



## UNIDADE I

---

### Arquitetura de Redes de Computadores

Prof. Me. Antônio Palmeira

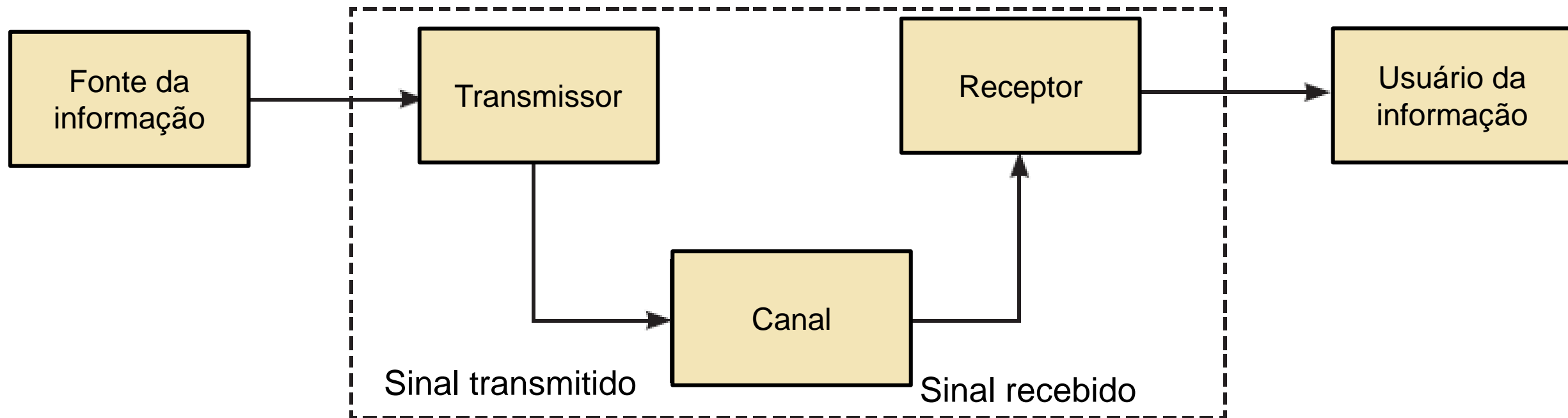
# Conteúdo da Unidade I

- As telecomunicações.
- Redes de computadores e a internet.
- Modelo OSI.
- Modelo TCP/IP.
- Processos na camada física.
- Meios de transmissão.
- Serviços e protocolos de camada de enlace de dados.
- Padrões de camada de enlace de dados.

# Conceito e histórico das telecomunicações

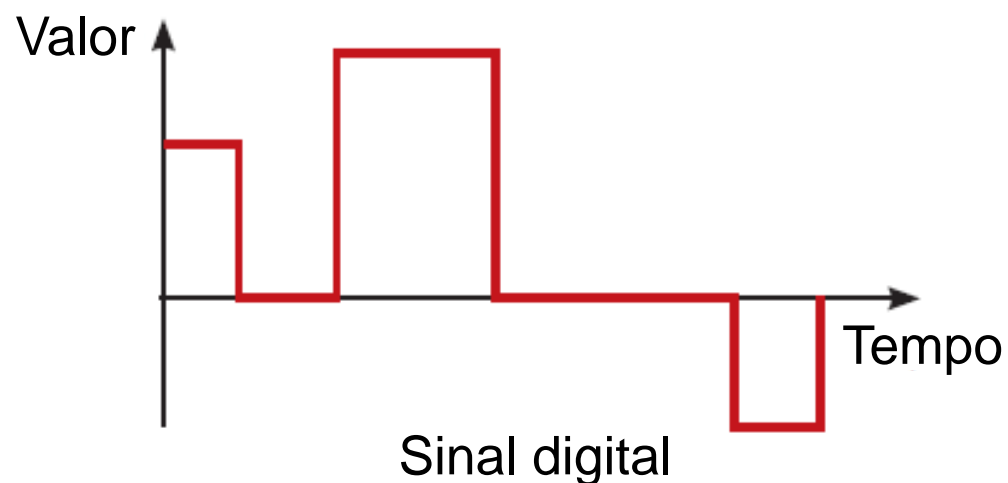
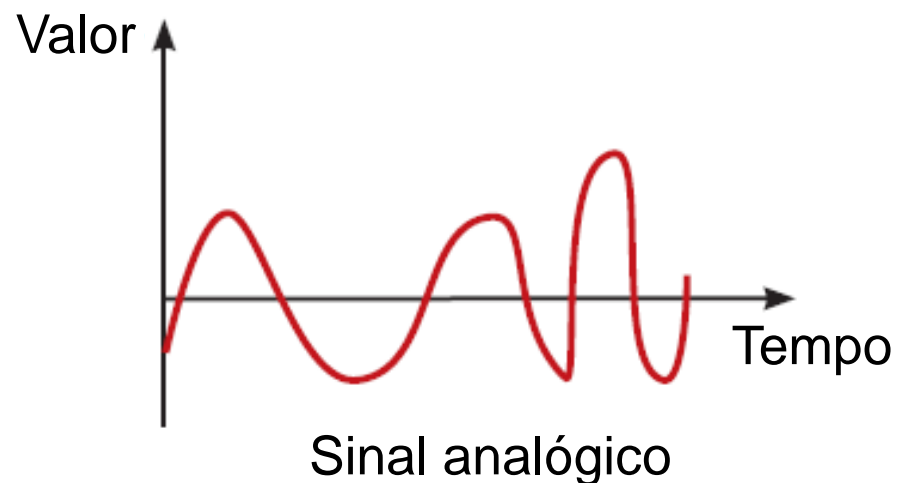
- Telecomunicações são um conjunto de sistemas, ferramentas e dispositivos que propiciam a comunicação a distância entre a origem e o destino de uma mensagem.
- As comunicações a distância se iniciam com os sinais de fumaça e os sons de tambores.
- A primeira forma elétrica de telecomunicações surgiu por volta de 1843 com os sinais telegráficos e com o código Morse.
- A telefonia chega por volta de 1875 com as transmissões elétricas da voz criadas por Alexander Graham Bell.
- Em 1888, Heinrich Rudolf Hertz apresenta seu trabalho a respeito das propriedades das ondas eletromagnéticas e sua transmissão.
  - Em 1957 é lançado o primeiro satélite artificial pelos russos, o Sputnik.
  - Um novo fôlego para as descobertas em telecomunicações se dá com o surgimento dos primeiros computadores no início da segunda metade do século XX.

# Sistema básico de telecomunicações

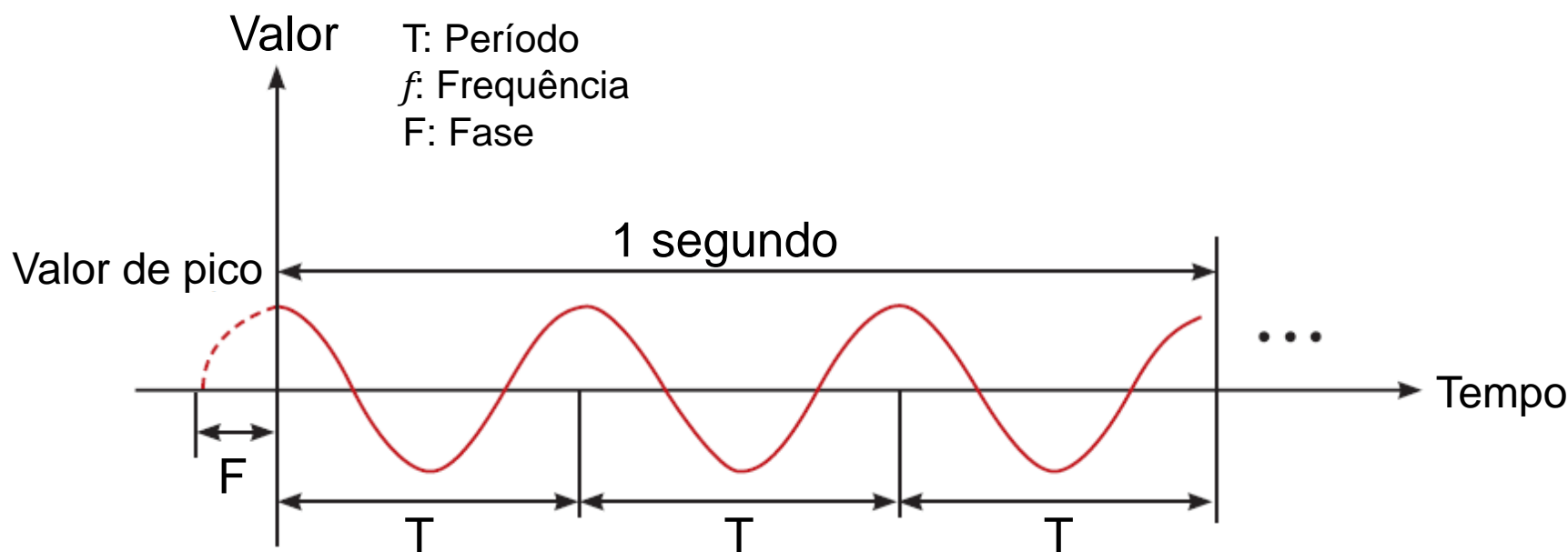


Fonte: Adaptado de: Medeiros (2016, p. 21).

