



# Aula 1 - Introdução da disciplina e histórico da área

**Disciplina: Princípios de Comunicação**  
**Professor: Daniel Gueter**





# Disciplina: Princípios de Comunicação

## Assuntos a serem abordados:

- Histórico dos sistemas de comunicações
- Classificação de sinais
- Série e transformada de Fourier
- Filtros ideais e práticos
- Modulação de sinais
- Tipos de Modulações
- Teorema da Amostragem



# Disciplina: Princípios de Comunicação

## Bibliografias Básicas:

1. HAYKIN, S.; MOHER, M. **Introdução aos Sistemas de Comunicação**. Porto Alegre: Bookman / Grupo A, 2008.
2. HAYKIN, S.; MOHER, M. **Sistemas de Comunicação**. Porto Alegre: Bookman / Grupo A, 2011.
3. LATHI, B. P.; DING, Z. **Sistemas de Comunicação Analógicas e Digitais Modernas**. Rio de Janeiro: LTC / Grupo Gen, 2012.



## Metodologia e Avaliações

As aulas serão compostas por apresentações em Power Point, exercícios, vídeos, simulações e atividades.

Os critérios de avaliação e a sua respectiva composição na média final são:

Avaliação	Pontos na Média
Prova física e presencial	6
Prova virtual – AVA (?)	2
Trabalho bimestral e atividades em sala	2



## Cronograma

**06/05 – Aula 1 - Introdução da disciplina e histórico da área**

13/05 – Aula 2

20/05 – Aula 3

27/05 – Aula 4

03/06 – Aula 5

10/06 – Aula 6

17/06 – Prova

24/06 – Exame (Prova substitutiva)



# Histórico das comunicações



# Histórico das comunicações

## Telégrafo

- Em 1844, a primeira mensagem por um telégrafo elétrico é transmitida entre duas cidades dos Estados Unidos.
- Esta mensagem foi transmitida em Código Morse, o qual se baseia em apenas dois estados: ligado e desligado, variando a duração dos estados.
- Por essas razões, o Código Morse é um espécie de primórdios de um código digital, e é o único modo de modulação facilmente compreendido por seres humanos sem um computador.



# Histórico das comunicações

## Telégrafo



*Primeiro telégrafo elétrico – com fio*





# Histórico das comunicações

## Rádio

- Em 1864, o físico e matemático James Clerk Maxwell deduziu a existência de ondas de rádio nas suas teorias relativas ao eletromagnetismo.
- Em 1887, as ondas de rádio são confirmadas experimentalmente por Heirich Hertz.
- Em 1894, Oliver Lodge realizou a primeira comunicação sem fio a uma distância de 137 metros.
- Em 1901, Guglielmo Marconi recebeu no Canadá um sinal de rádio enviado da Inglaterra, marcando oficialmente o começo da comunicação de rádio.
- Em 1933, Edwin H. Armstrong demonstrou o conceito de modulação em frequência (FM).



