

# **Redes de Computadores II**

**Ricardo José Cabeça de Souza**  
**[www.ricardojcsouza.com.br](http://www.ricardojcsouza.com.br)**

# ETHERNET

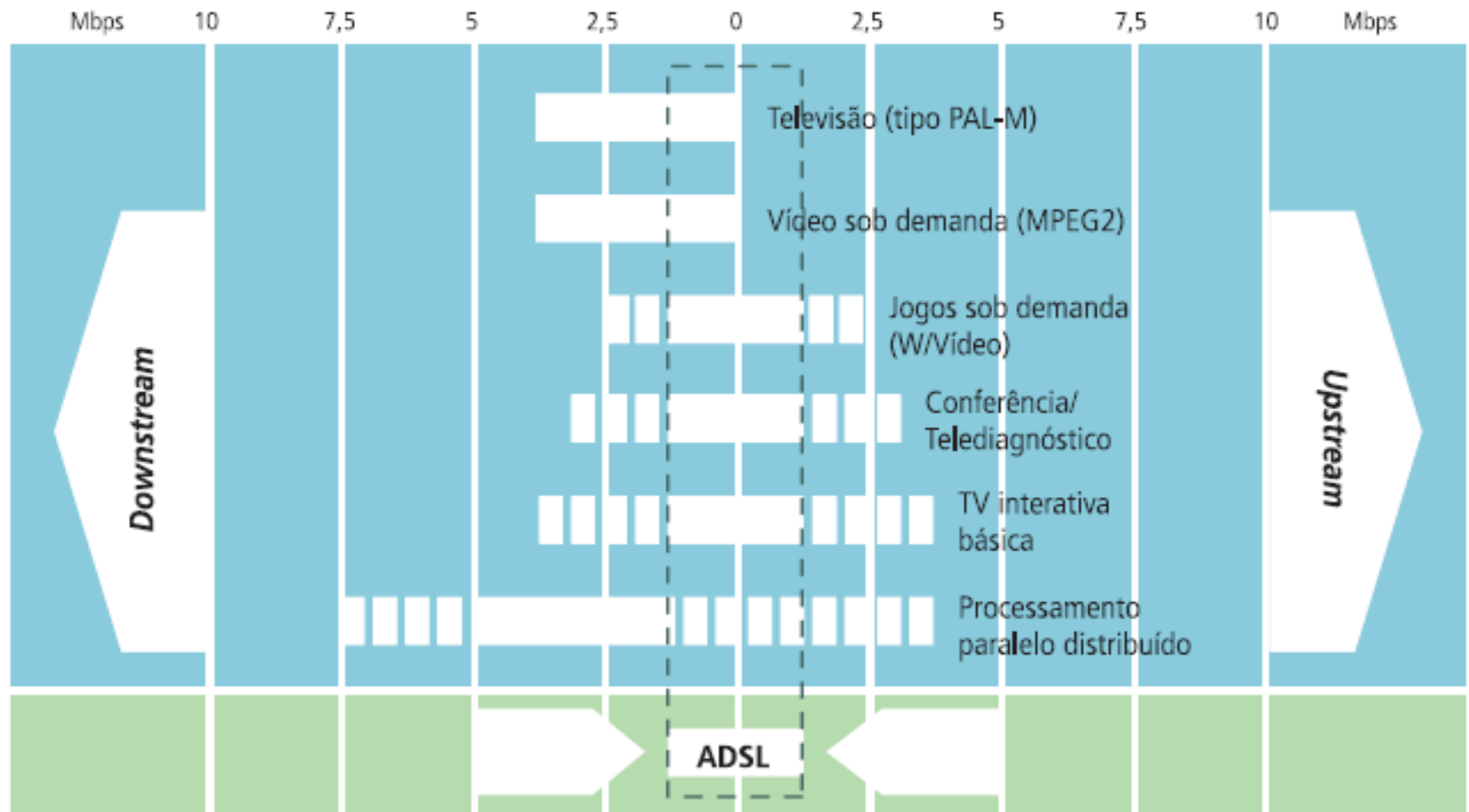
- **O Gigabit Ethernet**
- O padrão Gigabit Ethernet é primariamente um padrão de camada física (PHY - *Physical Layer*) e de controle de acesso à mídia (MAC – *Media Access Control*), especificando a camada de Enlace (Layer 2) do modelo OSI, enquanto que os protocolos das camadas superiores como o TCP e o IP especificam porções das camadas de Transporte (Layer 4) e de Rede (Layer 3)

