

# Tecnologias ethernet

**Tecnologias ethernet e quadro ethernet**

**Versão 1.1**  
**Agosto de 2018**

Prof. Jairo

jairo@uninove.br  
professor@jairo.pro.br

<http://www.jairo.pro.br/>

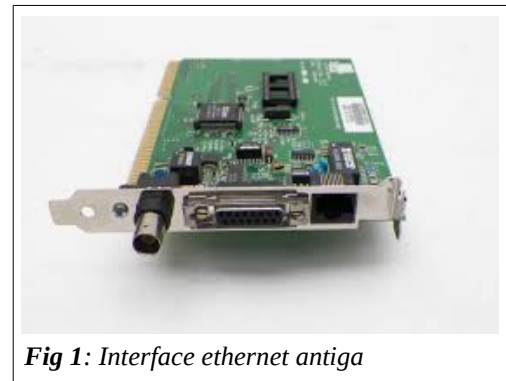
Ethernet é uma tecnologia para interconexão de redes locais que começou a ser desenvolvida já no início dos anos 1970, numa época dominada pelos padrões Token Ring e ARCnet.

Atualmente está padronizado pelo IEEE802.3, e desde os anos 1990 é a tecnologia mais usada nas redes locais.

O nome ethernet vem de éter (ether), numa referência à física do século XIX que acreditava ser necessário um meio físico para propagação das ondas eletromagnéticas. Posteriormente descobriu-se que para esta propagação não era necessário meio físico algum, e hoje considera-se que o ether simplesmente não existe.

Atribui-se a Robert Metcalfe a ideia da criação da tecnologia ethernet enquanto ele era ainda funcionário da Xerox. Posteriormente Metcalfe deixou a Xerox e criou a 3Com.

Inicialmente usava-se o cabo coaxial como meio físico (topologia barramento), atualmente o mais usado ainda é o UTP (*Unshielded Twisted Pair*, cabo de par trançado).



**Fig 1:** Interface ethernet antiga

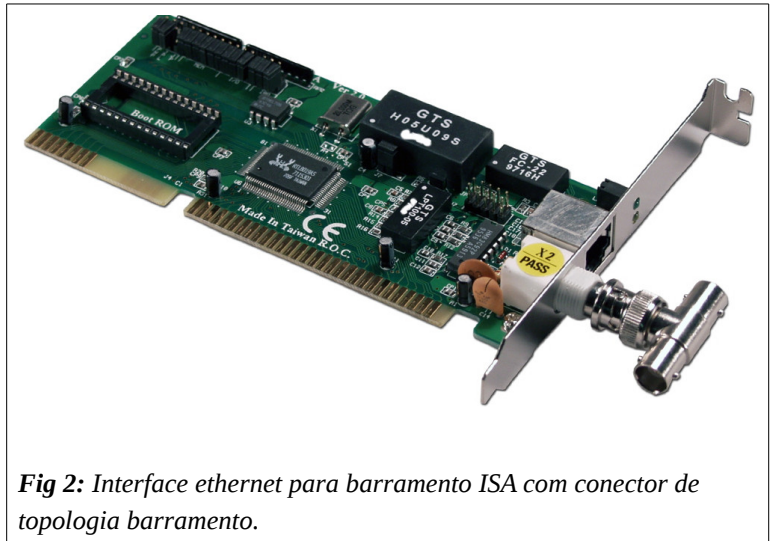
## 1 – Padrões ethernet

À época inicial, ethernet transmitia a apenas 3 Mbps, depois foi para 10 Mbps, mas podia atingir até 2 Km de distância. Nos anos 1990 atingiu 100 Mbps, posteriormente 1 Gbps e atualmente já suporta 10 Gbps.

### 1.1 – 10 Mbps

Originalmente baseado no cabo coaxial, foi posteriormente substituído pelo **10BASE-T** (twisted pair), que foi o primeiro padrão ethernet a usar cabo de par trançado não blindado (UTP). Àquela época a categoria 3 era a mais comum, pois já era usada em instalações telefônicas (aparelhos de PABX).