## Rádio

# Histórico das comunicações

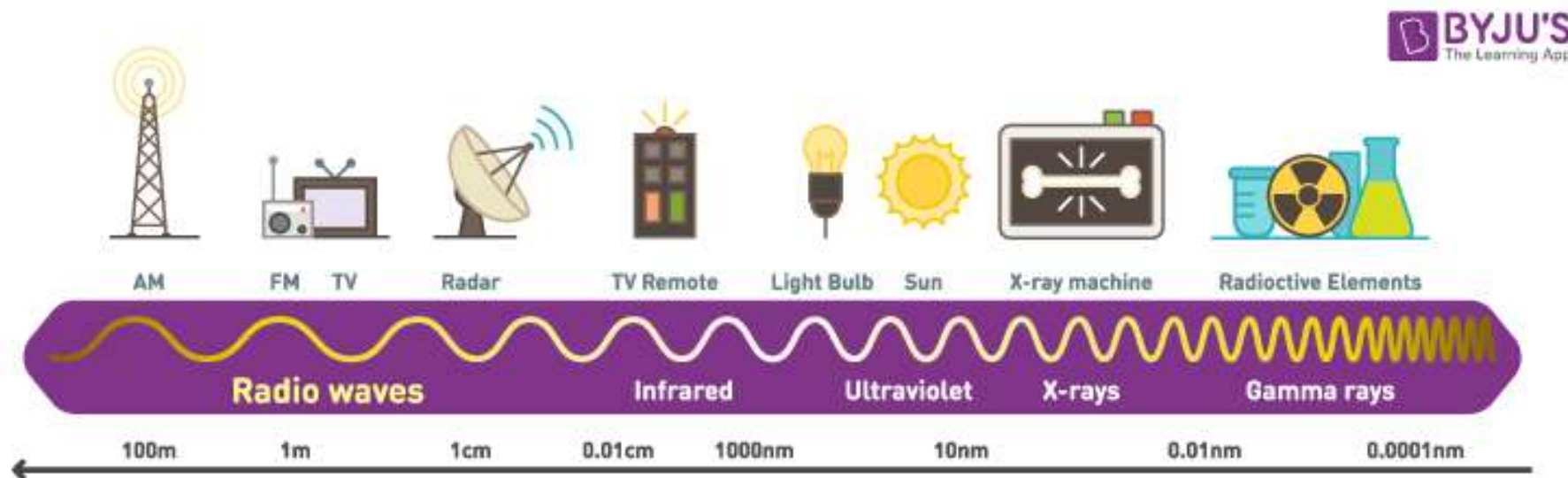


*Guglielmo Marconi com o primeiro rádio*



# Histórico das comunicações

## Rádio



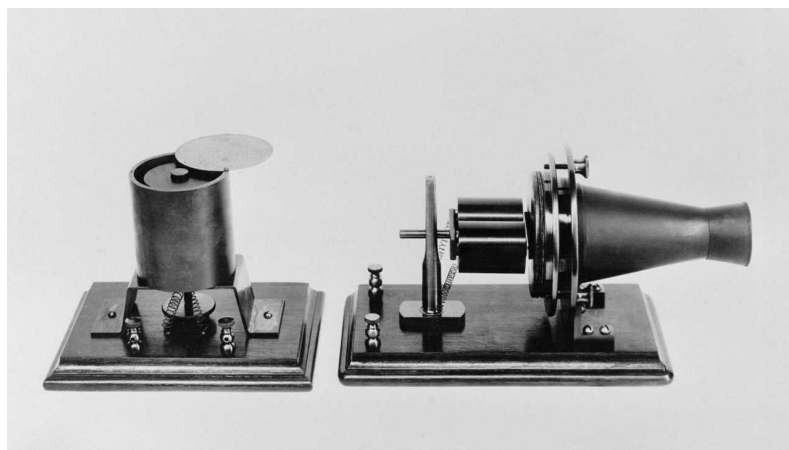
*Tipos de radiação eletromagnética: todas viajam na velocidade da luz, e o que as separa é a frequência*



# Histórico das comunicações

## Telefone

- Em 1856, Antonio Meucci construiu o primeiro telefone.
- Em 1875, Alexander Graham Bell obteve a patente do telefone e foi considerado o inventor do telefone até 2002, tornando a transmissão de fala em tempo real através da codificação elétrica.



*Primeiro telefone de Alexander Graham Bell*



# Histórico das comunicações

## Televisão

- Em 1928, Philo T. Farnsworth inventou o primeiro sistema televisivo totalmente eletrônico



*Philo T. Farnsworth e seu sistema televisivo*





# Histórico das comunicações

## Sinais de Satélite

- Em 1957, a antiga União Soviética enviou sinais do seu satélite Sputnik I por 21 dias.