# ETHERNET

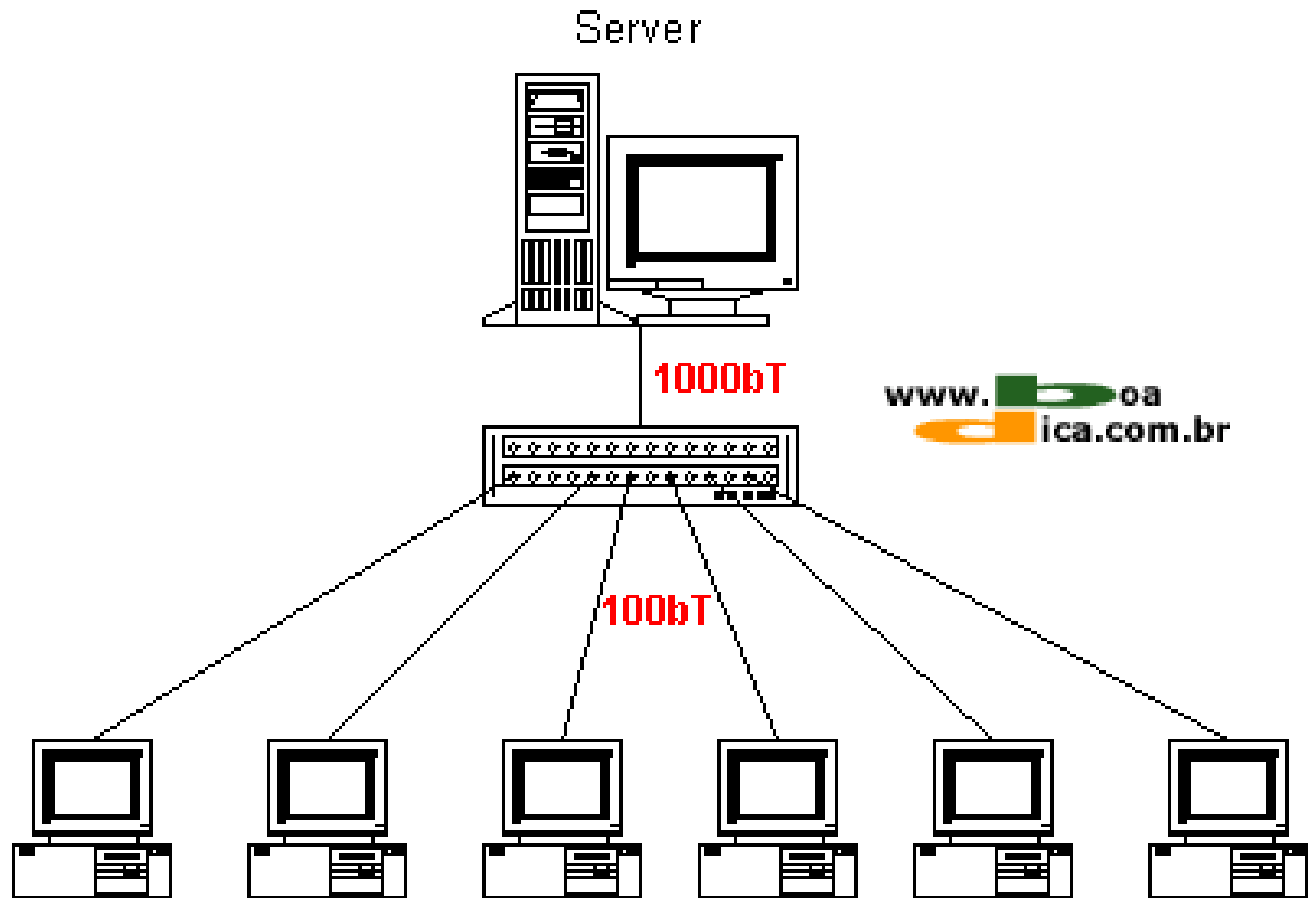
- A tecnologia Gigabit Ethernet
  - Necessidade criada pelo aumento de largura de banda nas "pontas" das redes (ex.: servidores e estações de trabalho)
  - Redução constante dos custos entre as tecnologias compartilhadas e comutadas
  - Demandas das aplicações atuais.
  - O "gargalo" passou a ser o *backbone* e as conexões dos servidores

# ETHERNET

## Evolução na demanda por largura de banda (capacidade de transmissão)



# ETHERNET



# ETHERNET

- Os trabalhos para definição do padrão da tecnologia Gigabit Ethernet, ou **IEEE 802.3z e 802.3ab**, foram iniciados em julho de 1996 e o interesse da indústria pelo padrão levou à criação de um consórcio aberto formado por dezenas de fabricantes, chamado de **Gigabit Ethernet Alliance (GEA)**

# ETHERNET

- **Os Padrões**
- Os principais objetivos do grupo de trabalho são, basicamente, desenvolver padrões que:
  - Permitam operações *half-duplex* e *full-duplex* em velocidades de 1.000 Mbps;
  - Utilizem o formato do quadro Ethernet 802.3;
  - Utilizem o método de acesso CSMA/CD com suporte para um repetidor por domínio de colisão;
  - Ofereçam compatibilidade com as tecnologias 10Base-T e 100Base-T

# ETHERNET

- O grupo de trabalho também identificou três objetivos específicos com relação às distâncias dos enlaces:
  - Enlace de fibra óptica multimodo com comprimento máximo de 500 m;
  - Enlace de fibra óptica monomodo com comprimento máximo de 2 Km;
  - Enlace baseado em cobre (ex.: cabo coaxial) com comprimento máximo de, pelo menos, 25 m



# ETHERNET

- A Tabela a seguir, mostra as distâncias a serem atingidas pelo Gigabit Ethernet de acordo com tipo de mídia usado, comparado às distâncias obtidas com o Ethernet e o Fast Ethernet.