O uso do cabo UTP limitou o alcance a apenas 100 metros, mas pelo uso de repetidores podia ser ampliado este alcance. Com o uso de hubs em cascata o alcance também podia ser ampliado para muitas centenas de metros, pois este equipamento também atua como repetidor.



*Fig 2: Interface ethernet para barramento ISA com conector de topologia barramento.*

Posteriormente foi lançado o **10BASE-F** (Fiber Optic, fibra ótica), para permitir alcance de até 2 Km por segmento, alcance este que podia ser ampliado pelo uso de repetidores. Mas o custo do cabeamento impediu a popularização deste padrão.

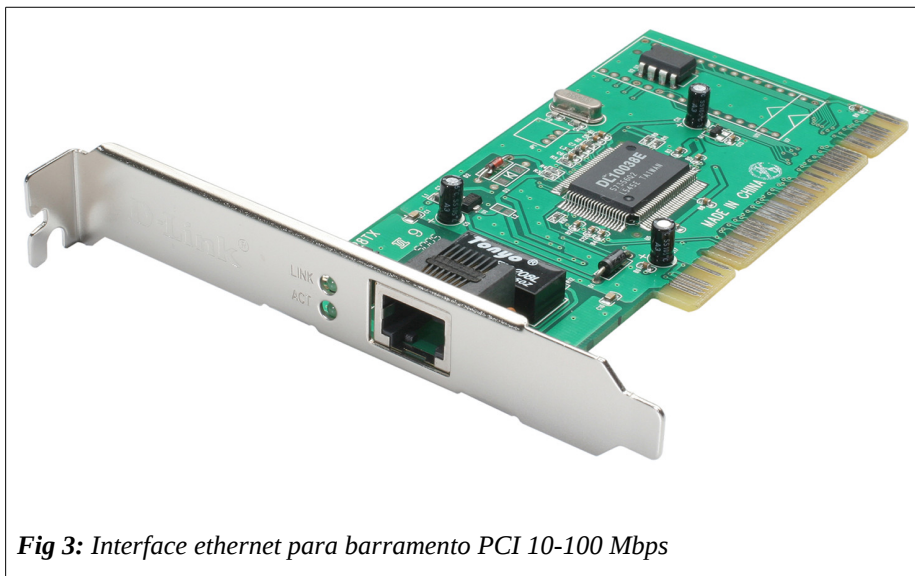
### 1.2 – 100 Mbps (Fast Ethernet)

O Fast Ethernet surgiu em 1995 e elevou a taxa de transferência de apenas 10 Mbps para 100 Mbps. Existem três padrões Fast Ethernet: **100BASE-TX**, **100BASE-T4** e **100BASE-FX**.

O **100BASE-TX** foi o mais popular, mas exigiu subir a categoria do cabeamento UTP de 3 para 5. Este padrão suporta o **full-duplex**, onde o nó processador pode enviar e receber dados simultaneamente, desde que use switch ao invés de hub. Surpreendentemente, o 100BASE-TX usa apenas dois dos quatro pares do cabo categoria 5.

Para manter o cabeamento em categoria 3 foi lançado o padrão **100BASE-T4**, que usa todos os quatro pares do cabo UTP mas não trabalha em full-duplex. Não existe necessidade de usar switch no lugar do hub. Foi pouco usado.

O padrão **100BASE-FX** usa fibra ótica e tem alcance de 2 Km por segmento, mas foi pouco usado.



*Fig 3: Interface ethernet para barramento PCI 10-100 Mbps*

### 1.3 – 1000 Mbps (1 Gbps, Gigabit Ethernet)

O Gigabit Ethernet surgiu em 1998 e elevou a taxa de transferência de 100 Mbps para 1 Gbps. Existem cinco padrões: **1000BASE-T**, **1000BASE-TX**, **1000BASE-CX**, **1000BASE-SX** e **1000BASE-LX**.

