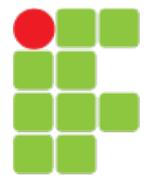


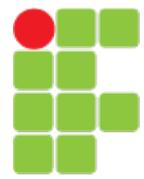
Instituto Federal de Santa Catarina

Instalação de Equipamentos de Redes

IER 12503



O material para essas apresentações foi retirado das apresentações disponibilizadas pelo Grupo A para o livro “Redes de Computadores: Uma Abordagem Top-Down” de Forouzan e Mosharraf. Ele foi editado para melhor representar o conteúdo apresentado pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) para esta disciplina.



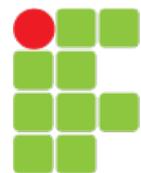
Forouzan & Mosharraf
**REDES DE
COMPUTADORES**

UMA ABORDAGEM TOP-DOWN

Capítulo 7
**Camada física
e meios
de transmissão**



Copyright ©2011 The McGraw-Hill Companies, All Rights Reserved.



Capítulo 7: Esboço

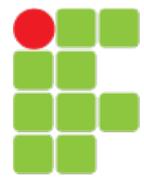
7.1 DADOS E SINAIS

7.2 TRANSMISSÃO DIGITAL

7.3 TRANSMISSÃO ANALÓGICA

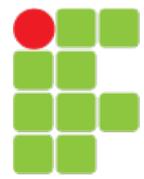
7.4 UTILIZAÇÃO DE BANDA

7.5 MEIOS DE TRANSMISSÃO



Capítulo 7: Objetivo

- ❑ Discutimos em primeiro lugar a relação entre dados e sinais. Mostramos, então, que os dados e sinais podem ser tanto analógicos como digitais.
- ❑ Em seguida, teremos a atenção voltada para a transmissão digital. Mostramos, a princípio, como converter dados digitais em sinais digitais, e depois, dados analógicos em sinais digitais.
- ❑ Logo após, teremos a atenção voltada para a transmissão analógica. Mostramos como converter dados digitais em sinais analógicos, e depois, dados analógicos em sinais analógicos.
- ❑ Depois, mostramos como técnicas de multiplexação podem combinar diversos sinais.
- ❑ Finalmente, vamos abaixo da camada física e discutimos os meios de transmissão.



7.1 DADOS E SINAIS

Na camada física, a comunicação é nó a nó, porém os nós trocam sinais eletromagnéticos entre eles. A Figura 7.1 usa o mesmo cenário que mostramos nos quatro capítulos anteriores, mas a comunicação agora é na camada física.

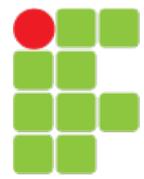
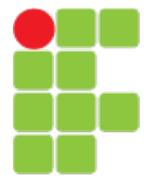
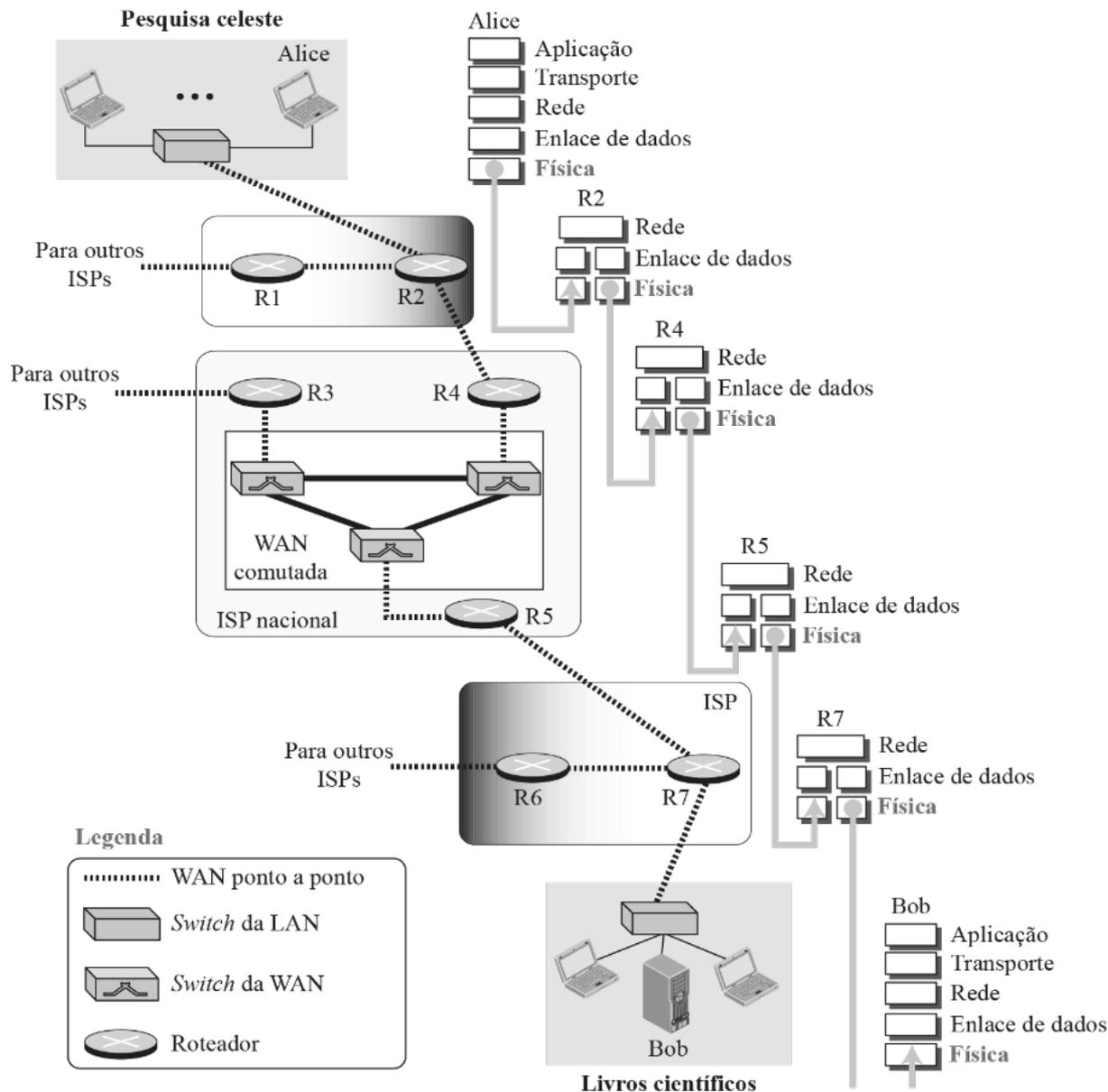


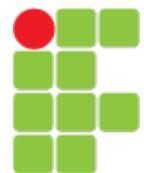
Figura 7.1 Comunicação na camada física.