*Satélite Sputnik I*



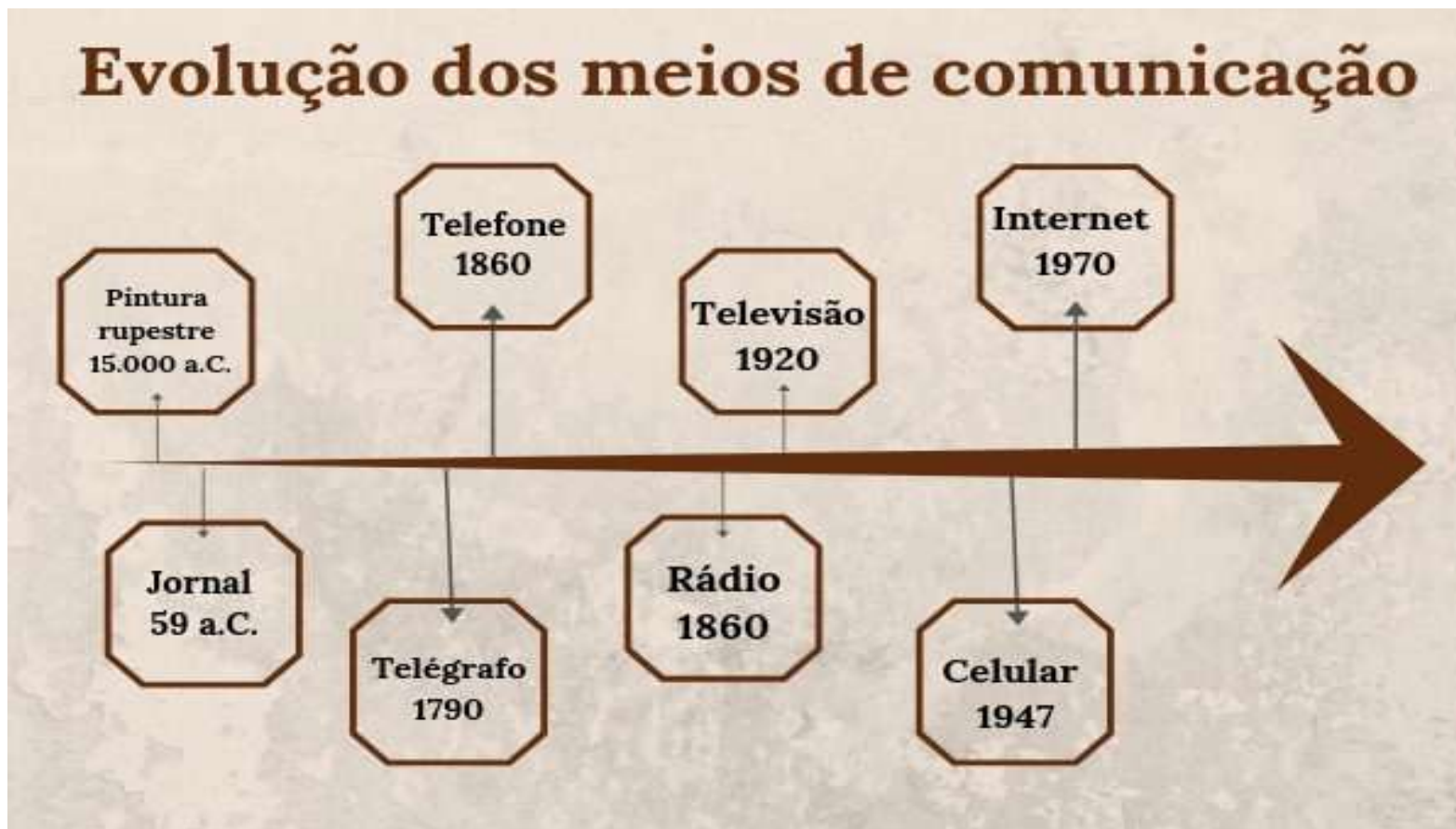
# Histórico das comunicações

## Internet

- A internet como rede de computadores começou a ser desenvolvida a partir de 1950 pelos EUA para fins militares.
- Em 1971, foi colocada em serviço a rede de computadores chamada de ARPANET, financiada pelo Departamento de Defesa dos EUA.
- Em 1985, a ARPENET foi renomeada para Internet.
- Em 1990, foi criado um software de interface de hipermídia para a Internet, chamado de World Wide Web.



