

Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas - TADS

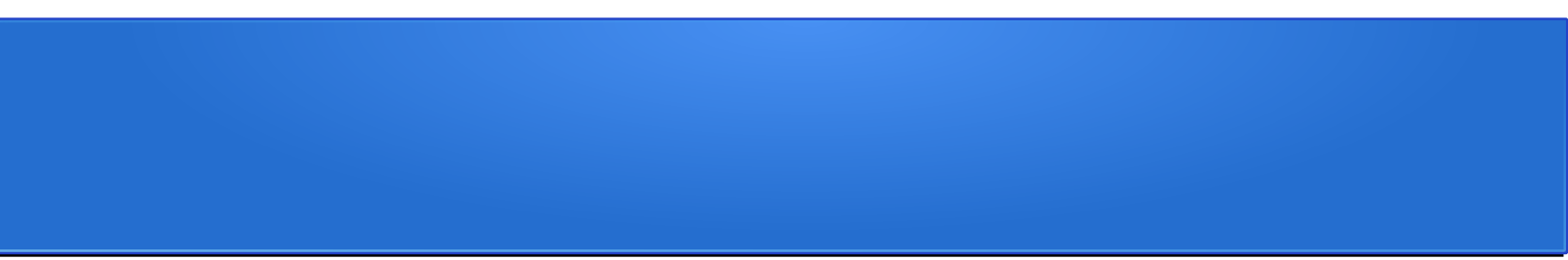
Redes de Computadores

Atividades Pedagógicas não Presenciais - APNP

Prof. Luciano Vargas Gonçalves

E-mail: luciano.goncalves@riogrande.ifrs.edu.br





Aula 3 – Padrões de Redes

RM-OSI (ISO)

TCP/ IP (Internacional)



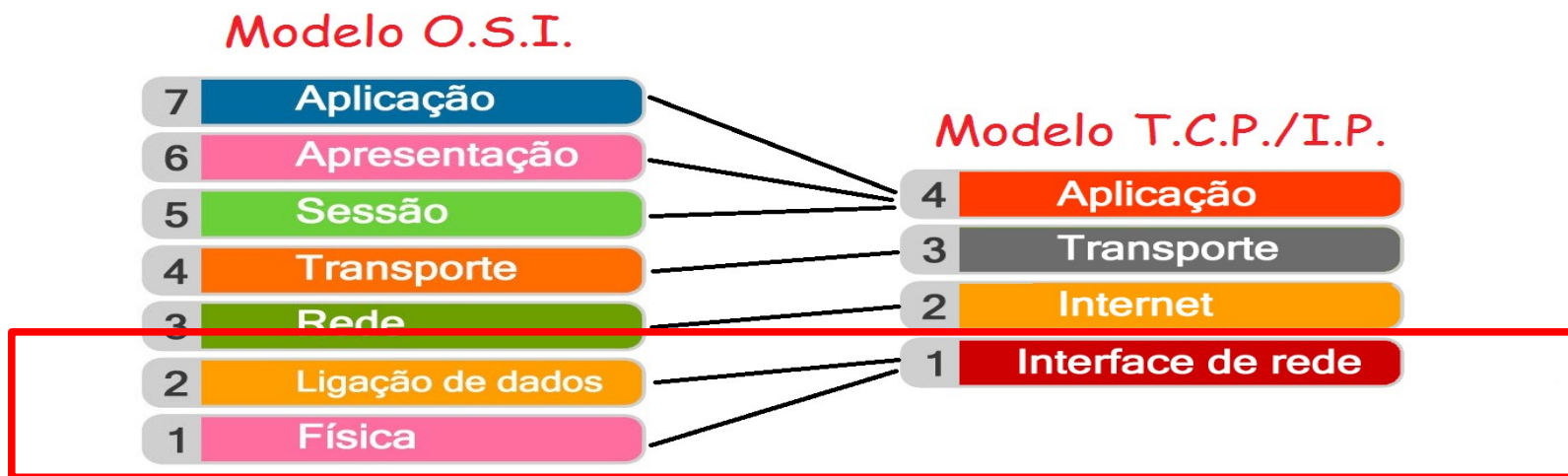
Aula 5

Camada 1 - Interface de Rede **TCP/IP**

Camada 2 – Enlace **RM-OSI**

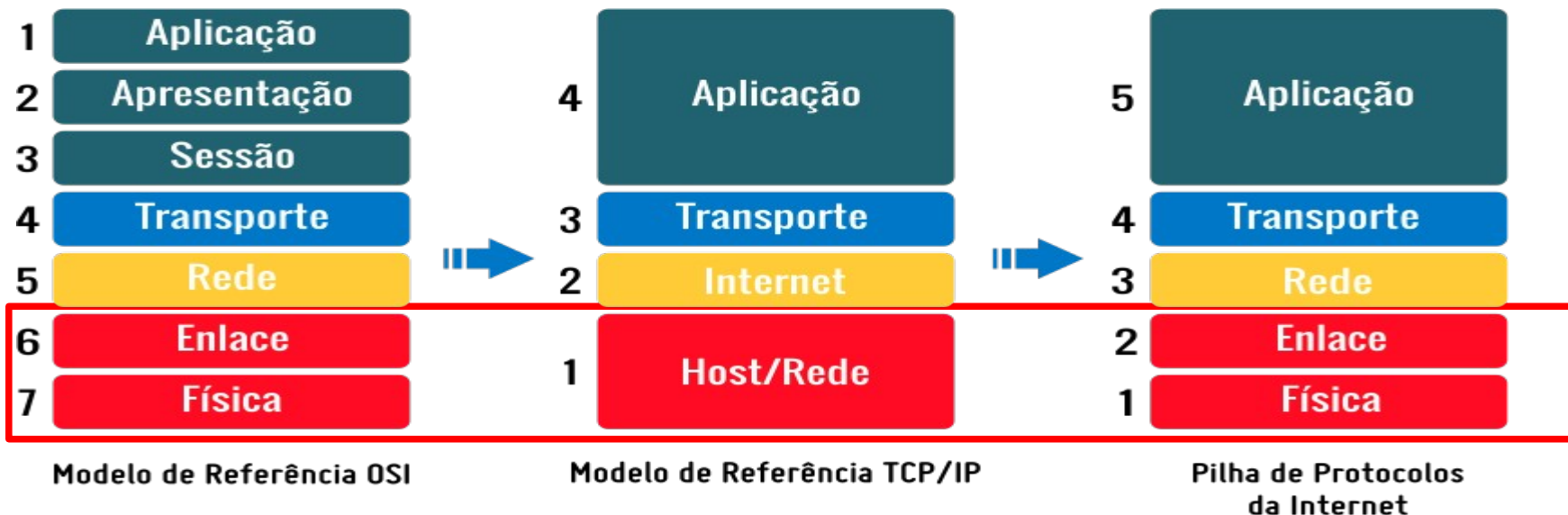
Modelos - Equivalência

- Modelos RM-OSI (Camada 2 - Enlace)
- Modelo TCP/IP (Camada 1 - Interface Rede)