# ETHERNET

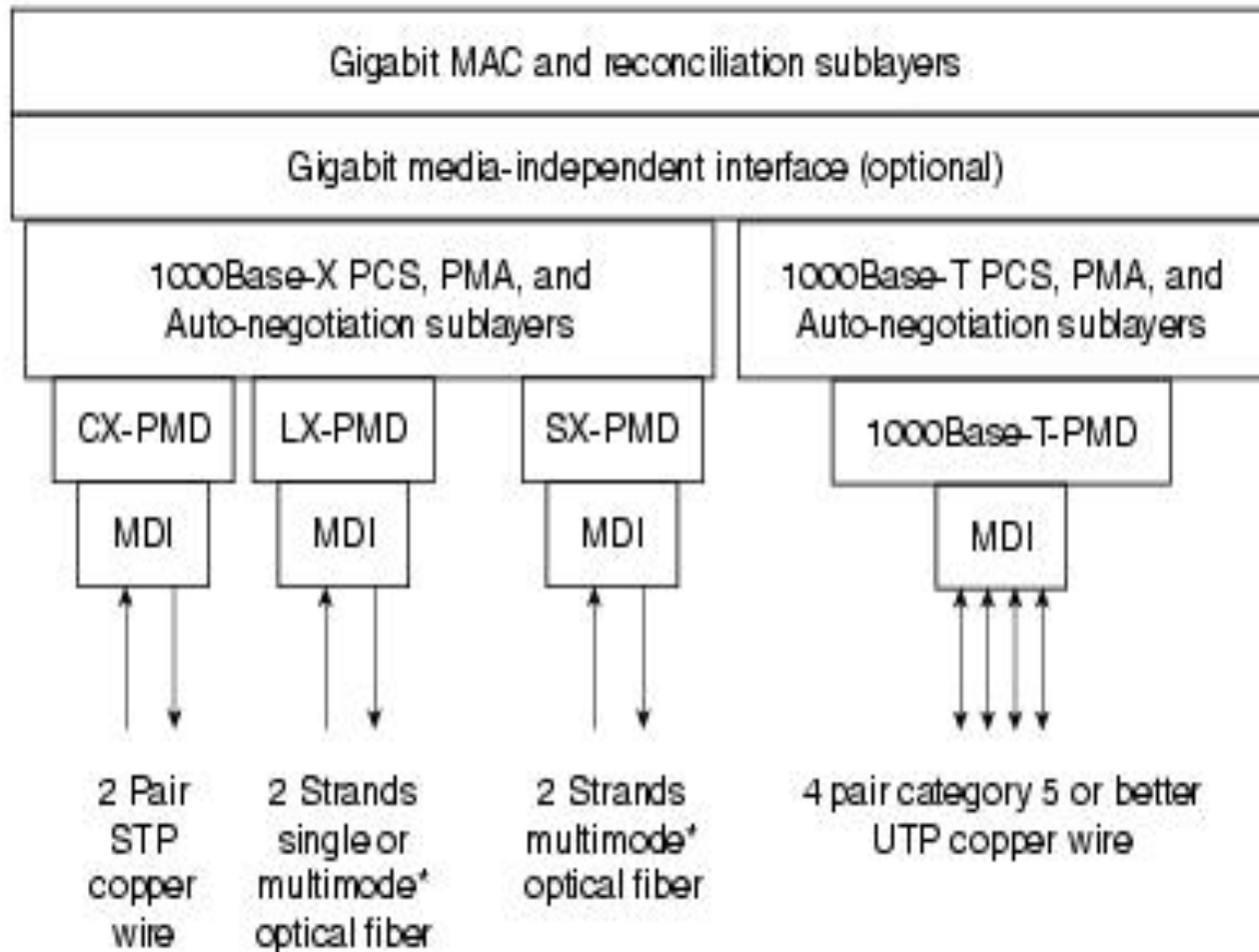
	<b>Ethernet 10Base-T</b>	<b>Fast Ethernet 100Base-T</b>	<b>Gigabit Ethernet 1000Base-X</b>
<b>Taxa de transmissão</b>	10Mbps	100Mbps	1.000Mbps
Fibra Multimodo	2Km	412m ( <i>half duplex</i> ) 2Km ( <i>full duplex</i> )	500m
Fibra Monomodo	25Km	20Km	3Km
STP / Coax	500m	100m	25m
UTP Cat. 5	100m	100m	100m

Fonte: Gigabit Ethernet Alliance

# ETHERNET

- O Gigabit Ethernet padrão foi desenvolvido resultando nas seguintes especificações primárias:
  - 1000 Base-T (UTP) – 802.3ab
  - 1000Base-X (FO multimodo) – 802.3z