# Tipos de sinais transmitidos



Fonte: Adaptado de: Forouzan e Mosharraf (2013, p. 541 e 542)



# Tipos de transmissão

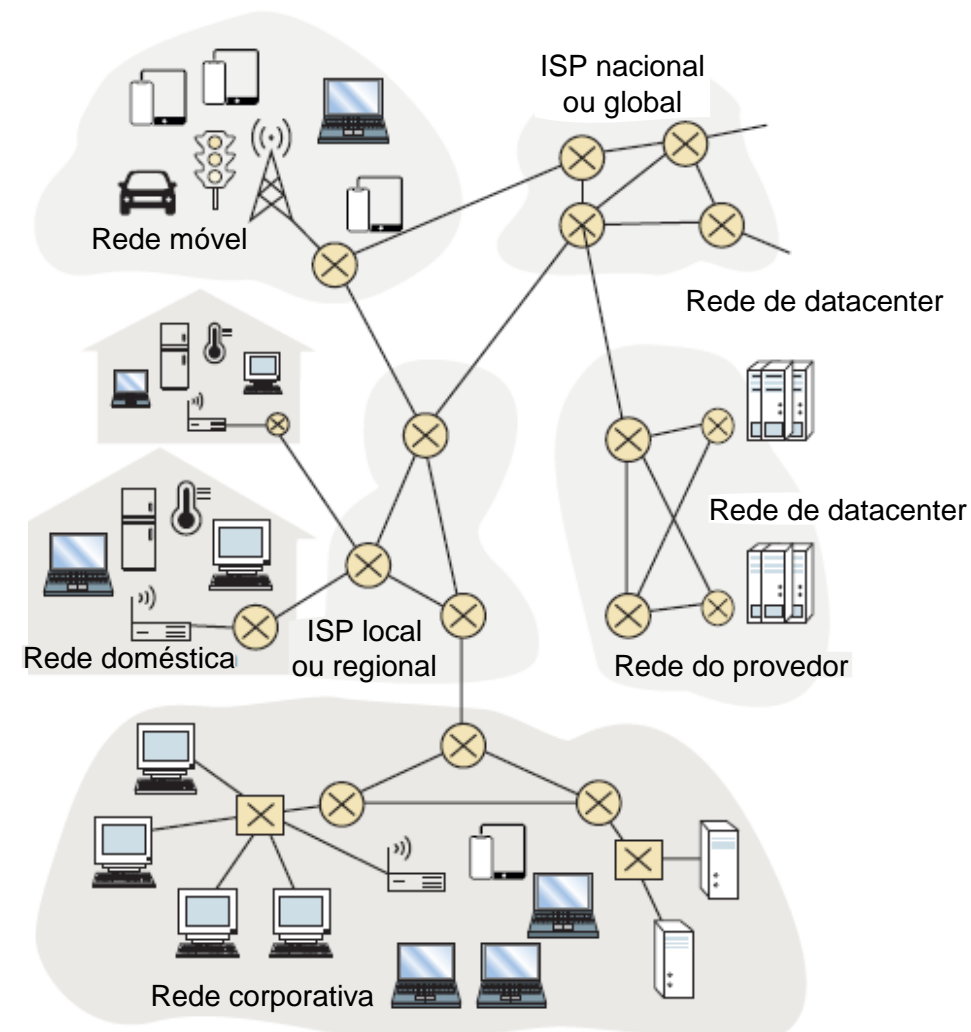
- Analógica e Digital.
- Simplex, Half-duplex e Full-duplex.
- Síncrona e Assíncrona.

# Desempenho dos sistemas de telecomunicações

- Taxa de transferência.
- Delay e Jitter.
- A relação sinal/ruído.

# Redes de computadores e internet

- Uma rede de computadores é um conjunto de módulos processadores capazes de trocar informações/dados e compartilhar recursos, interligados por diversos sistemas de telecomunicações.
- A internet é uma rede de computadores que interconecta bilhões de dispositivos ao redor do mundo por meio da comutação de pacotes utilizando o IP (*Internet Protocol* – Protocolo de Internet).



Fonte: Adaptado de: Kurose e  
Ross (2021, p. 3).



# Elementos das redes de computadores

- Protocolos.
- Meios físicos.
- Dispositivos.
- Mensagens.

# Topologias das redes de computadores

- A topologia de uma rede descreve sua estrutura e o modo como são feitas as conexões entre os dispositivos.
- Podem ser classificadas como topologias físicas (descrevendo a forma de interconexão física dos dispositivos de uma rede) e topologias lógicas (descrevendo a forma como os dados se propagam e as formas de comunicação).

# Classificação das redes de computadores

- Redes Pessoais – PAN
- Redes Locais – LAN
- Redes Metropolitanas – MAN
- Redes de Longa Distância – WAN

# Interatividade

O elemento das redes de computadores que representa um conjunto de regras e padrões é chamado de:

- a) Mensagem.
- b) Dispositivo.
- c) Protocolo.
- d) *Hardware*.
- e) Meio físico.

# Resposta

O elemento das redes de computadores que representa um conjunto de regras e padrões é chamado de:

- a) Mensagem.
- b) Dispositivo.
- c) **Protocolo.**
- d) *Hardware*.
- e) Meio físico.

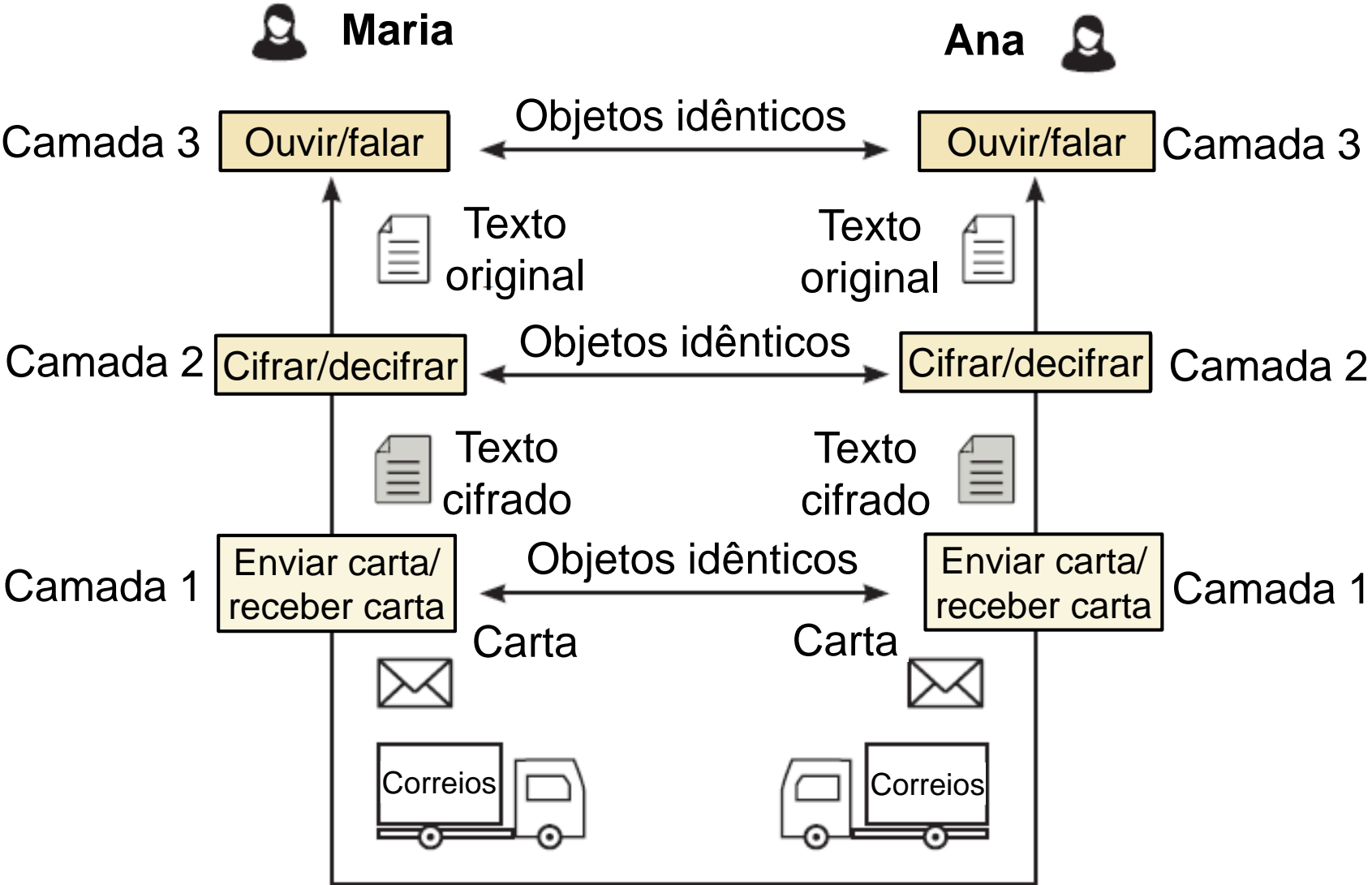
# Modelos de redes

- Os protocolos funcionam como um conjunto de regras e padrões que permitem o funcionamento adequado das redes de computadores.
- Tais protocolos, historicamente, foram organizados em modelos de rede com uma segmentação em camadas.
- Exemplos de modelos de rede: OSI e TCP/IP.

# Organizações padronizadoras de modelos e protocolos

- IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos).
- ANSI – *American National Standards Institute* (Instituto Nacional Americano de Padrões).
- ITU – *International Telecommunication Union* (União Internacional de Telecomunicações).
- IEC – *International Electrotechnical Commission* (Comissão Eletrotécnica Internacional).
- TIA – *Telecommunications Industry Association* (Associação das Indústrias de Telecomunicações).

# Modelos em camadas



Malha de transporte dos correios.

Fonte: Adaptado de:  
Forouzan e Mosharraf  
(2013, p. 10).