7.1.1 Analógico e digital (1 de 2)

Os dados podem ser analógicos ou digitais. O termo **dados analógicos** refere-se a informações contínuas. Os **dados digitais** assumem valores discretos.

Assim como os dados que eles representam, os *sinais* podem ser analógicos ou digitais. Um **senal analógico** apresenta um número infinitamente grande de níveis de intensidade em certo intervalo de tempo. Um **senal digital**, por sua vez, pode apresentar apenas um número limitado de valores bem definidos. Embora cada valor possa ser um número arbitrário, geralmente eles são simples, como 1 e 0.



7.1.1 Analógico e digital (2 de 2)

Sinais analógicos

- ❖ Domínios do tempo e da frequência

- ❖ Sinais compostos

- ❖ Largura de banda

Sinais digitais

- ❖ Taxa de *bits*

- ❖ Comprimento de *bit*

- ❖ Sinal digital como um sinal analógico composto

- ❖ Transmissão de sinais digitais

- ❖ Transmissão em banda base

- ❖ Transmissão em banda larga

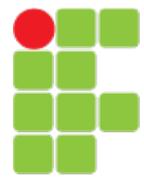


Figura 7.2 Comparação entre sinais analógicos e digitais.

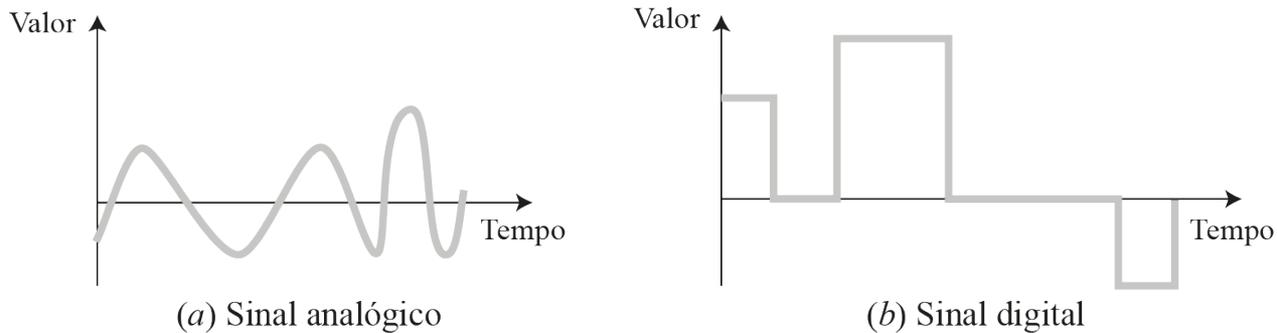


Figura 7.3 Uma onda senoidal.

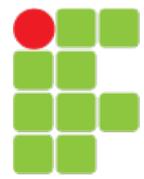
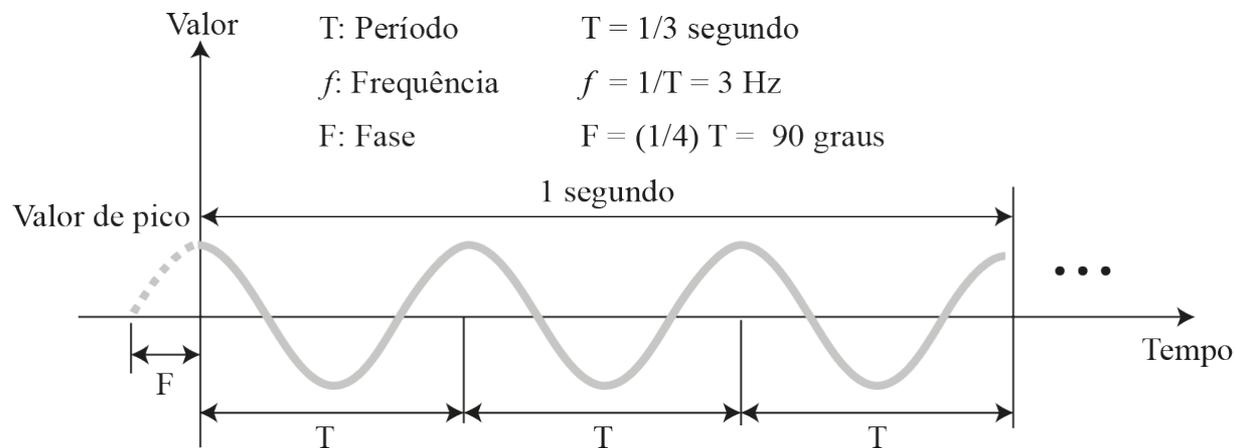


Figura 7.4 Comprimento de onda e período.