# ETHERNET

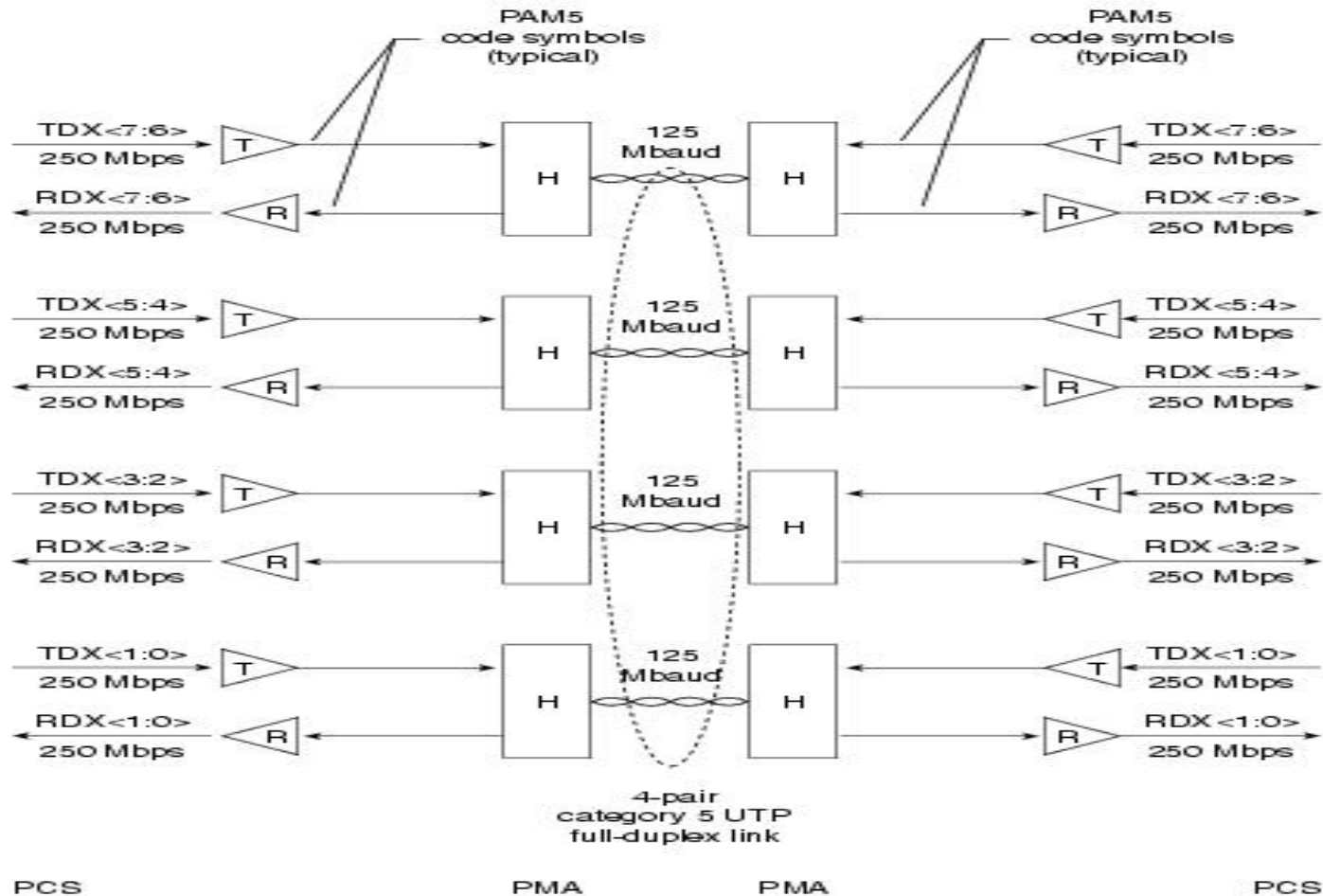


# ETHERNET

- Componentes 1000BaseT
  - Cabo UTP cat. 5 (TIA/EIA)
  - Conector RJ-45
  - Tamanho máximo segmento: 100 m
  - NIC (Transceptor) 1000BaseT
  - Hub de comutação 1000BaseT
  - Transmissão full-duplex
  - Suporte a half-duplex

# ETHERNET

- Topologia do Link 1000BaseT

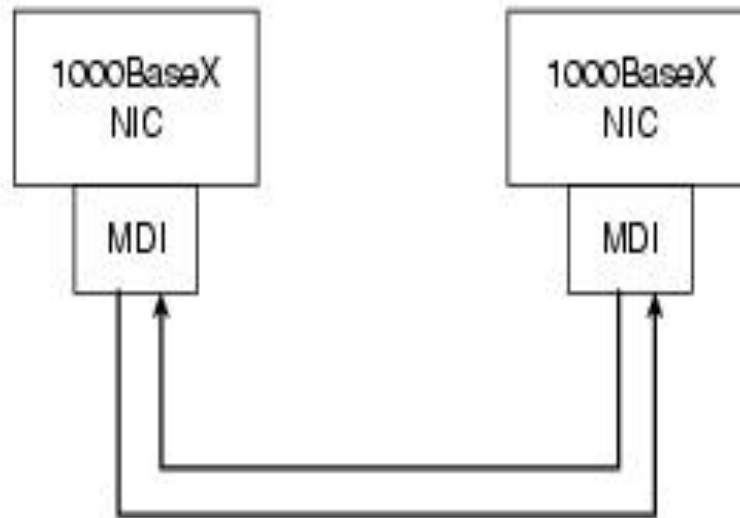


# ETHERNET

- Componentes 1000BaseX
  - Full-duplex
  - Suporte a half-duplex
  - Fibra ótica monomodo ou multimodo
  - Conectores de fibra
  - NIC 1000BaseX (conector SC)
  - Hub de comutação 1000BaseX
  - Distâncias padrões: 5 Km
  - Podem atingir distâncias de até 100 Km

# ETHERNET

- Topologia do Link 1000BaseX



← Simplex link



# ETHERNET

- Todas as velocidades de Ethernet, 10, 100 e 1.000Mbps utilizam o mesmo formato de encapsulamento, métodos de controle de fluxo e operações *full-duplex*, não havendo necessidade de traduções entre formatos de encapsulamento, o que reduz a complexidade e aumenta o desempenho da comutação de pacotes.
- Todas as implementações iniciais do Gigabit Ethernet são *full-duplex*, com conexões comutadas e usam o tamanho mínimo de pacote de 64 bytes

# ETHERNET

- FULL & HALF-DUPLEX
- O padrão proposto do Gigabit Ethernet, IEEE 802.3z, fornece uma largura de banda mínima de 1 Gbps, tanto em modo full-duplex, como em half-duplex, sendo que, neste último, é necessário o uso de CSMA/CD para a detecção de colisões. Outro detalhe que não se pode esquecer é que, no modo full-duplex, a largura de banda é de até 2 Gbps, pois os equipamentos conectados podem transmitir e receber dados simultaneamente

# ETHERNET

- CSMA/CD MODIFICADO
  - Em modo half-duplex, é utilizado um método de acesso CSMA/CD modificado, que mantém um diâmetro de colisões em 200m (exigência do próprio algoritmo) mesmo em taxas de velocidade de gigabit por segundo.
  - Sem isso, pequenos pacotes poderiam ser totalmente transmitidos por uma estação sem que ela "percebesse" que houve uma colisão, violando a regra do CSMA/CD.
  - Assim, a estação não "saberia" que precisa enviar novamente o pacote que se perdeu na colisão e a informação transmitida ficaria incompleta

# ETHERNET

- A solução encontrada foi alterar o CSMA/CD. O tamanho mínimo do pacote, 64 bytes, não foi modificado.
- O tempo mínimo da portadora CSMA/CD e o *slot-time*(*tempo de propagação de ida e volta*) do Ethernet é que foram estendidos de 64 bytes para 512 bytes.
- Pacotes menores que 512 bytes recebem a adição de uma extensão de portadora no quadro do Gigabit Ethernet

# ETHERNET

- O QUADRO Ethernet - Gigabit Ethernet

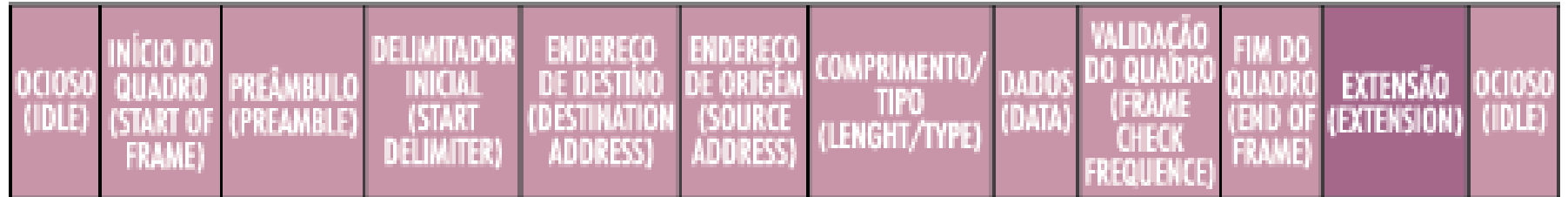
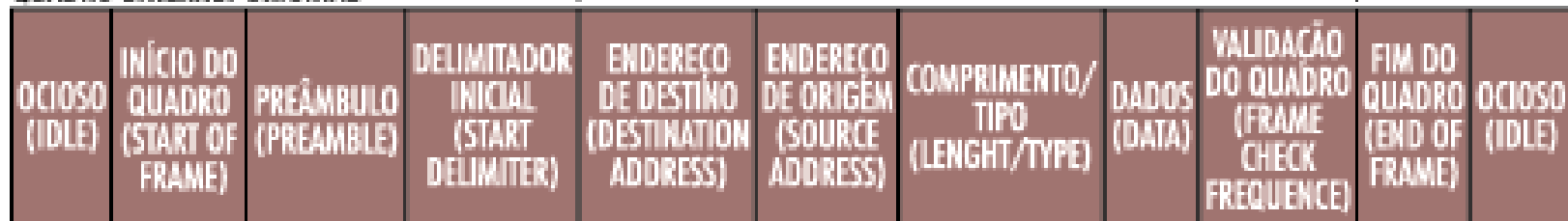