# Modelo OSI

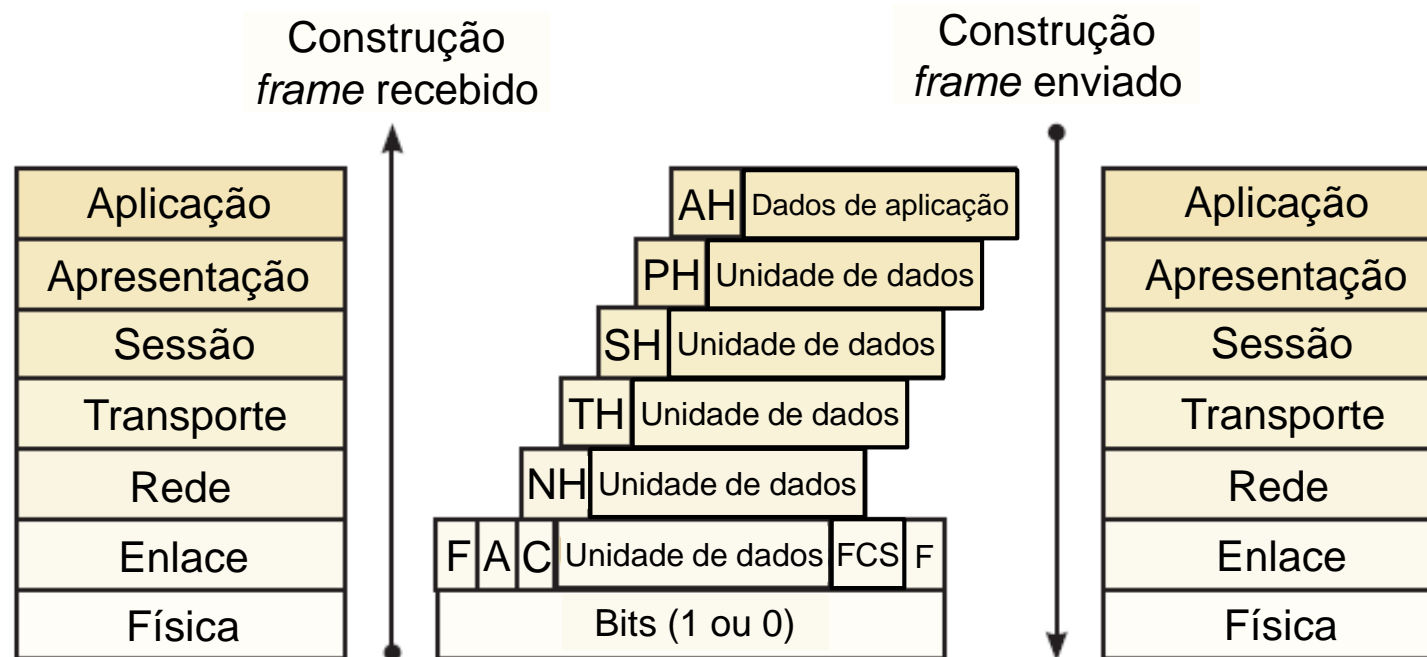
- Foi desenvolvido pela ISO entre o final da década de 1970 e o ano de 1984, a fim de interconectar sistemas abertos e segmentar a problemática das Redes de Computadores em camadas.
- É considerado o primeiro grande passo mundial no intuito de padronizar as redes de computadores, que até então operavam com protocolos e padrões totalmente proprietários, dificultando a interconexão de redes contendo tecnologias de fabricantes diferentes.
  - Antes do modelo OSI, as organizações eram “reféns” dos fabricantes e de seus modelos proprietários, em razão da ausência de interoperabilidade.

# Benefícios do modelo OSI

- Auxílio na elaboração de protocolo de redes.
- Estímulo da competição por meio da interoperabilidade.
- Impedimento de impactos e influências de mudanças de uma camada em outras da mesma arquitetura.
- Promoção de uma linguagem comum.

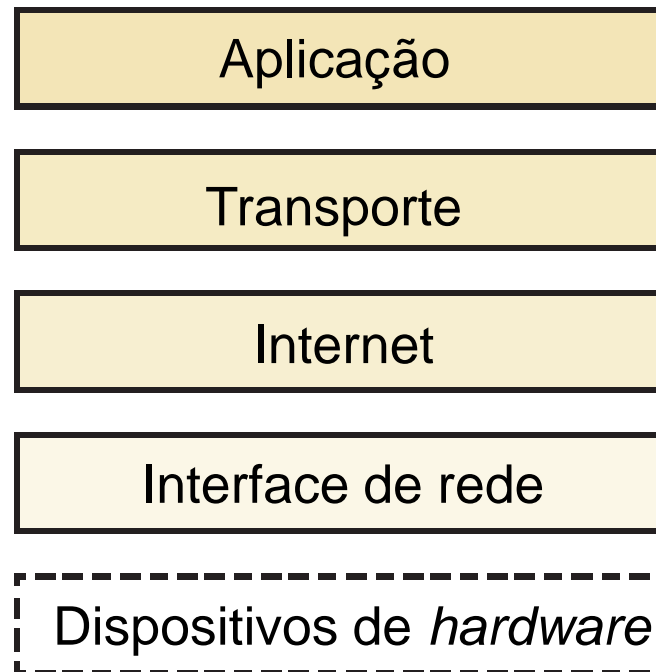
# Camadas do modelo OSI e suas PDUs

- Camada 7 (aplicação): dados.
- Camada 6 (apresentação): dados.
- Camada 5 (sessão): dados.
- Camada 4 (transporte): segmento.
- Camada 3 (rede): pacote.
- Camada 2 (enlace de dados): quadro.
- Camada 1 (física): bit.

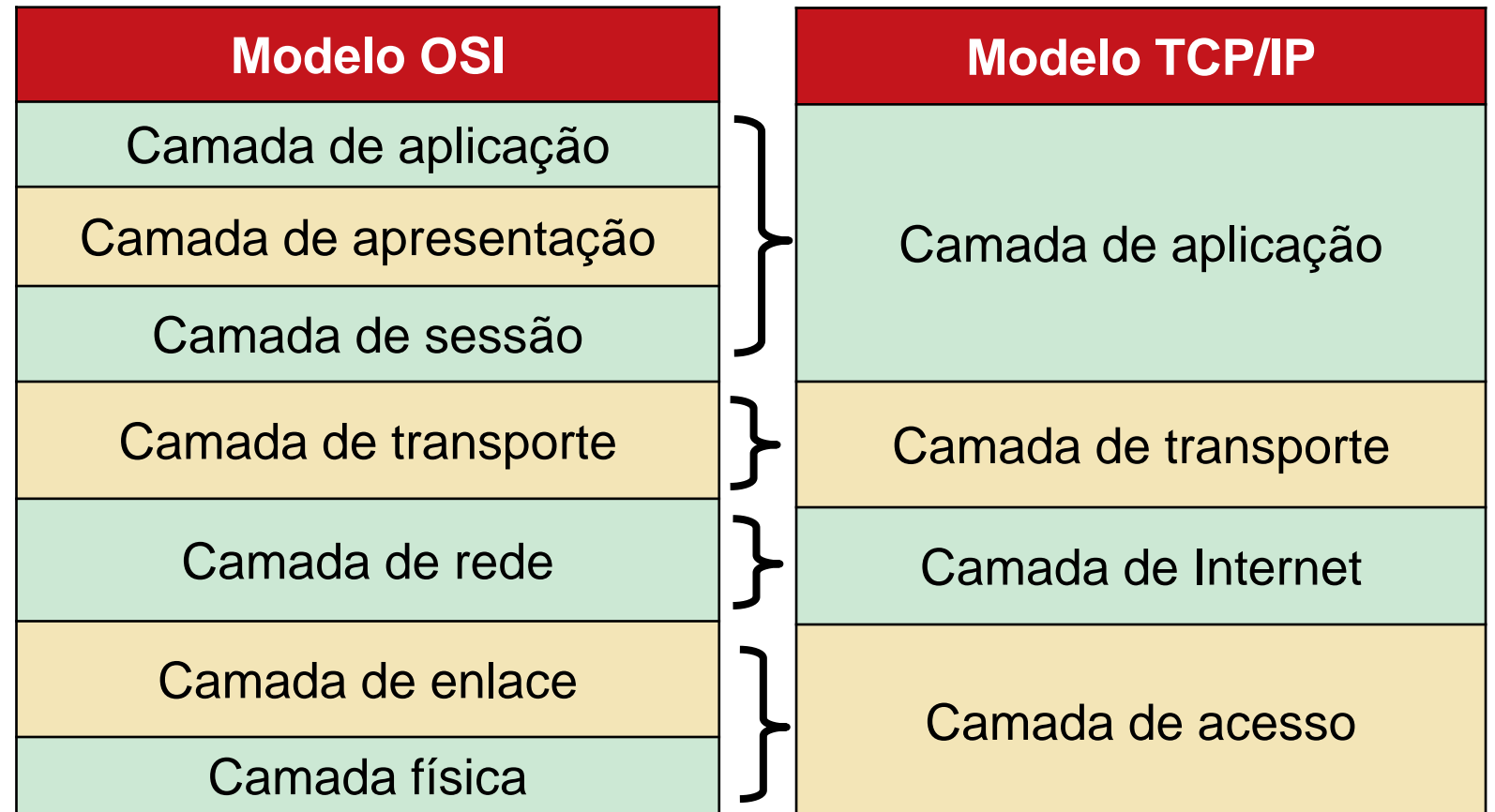


# Modelo TCP/IP

- O modelo TCP/IP, desenvolvido muito antes do modelo OSI, traz uma das arquiteturas de redes mais conhecidas ao longo da história da tecnologia da informação e foi criada entre as décadas de 1960 e 1970.
- É considerado o precursor da internet, além de ser a base de funcionamento da Arpanet.
- O nome deste modelo veio dos dois principais protocolos utilizados (IP e TCP).