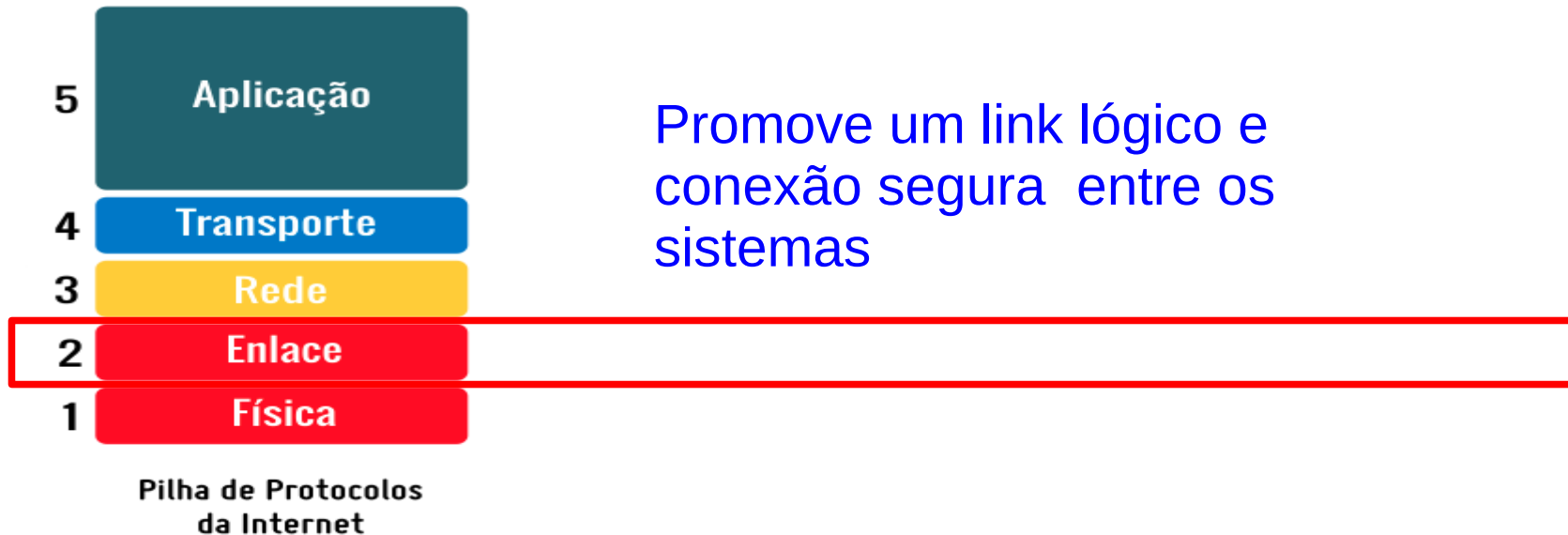
Modelos - Equivalência

- Modelo Híbrido



Camada 2 - Interface de Rede

- Característica da Camada de Enlace



Camada 2 - Enlace

- **Camada Enlace:**

- **Objetivo da camada:**

- Fornecer uma comunicação eficiente e confiável entre dois pontos adjacentes (ponto a ponto - link lógico).

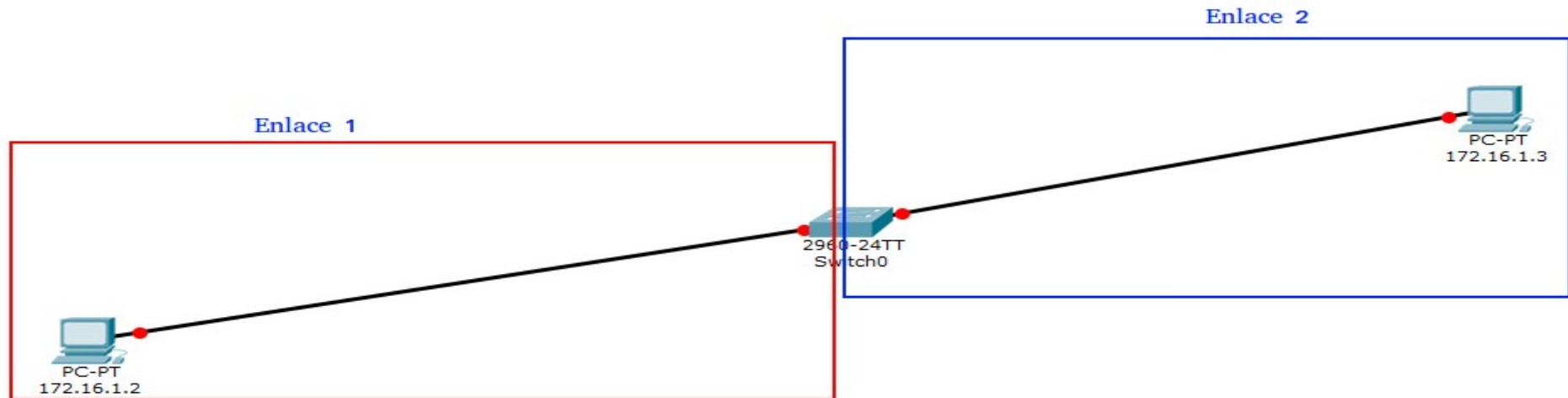
- É função da camada de enlace de dados (datalink layer):

- Ativar e Desativar o link de comunicação,
 - **Detectar erros que ocorram na camada física e recuperar em caso de anomalias,**
 - **Segmentação e delimitação dos quadros a serem transmitidos,**
 - Controlar o fluxo de transmissão,
 - Sequenciamento das unidades (**Frames**).

Camada 2 - Enlace

- **Camada – Enlace**

- Enlace – é link entre dois equipamentos
- Tarefa dessa camada controle entre os enlace



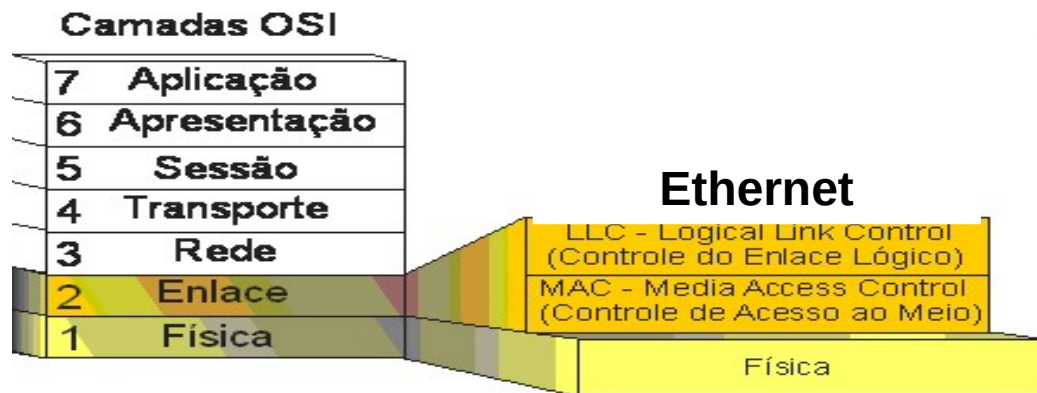
Padrão ETHERNET (IEEE 802)

- **Padrão IEEE 802**

- Padronização da Camada de Enlace em redes locais foi promovida através da recomendação IEEE 802:
 - Objetivo tornar viável o uso da estrutura do Modelo de Referência OSI em redes locais.
 - A camada enlace foi dividida em duas subcamadas.
 - A subcamada de Controle Lógico de Enlace (LLC - Logical Link Control)
 - A subcamada de Controle de Acesso ao Meio (MAC - Medium Access Control)

Padrão ETHERNET (IEEE 802)

- **Camada Enlace (2):**
 - Dividida em duas SubCamadas
 - LLC - Logical Link Control
 - MAC – Media Access Control

