

Capítulo 2

Canais de comunicação



2.1 Definição

Canal é um meio físico entre os sistemas de transmissão e recepção, por onde trafegam os sinais elétricos ou eletromagnéticos da informação. O termo é utilizado para especificar um meio de comunicação:

- Canal fio.
- Canal rádio.
- Canal fibra óptica.

Também pode ser usado para especificar um segmento do espectro de frequências com largura de banda (*bandwidth*) ou uma faixa ocupada por uma transmissão de rádio. Ex.: a faixa de transmissão de radiodifusão FM, que vai de 88 MHz a 108 MHz, e um canal de rádio operando na faixa de 89,9 MHz.

2.2 Tipos de canais

2.2.1 Canal fio

É formado por pelo menos dois fios condutores elétricos, pelos quais trafegam os sinais da informação. O sistema de telefonia fixa utiliza esse tipo de canal; sua rede física é constituída por fios e cabos, interligando os assinantes à central telefônica (figura 2.1).

Figura 2.1

Canal fio:

- (a) em par trançado e
(b) em cabo telefônico.



Outro sistema que usa canal fio é a TV a cabo por assinatura. No entanto, diferentemente da rede de telefonia, que emprega o par trançado de fios, o sinal de TV chega à casa do assinante por um cabo coaxial, com aspecto físico e caracte-

rísticas elétricas próprias. Além do serviço de TV, o cabo coaxial permite que as operadoras ofereçam conexão à internet com taxas de transmissão superiores às do par trançado e de melhor qualidade (figura 2.2).



Figura 2.2

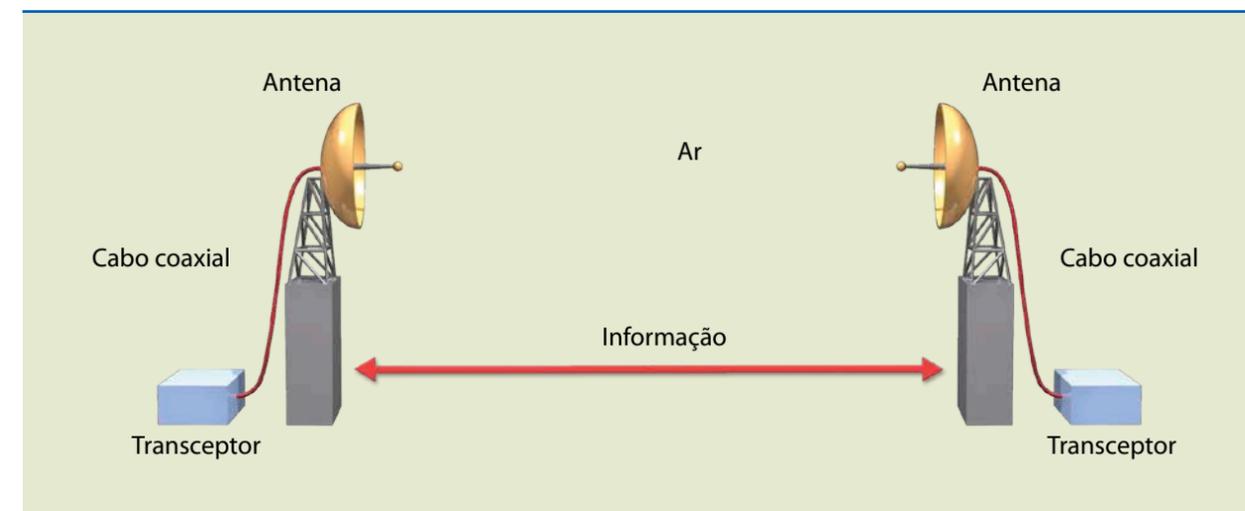
Cabo coaxial.

2.2.2 Canal rádio

É um segmento do espectro de frequências, com largura de banda BW, ocupado pela onda eletromagnética que transporta a informação. O espaço livre é o meio físico das comunicações via rádio (figura 2.3).