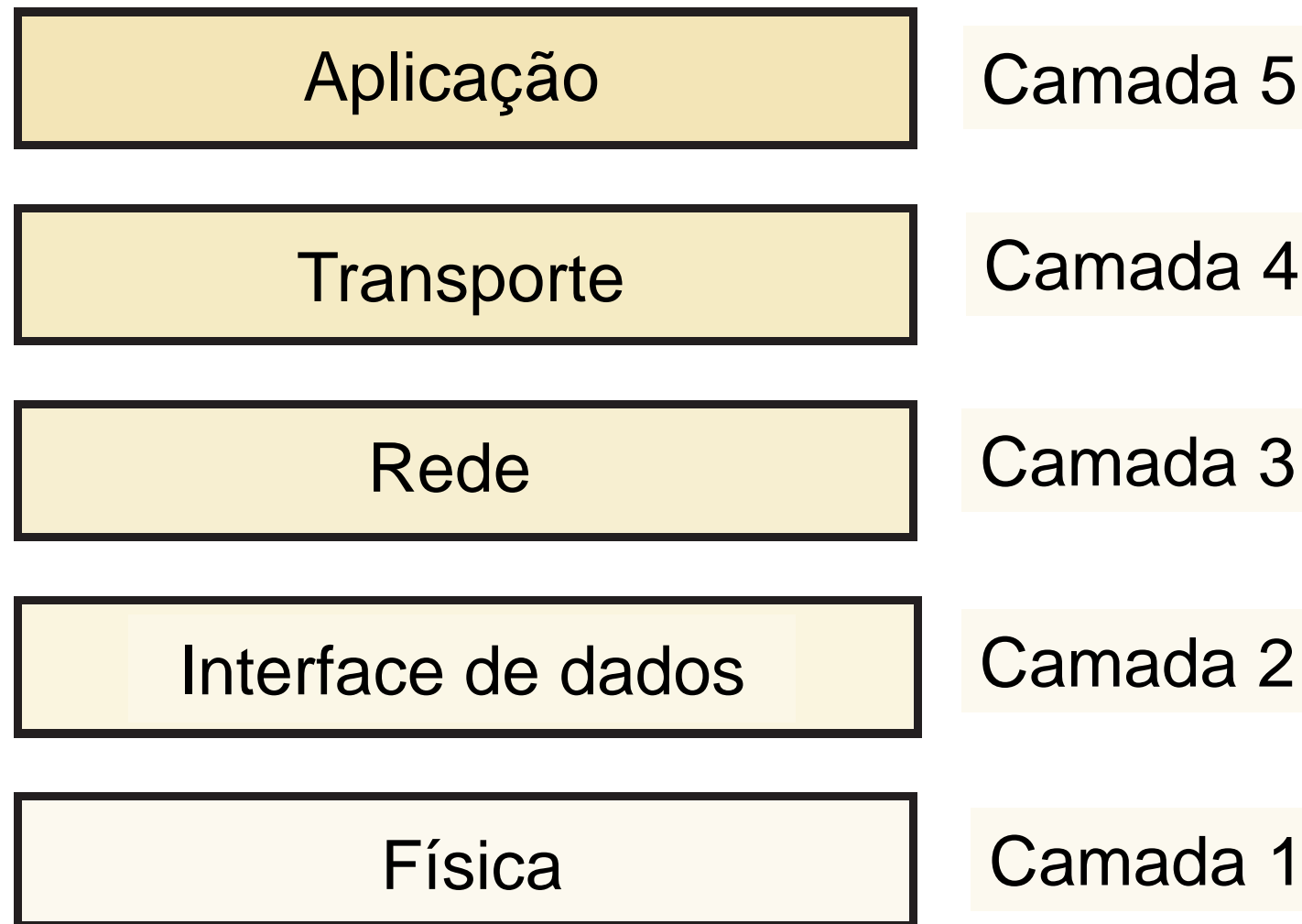


# Relacionamento entre os modelos TCP/IP e OSI



Fonte: Adaptado de: Livro-texto.

# Modelo híbrido de redes



# Funcionalidades das camadas do modelo híbrido

Camada	Funções
Aplicação	Web, correio eletrônico, transferência de arquivos e serviços de nomes.
Transporte	Comunicação fim a fim, início e término de conexões lógicas, e controle de fluxo fim a fim.
Rede	Endereçamento lógico, roteamento, fragmentação, qualidade de serviço e controle de congestionamento.
Enlace de dados	Enquadramento, detecção e tratamento de erros, endereçamento físico, controle de fluxo e controle de acesso ao meio.
Física	Sinalização, interface com o meio de transmissão, início e término de cone.

# Interatividade

Qual é a PDU da camada de rede?

- a) Dado.
- b) Segmento.
- c) Pacote.
- d) Quadro.
- e) Bit.



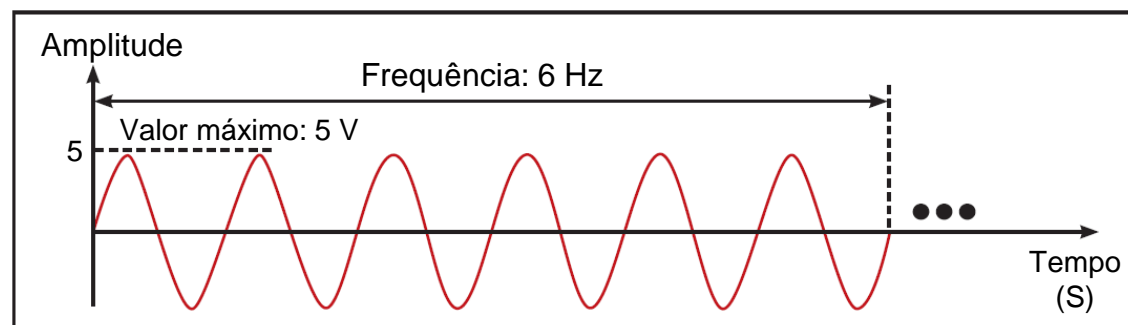
# Resposta

Qual é a PDU da camada de rede?

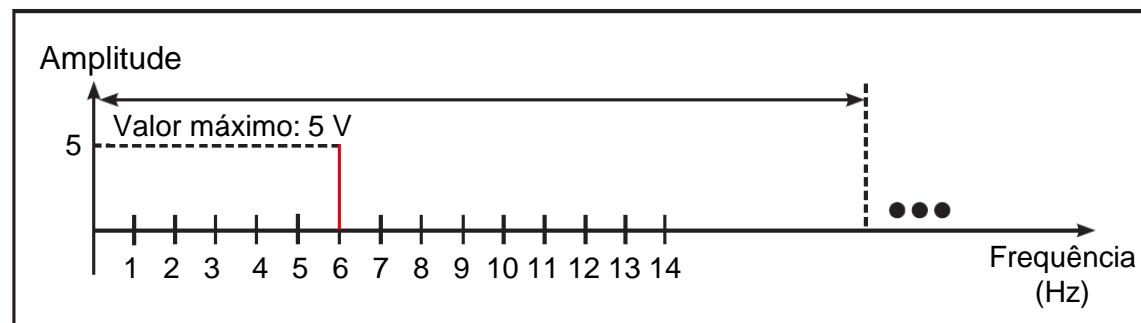
- a) Dado.
- b) Segmento.
- c) **Pacote.**
- d) Quadro.
- e) Bit.

# Camada física

- É a mais baixa na hierarquia, comportando-se como o alicerce na construção da conectividade entre computadores.
- É responsável por definir os padrões mecânicos e elétricos para os meios físicos.
- A sua PDU é o bit.
- Existem padrões de camada física para WAN e para LAN.



Uma onda senoidal no domínio do tempo (valor máximo: 5 V, frequência: 6 Hz)

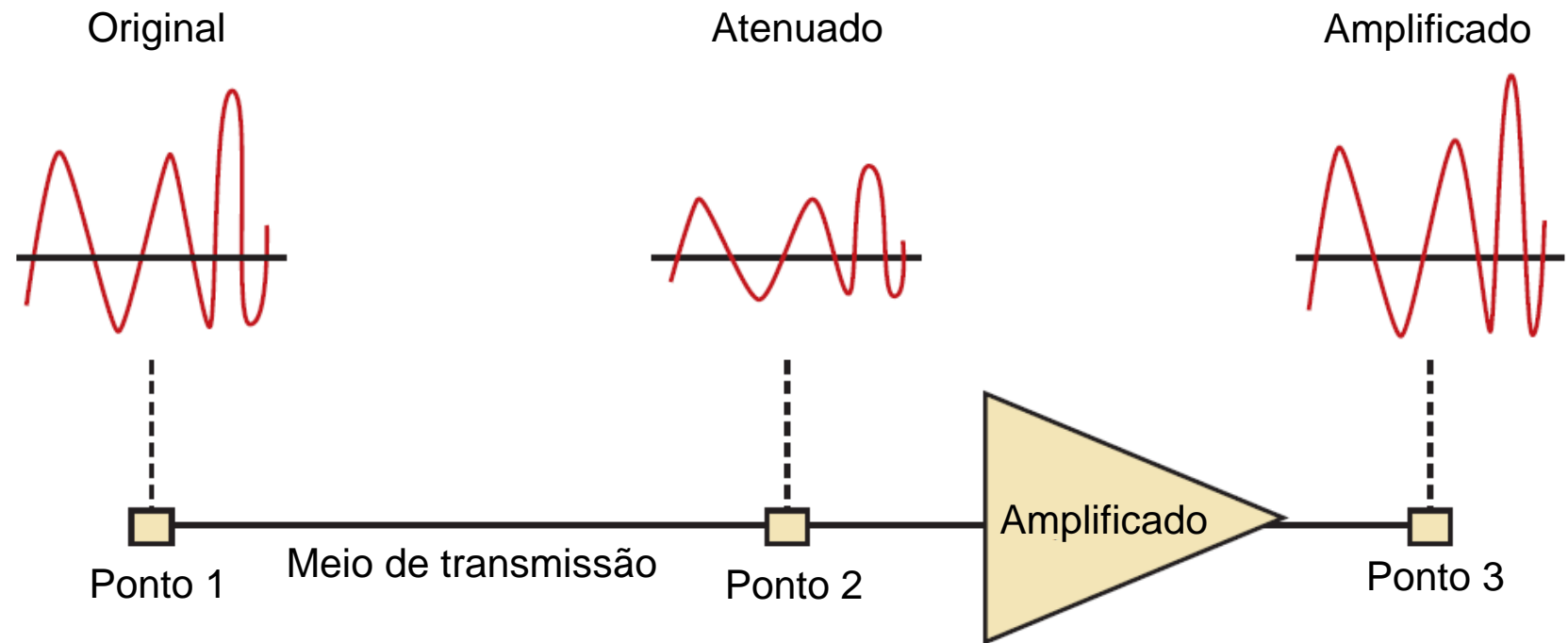


A mesma onda senoidal no domínio da frequência (valor máximo: 5 V, frequência: 6 Hz)

Fonte: Adaptado de:  
Forouzan (2010, p. 65).