\* The extension field is automatically removed during frame reception

# ETHERNET

"SLOT TIME" DO ETHERNET ORIGINAL (64 Bytes)

QUADRO ETHERNET ORIGINAL



QUADRO GIGABIT ETHERNET

"SLOT TIME" DO GIGABIT ETHERNET (512 BYTES)



**Fonte: Telecommunications Magazine, Vol. 31, No. 3 (Março 1997)**

# ETHERNET

- Mudança no cálculo de tempo de sinalização (ida e volta)
  - Mudança no tamanho mínimo do quadro sem alterar o quadro
  - Estender o tempo em que um sinal permanece na rede (extensão da portadora) para 512 bytes
  - Somente para operações half-duplex

# ETHERNET

- Estas modificações, podem afetar o desempenho na transmissão de pacotes pequenos e foram resolvidas implementando-se um recurso chamado *packet bursting* (*Rajada de Quadros*)

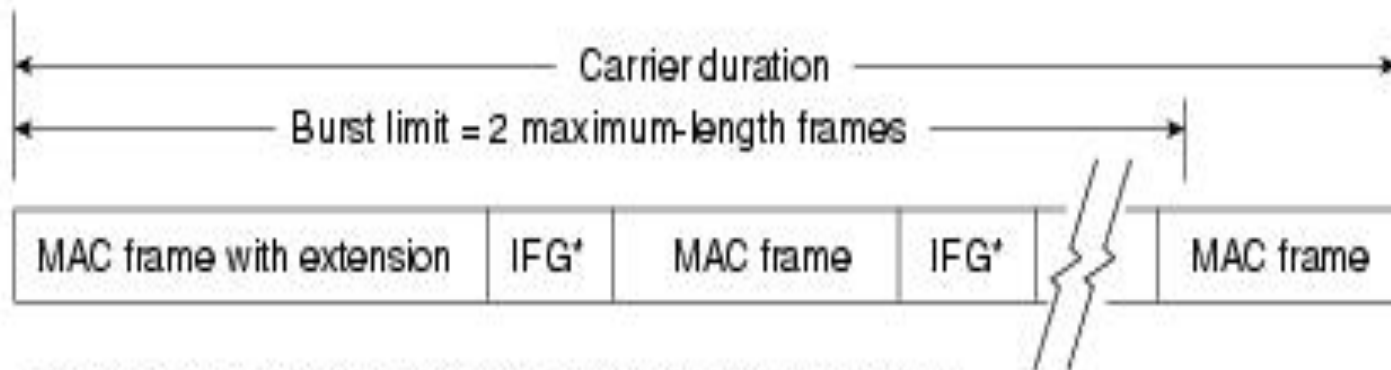


# ETHERNET

- RAJADA DE QUADROS
- Dá a capacidade a servidores, computadores e outros tipos de equipamentos de entregar "conjuntos" (*bursts*) de pequenos pacotes para utilizar a largura de banda disponível.
  - Permite envio de mais de um quadro durante um determinado evento de transmissão
  - Primeiro quadro enviado normalmente
  - Os demais são enviados em seguida (sem extensão) até que o limite de rajada de quadros (FBL – Frame Burst Limit) seja alcançado
  - Configurado via software

# ETHERNET

- Rajada de QUADROS



\* Extension bits are sent during interframe gaps to ensure an uninterrupted carrier during the entire burst sequence

# ETHERNET

- A Tabela a seguir mostra os tipos de *tranceivers* Gigabit Ethernet que serão disponibilizados com o padrão.
- Como o Gigabit Ethernet está sendo desenvolvido para ser instalado em *backbones* e conectando comutadores e servidores de alto desempenho, os trabalhos foram concentrados para padronizar o uso de *transceivers* de fibras ópticas e os objetivos de distâncias foram calculados visando o uso das fibras monomodo e multimodo