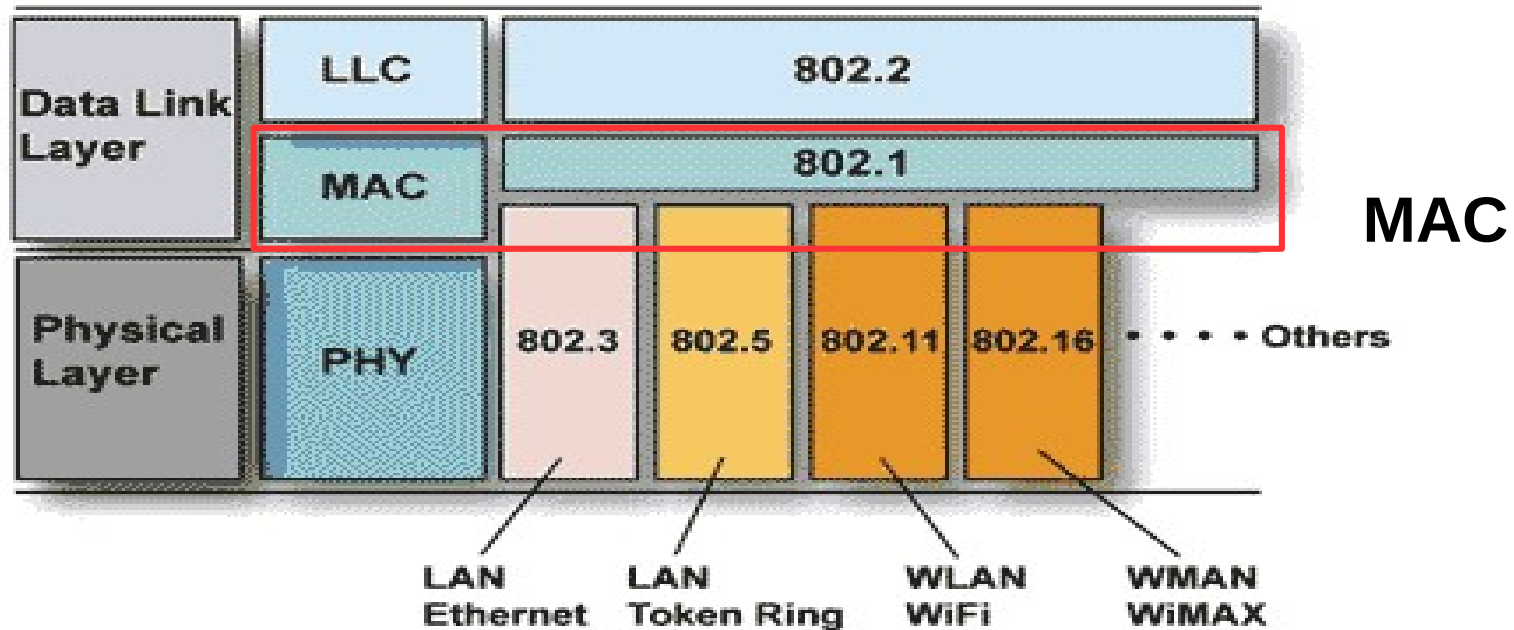


Padrão ETHERNET (Subcamada MAC)

- **SubCamada MAC:**
 - Subcamada MAC é responsável pela disciplina do meio físico.
 - **Definindo:**
 - Quem pode acessar um canal comunicação (autorização)?
 - Quando (momento)?
 - Por quanto tempo (validade)?

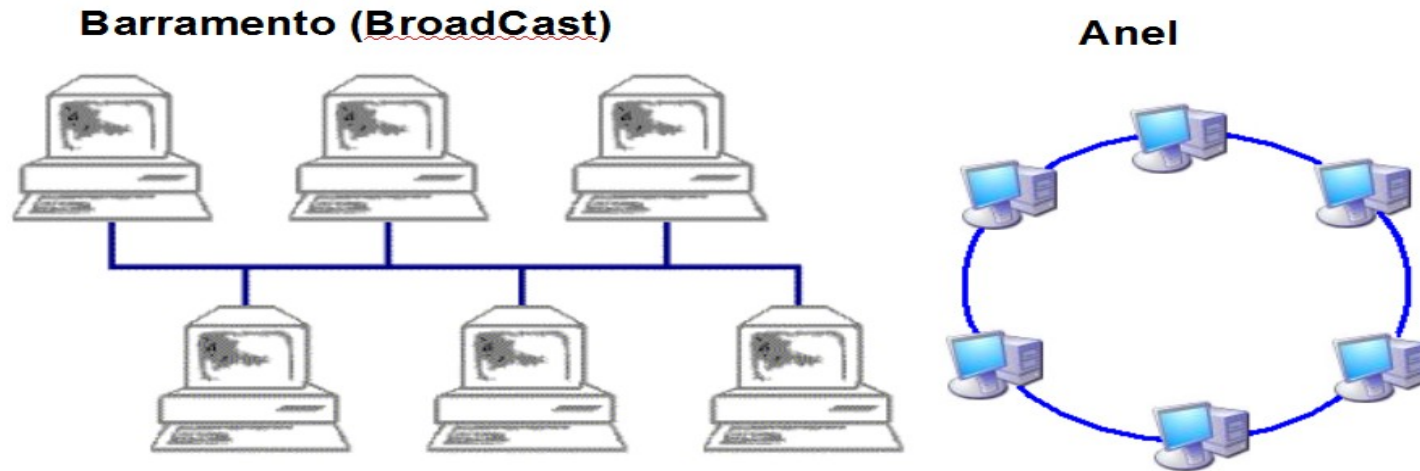
Padrão ETHERNET (Subcamada MAC)

- Controle da Subcamada MAC depende do Meio físico:



Padrão ETHERNET (Subcamada MAC)

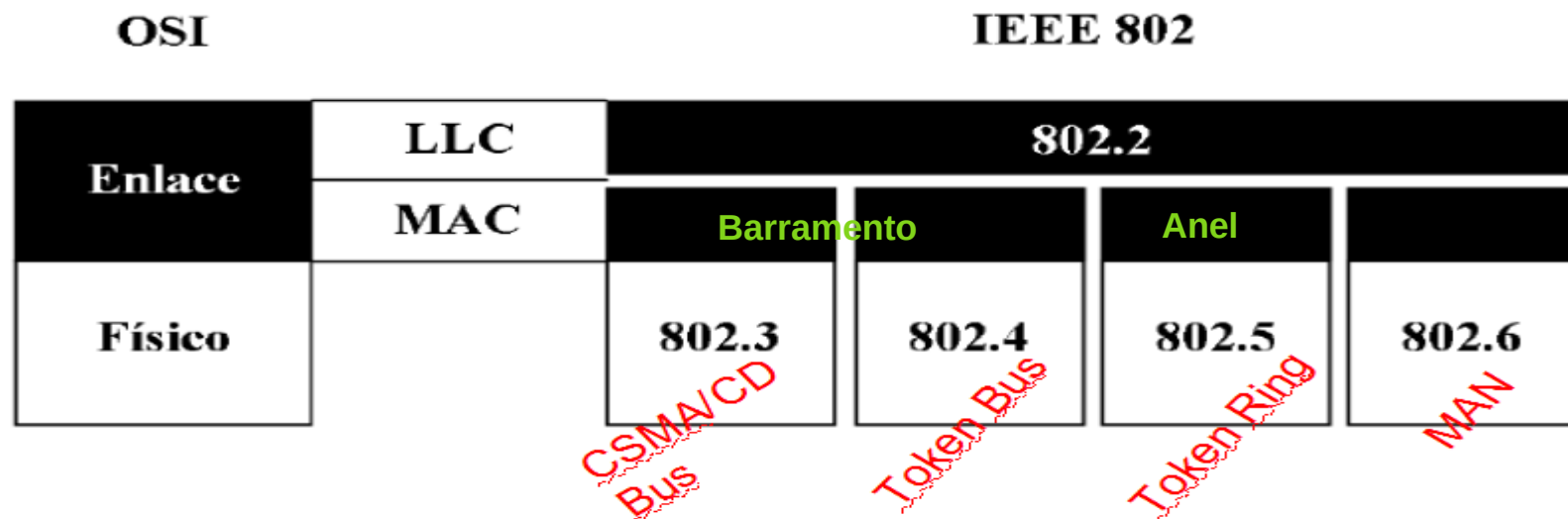
- Controle da Subcamada MAC depende do Meio físico:



Dependente do meio físico?