# Distúrbios na transmissão de sinais na camada física: atenuação

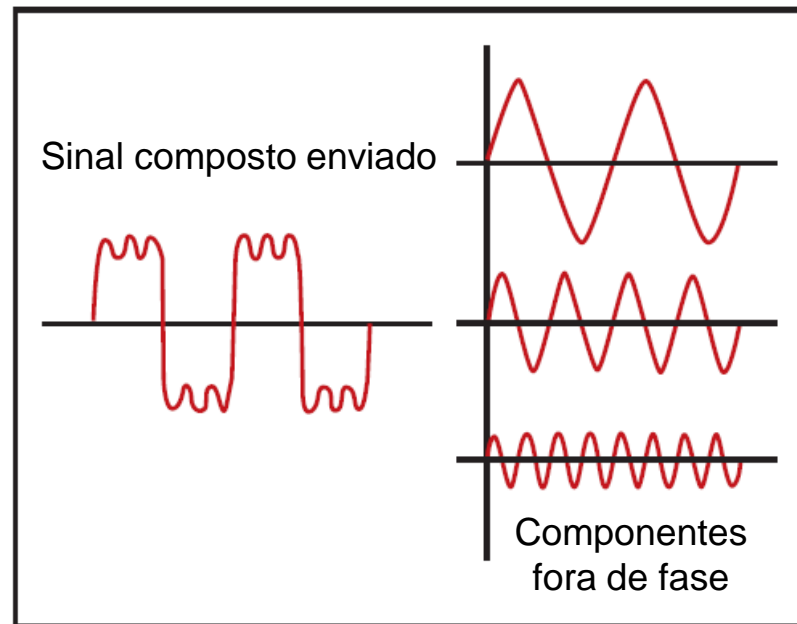
- É consequência da perda de potência do sinal transmitido à medida que o sinal percorre o canal de comunicação até atingir o destino.
- A atenuação pode ser vencida a partir da utilização de amplificadores ou repetidores, que regeneram o sinal e recuperam a informação eventualmente perdida.



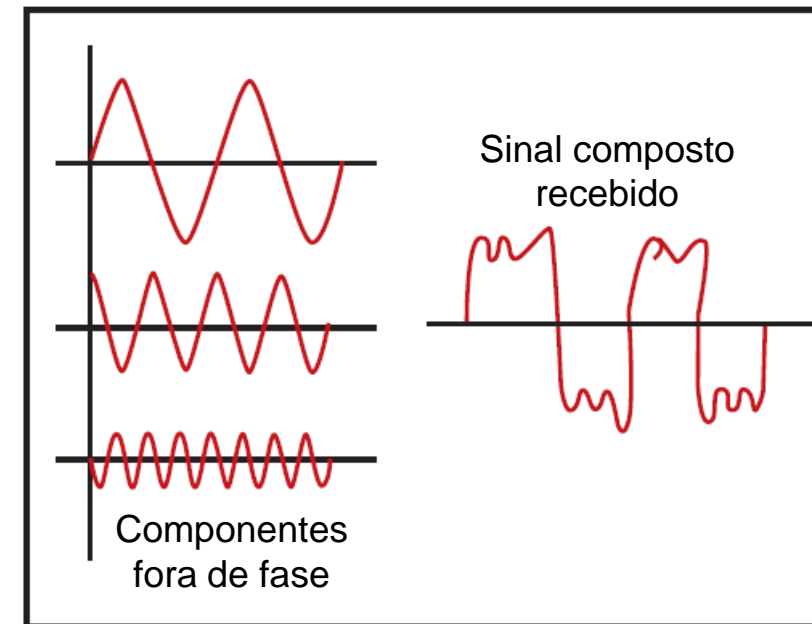
Fonte: Adaptado de: Forouzan e Mosharraf (2013, p. 548).

# Distúrbios na transmissão de sinais na camada física: distorção

- É uma alteração na forma do sinal.
- O seu efeito pode se dar em todos os seus componentes, gerando diferenças de fase e retardo na transmissão.



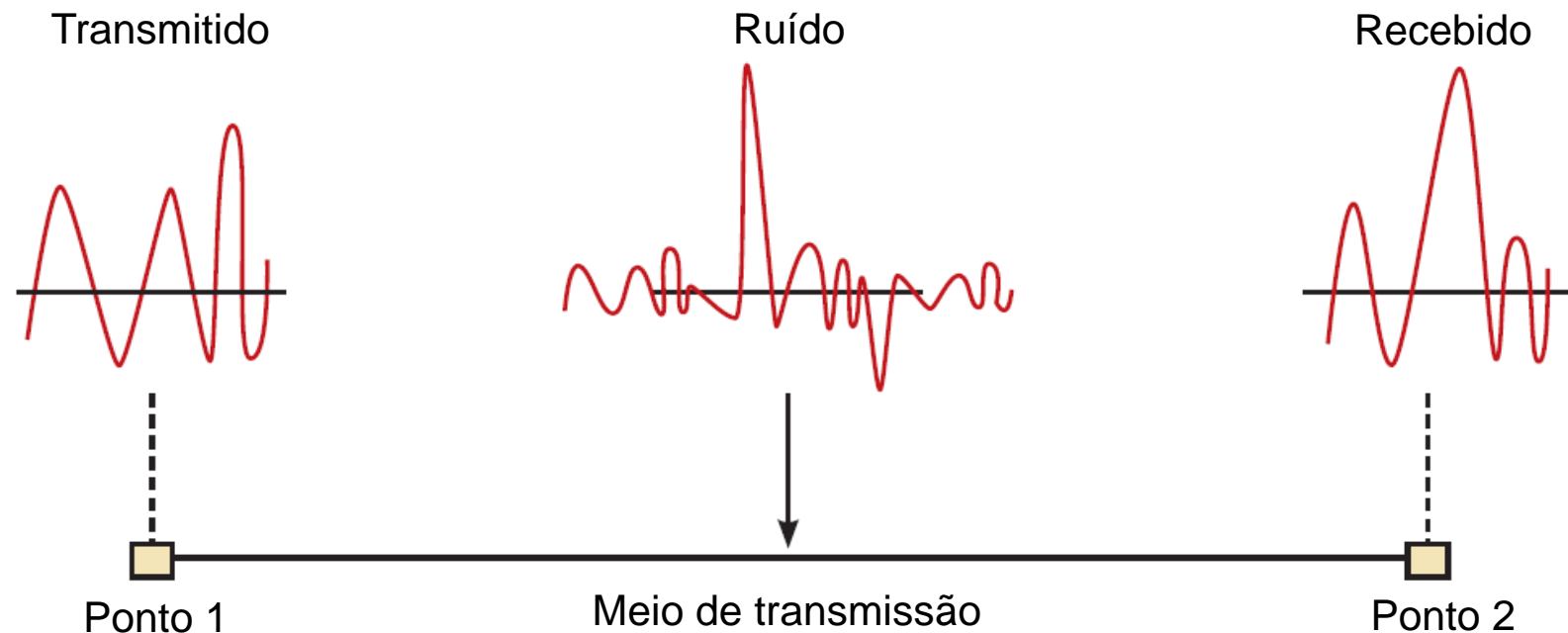
No emissor



No receptor

# Distúrbios na transmissão de sinais na camada física: ruído

- Ele é representado por um sinal aleatório de origem natural que provoca efeitos indesejáveis nos meios de transmissão.
- Os ruídos podem ser classificados em: ruídos térmicos (resultado da agitação dos elétrons nos átomos), ruídos atmosféricos (em consequência das descargas elétricas na atmosfera) e ruídos cósmicos (gerados por distúrbios fora da Terra).



# Distúrbios na transmissão de sinais na camada física: interferência

- Trata-se de um sinal de origem humana que invade o canal de comunicação, atrapalhando e dificultando o processo de comunicação.
- Esse tipo de distúrbio é também conhecido como atuação de sinais espúrios.

# Processos da camada física

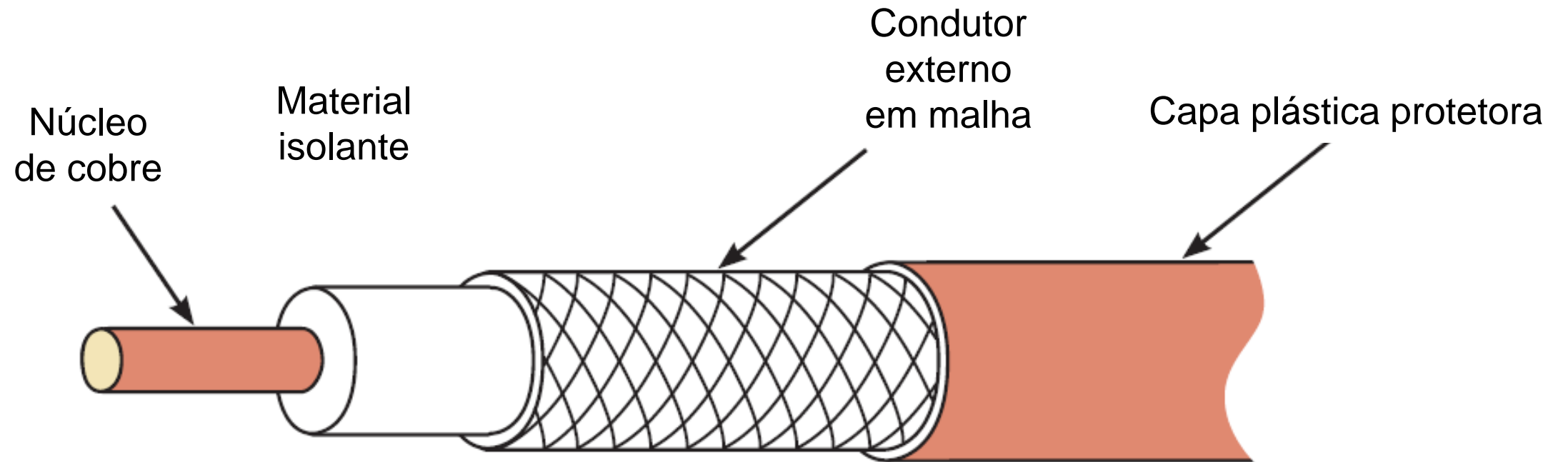
- Codificação: é uma tarefa desenvolvida pela camada física com o intuito de converter um conjunto de bits de dados em um código predefinido.
- Multiplexação: é um processo que ocorre na camada física quando é necessário transmitir, por um único sinal portador, diversos sinais originados de diferentes fontes de informação.
- Modulação: é um processo que consiste na transformação de um sinal portador (onda portadora) a partir das informações contidas no sinal de informação que se deseja transmitir (sinal modulador ou modulante). O resultado desse processo é a criação de um sinal modulado, que será injetado no canal de comunicação.