Figura 2.3

Representação esquemática do canal rádio.



O canal rádio é o sistema que apresenta o menor custo, porém as ondas eletromagnéticas, por se propagarem no espaço livre, encontram problemas de distúrbios e interferências, o que evidencia sua fragilidade.

Um enlace de radiocomunicação é formado por equipamentos chamados de transceptores, capazes de captar e retransmitir os sinais, interligando todo o sistema. Dentre os vários sistemas de rádio estão as transmissões de TV nas faixas de VHF e UHF, as rádios comerciais FM e AM e as comunicações via satélite.

2.2.3 Canal fibra óptica

A fibra óptica é um elemento monofilar de estrutura cristalina, condutor de luz, que transporta a informação na forma de energia luminosa. Apesar de possuir



alto índice de refração e a luz ao se propagar na fibra, o sinal sofre atenuação e dispersão (figura 2.4).

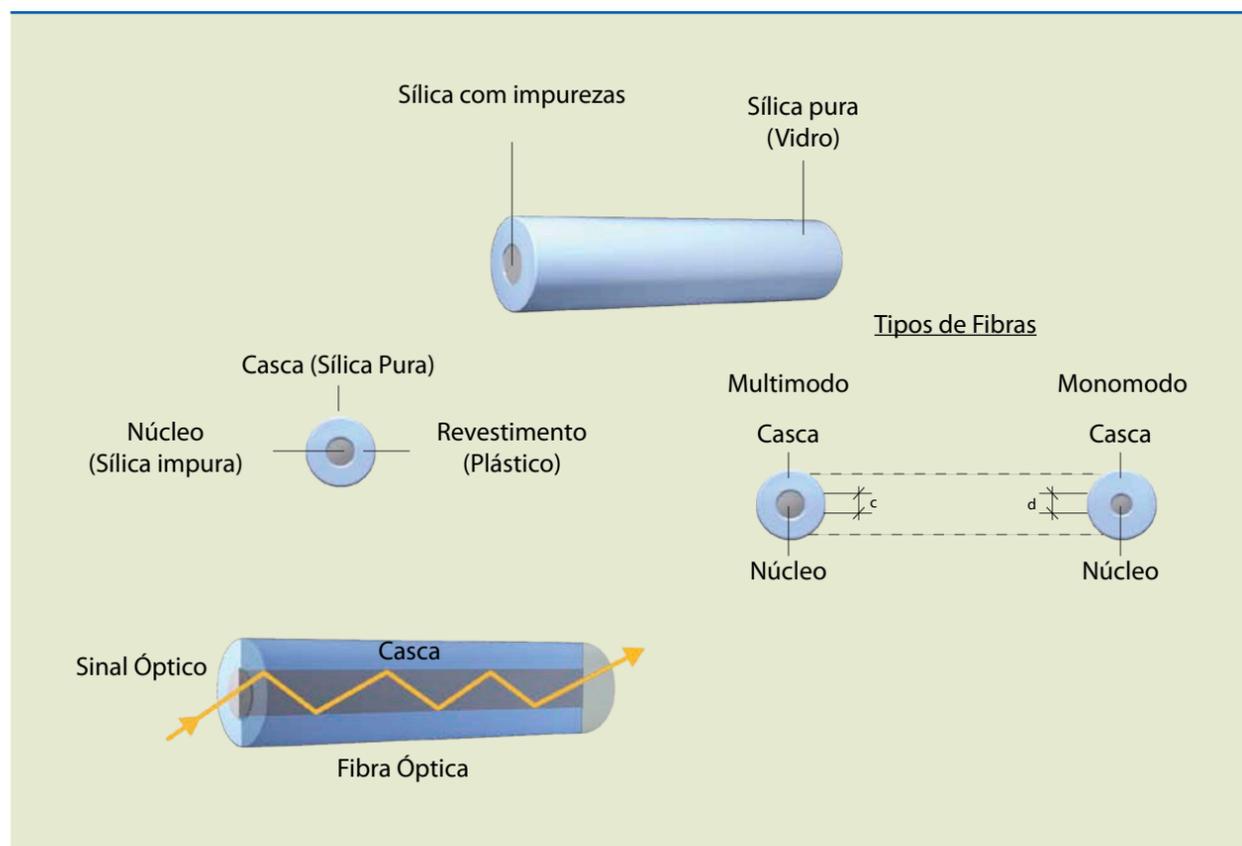


Figura 2.4

Detalhes técnicos da fibra óptica.

