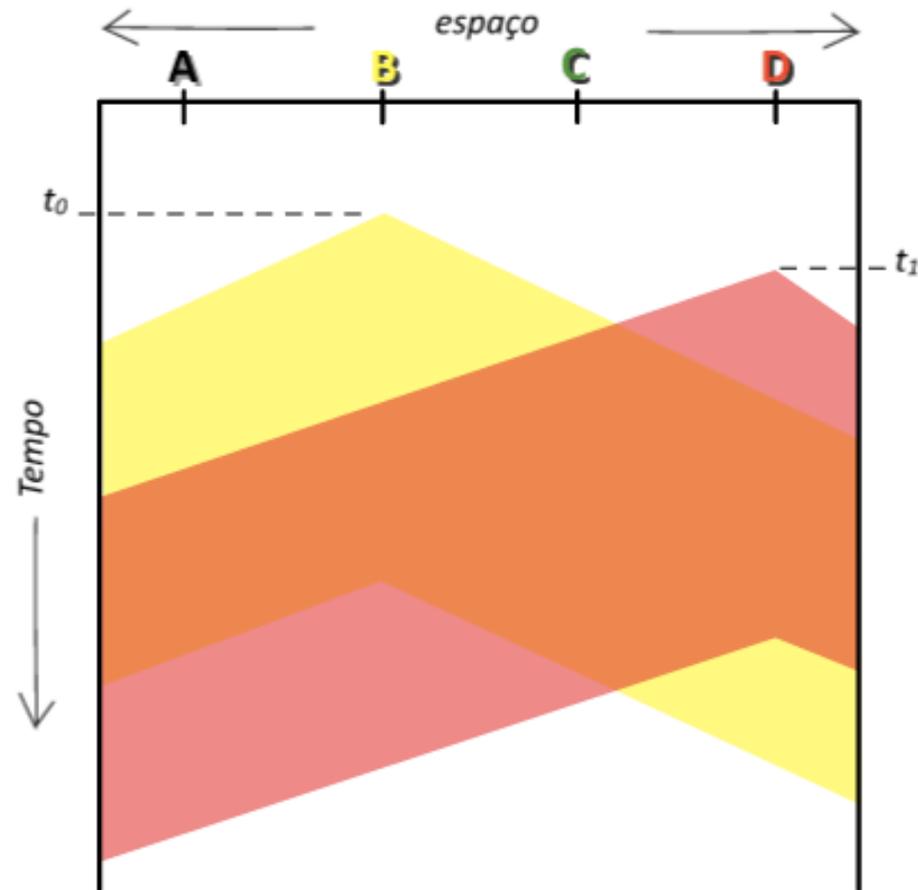
**• Pode haver colisões ? Como ?**

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

CSMA - Carrier Sense Multiple Access.

**Pode haver colisões ? SIM !!!**

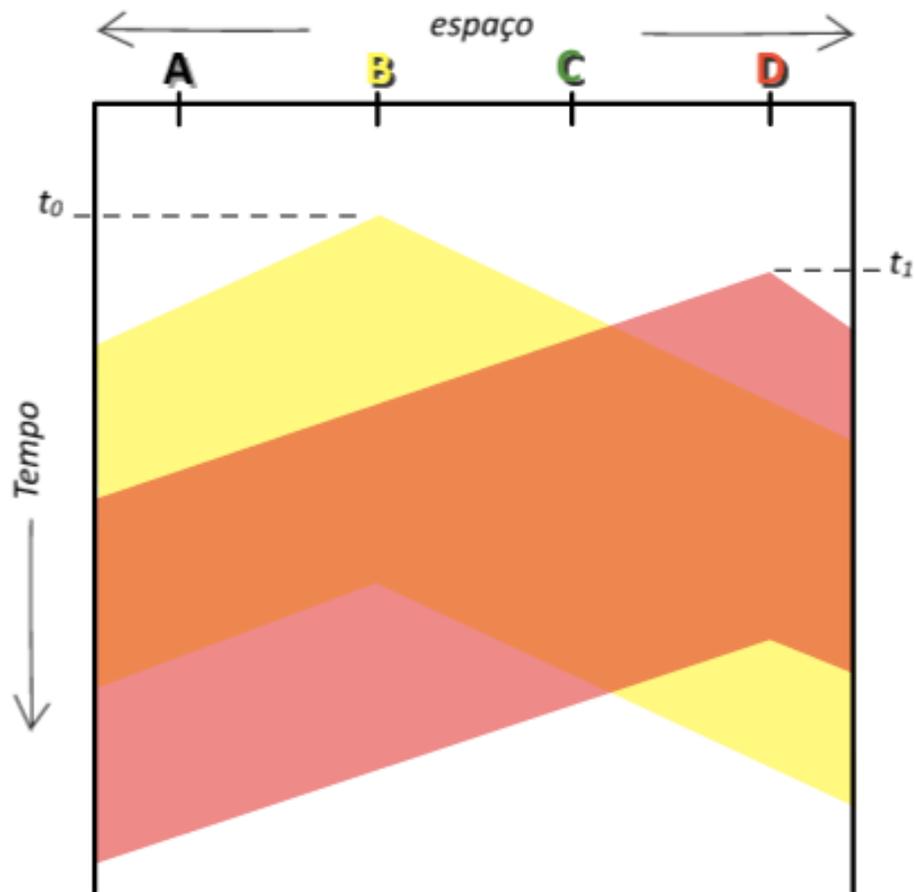
**Como ?**



# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

CSMA - Carrier Sense Multiple Access.

## Colisões



- Retardo de propagação: Demora certo tempo até que um host escute a transmissão de outro.
- **Colisão:** tempo de transmissão do pacote inteiro é perdido, como no ALOHA
- Distância e retardo de propagação influenciam na probabilidade de colisão

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

- CSMA não persistente
  - 1- Escute o meio.
  - 2- Se o meio estiver em repouso:
    - a) transmita o quadro;
    - b) aguarde o reconhecimento da recepção por  $T$  unidades de tempo, se recebido fim e
    - vá para o passo 1.
  - 3- Caso contrário (transmissão em curso):
    - a) gere um número aleatório  $r$  entre  $0$  e  $R$  e
    - b) vá para passo 1 após  $r$  unidades de tempo.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Protocolos de Acesso Múltiplos

- CSMA persistente
  - CSMA 1-persistente (probabilidade 1 de transmissão)
    - Idêntico ao anterior
    - Intervalo aleatório  $r$  igual a zero.
      - Objetiva evitar possíveis esperas com o meio de transmissão em repouso.
      - Porém, aumenta a possibilidade de colisões.