# Meios de transmissão

- São conhecidos como meios físicos e representam os elementos das redes de computadores que permitem a transmissão de sinais.
- A adoção de um meio de transmissão passa pela determinação da(s): velocidades suportadas, imunidade a ruído, taxa de erros, disponibilidade, confiabilidade, atenuação e limitação geográfica.
- Podem ser classificados em confinados e não confinados.

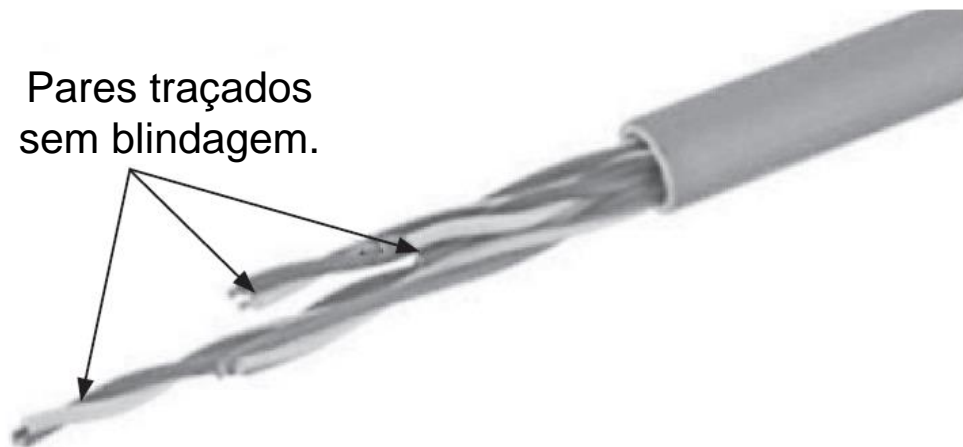


# Cabo coaxial



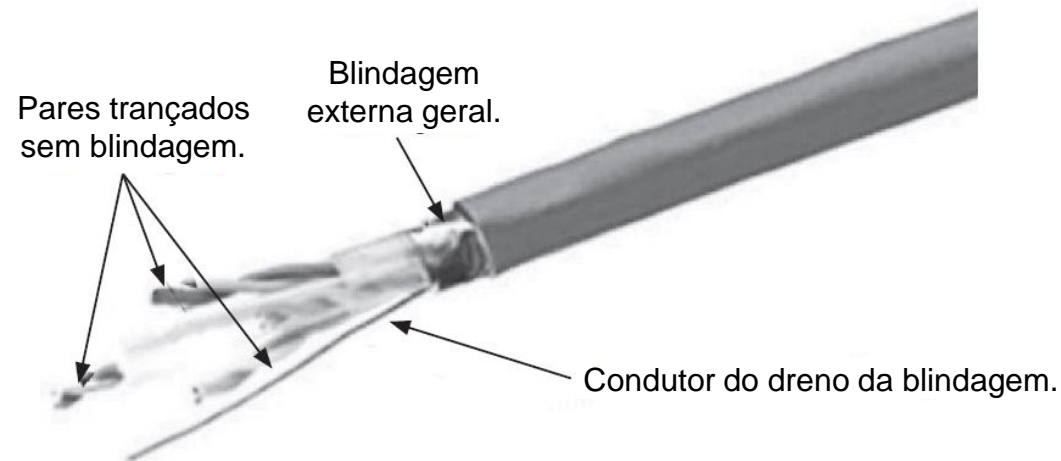
Fonte: Adaptado de: Livro-texto.

# Cabos de pares metálicos



Pares traçados sem blindagem.

Cabo UTP

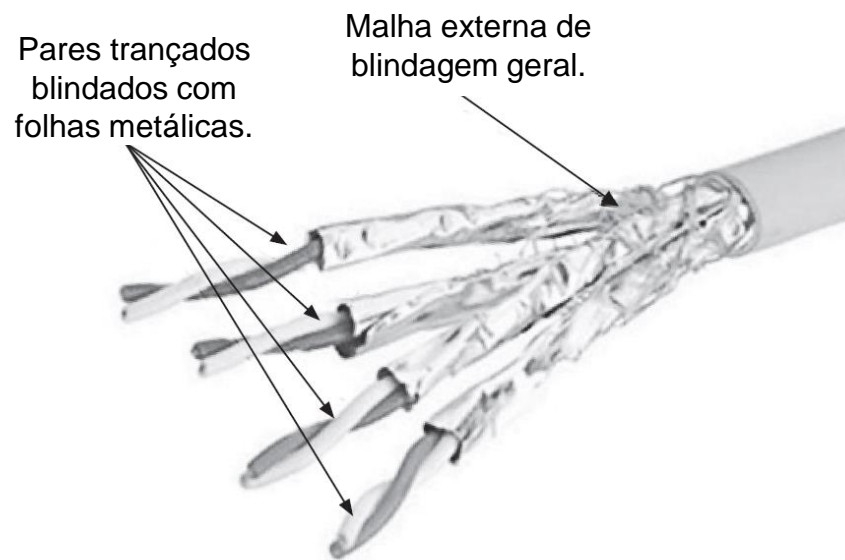


Pares traçados sem blindagem.

Blindagem externa geral.

Condutor do dreno da blindagem.

Cabo F/UTP



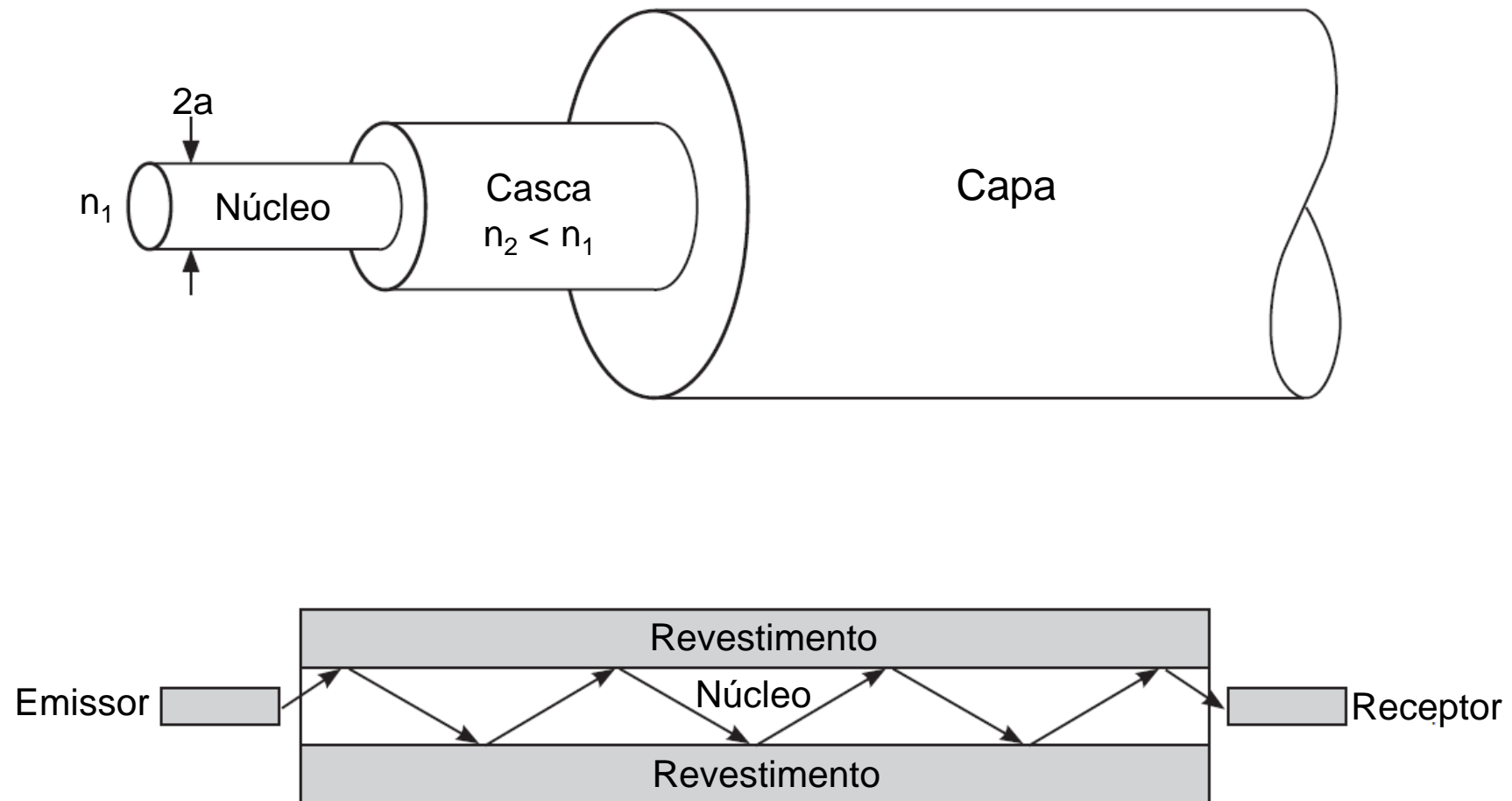
Pares traçados blindados com folhas metálicas.

Malha externa de blindagem geral.

Cabo S/FTP

Fonte: Adaptado de: Livro-texto.