Padrão ETHERNET (Subcamada MAC)

- Controle da Subcamada MAC depende do Meio físico:



Diferentes topologias de redes, diferentes padrões de controle.

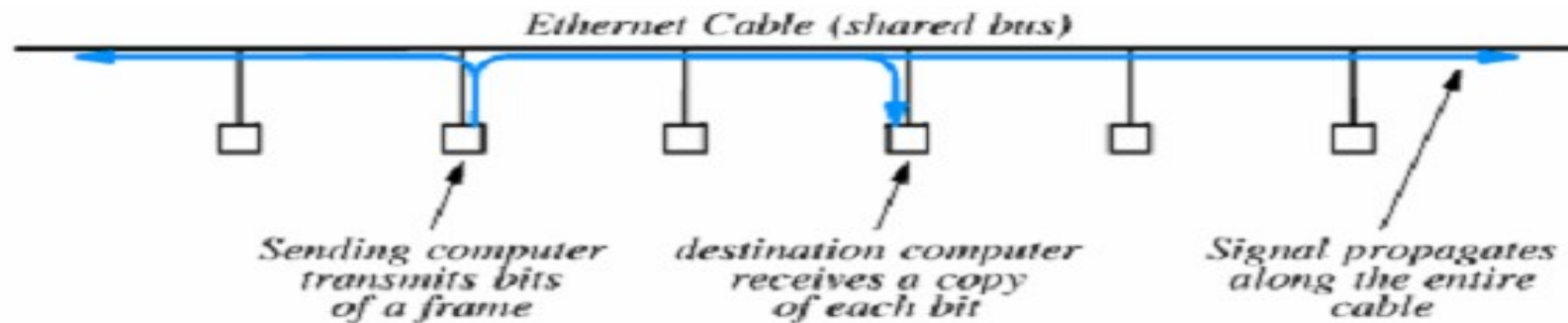
Padrão ETHERNET (Subcamada MAC)

- CSMA - Protocolo Ethernet (IEEE 802.3)
 - O protocolo de acesso ao meio físico na rede ETHERNET
 - CSMA (Carrier Sense Multiple Access).
 - *CS (Carrier Sense)*: Capacidade de identificar se está ocorrendo transmissão;
 - *MA (Multiple Access)*: Capacidade de múltiplos nós concorrerem pela utilização da mídia;
 - O protocolo permite que todas as estações possuam o mesmo direito de transmitir,
 - Possui um aproveitamento de aproximadamente 98%, da banda passante.

Subcamada MAC (Protocolo CSMA)

O CSMA é o método responsável por disciplinar o meio físico compartilhado em uma rede do tipo IEEE 802.3 ou Ethernet.

Topologia de Barramento



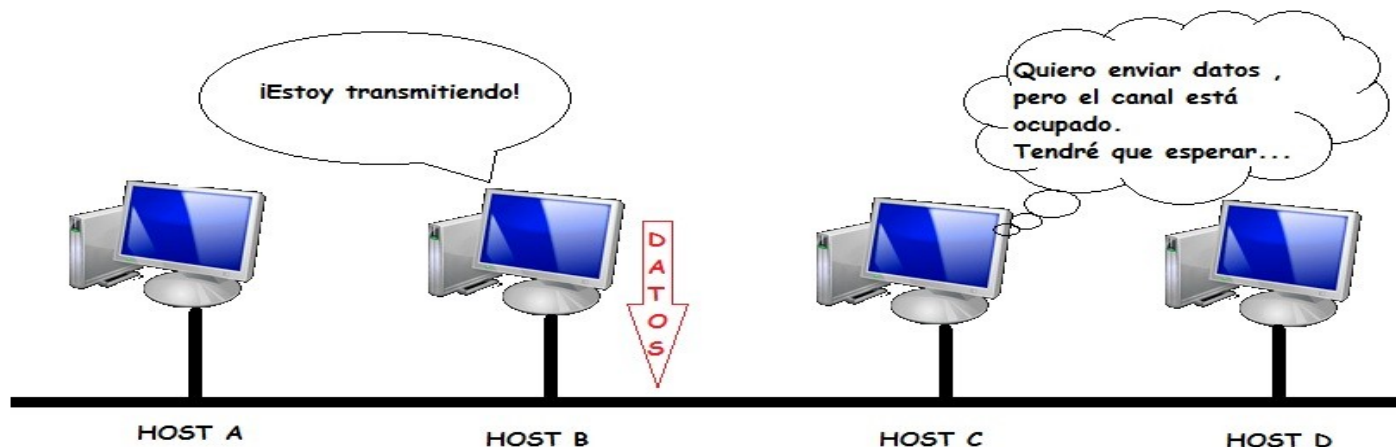
A característica principal em um meio físico compartilhado (acesso múltiplo) é a difusão (broadcast).

Subcamada MAC (Protocolo CSMA)

- **CSMA - Detecção de portadora em redes de acesso múltiplo.**
 - É o mecanismo usado para coordenar a transmissão numa rede Ethernet.
 - O padrão Ethernet não tem uma central capaz de coordenar os acessos de cada computador ao meio físico.
 - Ao invés disso, cada computador participa de um esquema chamado CSMA para ter o acesso no meio.
 - A ideia é simples:
 - Antes de transmitir, cada computador verifica se já existe algum sinal no cabo (meio), se houver, significa que o meio está em uso e portanto este deve aguardar.

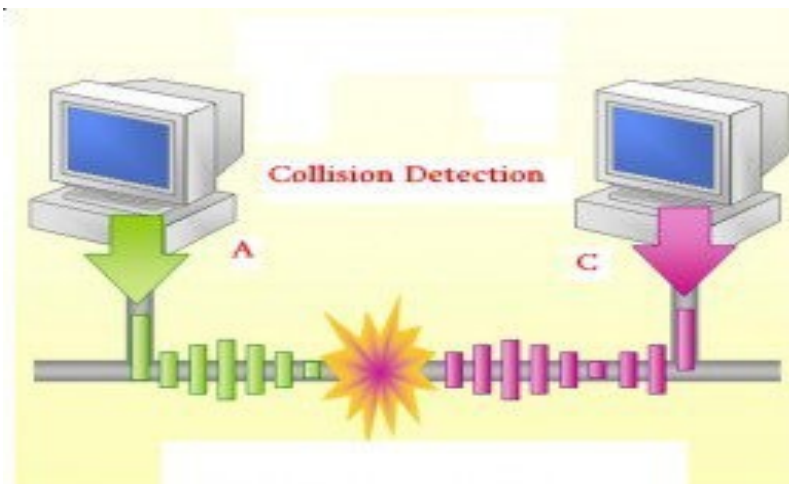
Subcamada MAC (Protocolo CSMA)

- **CSMA - Detecção de portadora em redes de acesso múltiplo.**
 - A técnica CSMA apenas detecta se o meio já está em uso, e evita que se interrompa uma comunicação em andamento por



Subcamada MAC (Protocolo CSMA)

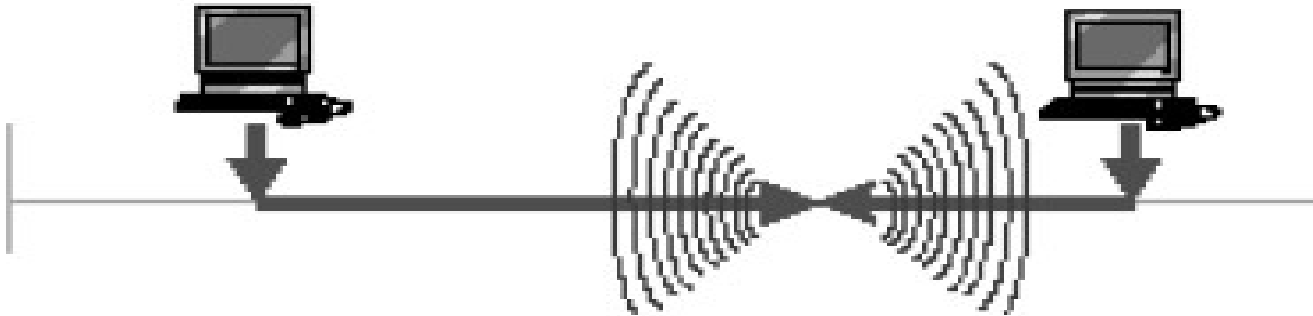
- **CSMA - Detecção de portadora em redes de acesso múltiplo.**
 - O que ocorre se dois computadores decidem transmitir ao mesmo instante?
 - Colisão
 - Sobreposição do sinal.