- CSMA p-persistente -
  - A probabilidade de transmissão é  $p$ .  $0 < p < 1$ .
    - 1- Escute o meio até ser detectada a condição de repouso.
    - 2- Gere um número aleatório  $s$  entre **0** e **1**.
    - 3- Se  $s \geq p$  (valor previamente definido):
      - a) transmita o quadro;
      - b) aguarde o reconhecimento de recepção por **T** unidades de tempo, se recebido, fim e
      - c) vá para o passo 1.
    - 4- Caso contrário ( $s < p$ ):
      - a) gere um número aleatório  $r$  entre **0** e **R**;
      - b) aguarde  $r$  unidades de de tempo
      - c) escute o meio, se em repouso vá para o passo 2.
      - d) caso contrário, gere um número aleatório  $u$  entre **0** e **U** e vá para o passo 1 após **U** unidades de tempo.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## **Protocolo CSMA-CD - Detecção de Colisão (Collision Detection)**

- Ao detectar a colisão, o emissor suspende imediatamente a transmissão
- Reduz o desperdício do canal

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

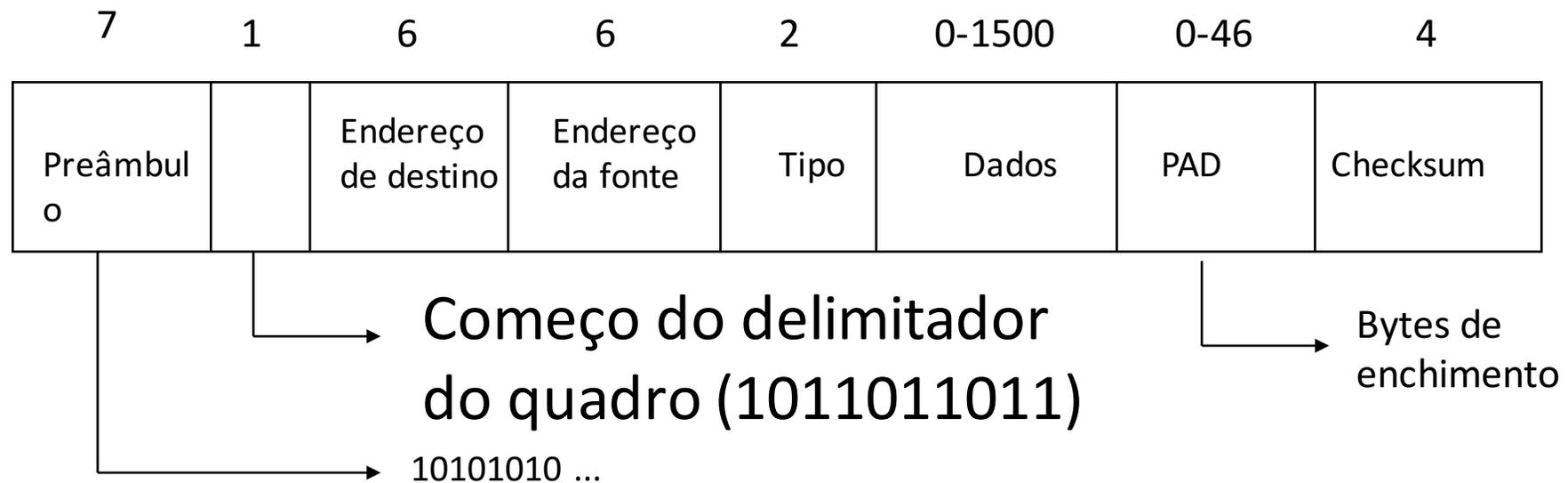
- Protocolo CSMA-CD - Detecção de Colisão (Collision Detection)
  - Ao detectar a colisão, o emissor suspende imediatamente a transmissão.
    - 1- Escute o meio até ser detectada a condição de repouso.
    - 2- Inicie a transmissão do quadro, escutando o meio para se certificar que apenas esta transmissão está em curso. Caso termine a transmissão e não houver detecção de colisão, fim.
    - 3- Reforce a colisão por  $t_0$  unidades de tempo, caso seja detectada uma. Então, aborte a transmissão do quadro.
    - 4- Caso o número de colisões  $c$  na transmissão deste quadro exceder o limite pré-estabelecido, sinalize um erro à camada superior e termine.
    - 5- Após abortar a transmissão, gere um número aleatório  $r$  entre  $0$  e  $R$ .
    - 6- Vá para o passo 1 após  $r$  unidades de tempo.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## CSMA-CD no Padrão IEEE 802.3

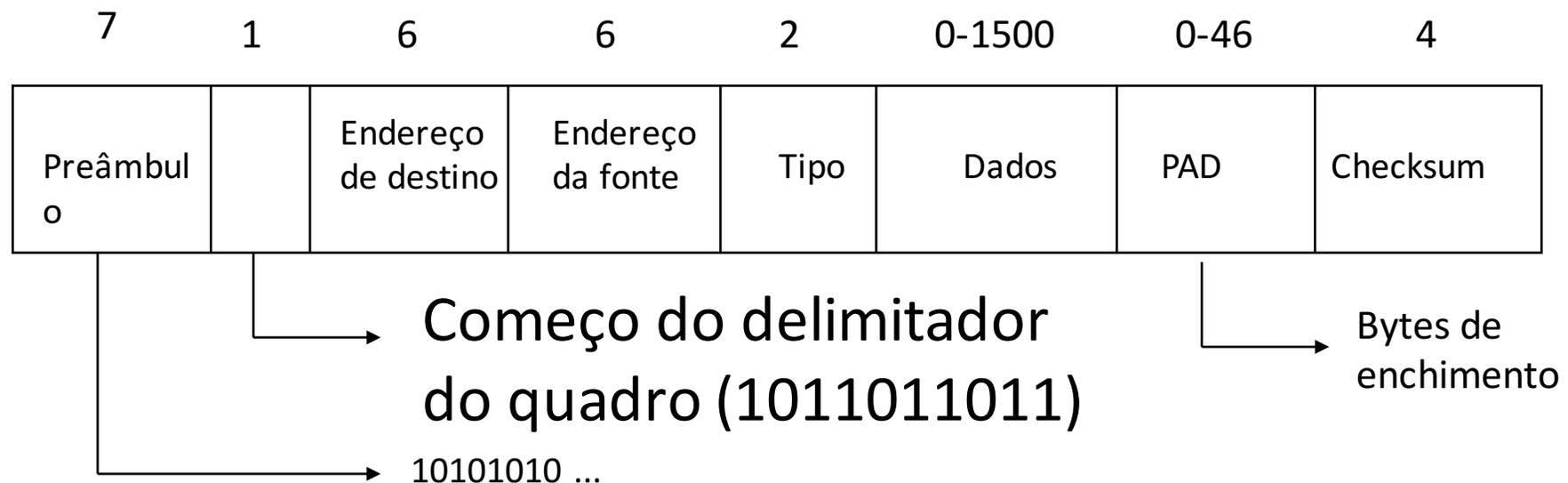
1-persistente.

Formato do Quadro Ethernet  $\approx$  IEEE 802.3



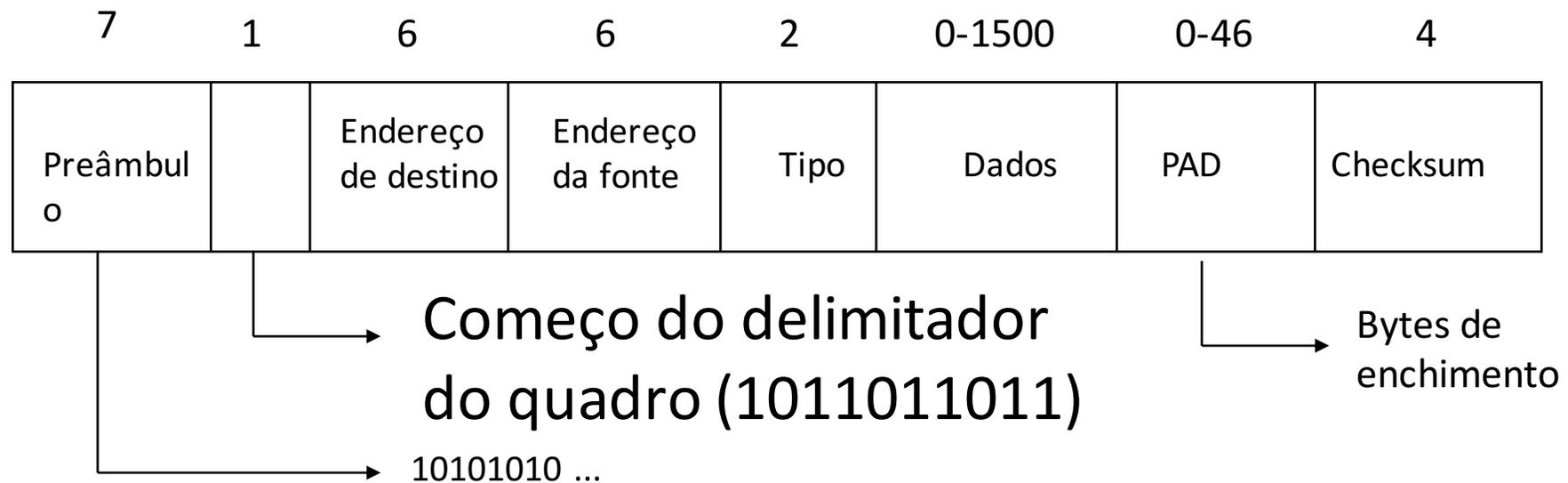
# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

- Codificação Manchester: +0.85 e -0.85 Volts
- Campo *tipo*: informa a quantidade de bytes presente no campo *Dados*.
- O quadro deverá ter tamanho mínimo de 64 bytes, do *endereço de destino* ao *checksum*.



# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

- Qual a necessidade do uso do PAD?
  - Devido à necessidade do quadro possui ao menos **64 bytes** a partir dos bytes do endereço de destino.

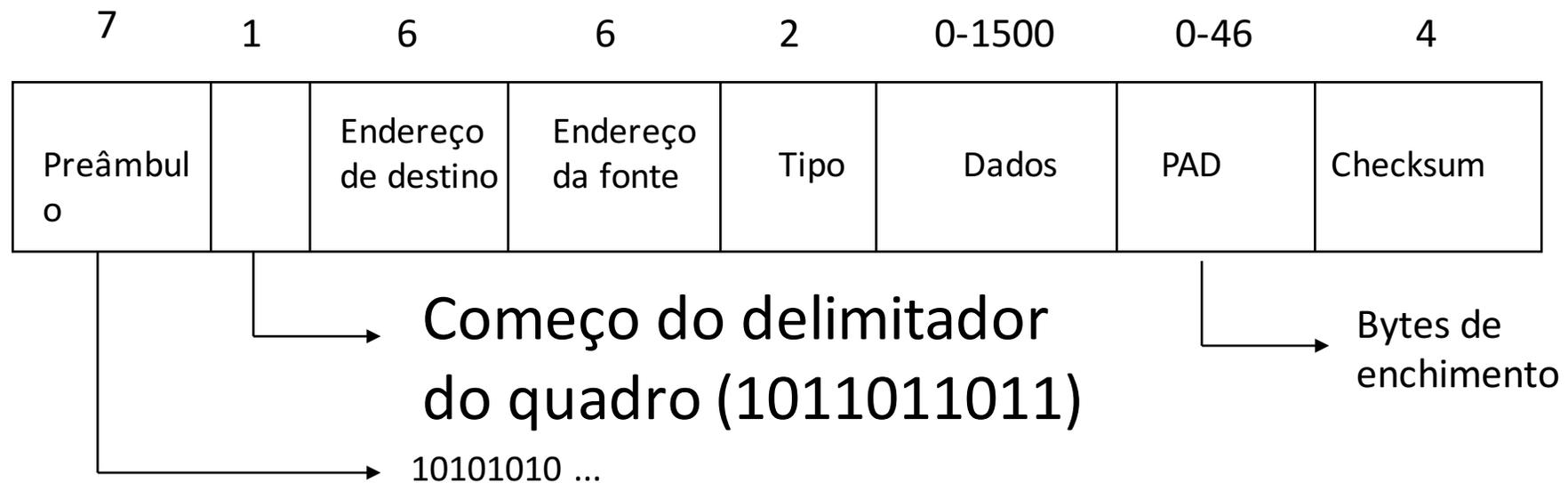


# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

- Quais são as necessidades de se ter um tamanho mínimo para o quadro?
  - 1- reforçar o *checksum*, diminuindo a probabilidade de diferentes arranjos de bits gerarem o mesmo *checksum*.
  - 2- Quadros muito curtos emitidos nos extremos do cabo podem entrar em colisão sem os respectivos emissores possam detectá-los.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

- Endereço de *broadcast*: todos os bits de *endereço de destino* têm valor igual a 1.



# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

Endereço MAC

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Endereço MAC

Todos os dispositivos (nós) na rede possuem uma placa de rede que é justamente o componente de hardware responsável por criar o enlace entre os pares comunicantes. Esta placa possui um número que define sua identidade na rede, este número é o endereço físico, ou endereço de controle de acesso a mídia (Media Access Control - MAC). Este número normalmente possui 6 Bytes (ou 48 bits) de comprimento, podendo ter até  $2^{48}$ , e para facilitar sua leitura, normalmente é expresso em notação hexadecimal, sendo cada Byte do endereço representado por um par de dígitos hexadecimais.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Endereço MAC



Os primeiros 24 bits de um endereço MAC são o número do fabricante da placa, os outros 24 bits são o número específico e único desta placa. O Fabricante compra porções do espaço de endereço MAC.

O endereço MAC fica gravado na memória fixa (ROM) do adaptador de rede. Possui um endereço de broadcast, que é quando um quadro é endereçado a todas as máquinas da LAN. Neste endereço todos os bits são iguais a 1, sendo a representação **FF:FF:FF:FF:FF:FF**.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Endereço MAC

Cada endereço é único, onde os 3 primeiros Bytes identificam o fabricante, e os 3 Bytes seguintes o número sequencial da placa.

Fazendo uma analogia, o endereço MAC é semelhante a um CPF e o endereço da rede (IP) é semelhante a um CEP.

Um endereço MAC por ser inalterável pode ser portátil, ou seja, pode ser transferido de uma rede LAN para outra sem precisão de reconfiguração de endereço MAC.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## PROTOCOLO ARP (Address Resolution Protocol)

O Protocolo ARP, o Protocolo de Resolução de Endereço (Address Resolution Protocol) basicamente tem a função de converter um endereço IP em um endereço MAC, ou seja, ele recebe um endereço de rede e retorna o endereço MAC relativo. A ideia é se trabalhar com o endereço respectivo em cada camada da arquitetura TCP/IP.

Quando há uma troca de quadros, utiliza-se o endereço MAC para determinar qual a máquina que deverá receber o quadro. Porém os dispositivos e aplicações que utilizam a camada de redes para o envio de pacotes só possuem o endereço IP do destino.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