O canal óptico apresenta as seguintes vantagens:

- Maior capacidade de transmissão de dados, com largura de faixa de aproximadamente 40 THz e taxas de transmissão da ordem de 40 Gb/s.
- Baixa atenuação.
- Isolação eletromagnética.

Sua principal desvantagem é o elevado custo de implantação e manutenção.

As redes ópticas são utilizadas em sistemas de alta taxa de transmissão de dados, como as redes digitais SDH de telefonia.

2.3 Propriedades dos canais de comunicação

2.3.1 Atenuação

Ao atravessar um meio de comunicação, o sinal elétrico vai perdendo energia e chega ao receptor com menor intensidade. Essa perda de energia ou potência, chamada de atenuação, pode ser causada por diversos fatores, dependendo do tipo de meio de comunicação utilizado (fibra, cabo ou espaço livre).

2.3.2 Limitação por largura de faixa

O espectro do sinal da informação deve ser menor ou no máximo igual à largura de faixa do canal. Vamos tomar como exemplo típico o canal telefônico (figura 2.5).

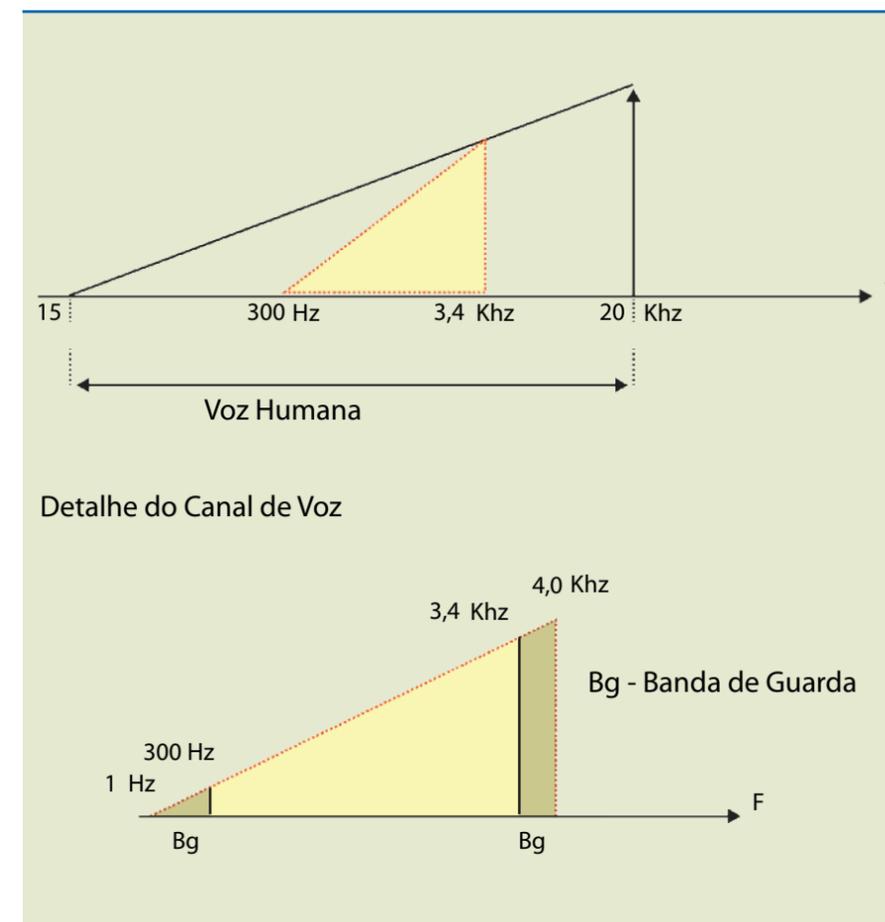


Figura 2.5

Espectro do sinal da informação.