Subcamada MAC (Protocolo CSMA)

- **Uma colisão é detectada quando o nível de voltagem excede o valor máximo permitido no canal.**

Dois sinais sendo transmitidos ao mesmo tempo se somam, causando o aumento de nível de voltagem no meio transmissão.



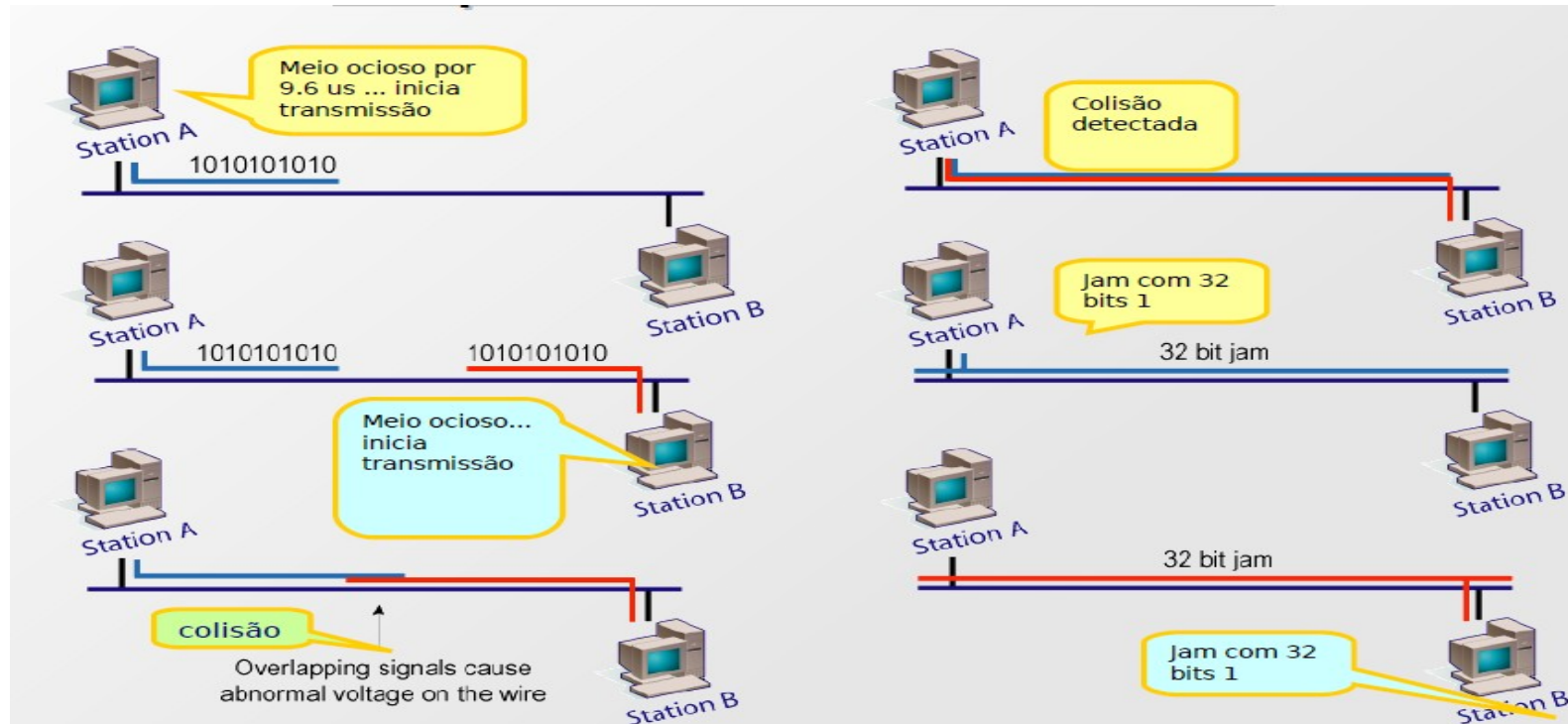
Subcamada MAC (Protocolo CSMA/CD)

- O protocolo CSMA especifica também uma técnica para detectar colisões - (collision detection - CD).
 - Colisões são na verdade interferências que ocorrem quando dois computadores estão transmitindo ao mesmo tempo.
 - A técnica CSMA/CD também permite recuperar a transmissão de dados, após colisão.

Subcamada MAC (Protocolo CSMA/CD)

- O protocolo CSMA especifica também uma técnica para detectar colisões - (collision detection - CD)
 - A técnica CSMA/CD também permite recuperar a transmissão de dados, após colisão.
 - A estação transmissora envia um sinal de reforço de colisão (JAM),
 - Aguarda um tempo aleatório para retransmitir,
 - Se curto, alta probabilidade de novas colisões
 - Se muito logo, desperdício do canal

Subcamada MAC (Protocolo CSMA/CD)



Sorteio de tempos,
nova tentativa de envio

Subcamada MAC (Endereço MAC)

- **Endereço MAC**

- É um endereço físico associado à interface de comunicação, que conecta um dispositivo à rede.
- O MAC é um endereço “único”, não havendo duas portas com a mesma numeração, é usado para controle de acesso em redes de computadores.
- Sua identificação é gravada em hardware, isto é, na memória ROM da placa de rede de equipamentos como desktops, notebooks, roteadores, smartphones, tablets, impressoras de rede, etc.

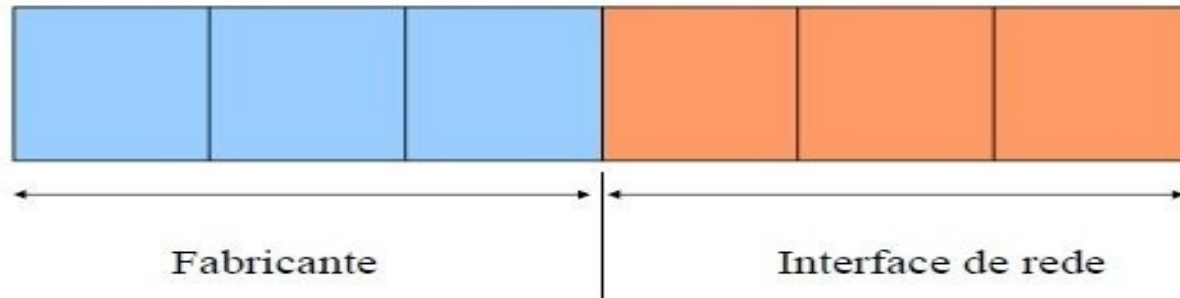
ETHERNET (Endereço MAC)

- **Características do endereço MAC**

Endereçamento MAC

Características

- Endereço de 6 octetos (bytes) 48 bits
- 24 bits indicam o fabricante
(OUI – Organizationally Unique Identifier)
- 24 bits indicam o número da interface de rede definidos pelo fabricante
- Representação Hexadecimal
- Ex.: 00-60-2F-03-A7-5C



ETHERNET (Endereço MAC)

- **Endereço MAC**



Gravado no Hardware – Etiqueta externa

ETHERNET (Endereço MAC)

- Endereço MAC (HW)