## Histórico das comunicações





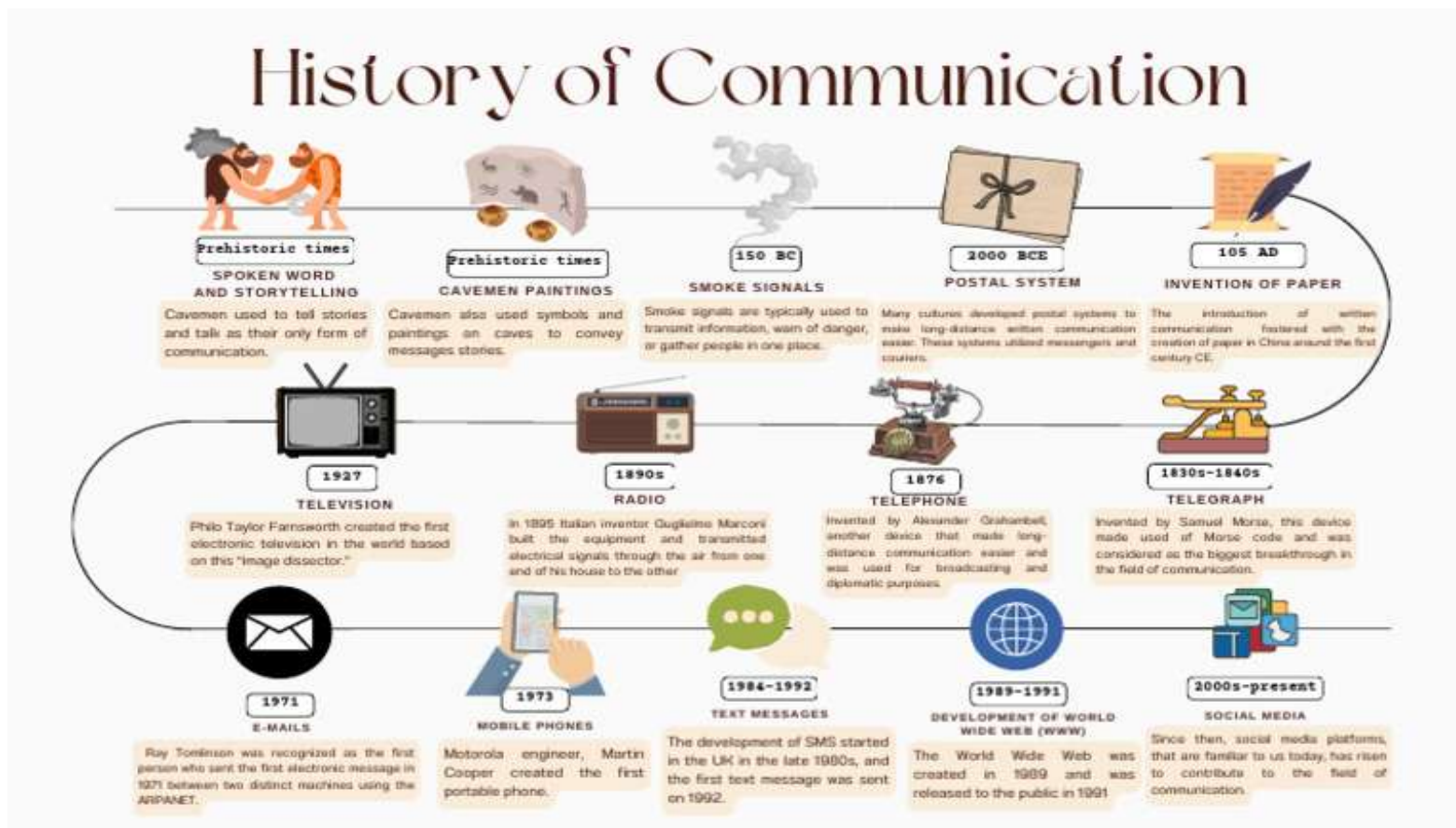


## Histórico das comunicações





# Histórico das comunicações





O que todos os meios de comunicação tem em comum?

Todos transmitem um sinal!



# O que é um sinal?

- Segundo Alan V. Oppenheim em seu livro Sinais e Sistemas (2010):