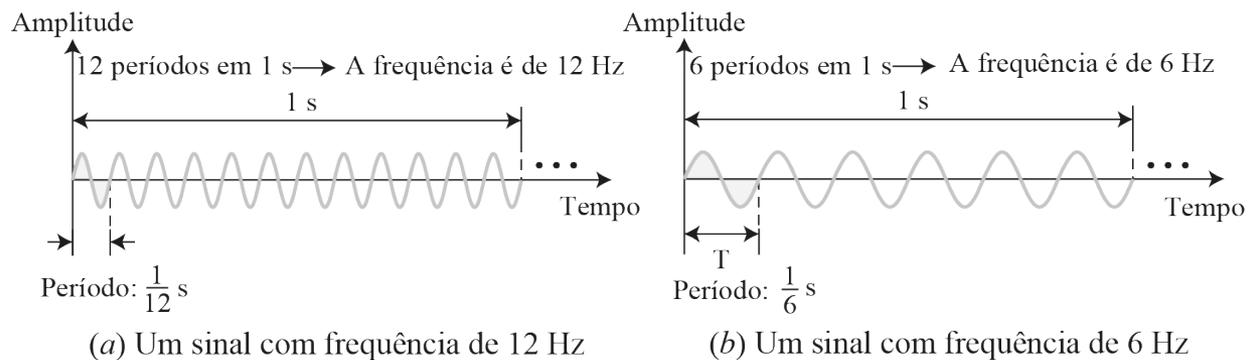
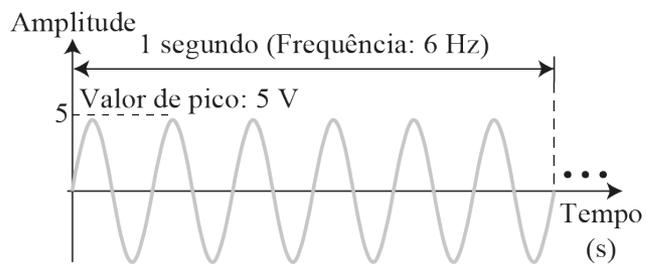
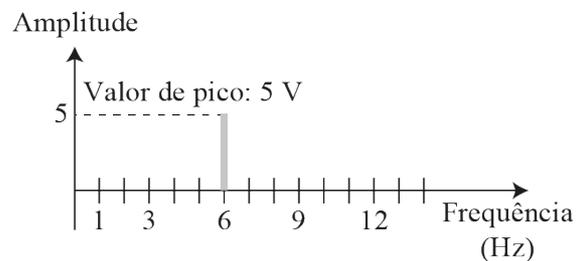


Figura 7.5 Representações no domínio do tempo e da frequência de uma onda senoidal.



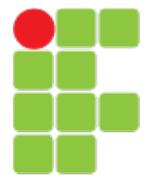
(a) Uma onda senoidal no domínio do tempo



(b) A mesma onda senoidal no domínio da frequência

Exemplo 7.3

Um exemplo de um canal dedicado no qual a largura de banda inteira do meio é usada como um único canal é uma LAN. Quase todas as LANs com fios atuais utilizam um canal dedicado para que duas estações se comuniquem umas com as outras.



7.1.2 Problemas na transmissão

Os sinais viajam por meios de transmissão que não são perfeitos; as imperfeições causam danos ao sinal. Isto significa que o sinal no início do meio não é igual ao do final do meio. Aquilo que é enviado não é igual àquilo que é recebido. Três causas de danos ao sinal são atenuação, distorção e ruído.

- Atenuação
- Distorção
- Ruído
 - ❖ Relação sinal/ruído

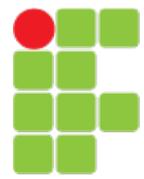


Figura 7.13 Atenuação e amplificação.

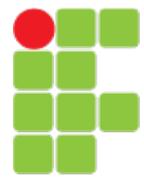
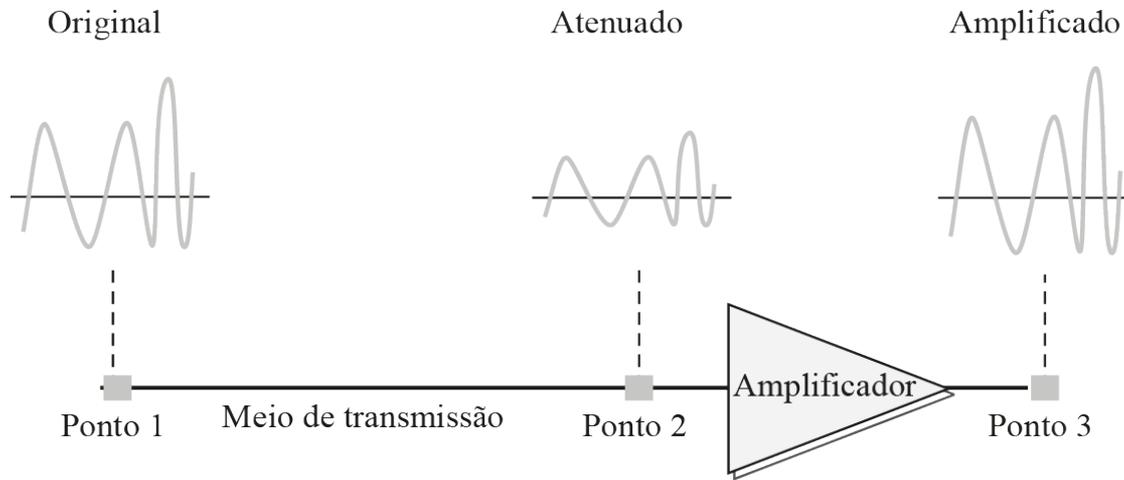


Figura 7.14 Distorção.