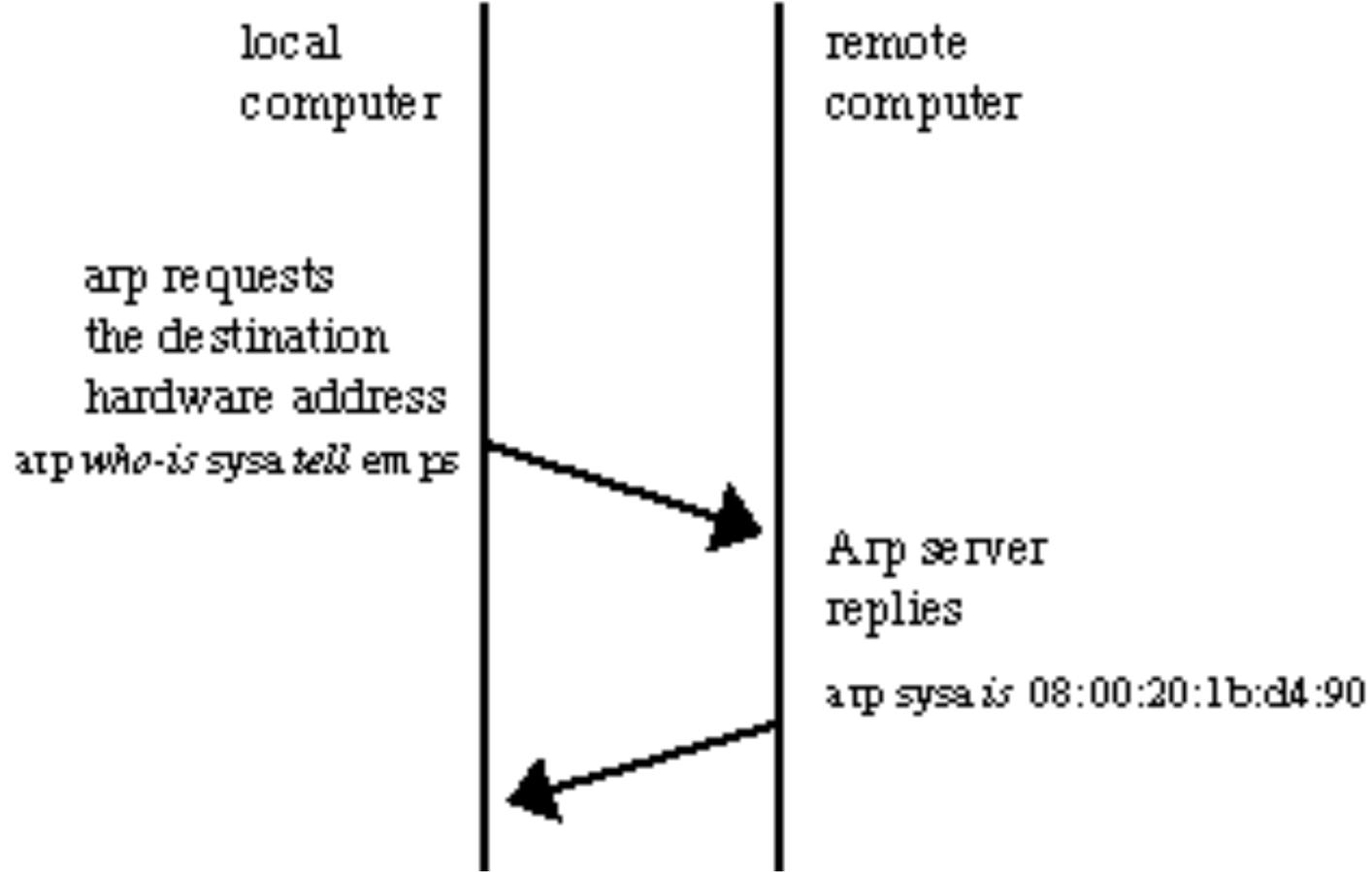
## PROTOCOLO ARP (Address Resolution Protocol)

O ARP procede da seguinte maneira:

- 1 - Envia uma mensagem na LAN (ARP Request) contendo o MAC de origem e o endereço IP desejado por mensagem de difusão (Broadcast) utilizando o endereço FF:FF:FF:FF:FF:FF.
- 2 - Ao receber a mensagem, a máquina verifica se o IP referido é o seu. Caso não seja, este será imediatamente descartado. Caso seja ele retornará um pacote com o endereço MAC origem e o MAC destino (ARP Reply).
- 3 - No final, o emissor recebe a mensagem com o MAC referente ao IP solicitado, atualizando a sua Tabela ARP.

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

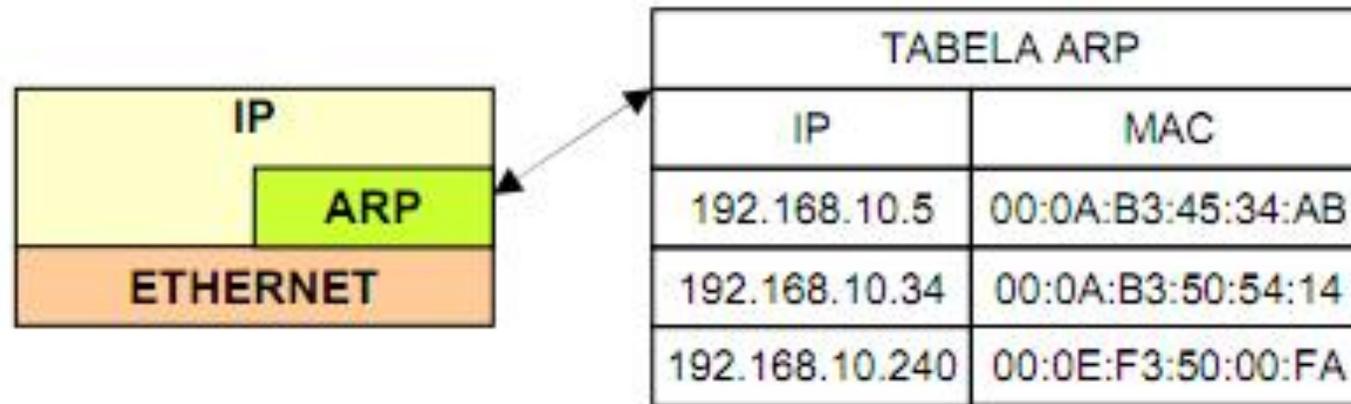
## PROTOCOLO ARP (Address Resolution Protocol)



# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## PROTOCOLO ARP (Address Resolution Protocol)

Depois de encontrada, há um mapeamento dos endereços MACs e IPs de uma rede, a esse mapeamento se dá o nome de Tabela ARP. Esta tabela é mantida e atualizada automaticamente. Cada dispositivo na rede mantém sua própria tabela ARP.



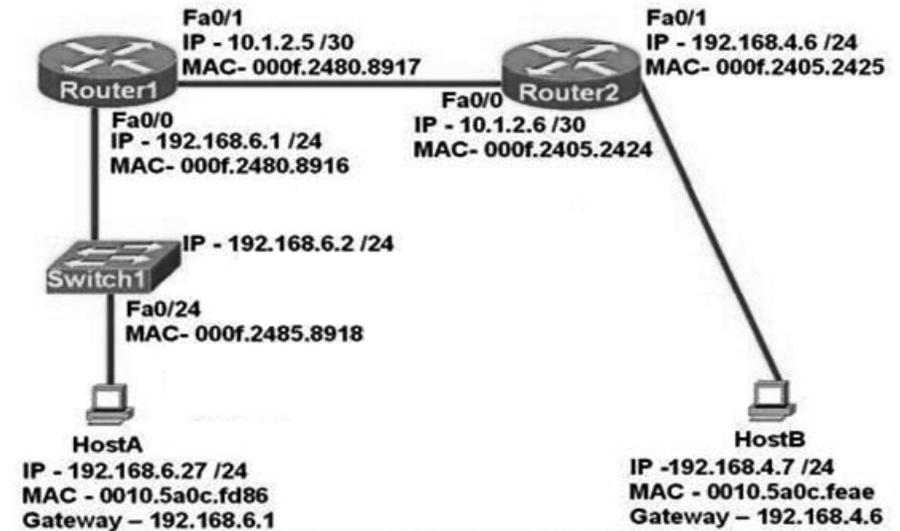
# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## PROTOCOLO ARP (Address Resolution Protocol)

Para uma verificação em IPs remotos (fora da LAN), este procedimento é repetido diversas vezes entre os nós.

Ao receber uma solicitação, o IP verifica se o endereço é local ou remoto, caso seja remoto (externa à rede local) e não há rota definida na Tabela de ARP, o endereço a ser enviado o pacote é o de gateway (roteador). O roteador recebe o pacote e encaminha-o à rede com o IP definido.

No IPv6 este protocolo foi substituído pelo protocolo NDP (Neighbor Discovery Protocol).



A.

Interface Address	Physical Address	Type
192.168.4.7	0010.5a0c.feae	dynamic

B.

Interface Address	Physical Address	Type
192.168.4.7	000f.2480.8916	dynamic

C.