O padrão **1000BASE-T** foi lançado em 1999 e permite atingir 1 Gbps full-duplex com cabos categoria 5. Ao contrário do 100BASE-TX, necessita de todos os quatro pares do cabo. E por não necessitar cabeamento novo, este padrão logo se popularizou e hoje é o mais usado.

Já **1000BASE-TX** é similar a 1000BASE-T, com a diferença que requer cabeamento no mínimo categoria 6 e usa apenas dois pares do cabo. Até o momento, não tem sido um grande sucesso comercial. Embora simplifique a implementação e economize na parte eletrônica das interfaces de rede pelo uso de apenas dois pares unidirecionais (e não quatro), 1000BASE-T é hoje a solução mais econômica.

O **1000BASE-CX** utiliza dois pares de cabo STP (Shielded Twisted Pair, cabo blindado). Mas devido ao alcance ser de apenas 25 metros, nunca se popularizou. Foi usado em alguns casos de ligação entre servidores



*Fig 4: Interface ethernet de 4 portas para barramento PCI Express 1 Gbps*

num mesmo rack, como alguns modelos de blades (servidores de pouca espessura agrupados numa mesma caixa).

Com meio físico fibra ótica tem os padrões **1000BASE-SX** e **1000BASE-LX**. A principal diferença entre eles está no alcance (e no preço), onde o primeiro usa sinais laser de ondas curtas com alcance máximo de 220 metros, enquanto o segundo usa sinais laser de ondas longas e pode atingir distâncias de até 5 Km. Devido ao alcance, 1000BASE-LX tem sido usado em backbones, por exemplo, na ligação de uma MAN.

## 1.4 – 10 Gbps (10 Gigabit Ethernet)

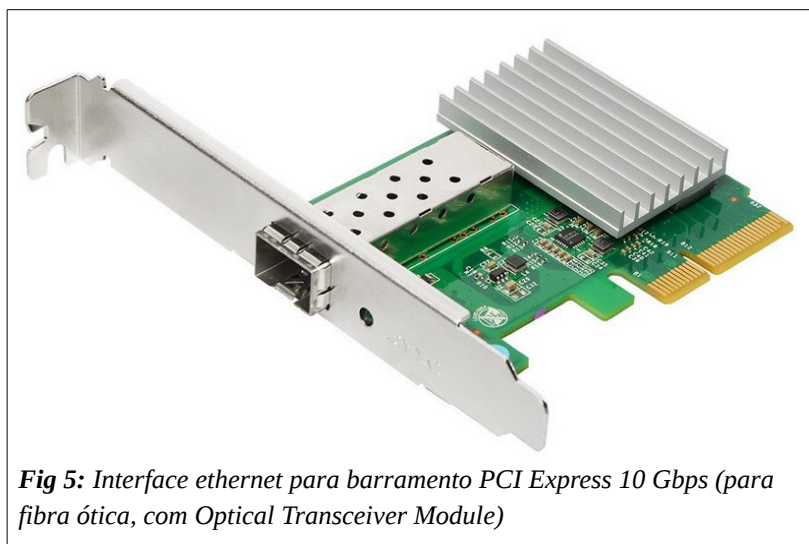
Alguns padrões 10 Gigabit Ethernet são: **10GBASE-LR**, **10GBASE-ER**, **10GBASE-ZR**, **10GBASE-SR** e **10GBASE-T**.

A divisão básica entre eles se resume a longa distância e de curta distância.

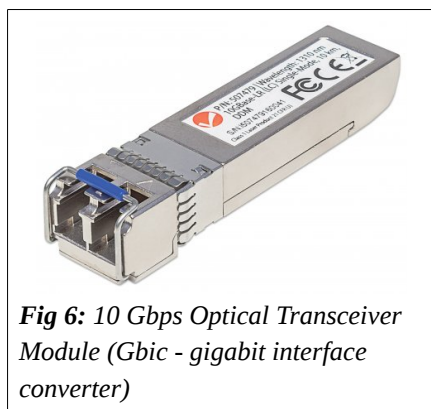
Os três primeiros padrões acima usam meio físico fibra ótica e são para longas distâncias: respectivamente 10 Km, 40 Km e 80 Km.