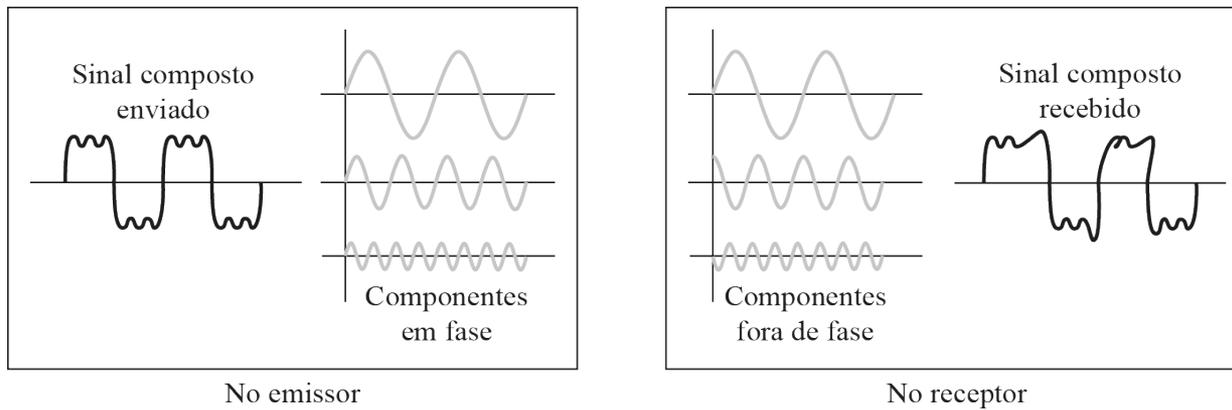
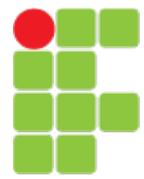
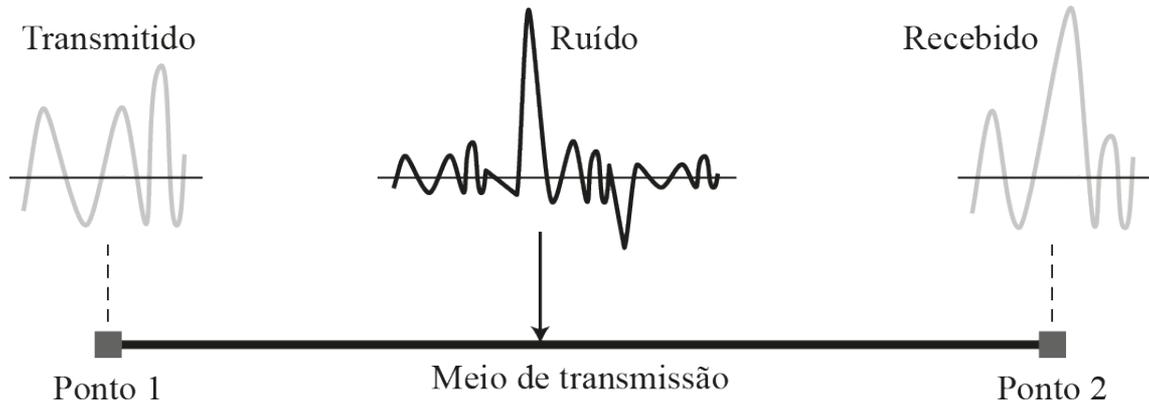
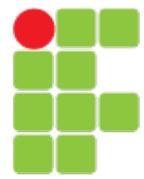


Figura 7.15 Ruído.



7.1.4 Desempenho (1 de 2)

Até aqui, discutimos as ferramentas de transmissão de dados (sinais) em uma rede e como os dados se comportam. Uma questão importante no contexto de redes refere-se à qualidade do desempenho da rede.



7.1.4 Desempenho (2 de 2)

Largura de banda

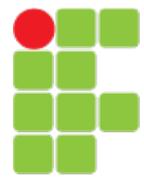
- ❖ Largura de banda em hertz
- ❖ Largura de banda em *bits* por segundo
- ❖ Relação

Vazão

Latência (atraso)

Produto largura de banda-atraso

Jitter



Exemplo 7.12

Podemos enxergar o enlace entre dois pontos como um tubo. A seção transversal do tubo representa a largura de banda, enquanto o comprimento do tubo representa o atraso. Podemos dizer que o volume do tubo corresponde ao produto largura de banda-atraso, conforme mostrado na Figura 7.18.

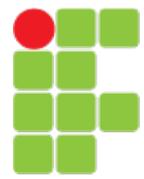
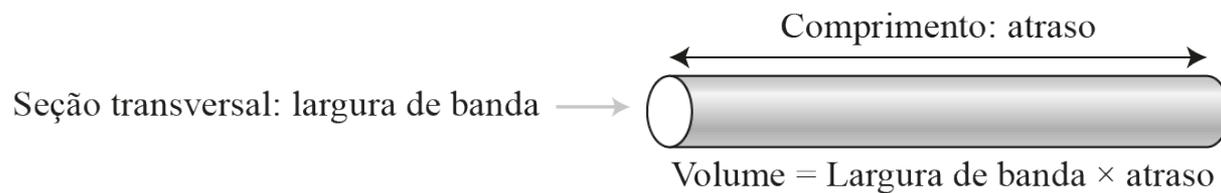
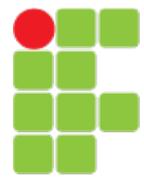


Figura 7.18 Conceito de produto largura de banda-atraso.



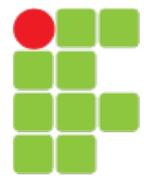
7.2 TRANSMISSÃO DIGITAL

Uma rede de computadores é projetada para enviar informações de um ponto a outro. Essas informações precisam ser convertidas em um sinal digital ou analógico para a transmissão. Nesta seção, discutimos a primeira alternativa, a conversão para sinais digitais; na próxima seção, discutiremos a segunda, a conversão para sinais analógicos.



7.2.1 Conversão digital-digital (1 de 2)

Nesta seção, vemos como podemos representar os dados digitais usando sinais digitais. A conversão envolve três técnicas: codificação de linha, codificação de bloco e embaralhamento (*scrambling*). A codificação de linha é sempre necessária; já a codificação de bloco e o embaralhamento podem ou não ser necessários.



7.2.1 Conversão digital-digital (2 de 2)

- ❑ Codificação de linha
 - ❖ Esquemas polares
 - ❖ Esquemas bipolares
 - ❖ Esquemas multinível
- ❑ Codificação de bloco
 - ❖ Codificação 4B/5B
 - ❖ Codificação 8B/10B
- ❑ Embaralhamento
 - ❖ Codificação B8ZS
 - ❖ Codificação HDB3

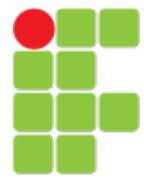
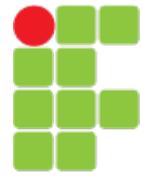
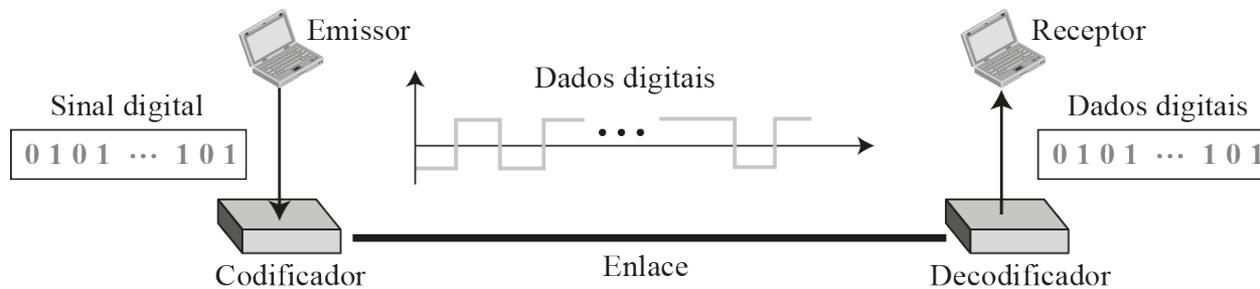
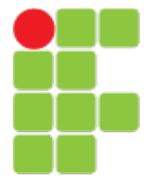


Figura 7.19 Codificação e decodificação de linha.