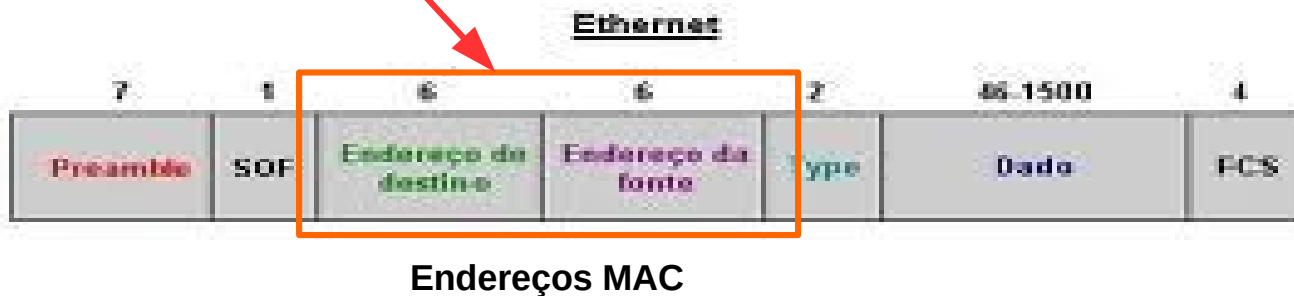
```
enp1s0  Link encap:Ethernet  Endereço de HW 1c:1b:0d:43:28:dd
UP BROADCAST MULTICAST  MTU:1500  Métrica:1
  pacotes RX:0 erros:0 descartados:0 excesso:0 quadro:0
  Pacotes TX:0 erros:0 descartados:0 excesso:0 portadora:0
  colisões:0 txqueuelen:1000
  RX bytes:0 (0.0 B) TX bytes:0 (0.0 B)

lo      Link encap:Loopback Local
inet end.: 127.0.0.1  Masc:255.0.0.0
endereço inet6: ::1/128 Escopo:Máquina
UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Métrica:1
  pacotes RX:1304 erros:0 descartados:0 excesso:0 quadro:0
  Pacotes TX:1304 erros:0 descartados:0 excesso:0 portadora:0
  colisões:0 txqueuelen:1
  RX bytes:160739 (160.7 KB) TX bytes:160739 (160.7 KB)

wlp2s0  Link encap:Ethernet  Endereço de HW 60:e3:27:5e:87:19
inet end.: 192.168.0.19  Bcast:192.168.0.255  Masc:255.255.255.0
endereço inet6: 2804:14d:4083:13d5:8a8b:d6a6:9ebc:f117/64 Escopo:Global
endereço inet6: 2804:14d:4083:13d5:f91f:d293:bb3f:b1ee/64 Escopo:Global
endereço inet6: fe80::79e0:d62:9098:bf63/64 Escopo:Link
endereço inet6: 2804:14d:4083:1209::2/128 Escopo:Global
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Métrica:1
  pacotes RX:16796 erros:0 descartados:0 excesso:0 quadro:0
  Pacotes TX:12638 erros:0 descartados:0 excesso:0 portadora:0
  colisões:0 txqueuelen:1000
  RX bytes:18133028 (18.1 MB) TX bytes:6387847 (6.3 MB)
```

Subcamada MAC (Endereço MAC)

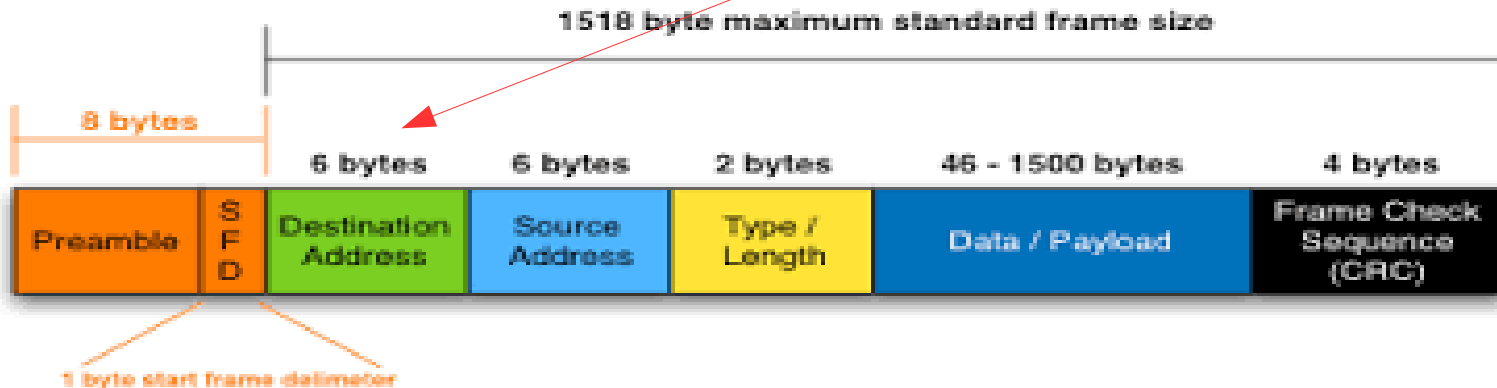
- No quadro enviado a rede, a camada MAC irá incluir o **endereço MAC de origem e de destino**
- A placa de rede cujo MAC é o receptor receberá o pacote e as outras permanecerão inativas



ETHERNET (Endereço MAC)

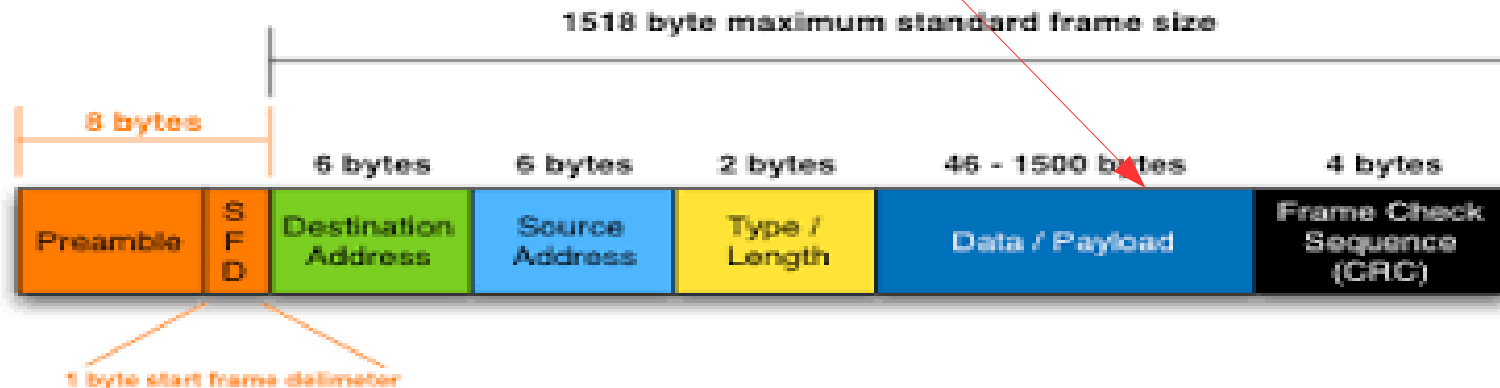
- **Frame Ethernet**

- Possui endereço de Origem (Source Address)
- Possui endereço de Destino (Destination Address)