Já **10GBASE-SR** (Short Range) também usa fibra ótica mas atinge apenas 300 metros e é adequado para redes locais.

O padrão **10GBASE-T** usa cabo de par trançado, mas necessita no mínimo cabeamento de categoria 6a. Alguns detalhes da transmissão a 10 Gbps em cabos de cobre (par trançado) ainda estão em estudo. Uma das características é que opera apenas em full-duplex.



**Fig 5:** Interface ethernet para barramento PCI Express 10 Gbps (para fibra ótica, com Optical Transceiver Module)

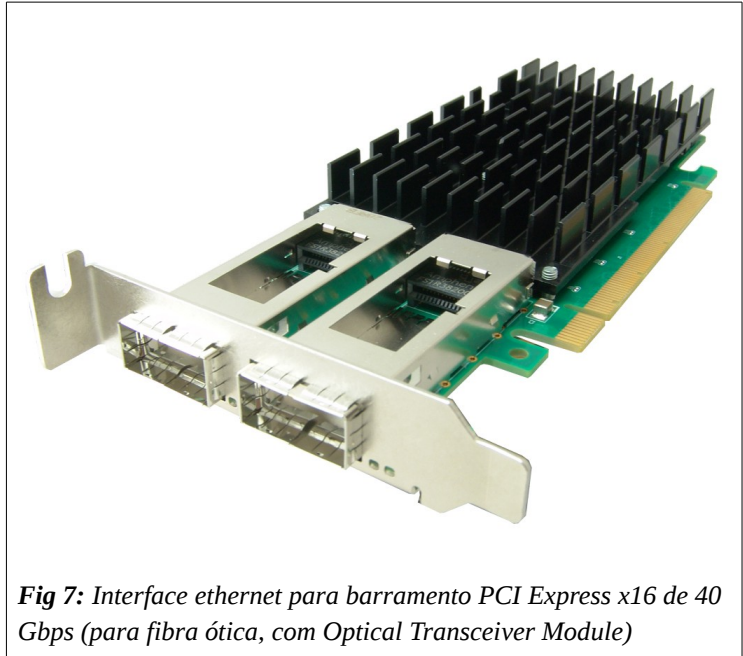


**Fig 6:** 10 Gbps Optical Transceiver Module (Gbic - gigabit interface converter)

Outro problema relativo ao 10GBASE-T (LAN) é a limitação da velocidade do barramento PCI, já que as estações de trabalho atuais oferecem apenas 133 MB/s, portanto inferior à taxa de transferência oferecida pela rede. Para as máquinas servidoras, a velocidade do barramento PCI Express x8 já atinge 2 GB/s, portanto suficiente.

### 1.5 – 40 Gbps (40 Gigabit Ethernet)

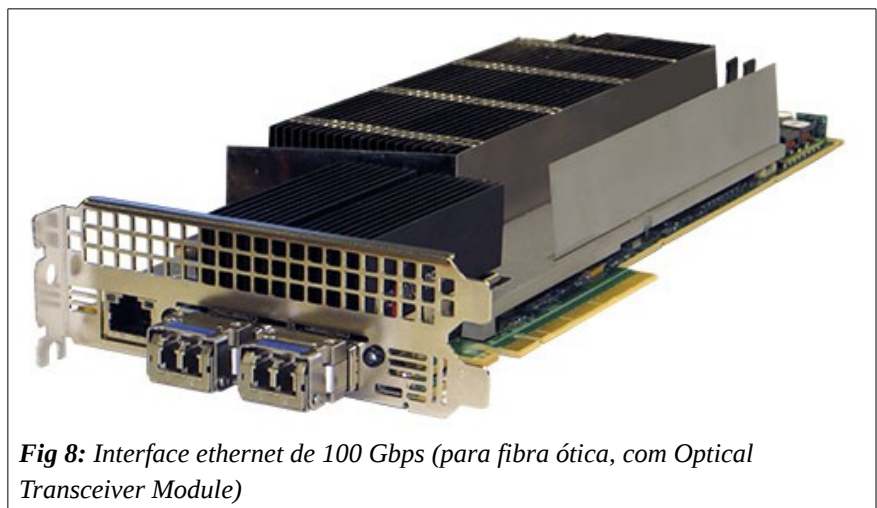
Um padrão recente é o **40GbE**, voltado para comunicação entre servidores nos datacenters.