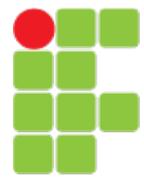
7.3 TRANSMISSÃO ANALÓGICA

Apesar de a transmissão digital ser desejável, ela requer um canal passa-baixas; a transmissão analógica é a única opção se tivermos um canal passa-faixa. O ato de converter dados digitais em um sinal analógico passa-faixa é tradicionalmente denominado *conversão digital-analógico*. O ato de converter um sinal analógico passa-baixas em um sinal analógico passa-faixa é tradicionalmente denominado *conversão analógico-analógico*.



7.3.1 Conversão digital-analógico (1 de 2)

A **conversão digital-analógico** consiste no processo de transformar uma das características de um sinal analógico com base na informação dos dados digitais. A Figura 7.35 mostra a relação entre a informação digital, o processo de modulação digital-analógico e o sinal analógico resultante.



7.3.1 Conversão digital-analógico (2 de 2)

- ❑ Modulação por chaveamento de amplitude
 - ❖ ASK binária
 - ❖ ASK multinível
- ❑ Modulação por chaveamento de frequência
 - ❖ FSK binária
 - ❖ FSK multinível
- ❑ Modulação por chaveamento de fase
 - ❖ PSK binário
 - ❖ PSK em quadratura
 - ❖ Diagrama de constelação
- ❑ Modulação por Amplitude em Quadratura
 - ❖ Largura de banda do QAM

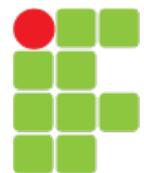
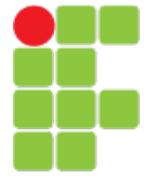
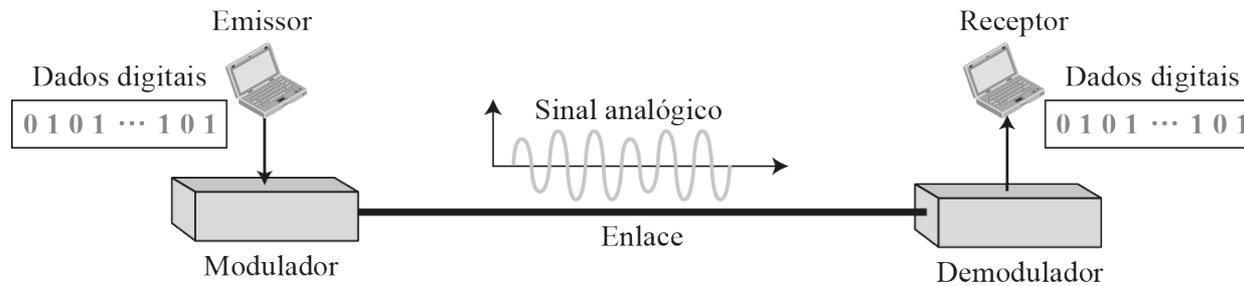


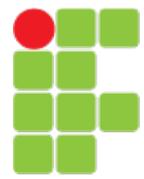
Figura 7.35 Conversão digital-analógico.



7.3.2 Conversão analógico-analógico

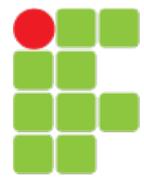
A conversão analógico-analógico, ou modulação analógica, consiste na representação da informação analógica por meio de um sinal analógico. Podemos nos perguntar por que precisamos modular um sinal analógico; afinal, ele já é analógico. A modulação é necessária se o meio for naturalmente passa-faixa ou se tivermos à nossa disposição apenas um canal passa-faixa.

- Modulação de Amplitude (AM)
- Modulação de Frequência (FM)
- Modulação de Fase (PM)



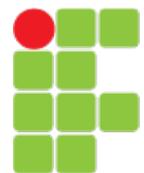
7.4 UTILIZAÇÃO DE BANDA

Na vida real, encontramos conexões físicas com largura de banda limitada. Em alguns casos, precisamos combinar vários canais que tenham uma largura de banda reduzida para fazer melhor uso de um canal apresentando maior largura de banda. Em outros casos, precisamos expandir a largura de banda de um canal para atingir objetivos como privacidade e resistência a interferências.



7.4.1 Multiplexação (1 de 2)

A **multiplexação** consiste no conjunto de técnicas que permite a transmissão simultânea de múltiplos sinais por meio de um único enlace de dados. À medida que aumenta o uso de dados e dos meios de telecomunicação, aumenta também o tráfego. Podemos acomodar esse aumento se continuarmos a criar enlaces individuais toda vez que um novo canal passar a ser necessário, ou podemos instalar enlaces de maior largura de banda e usar cada um para transportar múltiplos sinais.



7.4.1 Multiplexação (2 de 2)

- Multiplexação por Divisão de Frequência
- Multiplexação por Divisão de Comprimento de Onda
- Multiplexação por Divisão de Tempo
- ❖ TDM síncrona
- ❖ Multiplexação por divisão de tempo estatística

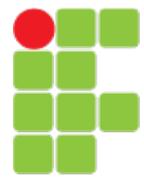


Figura 7.44 Dividindo um enlace em canais.