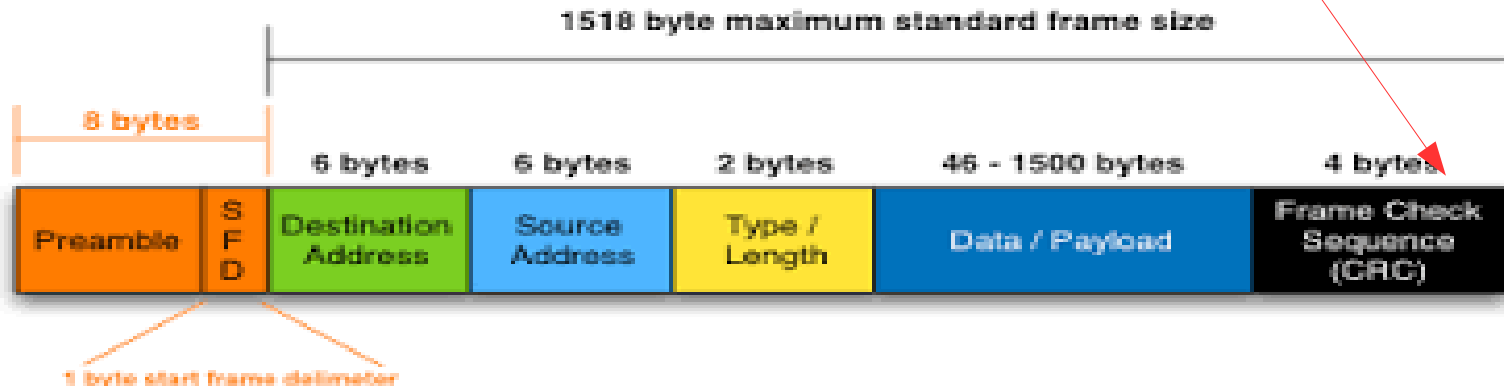
ETHERNET (Endereço MAC)

- **Payload – Espaço útil para dados Frame Ethernet**
 - Mínimo de 46bytes
 - Máximo de 1500bytes



ETHERNET (Endereço MAC)

- **Cyclic Redundancy Check (CRC).**
 - Este campo de 4 bytes contém o valor de verificação de redundância cíclica (CRC).
 - O CRC é criado pelo dispositivo transmissor e recalculado pelo dispositivo receptor para verificar por danos aos dados que podem ter ocorrido ao frame na transmissão.

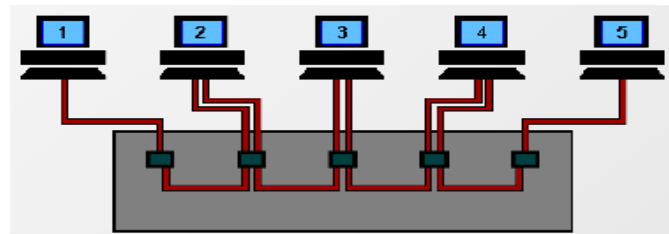


Subcamada MAC (Endereço MAC)

- **Recebimento do FRAME (Destinatário):**
 - Para receber uma transmissão, a estação fica verificando o meio físico para detectar o sinal de um quadro. Após, ela verifica se o quadro está com o **CRC(*Cyclic Redundancy Check -Checksum*) certo.**
 - **Verifica o endereço de destino (MAC).** Se o endereço de destino for o seu, ou o endereço de broadcast ou multicast, a estação **RECEBE e repassa** o quadro para a próxima camada.
 - Em caso do CRC não estar correto ou o endereço de destino não coincidir com o da estação, o quadro é descartado.

Subcamada MAC (Equipamentos)

- **Repetidores (Hubs)** - Características:
 - Um sinal válido recebido em qualquer porta do hub é repetido em todas as outras portas;
 - Se dois ou mais envios ocorrem, um sinal de colisão é transmitido a todas as portas;
 - Não avalia endereços MAC
 - Não implementa a Camada de Enlace

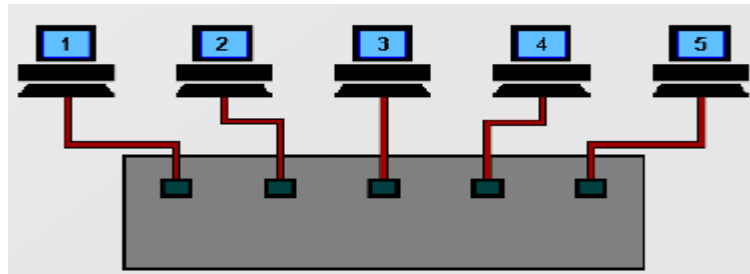


Representação
lógica

Subcamada MAC (Equipamentos)

- **Comutadores (Switches)**

- Para diminuir o número de colisões a solução é a Ethernet comutada (Switched Ethernet).
- O uso de comutadores (switches) possibilita a criação de domínios de colisão, evitando que o sinal seja propagado indiscriminadamente para todas as portas.
- O switch faz uso de uma **tabela contendo os números físicos de todas as estações conectadas (MAC)**, e através da análise dos quadros, endereço de destino e de origem, estabelece uma ligação.

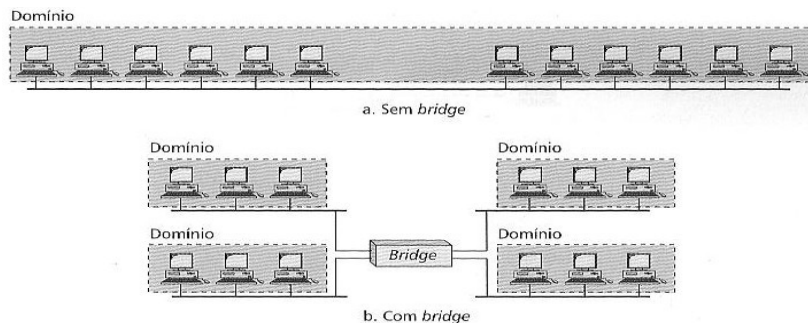
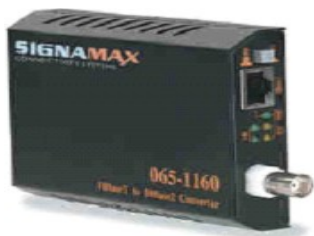


Representação
lógica

Subcamada MAC (Equipamentos)

- **A *bridge* (Ponte)**

- Uma *bridge* “aprende” que endereços MAC se encontram de um lado e do outro;
- Um quadro recebido de um segmento é retransmitido no outro se:
 - (1) se destinar a um endereço MAC que a *bridge* sabe estar do outro lado,
 - (2) se destinar a um endereço MAC de difusão (*broadcast* ou *multicast*)
 - (3) se destinar a um endereço MAC ainda desconhecido.

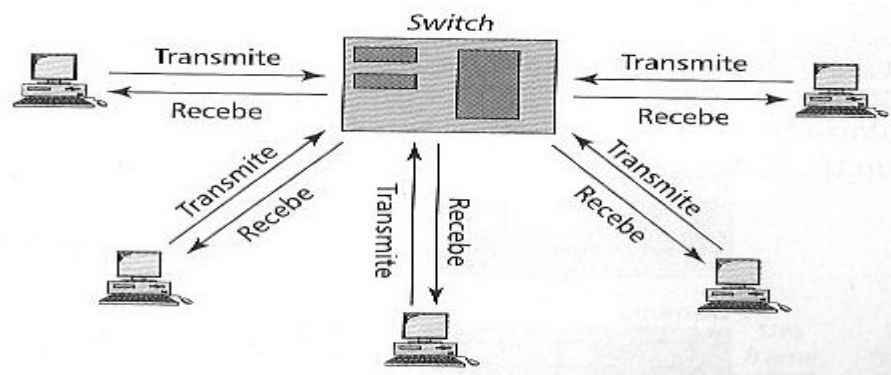


Representação
lógica

Subcamada MAC (Equipamentos)