# ETHERNET

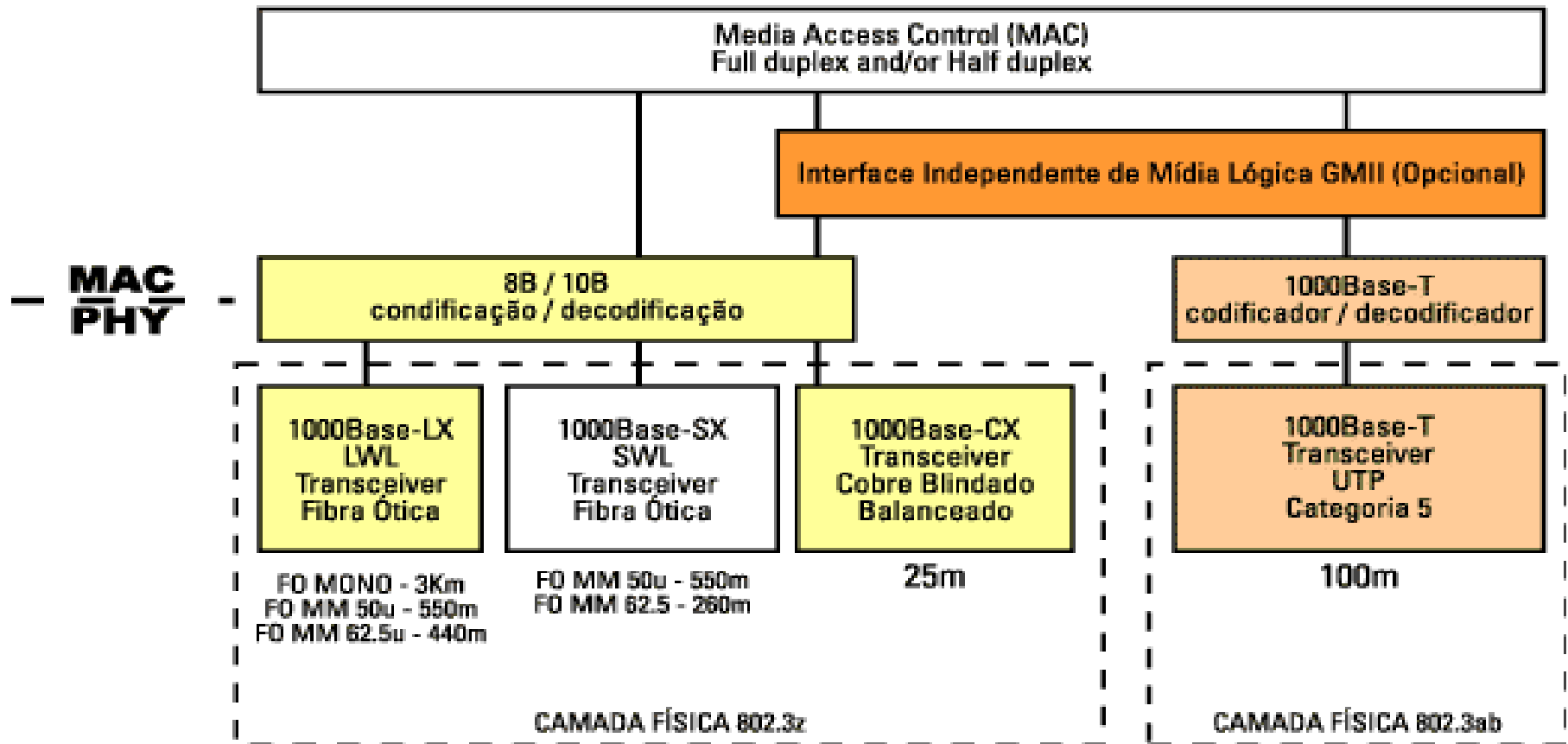
Transceiver	Mídia	Distância
1000Base-SX	Fibra Multimodo 62.5- µm Fibra Multimodo 50- µm	260m 550m
1000Base-LX	Fibra Multimodo 62.5- µm Fibra Multimodo 50- µm Fibra Monomodo	440m 550m 3Km
1000Base-T	UTP Cat. 5 (TIA/EIA- 568A)	100m

# ETHERNET

- A Figura a seguir exhibe os limites entre as camadas MAC e PHY
- Mostra também as possíveis conexões utilizando os *tranceivers* e as mídias disponíveis para uso pelo padrão, incluindo as distâncias a que cada opção pode atingir