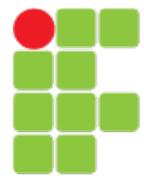
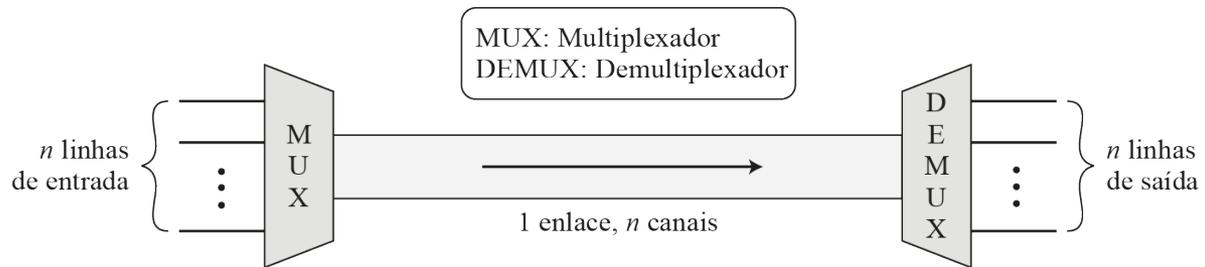
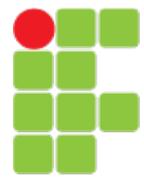
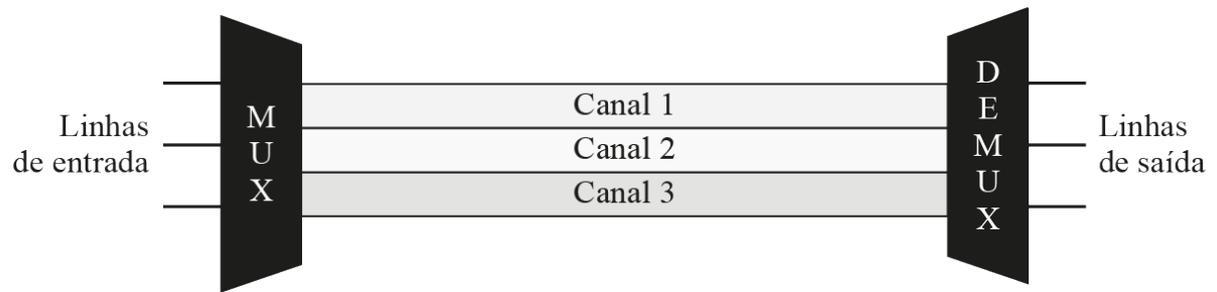


Figura 7.45 Multiplexação por divisão de frequência.



7.5 MEIOS DE TRANSMISSÃO

Discutimos diversas questões relacionadas à camada física neste capítulo. Nesta seção, abordamos os meios de transmissão, que ficam, na realidade, localizados abaixo da camada física e são controlados diretamente por ela. Podemos dizer que os meios de transmissão pertencem à camada zero.

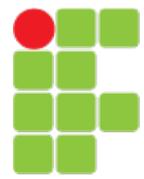
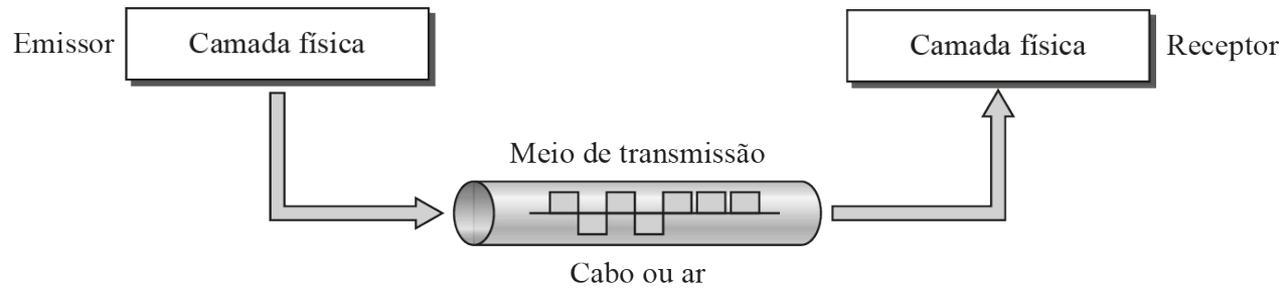
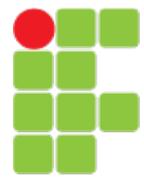


Figura 7.58 Meios de transmissão e a camada física.



7.5.1 Meios guiados (1 de 2)

Os **meios guiados**, que são aqueles que fornecem um canal para a condução do sinal de um dispositivo a outro, incluem **cabo de par trançado**, **cabo coaxial** e **cabo de fibra óptica**. Um sinal viajando por qualquer desses meios é direcionado e confinado pelos limites físicos do meio. Cabos de par trançado e coaxiais usam condutores metálicos (feitos de cobre) para receber e transportar sinais na forma de corrente elétrica. Cabos de fibra óptica são cabos que recebem e transportam sinais na forma de luz.



7.5.1 Meios guiados (2 de 2)

- ❑ Cabo de par trançado
 - ❖ Desempenho
 - ❖ Aplicações
- ❑ Cabo coaxial
 - ❖ Desempenho
 - ❖ Aplicações
- ❑ Cabo de fibra óptica
 - ❖ Modos de propagação
 - ❖ Desempenho
 - ❖ Aplicações

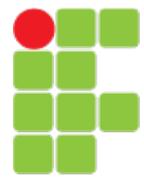


Figura 7.59 Cabo de par trançado.