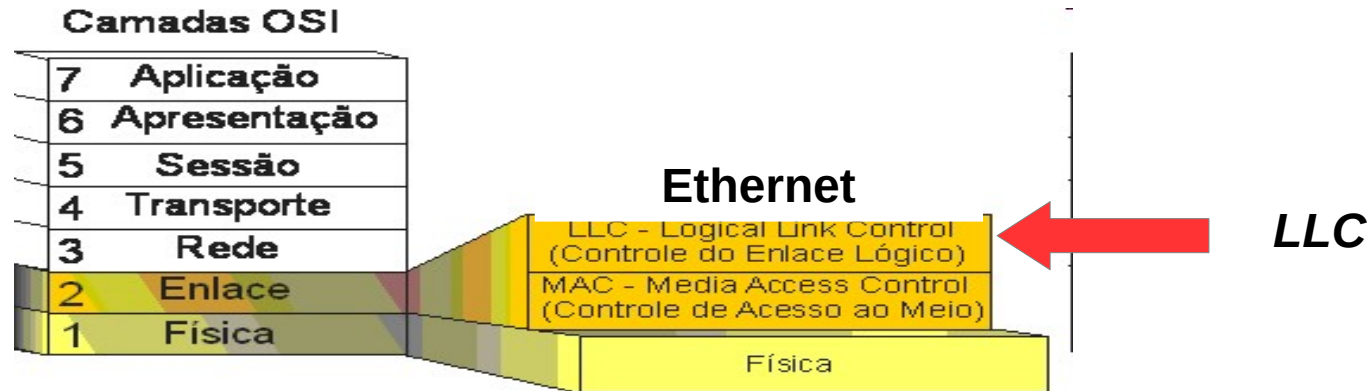
- **Comutadores (Switches)**

- Em modo *full-duplex*, o **CSMA/CD torna-se desnecessário !**
- Para cada estação, o meio para envio é dedicado (sem risco de colisão, portanto).
- Assim, não é mais necessário ouvir a portadora, ou detectar colisões ...



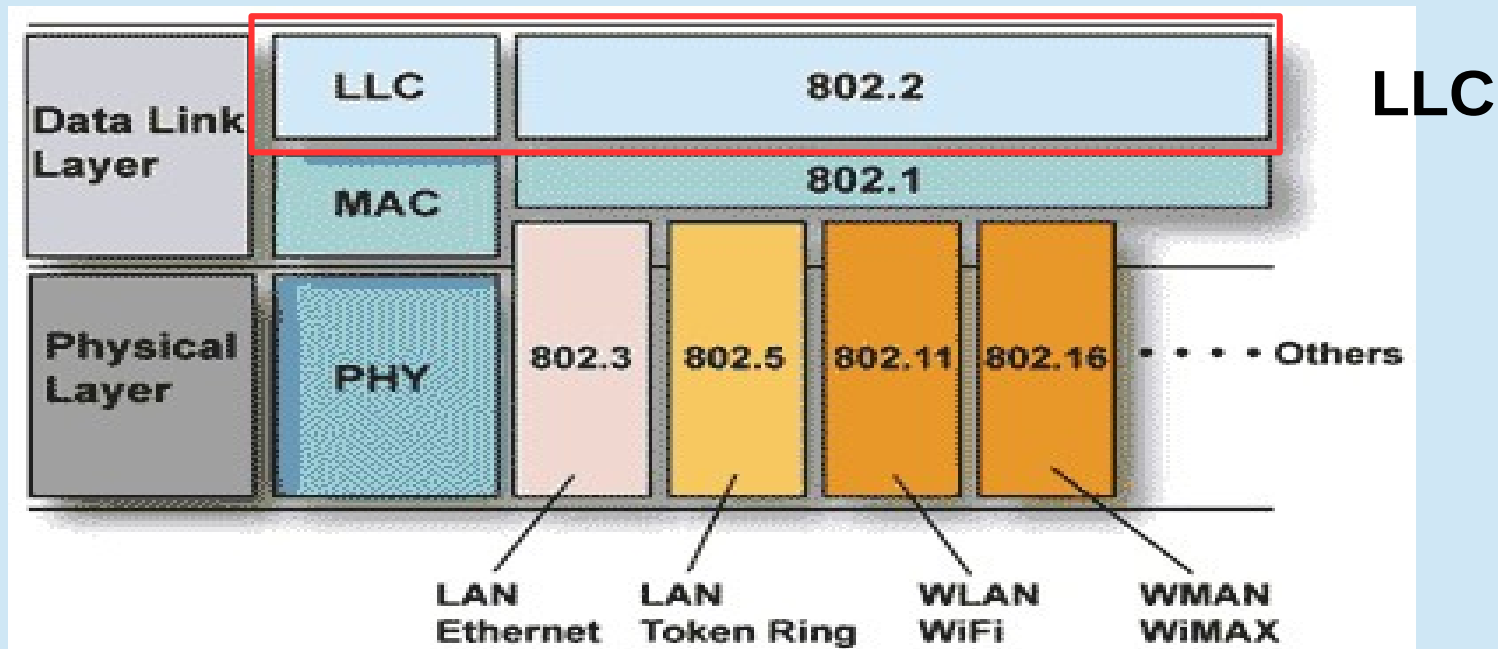
SUBCAMADA LLC

- Camada Enlace (2):
 - SUBCAMADA LLC (Logical Link Control) – Controle do enlace lógico.



Padrão ETHERNET (Subcamada MAC)

Controle da Subcamada LLC INdepende do Meio físico:



SUBCAMADA LLC

- **A SubCamada LLC**

- A subcamada LLC (Logical Link Control - Controle Lógico de Enlace), tem as funções:
 - De estabelecer a comunicação com a **camada de Rede**,
 - Responsável pelo **controle de Fluxo**,
 - Responsável pelo **controle de erros**.

SUBCAMADA LLC

- **A SubCamada LLC**
 - Controle de Erros (Error Control)
 - Principal missão garantir a integridade dos quadros, sem erros,
 - Garantir a ordenação destes quadros.
 - Esta função é necessária porque o meio físico está sujeito a distúrbios, tais como:
 - ruídos, que afetam uma transmissão digital.
 - falhas em equipamentos, placas de rede, hubs, conectores, que causam erros.

SUBCAMADA LLC

- **Checksum(Soma de verificação) CRC:**
 - Objetivo: detectar “erros” (ex.: bits trocados) num segmento transmitido.
 - Transmissor:
 - Trata o conteúdo do segmentos como seqüências de números inteiros de 16 bits
 - Checksum: adição (soma em complemento de um) do conteúdo do segmento
 - Transmissor coloca o valor do *checksum* no campo *checksum* do Frame
 - Receptor:
 - Computa o checksum do segmento recebido
 - Verifica se o checksum calculado é igual ao valor do campo checksum recebido.
 - **NÃO - erro detectado**
 - **SIM - não, detectou erro. Mas talvez haja erros apesar disso.**

SUBCAMADA LLC

- **Problemas no Checksum(CRC)**
 - Estratégias de recuperação:
 - Detectar, Descartar e Solicitar novo Frame
 - Estratégia utilizada
 - Detectar e Corrigir os Erros do Frame original
 - Utilizam bits de redundância
 - Bits adicionais para o controle da informação
 - Alto custo computacional

SUBCAMADA LLC

- **Controle de fluxo (Flow Control)**
 - O controle de fluxo é responsável em limitar o número máximo de quadros a serem enviados entre as estações, sem haver esgotamento do receptor (flooding), e maximizar a capacidade de transferência (throughput) da transmissão.
 - Transmissor rápido e receptor lento;
 - Estratégia de solução
 - O emissor deve esperar para transmitir, até que o receptor mande um quadro de controle dando permissão, para mais envio de frames;

Atividade

- Avalie o protocolo CSMA nos seguintes cenários:
 - Rede Ethernet com HUB
 - Rede Ethernet com Switch
 - Rede WIFI - CSMA/CA
- Avalie o controle de acesso ao meio físico, o controle de colisão e recuperação dos pacotes.

Dúvidas??