# ETHERNET

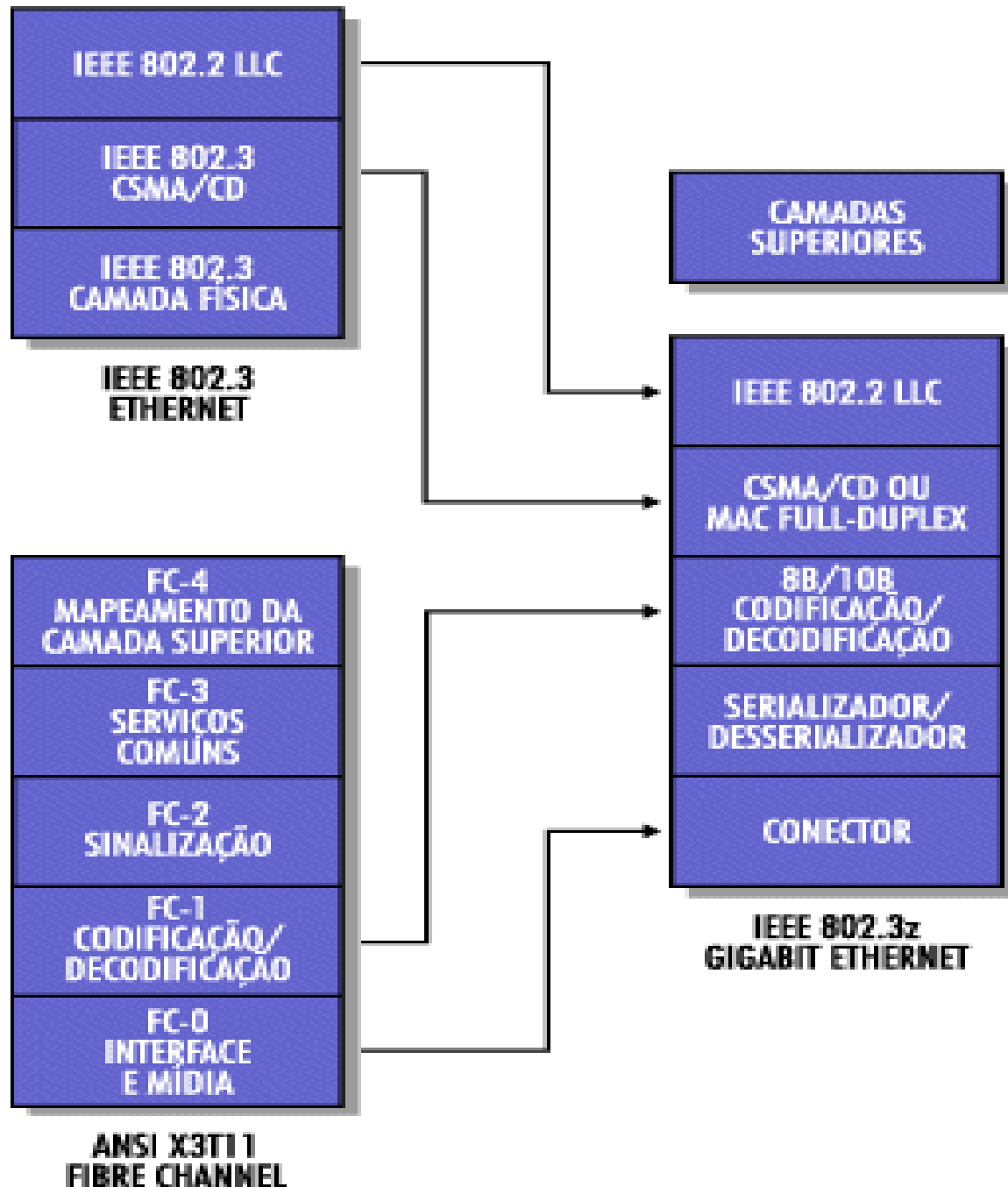
## CAMADAS SUPERIORES DO ETHERNET



# ETHERNET

- FIBRAS ÓPTICAS
  - Uma das diretrizes de desenvolvimento do padrão, estipulado pelo grupo de trabalho 802.3z, é o aproveitamento de tecnologias já existentes, visando a agilização dos trabalhos para suprir as demandas do mercado.
  - O IEEE adotou as especificações do já estabelecido padrão ANSI X3T11 Fibre Channel (FC) para sinalização na camada física, atingindo o seu objetivo de rapidamente entrar em acordos com relação às especificações para uso de fibras ópticas

# ETHERNET



Fonte: Telecommunications Magazine - Vol.31, No. 3 - (Março 1997)



# ETHERNET

- O Gigabit Ethernet traz para as redes locais outras características além da velocidade de 1 Gbps.
- Junto com tanta rapidez e largura de banda, torna-se cada vez mais necessário um maior controle sobre a rede, ou seja, maior flexibilidade para configurações e facilidades de gerenciamento e controle dos fluxos de dados

# ETHERNET

- Um recurso que ajudará o Gigabit Ethernet no controle do fluxo de dados, é o protocolo **RSVP (*Reservation Protocol*)**, que é o padrão proposto para sinalização de QoS (Qualidade de Serviço) em um ambiente IP baseado em roteadores

# ETHERNET

- O **RSVP** é focado em reservar largura de banda para um pequeno número de conexões.
- Não se pretende que ele seja capaz de suportar muitas (centenas) conexões de clientes para servidores através do *backbone*.

# ETHERNET

- O **RSVP** foi projetado como um QoS baseado na regra do "melhor esforço".
- Isso significa que, mesmo que uma requisição direcionada a um QoS específico, tenha seu recebimento confirmado, não é obrigatoriamente certo que a rede conseguirá entregar os datagramas.
- A tecnologia Gigabit Ethernet será bem aproveitada se aplicada a conexões que não exijam rigorosidade dos recursos QoS

# ETHERNET

- O uso do QoS exige, além do protocolo de sinalização, um protocolo de roteamento apropriado
- O IETF (*Internet Engineering Task Force*) já iniciou os trabalhos para reprojeter o protocolo de roteamento **OSPF (*Open Shortest Path First*)** para suportar roteamento QoS

# ETHERNET

- **Gigabit Ethernet: vantagens**
  - Popularidade da tecnologia Ethernet e o seu custo
  - Basicamente, ele oferece um aumento de 10 vezes em relação ao desempenho da tecnologia mais popular atualmente para conexão entre comutadores e de servidores: o Fast Ethernet
  - Trata-se de uma tecnologia conhecida, protegendo o investimento feito em recursos humanos e em equipamentos

# ETHERNET

- **Gigabit Ethernet: vantagens**
  - Não há nenhuma nova camada de protocolo para ser estudada, tendo conseqüentemente, uma pequena curva de tempo de aprendizagem em relação a atualização dos profissionais
  - A implementação dos comutadores e *hubs* Gigabit Ethernet deverá acontecer de forma simples e rápida, após um projeto que analise e defina onde os mesmos devem ser colocados dentro do *backbone*

# ETHERNET

- **Gigabit Ethernet: desvantagens**

- Apesar da alta velocidade, o padrão Gigabit Ethernet não suporta QoS, que é um dos pontos mais fortes da tecnologia ATM
- Desta forma, ele não pode garantir o cumprimento das exigências de aplicações, como a videoconferência com grande número de participantes, ou mesmo uma transmissão de vídeo em tempo-real de um ponto para muitos pontos



# ETHERNET

- **Gigabit Ethernet: desvantagens**
  - Para minimizar este problema, o IEEE trabalha no sentido de desenvolver um padrão que defina um esquema de prioridade (IEEE 802.1p) e possibilite algo "parecido" com o QoS.
  - É importante lembrar que o Gigabit Ethernet é uma tecnologia MAC e PHY e que, nas atuais implementações, funcionará com outras especificações do IETF e IEEE.

# ETHERNET

- **Gigabit Ethernet: desvantagens**
  - O problema da Qualidade de Serviço e Classe de Serviço serão questões a serem resolvidas pelos protocolos das camadas superiores como o 802.3x (para controle de fluxo), 802.1Q (para redes virtuais - VLANs), 802.1p (para priorização de tráfego) e RSVP para reserva de banda.
  - Então, poderá ter condições de fornecer filas de prioridade para suportar aplicações como voz e vídeo sobre IP em tempo-real.