Apesar de a voz humana estar compreendida entre 15 Hz e 20 kHz, é no intervalo entre 300 Hz e 3400 Hz que há maior concentração de energia da voz e maior inteligibilidade. Portanto, a largura de faixa do canal telefônico compreende apenas 4 kHz, com bandas de guarda laterais para evitar distorções na informação. Podemos, então, considerar a largura de faixa o “tamanho” do canal necessário para transmitir uma informação.

2.3.3 Retardo ou delay

É o tempo gasto pelo sinal para atravessar o canal de comunicação. Para calculá-lo, divide-se a distância percorrida entre os pontos de transmissão e recepção pela velocidade de propagação da onda. Em sistemas via satélite, em que a distância percorrida é relativamente grande (cerca de 40 000 km), o tempo de retardo tem valor significativo. Um efeito muito comum em ligações telefônicas via satélite é um eco durante a conversação, proveniente do tempo de retardo.



2.4 Distúrbios nos canais de comunicação

2.4.1 Ruído elétrico

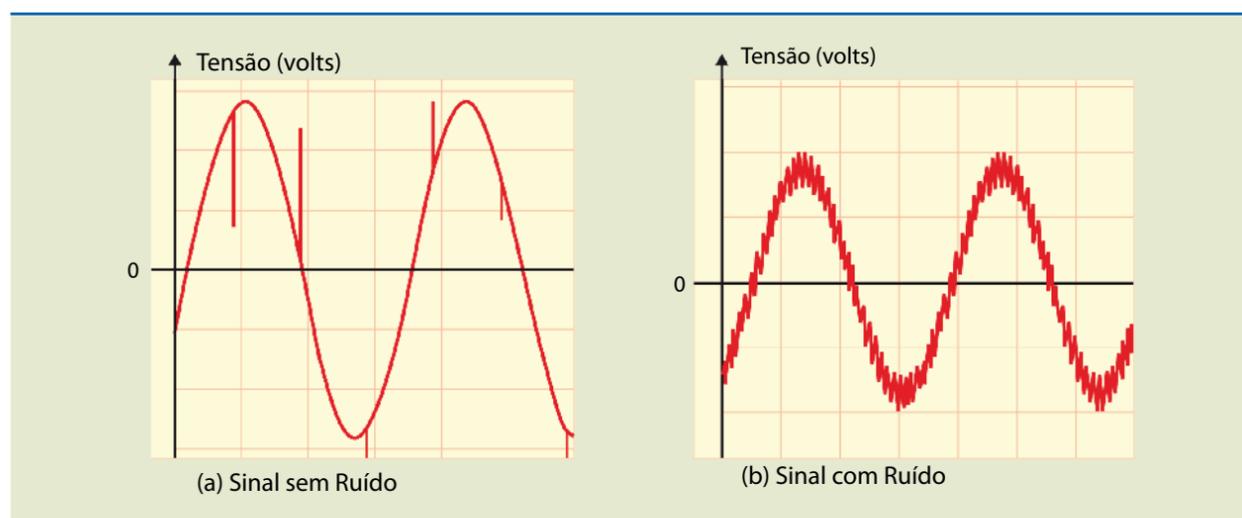
É o resultado da agitação térmica dos elétrons existentes na matéria. Pode ser percebido nas formas de corrente elétrica, quando gerado internamente em dispositivos eletrônicos, e de onda eletromagnética, no espaço livre.

O ruído elétrico tem comportamento aleatório e está presente em todo o espectro de frequências, prejudicando sobretudo as comunicações via rádio. Ele ataca e soma-se ao sinal da informação no canal de comunicação.

Figura 2.6

(a) Sinal sem ruído e
(b) sinal com ruído.