Interface Address	Physical Address	Type
192.168.6.2	0010.5a0c.feae	dynamic

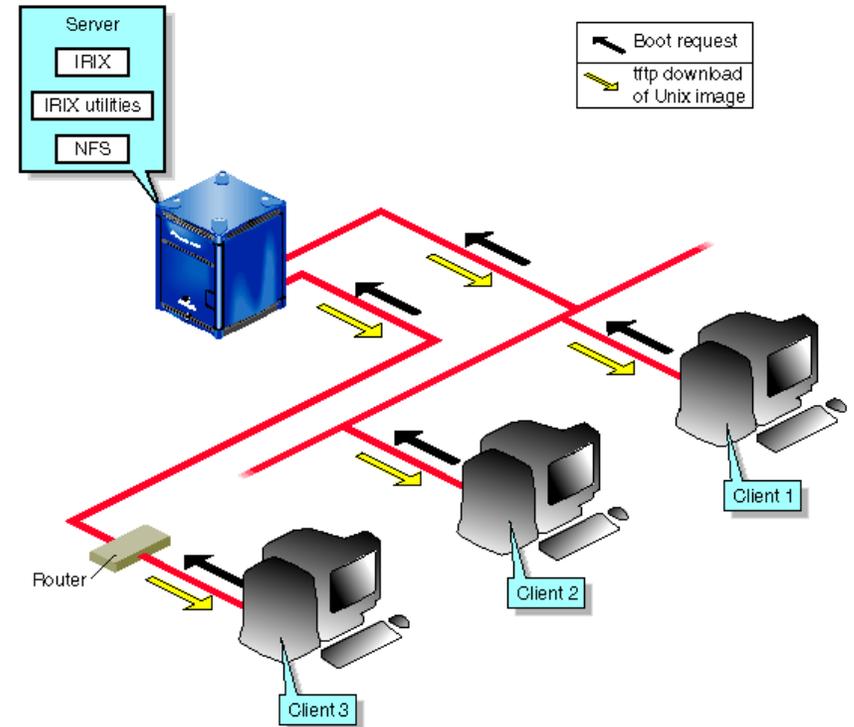
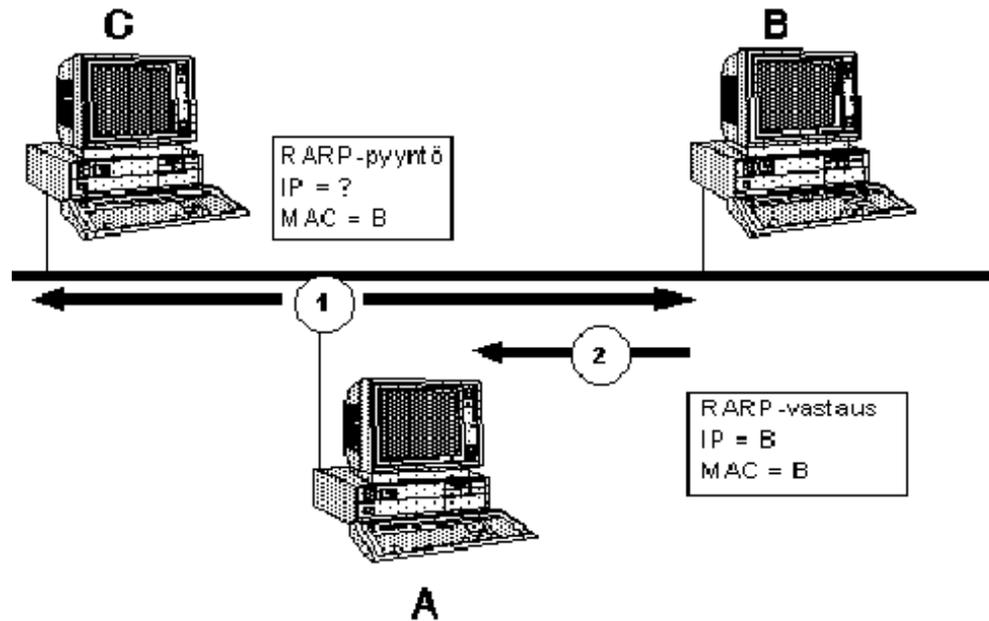
D.

Interface Address	Physical Address	Type
192.168.6.1	000f.2480.8916	dynamic

# CAMADA FÍSICA E DE ENLACE

## Protocolo RARP

O Protocolo RARP (Reverse ARP) faz justamente o inverso, recebendo um endereço MAC e retornando um endereço IP. é muito utilizado quando não há interface gerenciadora da camada de rede e se necessita trabalhar com endereços IP, como por exemplo em computadores sem disco (Diskless) utilizando um boot remoto. Porém foi substituído pelo DHCP.



# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### IP v4

- Todos os endereços IP tem 32 bits
- Cada host possui um endereço exclusivo
- Atribuídos por uma organização sem fins lucrativos chamada **ICANN** (*Internet Corporation for Assigned Names and Number*)
- Formado por 4 octetos binário, representados em notação decimal

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### IP v4

- Formado por 4 octetos binário, representados em notação decimal
  - Ex: Faixa de 00000000.00000000.00000000.00000000 até 11111111.11111111.11111111
  - Ex: 192.168.13.2

11000000.10101000.00001101.00000010

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

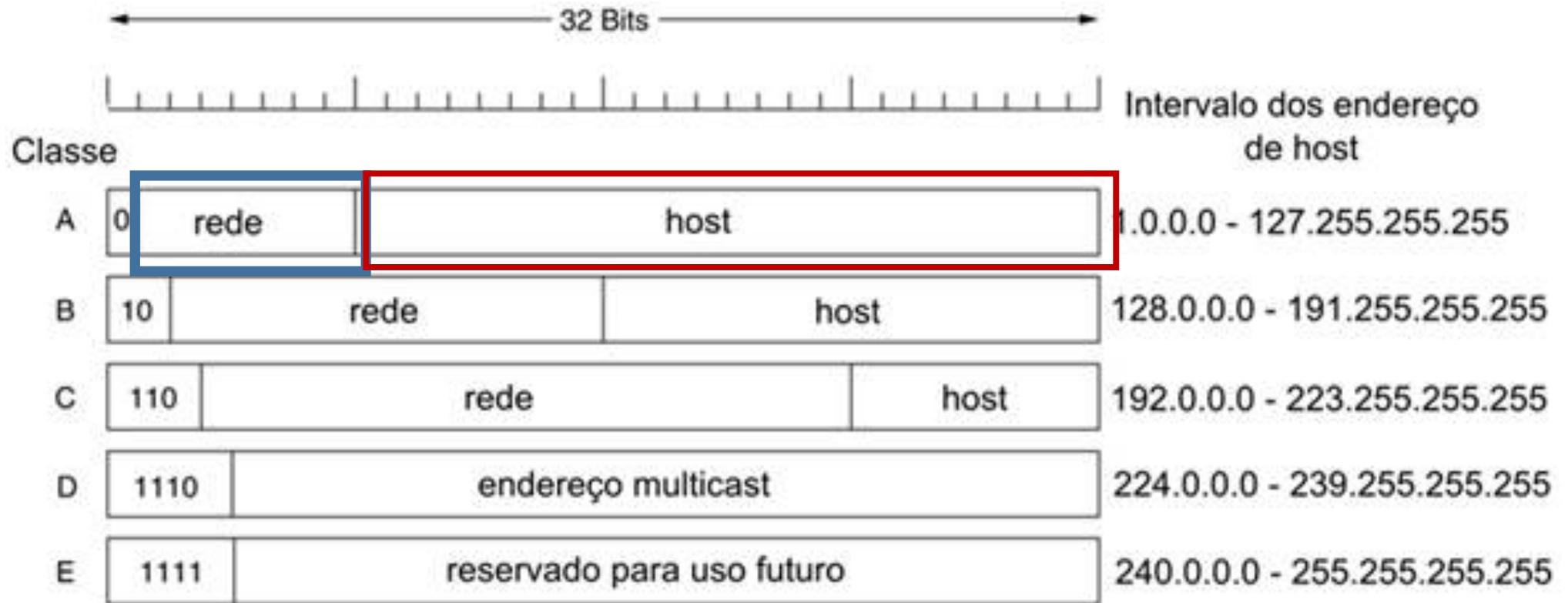
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Multiplica por:	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
equivale a:	128	64	32	16	8	4	2	1
Multiplicação:	<b>0x128</b>	<b>1x64</b>	<b>1x32</b>	<b>1x16</b>	<b>1x8</b>	<b>1x4</b>	<b>1x2</b>	<b>1x1</b>
Resulta em:	0	64	32	16	8	4	2	1
Somando tudo:	<b>0+64+32+16+8+4+2+1</b>							
Resulta em:	<b>127</b>							