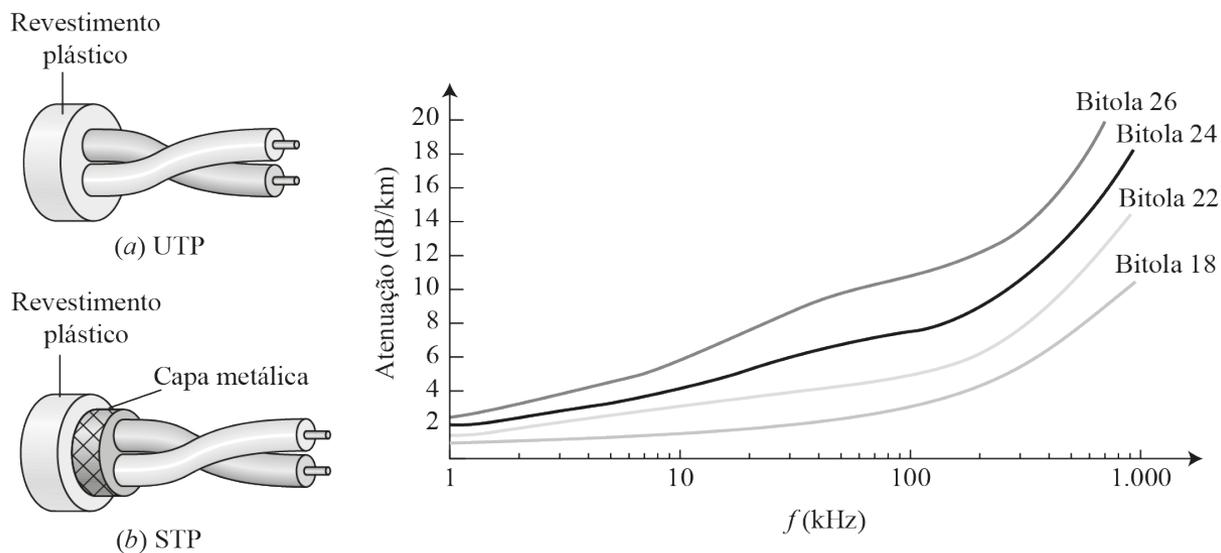


Figura 7.60 Cabo coaxial.

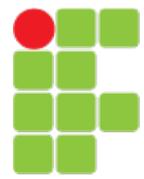
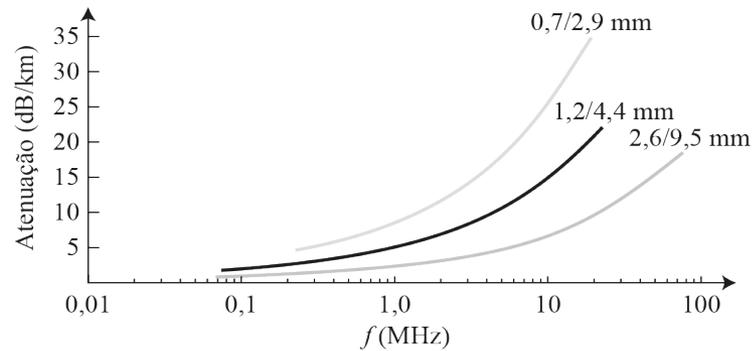
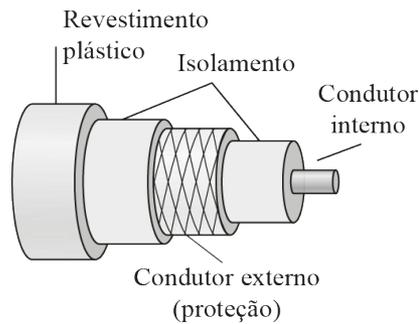


Figura 7.61 Alteração na direção de um raio de luz.

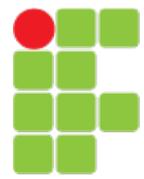
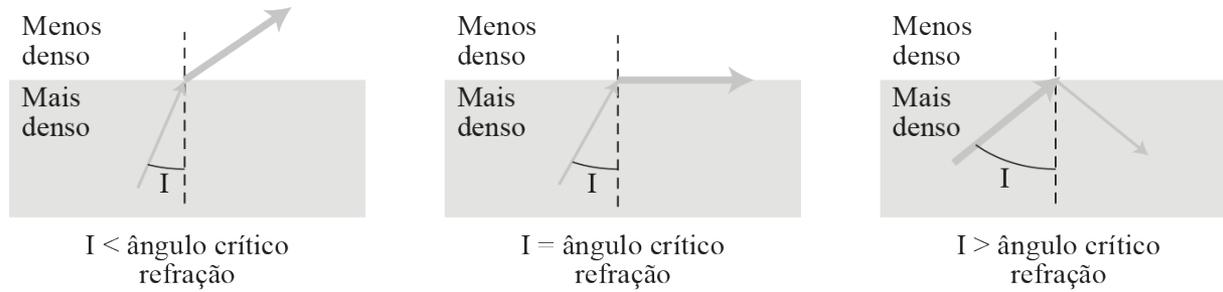


Figura 7.62 Fibra óptica.

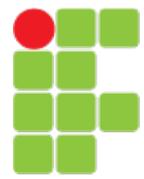
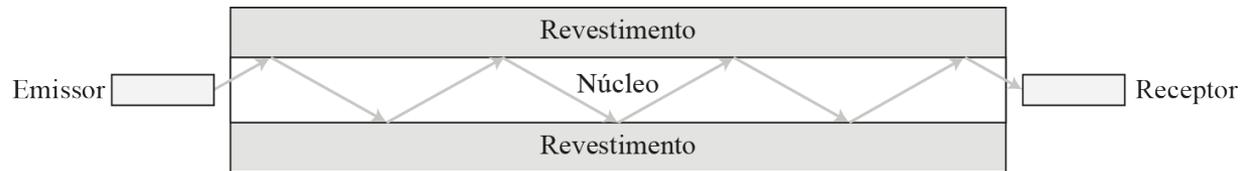
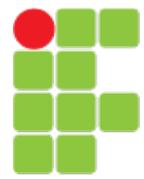
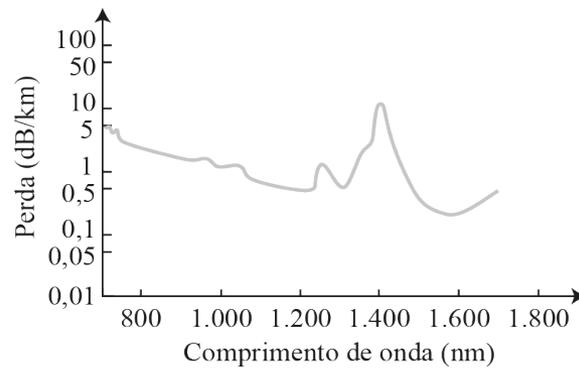
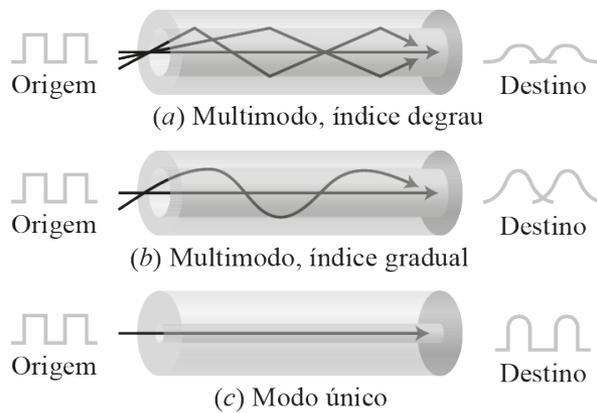


Figura 7.63 Modos.