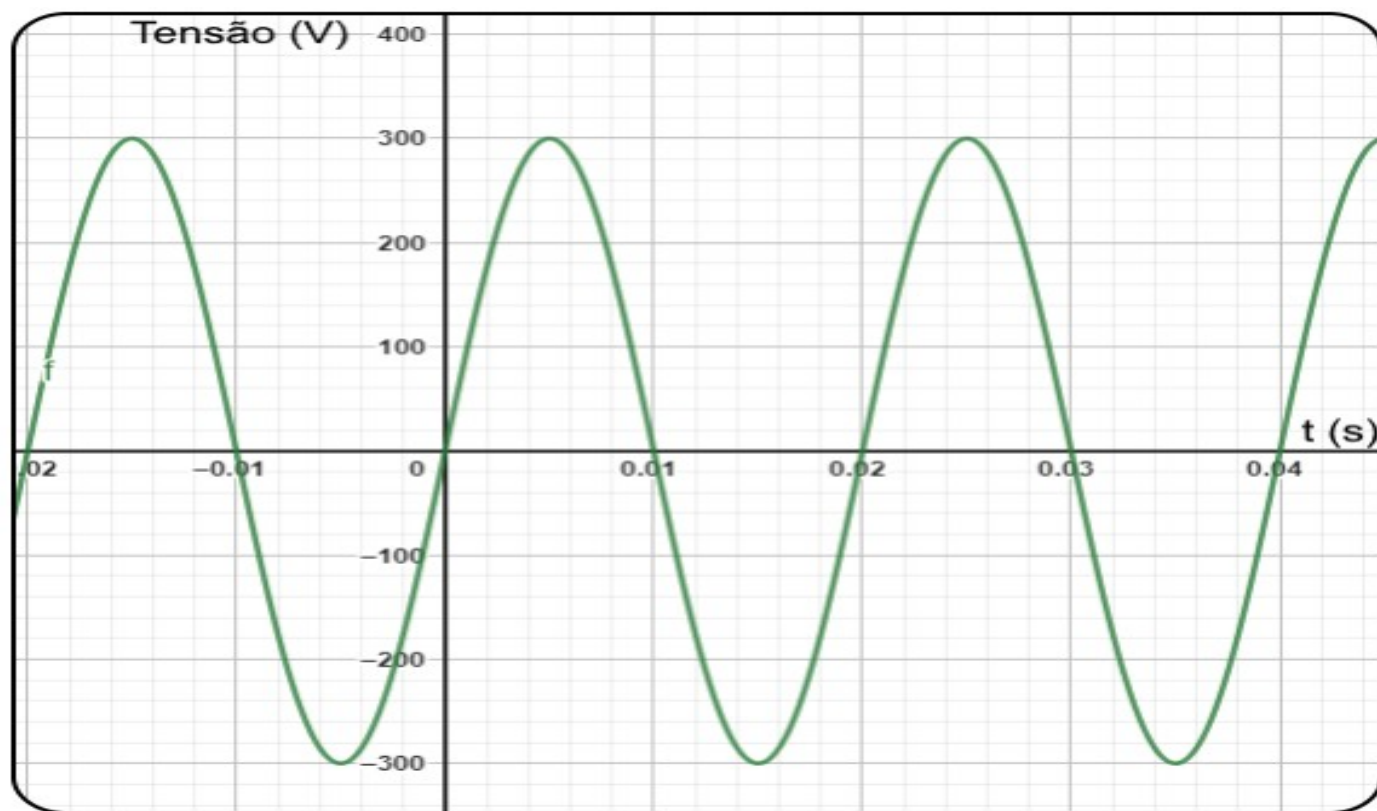
***“Sinais são funções de uma ou mais variáveis independentes, que contêm informações sobre o comportamento ou natureza de algum fenômeno.”***

- Um sinal pode ser definido como um conjunto de dados ou informações.
- Pela ótica matemática, o sinal é representado por uma função de uma variável independente, geralmente representada pelo tempo ( $t$ ).