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### IP v4 - **DIVISÃO DE CLASSES COMPLETAS**

- Por várias décadas os endereços IP foram divididos em 5 categorias, essa divisão era conhecida como **DIVISÃO DE CLASSES COMPLETAS**



# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### Classes IPv4 e Máscara de Rede

Classe	Início	Fim	Máscara de Subrede padrão	Notação CIDR	OBS
A	1.0.0.1	126.255.255.254	255.0.0.0	/8	
B	128.0.0.1	191.255.255.254	255.255.0.0	/16	
C	192.0.0.1	223.255.255.254	255.255.255.0	/24	
D	224.0.0.0	239.255.255.255			Multicast
E	240.0.0.0	247.255.255.255			Uso futuro; atualmente reservada a testes pela IETF

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

IP v4

- Endereços IP Especiais

00
--

Este host

0 ... 0	Host
---------	------

Um host nesta rede

11
--

Difusão na rede local

Rede	111 ... 111
------	-------------

Difusão entre uma rede distante

127.	Qualquer coisa
------	----------------

Loopback

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

**Blocos de Endereços Reservados**

<b>CIDR Bloco de Endereços</b>	<b>Descrição</b>	<b>Referência</b>
0.0.0.0/8	Rede corrente (só funciona como endereço de origem)	<a href="#">RFC 1700</a>
10.0.0.0/8	<a href="#">Rede Privada</a>	<a href="#">RFC 1918</a>
14.0.0.0/8	Rede Pública	<a href="#">RFC 1700</a>
39.0.0.0/8	Reservado	<a href="#">RFC 1797</a>
127.0.0.0/8	<a href="#">Localhost</a>	<a href="#">RFC 3330</a>
128.0.0.0/16	Reservado (IANA)	<a href="#">RFC 3330</a>
169.254.0.0/16	<a href="#">Zeroconf</a>	<a href="#">RFC 3927</a>
172.16.0.0/12	<a href="#">Rede privada</a>	<a href="#">RFC 1918</a>
191.255.0.0/16	Reservado (IANA)	<a href="#">RFC 3330</a>
192.0.2.0/24	Documentação	<a href="#">RFC 3330</a>
192.88.99.0/24	<a href="#">IPv6 para IPv4</a>	<a href="#">RFC 3068</a>
192.168.0.0/16	<a href="#">Rede Privada</a>	<a href="#">RFC 1918</a>
198.18.0.0/15	Teste de benchmark de redes	<a href="#">RFC 2544</a>
223.255.255.0/24	Reservado	<a href="#">RFC 3330</a>
224.0.0.0/4	<a href="#">Multicasts</a> (antiga rede Classe D)	<a href="#">RFC 3171</a>
240.0.0.0/4	Reservado (antiga rede Classe E)	<a href="#">RFC 1700</a>
255.255.255.255	Broadcast	

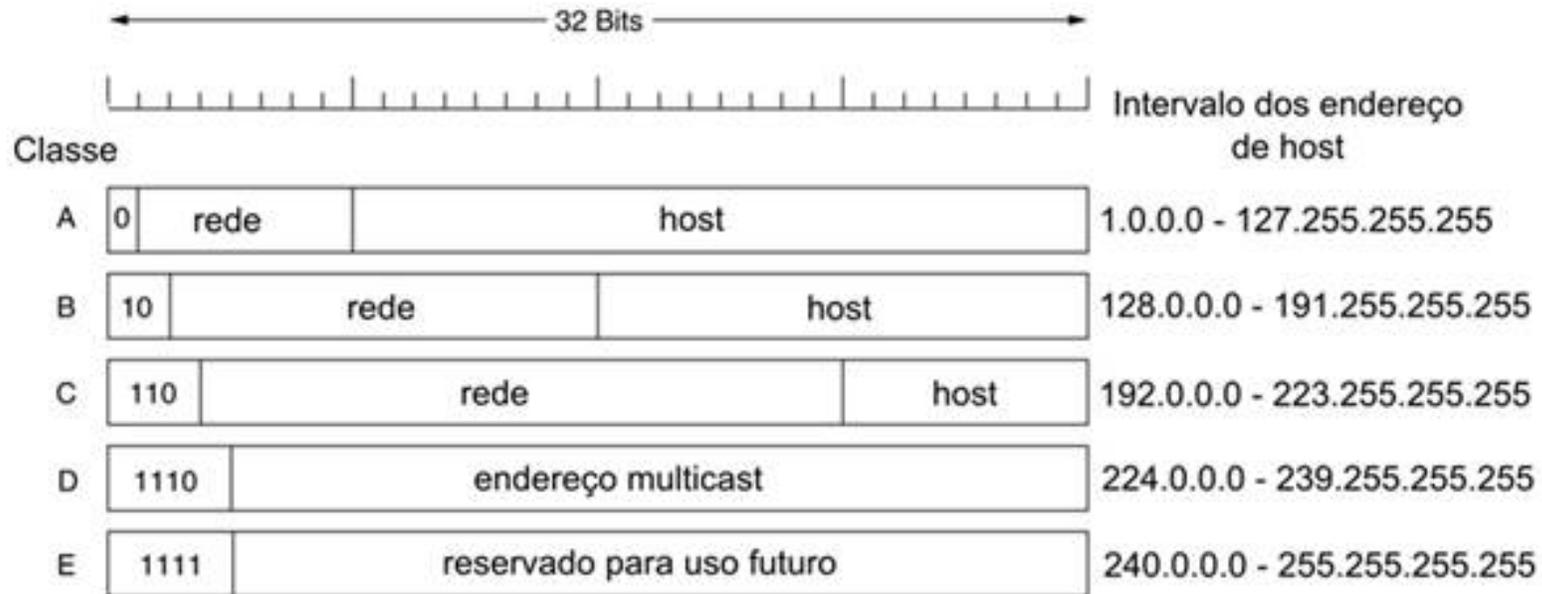
# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

- A máscara de um endereço separa a parte da rede (e subredes) da parte de hosts
- Importante porque define quantos hosts uma rede (ou subrede) pode ter → sempre  $2^n - 2$ 
  - “n” é o nº de bits de host
  - Subtrai-se “2” por causa dos endereços reservados de rede (tudo zero) e broadcast (tudo um)
- A máscara pode ser representada por extenso (ex: 255.255.0.0) ou abreviada (/16)
  - 255.255.0.0 = 11111111.11111111.00000000.00000000
  - /16 = dezesseis bits “1” seguidos na parte de rede da máscara
- Máscaras podem ter bits “N” (network – rede) e “S” (subnet – subredes) setados em “1”. Todos os bits “0” são bits de host (“H”)

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP



Para as classes A, B e C calcule o numero de sub-redes possíveis e o número de hosts em cada subrede.