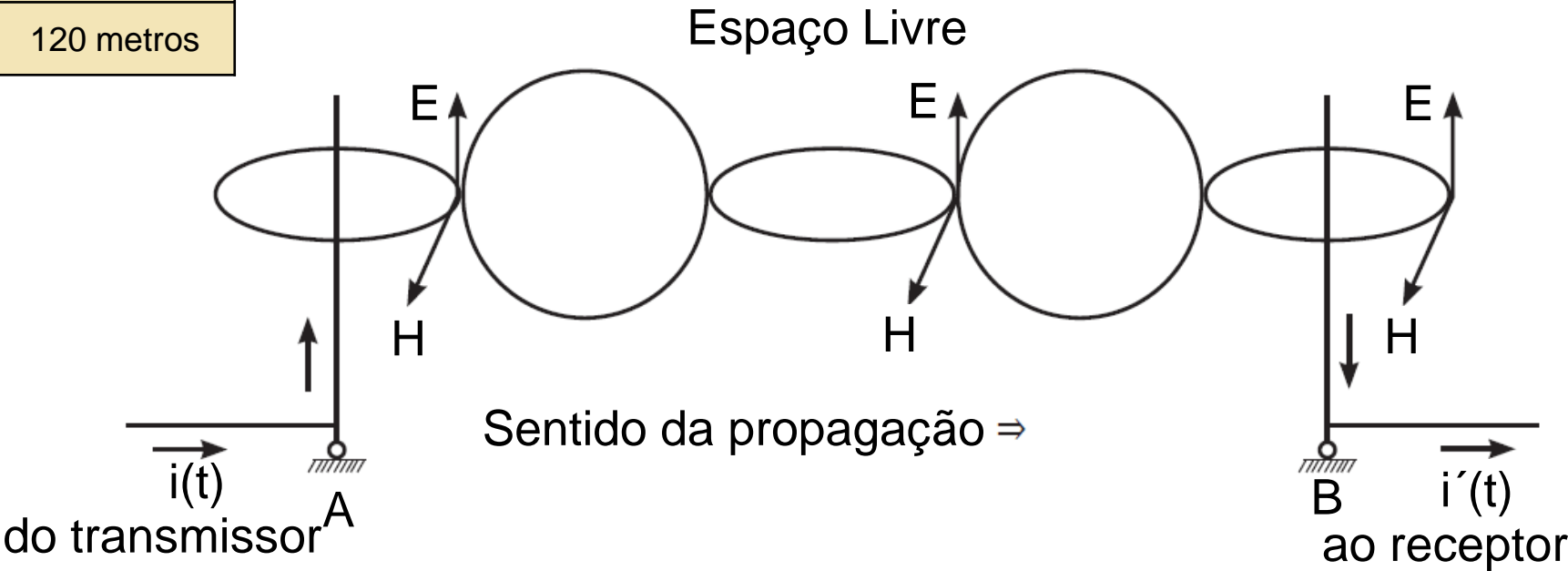
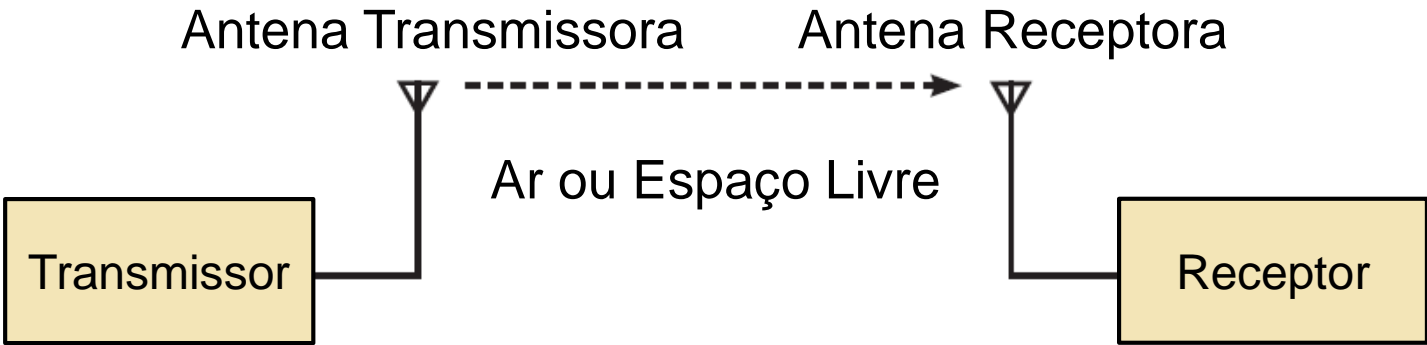
# Cabo de fibra óptica



Fonte: Adaptado de: Livro-texto.

# Meio não confinado

Padrão IEEE	Frequência	Máxima taxa de transferência	Alcance
802.11a	5 GHz	54 Mbps	120 metros
802.11b	2,4 GHz	11 Mbps	140 metros
802.11g	2,4 GHz	54 Mbps	140 metros
802.11n	2,4 e 5 GHz	600 Mbps	250 metros
802.11ac	5 GHz	6,93 Gbps	120 metros
802.11ax	2,4 e 5 GHz	10 Gbps	120 metros



# Interatividade

O processo que ocorre na camada física quando é necessário transmitir, por um único sinal portador, diversos sinais originados de diferentes fontes de informação é chamado de:

- a) Modulação.
- b) Multiplexação.
- c) Codificação.
- d) Sinalização.
- e) Ampliação.

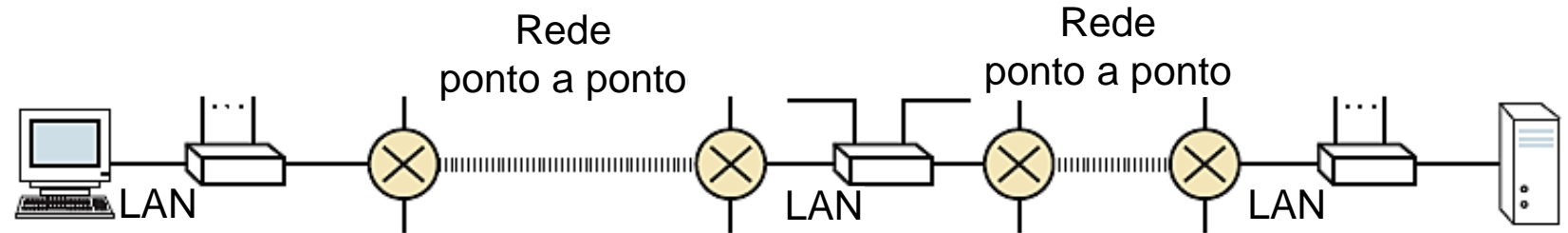
## Resposta

O processo que ocorre na camada física quando é necessário transmitir, por um único sinal portador, diversos sinais originados de diferentes fontes de informação é chamado de:

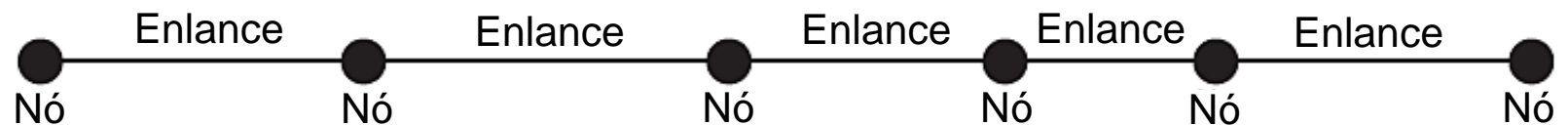
- a) Modulação.
- b) Multiplexação.**
- c) Codificação.
- d) Sinalização.
- e) Ampliação.

# Camada de enlace de dados

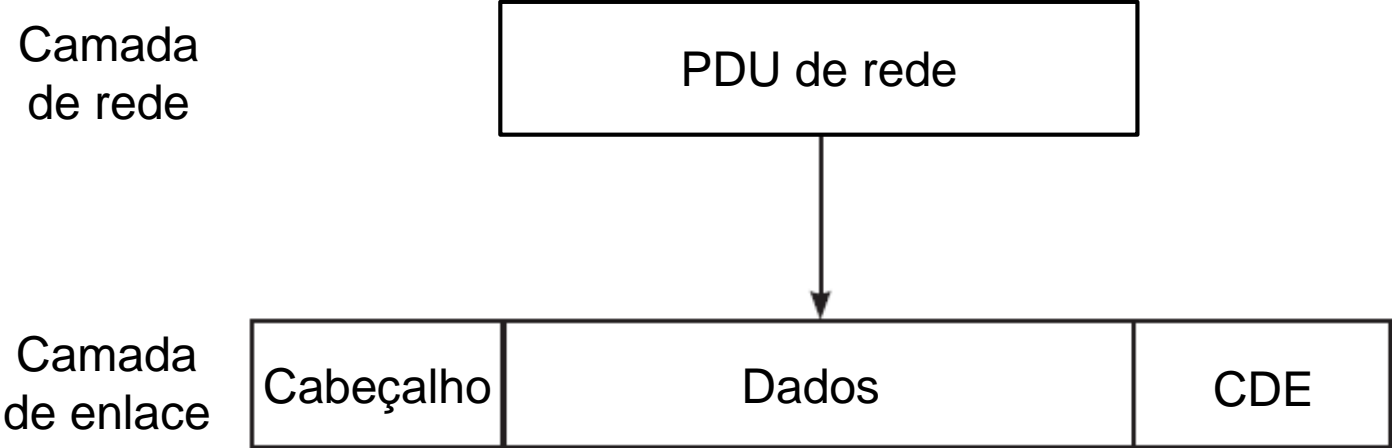
- A camada de enlace tem como papel principal o gerenciamento dos meios de transmissão, ou seja, do enlace propriamente dito.
- Esses enlaces são compreendidos como uma interligação entre nós dentro de uma rede.
- É também na camada de enlace de dados que se estabelece um mecanismo para detectar e corrigir erros, por meio de um campo de controle contido nos quadros gerados neste nível da arquitetura de redes.