# ETHERNET

- **Aplicações**
  - **O Gigabit Ethernet, assim como o ATM, foi desenvolvido para fornecer uma largura de banda maior na rede, descongestionando os gargalos do backbone.**
  - **Tipicamente, esta tecnologia poderá ser aplicada nas seguintes tarefas ou situações:**
    - **na posição de ponto central (core) de comutação de pacotes entre redes Ethernet e Fast-Ethernet em um backbone corporativo, em um backbone acadêmico (universidades), nos provedores Internet**
    - **em pontos de presença, atendendo a servidores de alto-desempenho**
    - **nos usuários que demandam alta largura de banda para uso de multimídia e outras aplicações.**
  - **Em uma rede cujo projeto leve em conta o balanceamento do tráfego é possível oferecer, mesmo sem QoS, um ambiente propício para uso de aplicações multimídia que podem rodar com ótimo desempenho, sem serem afetadas por outros tipos de tráfego**

# ETHERNET

- **Conclusão**

- A tecnologia Gigabit Ethernet é a evolução natural das tecnologias Ethernet e Fast Ethernet.
- Além da maior largura de banda que oferece, o Gigabit Ethernet traz também novas características que o permitem funcionar como uma rede mais "inteligente", e, espera-se, com custos mais baixos que outras tecnologias de alta velocidade, nos quesitos de implementação, manutenção e suporte

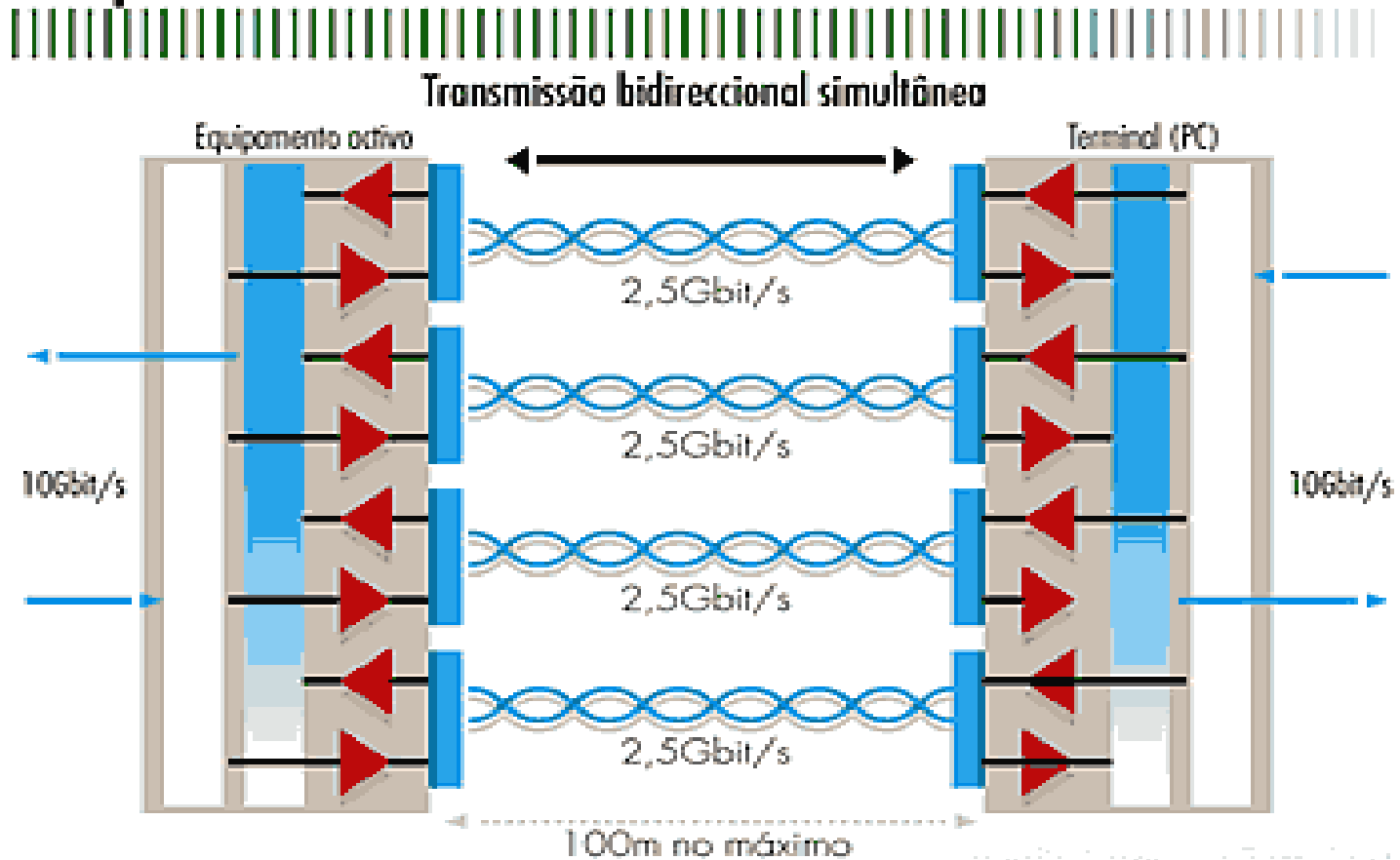
# ETHERNET

- DESAFIO
  - O desafio do 10GBaseT consiste em transmitir 10Gbit/s num cabo de quatro pares, o que dá 2,5Gbit/s por par simultaneamente

# ETHERNET

- 10GBaseT

## Arquitectura do sistema



# ETHERNET

## • Referências Bibliográficas

- ARNETT, Matthen Flint. **Desvendando o TCP/IP**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito (Org.). **Arquitetura de Redes de Computadores OSI e TCP/IP**. 2. Ed. rev. ampl. São Paulo: Makron Books do Brasil, Brisa; Rio de Janeiro: Embratel; Brasília, DF: SGA, 1997.
- COMER, Douglas E. **Interligação em rede com TCP/IP**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. v.1.
- GASPARINNI, Anteu Fabiano L., BARELLA, Francisco Rogério. **TCP/IP Solução para conectividade**. São Paulo: Editora Érica Ltda., 1993.
- TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- SOARES, Luiz Fernando G. **Redes de Computadores: das LANs, MANs e WANs às redes ATM**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- SPURGEON, Charles E. **Ethernet: o guia definitivo**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- Gigabit Ethernet White Paper  
by Gigabit Ethernet Alliance (1997)  
[http://www.gigabit-ethernet.org/  
technology/whitepapers/gige\\_0997/papers97\\_toc.html](http://www.gigabit-ethernet.org/technology/whitepapers/gige_0997/papers97_toc.html)