*Fig 7: Interface ethernet para barramento PCI Express x16 de 40 Gbps (para fibra ótica, com Optical Transceiver Module)*

### 1.6 – 100 Gbps (100 Gigabit Ethernet)

Outro padrão recente é o **100GbE**, voltado para comunicação em longa distância, para ser usado no backbone da internet.



*Fig 8: Interface ethernet de 100 Gbps (para fibra ótica, com Optical Transceiver Module)*

## 2 – Estrutura do quadro ethernet

O quadro (camada 2) é uma sequência de bits (camada 1) demarcada. Enquadramento é o processo de encapsulamento dos bits num quadro.

Existem quatro tipos de quadro ethernet, mas vamos nos ater apenas ao quadro ethernet versão 2, ou Ethernet II, que é o quadro DIX (de DEC, Intel e Xerox). Este é o quadro mais comum, já que é usado diretamente pelo datagrama IP (camada 3).

A estrutura do quadro ethernet envolve seções chamadas de campos. As principais seções são mostradas abaixo:

preâmbulo	SOF	endereço de destino	endereço de origem	tamanho	DADOS	(preenchimento)	FCS
-----------	-----	---------------------	--------------------	---------	-------	-----------------	-----

- Preâmbulo: é um padrão alternado composto de dígitos binários 0 e 1, por exemplo 101010...1010. É esta sequência, com 7 bytes, que indica que o frame está começando;
- SOF: Start of Frame é um campo de 1 byte que delimita o início do frame e marca o final das informações de temporização;
- Endereço de destino: é um campo de 6 bytes com o endereço MacAddress para onde se dirige o quadro;
- Endereço de origem: é um campo de 6 bytes com o endereço MacAddress do remetente;
- Tamanho: é um campo de 2 bytes que indica o tamanho dos dados em bytes;
- DADOS: contém os dados a serem passados para a próxima camada. Deve conter no mínimo 46 e no máximo 1500 bytes;
- Preenchimento: caso o campo DADOS seja menor que 46 bytes, deve haver um preenchimento para completar este mínimo;
- FCS: é um campo de 4 bytes que contém o CRC (Cyclic Redundancy Check), que é o valor da redundância cíclica e serve para verificar se o quadro chegou íntegro no destinatário.

Os tamanhos típicos em bytes são:

7	1	6	6	2	64 a 1500 (ou 9000)	(preenchimento)	4
---	---	---	---	---	------------------------	-----------------	---

Sobre o campo endereço de destino, este pode ser o endereço físico (unicast), multicast ou broadcast. O endereço MacAddress **multicast** é **7F:FF:FF:FF:FF:FF**, e o **broadcast** é **FF:FF:FF:FF:FF:FF**. A diferença entre multicast e broadcast é que o multicast vai para um grupo, enquanto broadcast vai para todos.

No campo DADOS o usual é um tamanho de 1500 bytes, que é o MTU (*Maximum*

*Transmission Unit*) padrão. Mas também pode ser configurado para 9000 bytes, que é o caso do jumbo frame. Neste caso necessita configurações específicas no switch, no aplicativo e também no sistema operacional que sustenta o aplicativo. Um exemplo de uso para jumbo frame é no banco de dados Oracle RAC (Real Application Cluster), para aumentar a eficiência na transferência de dados entre os servidores que compõem o cluster.