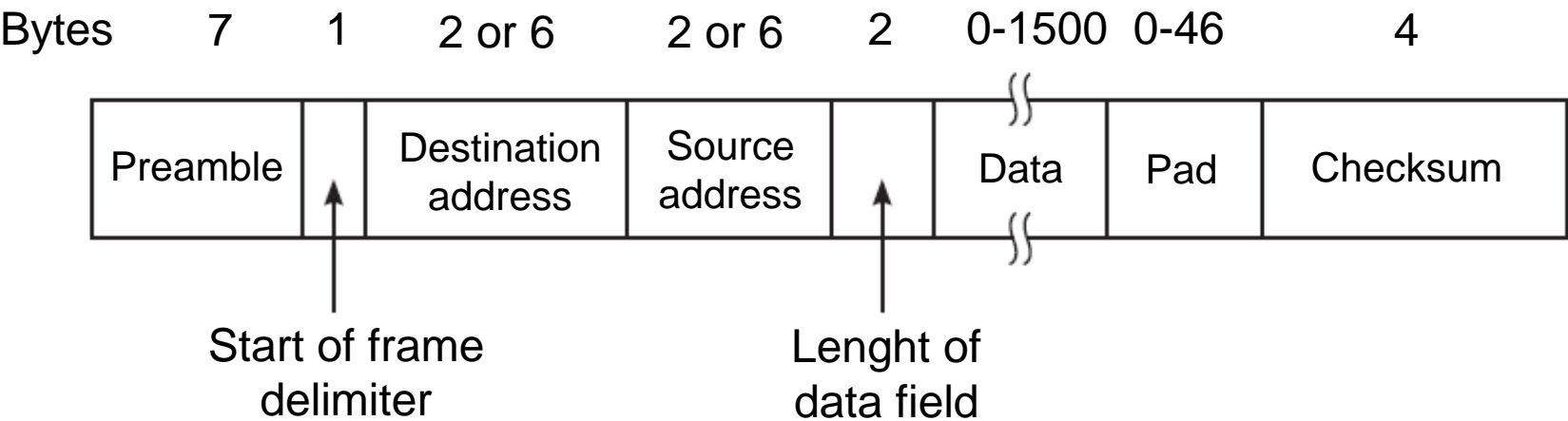
(a) Uma pequena parte da Internet



# Funcionalidades da camada de enlace de dados: enquadramento



Fonte: Adaptado de: Maia (2013, p. 82).





# Funcionalidades da camada de enlace de dados: detecção e correção de erros

- Correção de erros: mecanismo que permite que o receptor localize e corrija o erro sem precisar da retransmissão. Essa correção é efetuada a partir de códigos de correção antecipada de erros (FEC – *Forward Error Correction*). Exemplo: Redes sem fio.
- Detecção de erros: mecanismos utilizados para encontrar a presença dos erros; caso eles existam, os quadros “defeituosos” são descartados e a retransmissão é solicitada. Exemplo: Redes cabeadas.

## Padrões de camada de enlace

- Para o projeto e funcionamento de uma LAN, os padrões de camada de enlace mais conhecidos são: Ethernet, Wi-Fi (802.11), Token Ring e FDDI.
- Para a WAN, os principais padrões de camada de enlace são: LAP-B (*Link Access Procedure, Balanced*), Frame Relay, ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), PPP (*Point-to-Point Protocol*) e HDLC (*High-level Data Link Control*).

# Ethernet (histórico)

- A Ethernet, padrão adotado na maior parte das redes locais do mundo, surgiu na década de 1970, criado por estudantes da Universidade do Havaí que propunham interligar os computadores espalhados pelas ilhas em um computador central na ilha de Honolulu.
- Em 1978 foi criado um padrão para Ethernet chamado DIX, por um consórcio entre as empresas Digital Equipment Company, Intel e Xerox. Os primeiros produtos com padrão Ethernet foram vendidos na década de 1980, com transmissão de 10 Mbps por cabo coaxial grosso (*thicknet*), com uma distância de 2 km.
  - Em 1985, o IEEE desenvolveu o padrão 802, mas, para assegurar os padrões da ISO/OSI, alterou o projeto Ethernet original para 802.3.

# Subcamadas Ethernet

- A subcamada LLC (*Logical Link Control* – Controle de Enlace Lógico) tem o objetivo de receber todos os pacotes dos protocolos de alto nível, acrescentando informações que identificam características de camadas superiores.
- A subcamada MAC (*Media Access Control* – Controle de Acesso ao Meio) tem o objetivo de gerar o quadro a partir das informações oriundas da subcamada LLC. É na subcamada MAC que se encontram as informações de endereçamento físico gravadas nas placas de Rede dos Computadores.

# Método de acesso da Ethernet

- O método de acesso da Ethernet é o CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection* – Acesso Múltiplo por Portadora com Detecção de Colisão). Ele permite o compartilhamento do meio físico, evitando que dois dispositivos transmitam simultaneamente (provocando uma colisão).

# Endereçamento MAC

- O padrão Ethernet estabelece um esquema de endereçamento físico composto de uma sequência de 48 bits, com agrupamentos de 4 bits para formar um dígito hexadecimal.
- É comum chamar o endereço Ethernet de endereço MAC, endereço de *hardware* ou endereço de placa de rede (porque é gravado na placa de rede).
- Ele é dividido em duas porções iguais. A primeira porção (contendo 6 dígitos hexadecimais ou 24 bits) é conhecida por OUI (*Organizationally Unique Identifier* – Identificador Organizacional Único) e é designada pelo IEEE; a segunda porção é designada pelo fabricante.

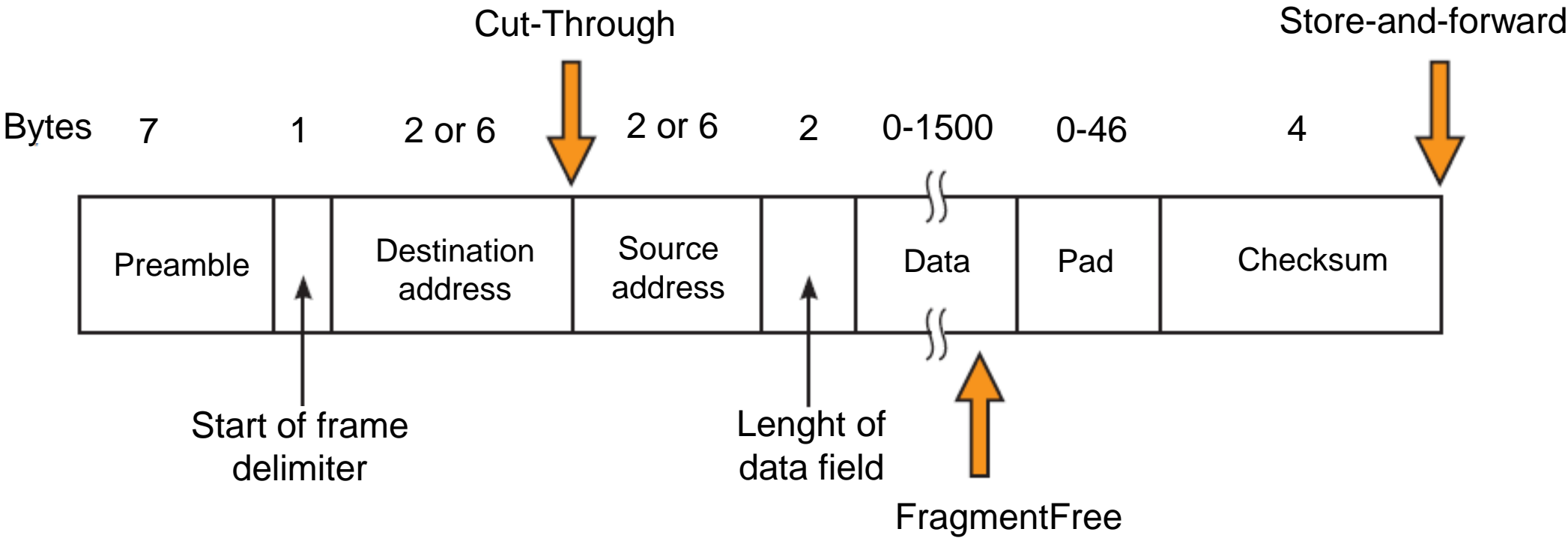
```
Estado da mídia. . . . . : mídia desconectada
Sufixo DNS específico de conexão. . . . . :
Descrição . . . . . : Realtek PCIe GBE Family Controller
Endereço Físico . . . . . : AC-9E-17-EB-83-2A
DHCP Habilitado . . . . . : Sim
Configuração Automática Habilitada. . . . . : Sim
```

Fonte: Livro-texto.

# Switching

- *Switching* ou comutação é um processo efetuado na camada de enlace, por um dispositivo intermediário de redes denominado *switch*, sendo este considerado um dispositivo de camada 2.
- O processo de comutação também é conhecido como encaminhamento de *frames* e é sempre baseado no endereço MAC de destino situado no cabeçalho do quadro Ethernet.

# Modos de comutação



Fonte: Adaptado de: Livro-texto.



# Interatividade

Qual é o nome dado ao primeiro campo de um quadro Ethernet?

- a) SFD.
- b) Endereço MAC de origem.
- c) Endereço MAC de destino.
- d) Dados.
- e) Preâmbulo.

# Resposta

Qual é o nome dado ao primeiro campo de um quadro Ethernet?

- a) SFD.
- b) Endereço MAC de origem.
- c) Endereço MAC de destino.
- d) Dados.
- e) **Preâmbulo.**

# Referências

- FOROUZAN, B. A. *Comunicação de dados e redes de computadores*. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.
- FOROUZAN, B. A.; MOSHARRAF, F. *Redes de computadores: uma abordagem topdown*. São Paulo: McGraw Hill, 2013.
- KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. *Redes de computadores e a internet*. Porto Alegre: Bookman, 2021.
- MAIA, L. P. *Arquitetura de redes de computadores*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- MEDEIROS, J. C. O. *Princípios de telecomunicações: teoria e prática*. São Paulo: Érica, 2016.
  - MORAES, A. F. *Redes de computadores: fundamentos*. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2020.

**ATÉ A PRÓXIMA!**