Função de variável independente  $t$ :  $x(t)$



## O que é um sinal?

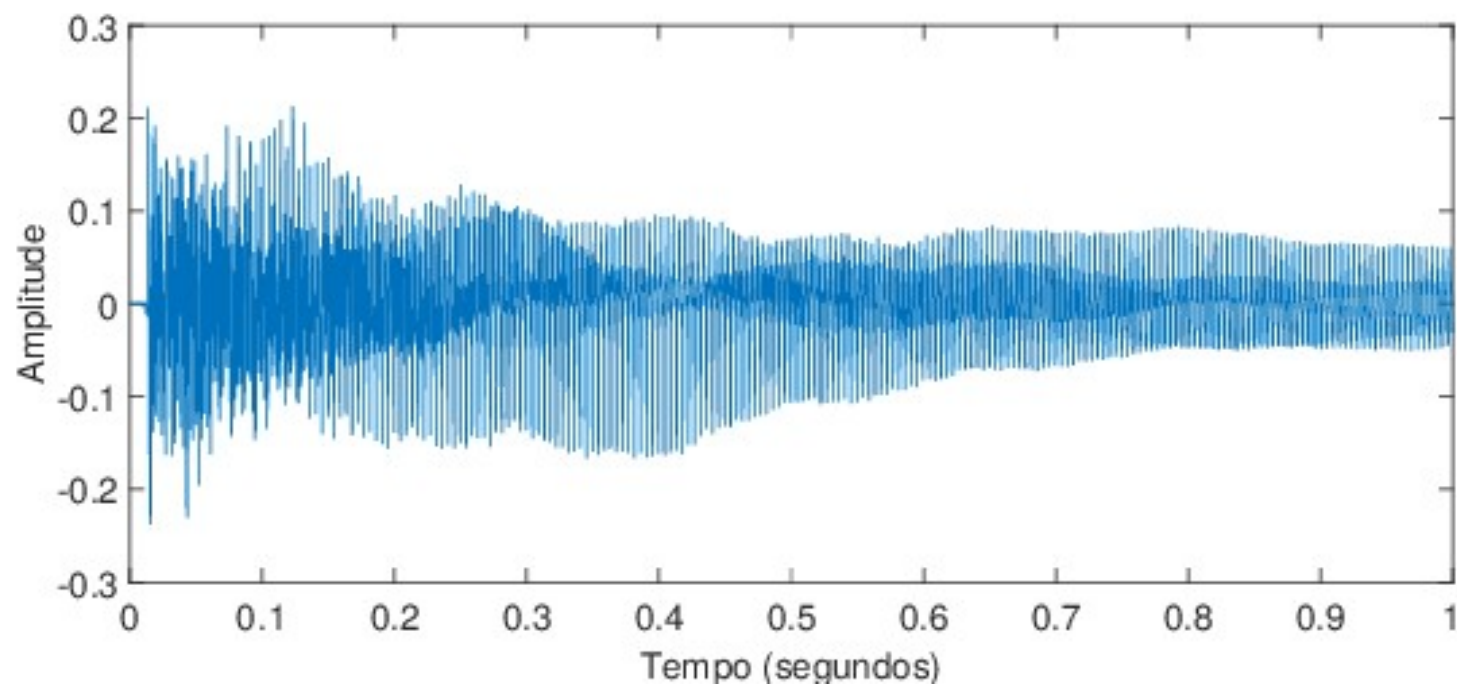


*Sinal de tensão senoidal de um gerador –  $V(t)$*





## O que é um sinal?



*Sinal de áudio com amplitude de tensão ou pressão -  $V(t)$  ou  $P(t)$*



# O que é um sinal?

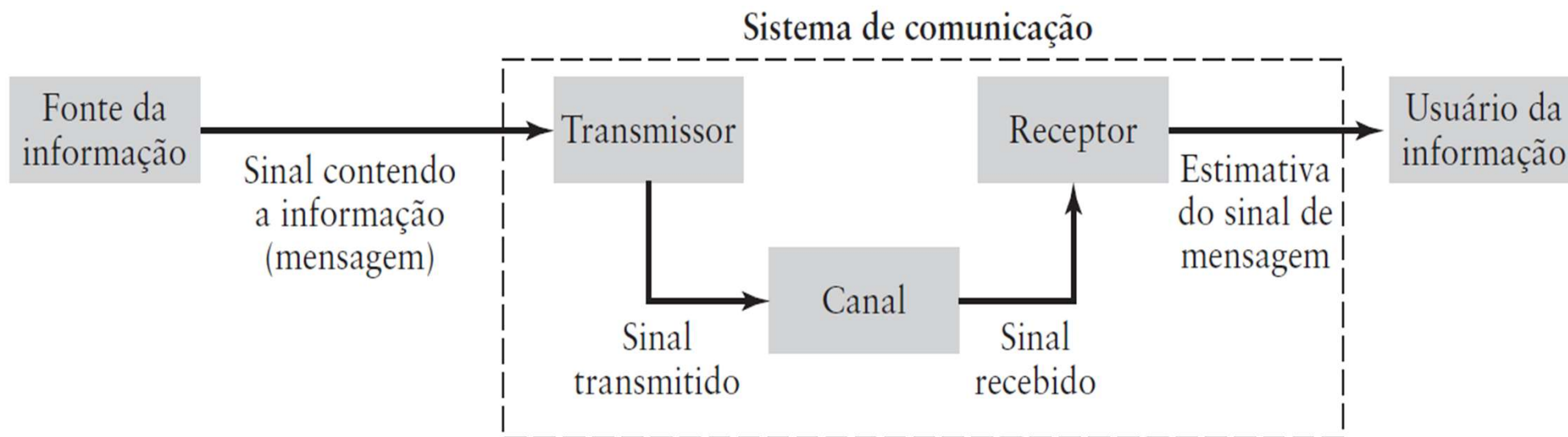
Exemplo de sinais:

Sinal	Função	Descrição
Tensão Elétrica	$V(t)$	Tensão em volts variando no tempo (ex.: tomada CA, saída de um gerador).
Corrente Elétrica	$I(t)$	Corrente em amperes variando no tempo (ex.: circuito AC).
Sinal de Áudio	$P(t)$ ou $V(t)$	Pressão sonora (Pascal) ou tensão elétrica equivalente (Volts) no tempo.
Eletrocardiograma (ECG)	$V(t)$	Potencial elétrico cardíaco em milivolts (mV) em função do tempo.
Sinal de Temperatura	$T(t)$	Temperatura em °C ou Kelvin (K) variando no tempo (ex.: termopar).
Onda Luminosa (Intensidade)	$L(t)$	Intensidade luminosa (lux ou $W/m^2$ ) variando no tempo.
Sinal de Pressão	$P(t)$	Pressão em Pascal (Pa) ou bar em função do tempo (ex.: sensor hidráulico).
Sinal de Aceleração	$a(t)$	Aceleração em $m/s^2$ medida por um acelerômetro.
Sinal de Rádio (RF)	$V(t)$ ou $E(t)$	Amplitude de onda eletromagnética em Volts (V) ou intensidade de campo elétrico (V/m) no tempo.



## Objetivo da Matéria

Entender os princípios de um sistema de comunicação, genericamente descrito pela imagem abaixo:



*Elementos genéricos de um sistema de comunicação*

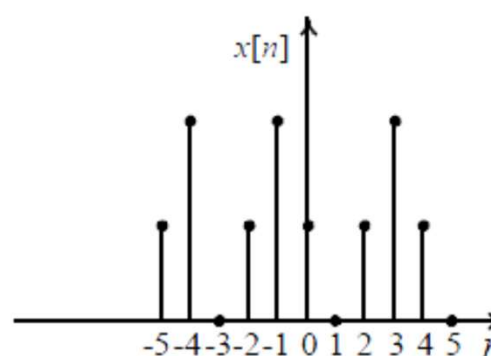
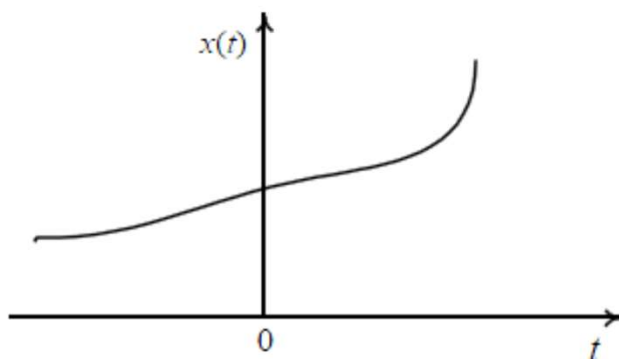




# Classificando um sinal

## Sinais contínuos ou discretos no tempo

- **Contínuos:** Sinais que para **qualquer instante**, ou seja, **qualquer valor de  $t$** , teremos um valor de  $x$ .
  - Exemplo: Variação de corrente de um motor.
- **Discretos:** Sinais que em **determinados instantes**, ou seja, **valores específicos de  $t$** , teremos um valor de  $x$ .
  - Exemplo: Média de temperatura diária no mês de maio.



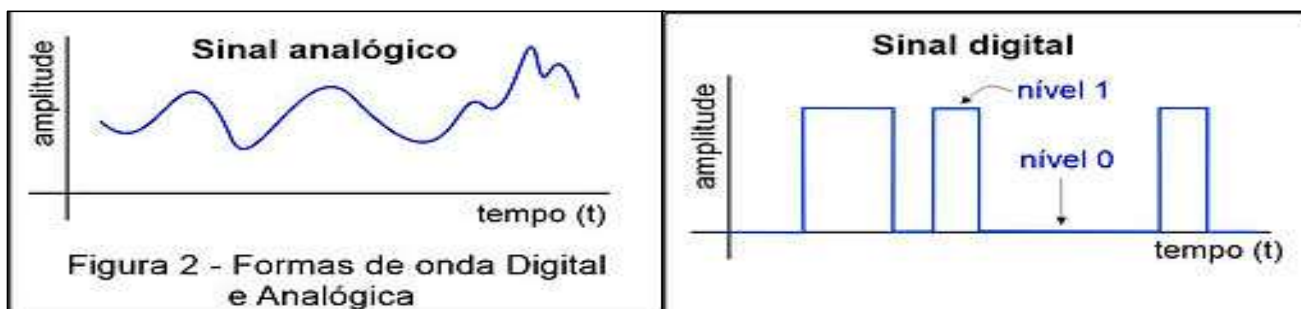
*Sinal contínuo (esquerda) e sinal discreto (direita)*