Na recepção de sinais de áudio, o ruído causa um efeito de chiado no alto-falante e, na recepção de sinais de TV, aparece na tela na forma de chuva (figura 2.6).



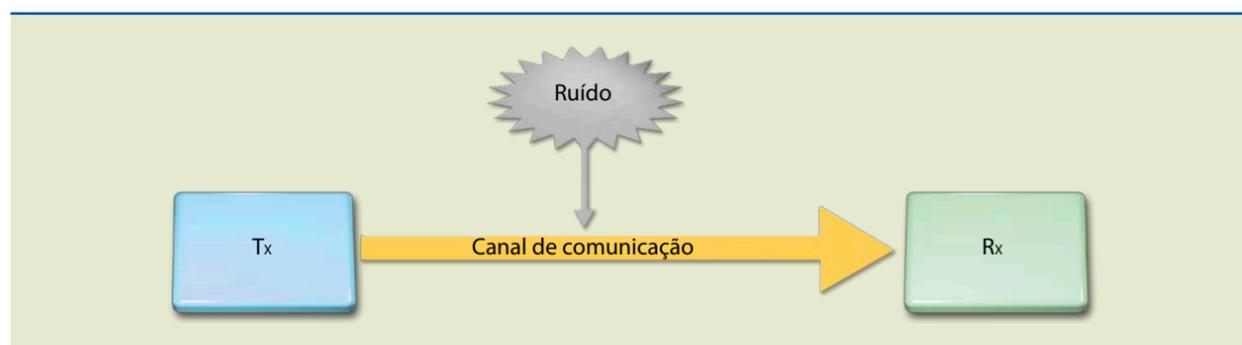
Basicamente, dois tipos de ruídos agredem o sinal da informação:

- Ruídos externos.
- Ruídos internos.

Figura 2.7

Representação esquemática do ruído externo.

As fontes de **ruído externo** são captadas pelas antenas de recepção e amplificadas (figura 2.7).



Alguns tipos de ruídos externos:

- **Ruído atmosférico ou estática** – Resulta de descargas elétricas na atmosfera provocadas pelos raios, sobrepondo-se ao sinal recebido. Um efeito muito comum que se ouve são cliques nos fones e nos alto-falantes. Em comunicações digitais, os ruídos atmosféricos causam perda da informação, que pode ser corrigida com a inserção de códigos de correção no sistema.
- **Ruído cósmico** – Originado de explosões solares, gera um forte campo magnético capaz de danificar os transceptores dos satélites de comunicação.
- **Ruído provocado pelo ser humano** – Produzido por máquinas e equipamentos, como motores elétricos de eletrodomésticos e motores a gasolina.

Relação sinal/ruído

É a relação entre a potência do sinal da informação e a potência do ruído na recepção, podendo ser determinado por:

$$\frac{S}{N} = 10 \cdot \log \left(\frac{P_s}{P_n} \right) \text{ em dB} \quad (2.1)$$

em que:

- S/N é a relação sinal/ruído (*signal/noise*, em inglês), em dB;
- P_s , a potência do sinal na recepção, em W;
- P_n , a potência do ruído na recepção, em W.

Valores mínimos de S/N para uma boa recepção

- Comunicações analógicas com voz: S/N > 30 dB.
- Comunicações analógicas com sinal de vídeo: S/N > 45 dB.
- Comunicações digitais: S/N > 15 dB.

O **ruído interno** é gerado pelas permanentes colisões de elétrons ao se estabelecer corrente elétrica nos dispositivos resistivos e semicondutores, presentes nos equipamentos de transmissão e recepção.

A potência de ruído interno produzido por um dispositivo é expressa pela **figura de ruído (F)**, expressa, em dB, como:

$$F = 10 \cdot \log n \quad (2.2)$$

em que n é a potência de ruído na saída do dispositivo/potência de saída sem ruído.

A potência de ruído sobre uma carga resistiva R casada com a saída do amplificador é definida por:

$$P_n = K \cdot T_o \cdot B \quad (2.3)$$