- Núm. de sub-redes =  $2^n - 2$
- Núm. de end. IP dentro de cada sub-rede =  $2^n - 2$

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

IP Address Class	Total # Of Bits For Network ID / Host ID	First Octet of IP Address	# Of Network ID Bits Used To Identify Class	Usable # Of Network ID Bits	Number of Possible Network IDs	# Of Host IDs Per Network ID
Class A	8 / 24	0xxx xxxx	1	8-1 = 7	$2^7-2 = 126$	$2^{24}-2 = 16,277,214$
Class B	16 / 16	10xx xxxx	2	16-2 = 14	$2^{14} = 16,384$	$2^{16}-2 = 65,534$
Class C	24 / 8	110x xxxx	3	24-3 = 21	$2^{21} = 2,097,152$	$2^8-2 = 254$

- Na Classe “A” as 2 redes subtraídas para “número de possíveis IDs de rede são as redes de prefixo “0” e a “127” – tudo zero (este computador) e tudo um (loopback).

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

IP v4

- Todos os hosts devem ter o mesmo número de rede

	Endereço decimal	Binário
Endereço completo	192.168.5.10	11000000.10101000.00000101.00001010
Máscara da sub rede	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
Porção da rede	192.168.5.0	11000000.10101000.00000101.00000000

**OPERAÇÃO AND**

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### IP v4

- As máscaras de sub rede não precisam preencher um octeto ("byte"). Isto permite que uma rede "classfull" seja subdividida em sub redes. Para criar uma sub rede reserva-se alguns bits do host para a rede. O exemplo a seguir mostra como os bits podem ser "emprestados" para converter uma rede classfull em uma sub rede.

Endereço Decimal	Binário	
Endereço Completo de Rede	192.168.5.130	11000000.10101000.00000101.10000010
Máscara de Sub rede	255.255.255.192	11111111.11111111.11111111. <b>11000000</b>
Porção da Sub rede	192.168.5.128	11000000.10101000.00000101. <b>10000000</b>

**OPERAÇÃO AND**

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### IP v4

Endereço Decimal	Binário	
Endereço Completo de Rede	192.168.5.130	11000000.10101000.00000101.10000010
Máscara de Sub rede	255.255.255.192	11111111.11111111.11111111.11000000
Porção da Sub rede	192.168.5.128	11000000.10101000.00000101.10000000

**OPERAÇÃO AND**

IP	Prefixo da Rede	Número da Sub rede	Número do Host
11000000.10101000.00000101.10000010	11000000.10101000.00000101	10	000010

No exemplo dois bits foram emprestados da porção do host e são usados para identificar a sub rede.

Para determinar o número de hosts/sub redes disponíveis a partir de certa máscara de sub rede devemos verificar o número de bits emprestados. No exemplo anterior, por exemplo, há 2 bits emprestados, logo há: 4 sub redes disponíveis

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### IP v4 - **DIVISÃO DE CLASSES COMPLETAS**

- A Internet está crescendo e ficando sem endereços
- Existem mais de 2 bilhões de endereços mas a prática de organizar os endereços por classe faz com que milhões deles sejam desperdiçados.

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### IP v4 - **DIVISÃO DE CLASSES COMPLETAS**

- Uma rede CLASSE A, com 16 milhões de endereços é muito grande.
- Uma rede CLASSE C, com 256 endereços é muito pequena
- Uma rede CLASSE B, com 65.536 endereços é a melhor solução, mas ainda sim é grande demais para a maioria das organizações

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### IP v4 – **CIDR – Classless InterDomain Routing**

- Descrito na RFC1519
- Alocar endereços IP restantes em blocos de tamanho variável, **SEM LEVAR EM CONSIDERAÇÃO AS CLASSES**
- Ex: 192.168.0.15/24

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### IP v4

- Uma universidade começou a usar uma rede CLASSE B para o departamento de computação para sua Ethernet
- Um ano mais tarde o departamento de engenharia quis entrar na rede, assim comprou um repetido ...
- Em alguns anos, muitos departamentos compraram computadores, repetidores e o limite da rede Ethernet foi atingido... Precisamos pensar em outra forma de organizar...

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

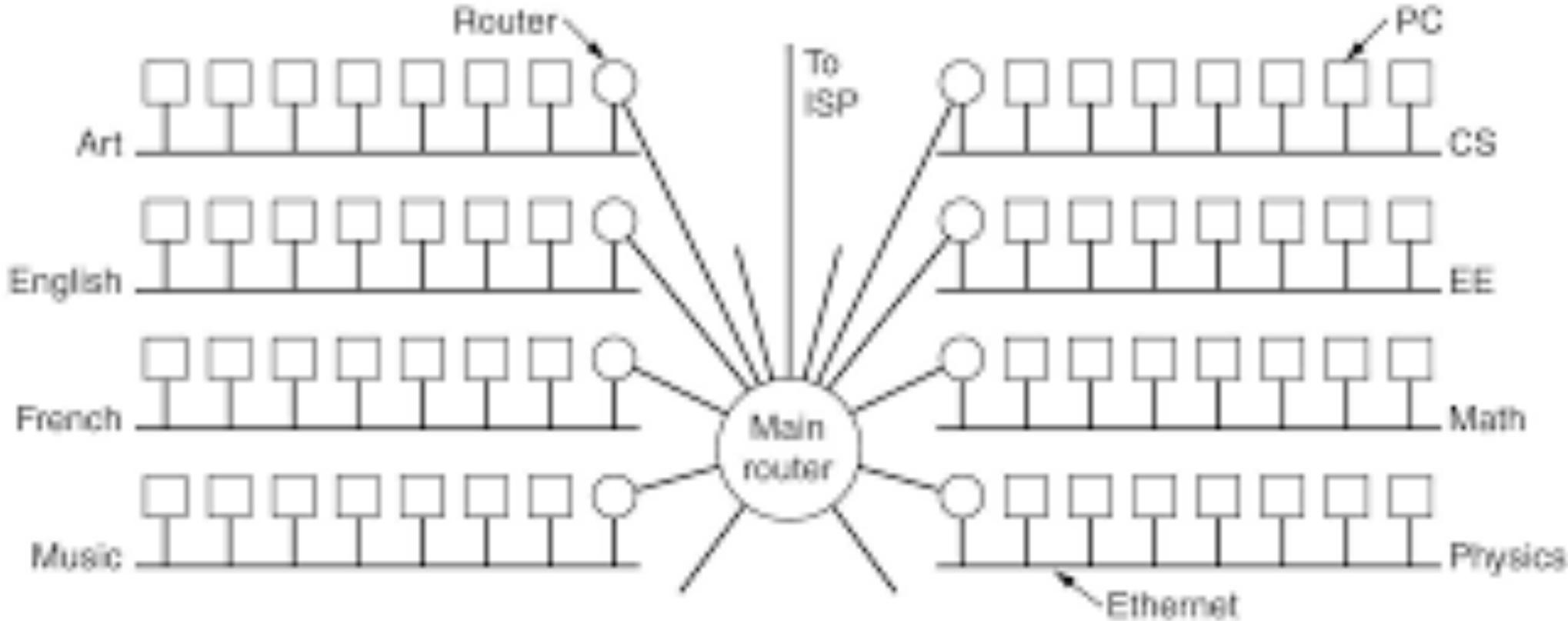
### IP v4

- Seria difícil conseguir mais endereços de rede pois são escassos, a a universidade tinha mais de 60.000 hosts (lembra que era Classe B)...
- Solução: Permiti que a rede seja dividida em diversas partes para uso interno, mas externamente funcione como uma única rede. Essas partes da rede são conhecidas como **SUBREDES**