7.5.2 Meios não guiados

Os meios não guiados transportam ondas eletromagnéticas sem usar um condutor físico. Esse tipo de comunicação é muitas vezes conhecido como a *comunicação sem fios* ou *comunicação wireless*. Os sinais são normalmente transmitidos na forma de *broadcast* por meio do espaço aberto e, portanto, ficam disponíveis para quem quer que tenha um dispositivo capaz de captá-los.

- Ondas de rádio
- Micro-ondas
- Infravermelho

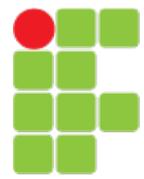


Figura 7.64 Espectro eletromagnético usado na comunicação sem fios.

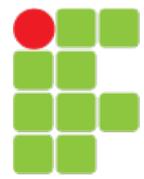
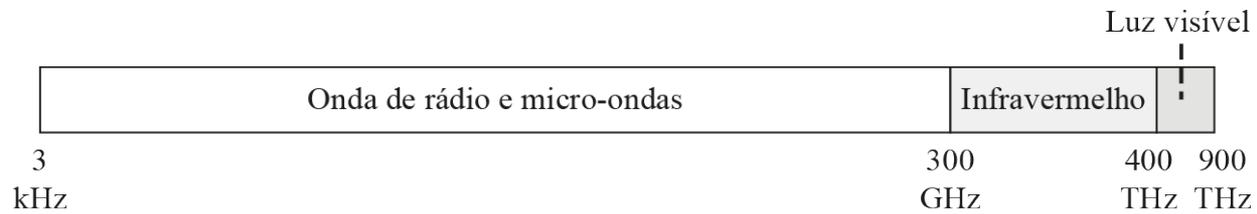
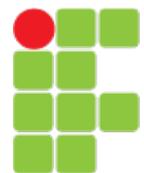


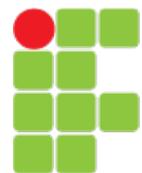
Tabela 7.1 Bandas.

Banda	Faixa	Propagação	Aplicação
VLF (<i>Very Low Frequency</i> , ou Frequência Muito Baixa)	3-30 kHz	Terrestre	Rádio de longa distância
LF (<i>Low Frequency</i> , ou Frequência Baixa)	30-300 kHz	Terrestre	Radiobaliza*
MF (<i>Middle Frequency</i> , ou Frequência Média)	300 kHz-3 MHz	Celeste	Rádio AM
HF (<i>High Frequency</i> , ou Frequência Alta)	3-30 MHz	Celeste	Radioamador, comunicação de navios/aeronaves
VHF (<i>Very High Frequency</i> , ou Frequência Muito Alta)	30-300 MHz	Celeste e visada direta	TV VHF, rádio FM
UHF (<i>Ultrahigh Frequency</i> , ou Frequência Ultra Alta)	300 MHz-3 GHz	Visada direta	TV UHF, telefonia celular, <i>paggers</i> , satélite
SHF (<i>Superhigh Frequency</i> , ou Frequência Super Alta)	3-30 GHz	Visada direta	Comunicação via satélite
EHF (<i>Extremely High Frequency</i> , ou Frequência Extremamente Alta)	30-300 GHz	Visada direta	Radar, satélite



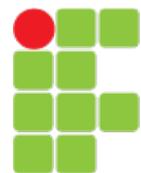
Capítulo 7: Resumo (1 de 3)

- ❑ Os dados devem ser transformados em sinais eletromagnéticos para serem transmitidos. Os dados analógicos são contínuos e assumem valores contínuos. Dados digitais apresentam estados discretos e assumem valores discretos. Os sinais analógicos podem apresentar um número infinito de valores em um intervalo; os digitais podem assumir apenas um número limitado de valores. No contexto de comunicação de dados, geralmente usamos sinais analógicos periódicos e sinais digitais aperiódicos.
- ❑ A conversão digital-digital envolve três técnicas: codificação de linha, codificação de bloco e embaralhamento. A técnica mais comum para transformar um sinal analógico em dados digitais (digitalização) é conhecida como Modulação por Código de Pulsos (PCM – Pulse Code Modulation).



Capítulo 7: Resumo (2 de 3)

❑ A conversão digital-analógico consiste no processo de transformar uma das características de um sinal analógico com base na informação contida nos dados digitais. A conversão digital-analógico pode ser realizada de várias maneiras: Modulação por Chaveamento de Amplitude (ASK – Amplitude Shift Keying), Modulação por Chaveamento de Frequência (FSK – Frequency Shift Keying) e Modulação por Chaveamento de Fase (Modulação PSK – Phase Shift Keying). A Modulação por Amplitude em Quadratura (modulação QAM – Quadrature Amplitude Modulation) combina ASK e PSK. A conversão analógico-analógico pode ser realizada de três formas: Modulação de Amplitude (AM – Amplitude Modulation), Modulação de Frequência (FM – Frequency Modulation) e Modulação de Fase (PM – Phase Modulation).



Capítulo 7: Resumo (3 de 3)

- ❑ A utilização de banda consiste no uso da largura de banda disponível para atingir objetivos específicos. Pode-se obter maior eficiência nesse uso aplicando-se técnicas de multiplexação; privacidade e resistência a interferências podem ser obtidas usando espalhamento.
- ❑ Os meios de transmissão estão localizados abaixo da camada física. Discutimos meios guiados e meios não guiados.