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

IP v4

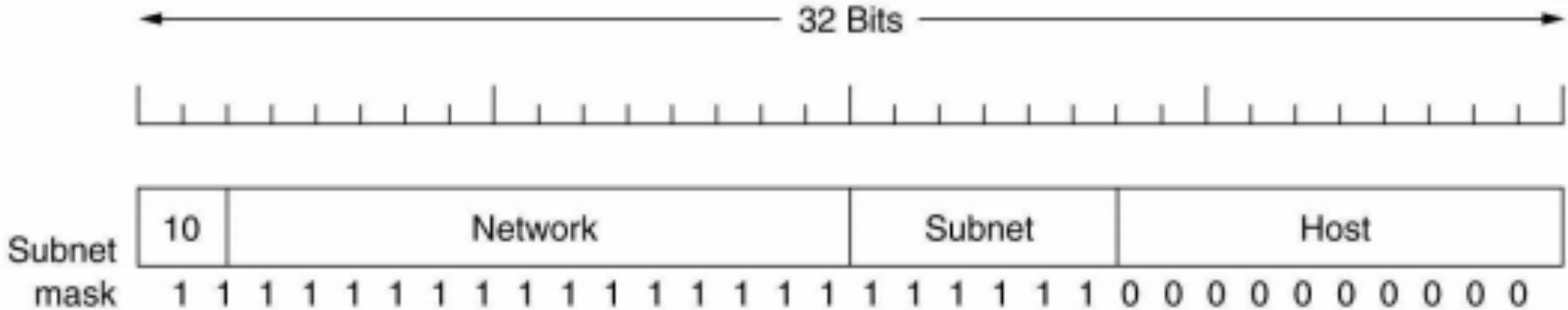


# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

IP v4

Para implementar esta divisão em sub-redes, o roteador principal precisa de uma máscara de sub-rede que indique a divisão entre o número de rede + sub-rede e o host.



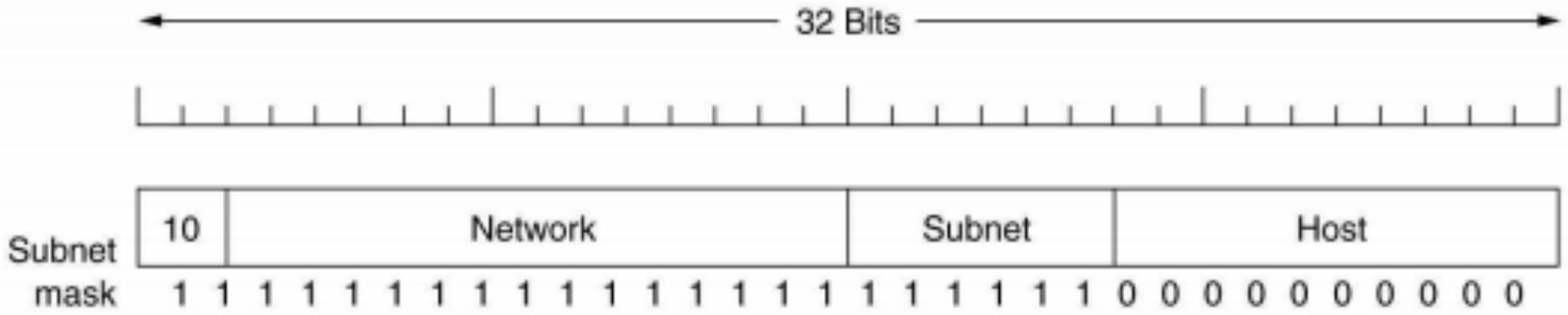
# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### IP v4

As máscaras de sub-redes também são escritas em notação decimal com pontos, com a inclusão de uma barra vertical seguida pelo número de bits na parte de rede + sub-rede.

A máscara de sub-rede pode ser escrita como 255.255.252.0. Uma notação alternativa é /22 para indicar que a máscara de sub-rede tem 22 bits 1.



# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### IP v4

Quando a divisão em sub-redes é introduzida, as tabelas de roteamento do roteador principal são alteradas acrescentando-se uma máscara junto à informação de rota. Sendo assim, este roteador sabe como alcançar todas as outras sub-redes departamentais, sem se ater a detalhes sobre os hosts dessas sub-redes.

Na realidade, a ideia é fazer com que cada roteador seja submetido a um AND booleano com a máscara de sub-rede, a fim de eliminar o número do host e pesquisar o endereço resultante em suas tabelas.

# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

### IP v4

Por exemplo, um pacote endereçado a 130.50.15.6 recebido no roteador principal passa pela operação AND booleana com a máscara de sub-rede 255.255.252.0 para gerar o endereço 130.50.12.0. Esse endereço é usado para acessar as tabelas de roteamento com a finalidade de descobrir que linha de saída usar para chegar ao roteador que conhece esta subrede.

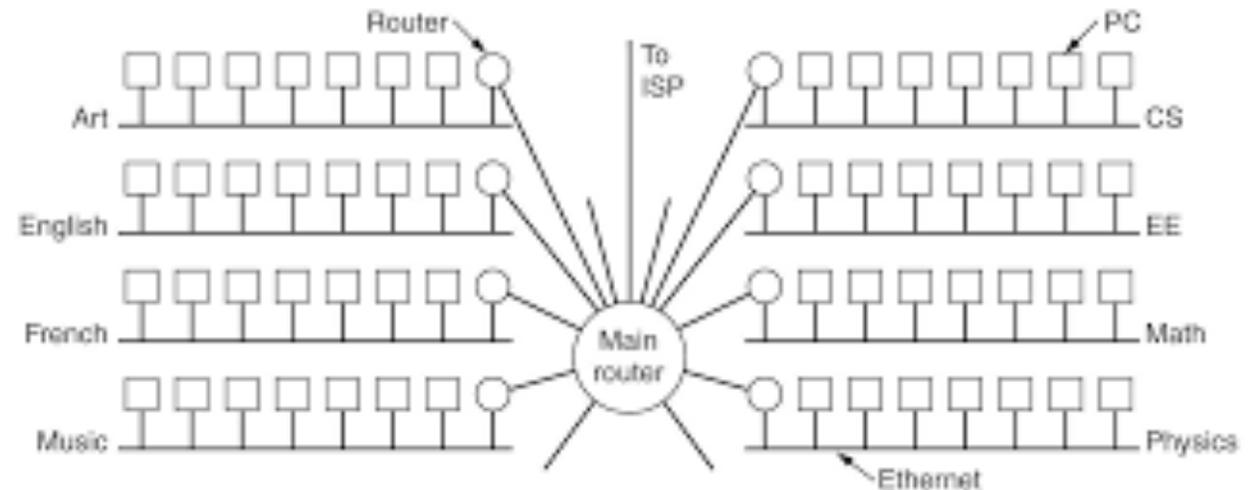
# CAMADA DE REDE

## ENDEREÇAMENTO IP

IP v4

Proponha os endereços de subrede e os possíveis Ips para cada uma dos departamentos abaixo:

- Artes
- Inglês
- Francês
- Música
- Ciência da Computação
- Engenharia Elétrica
- Matemática
- Física



# TRABALHO EM GRUPO

## Apresentação e trabalho em grupo – NOTAS INDIVIDUAIS

Roteamento pelo caminho mais curto

Inundação

Roteamento com Vetor de Distância

Roteamento por estado de enlace

Roteamento hierárquico

Roteamento por difusão

Roteamento por multidifusão

Roteamento para host móveis

Roteamento em redes ad hoc

# TRABALHO EM GRUPO

Apresentação e trabalho em grupo – NOTAS INDIVIDUAIS

A apresentação será pela ordem do tema

Entregas:

PPT da apresentação (grupo)

Resumo individual dos temas dos demais grupos