# Classificando um sinal

## Sinais analógicos ou digitais

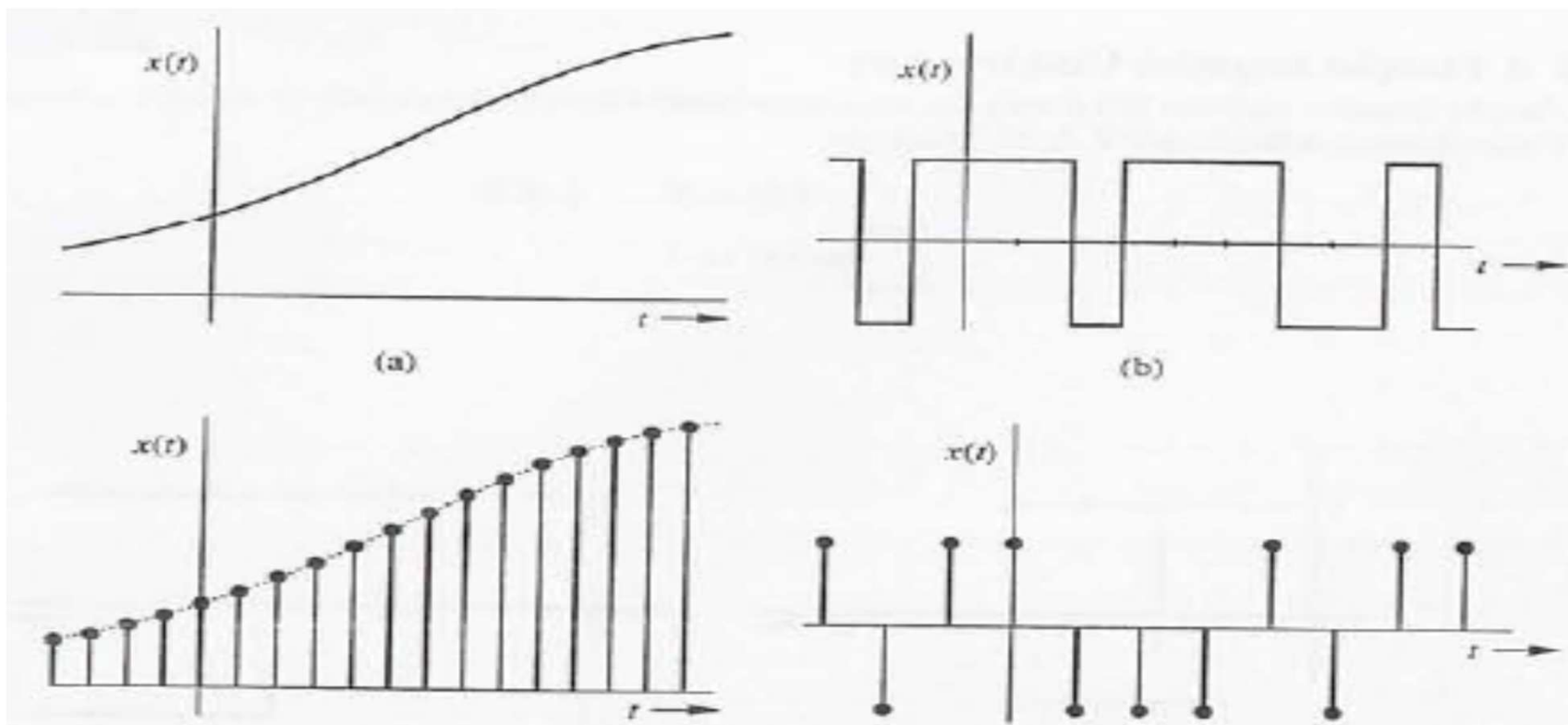
- **Analógicos:** Sinais onde o valor de  $x$  pode assumir **infinitos valores**.
  - Exemplo: Velocidade de um carro.
- **Digitais:** Sinais onde o valor de  $x$  pode assumir **determinados patamares de valores (“níveis”)**.
  - Exemplo: Status de um botão – ligado ou desligado (0 ou 1).



*Sinal analógico (esquerda) e sinal digital (direita)*



## Classificando um sinal



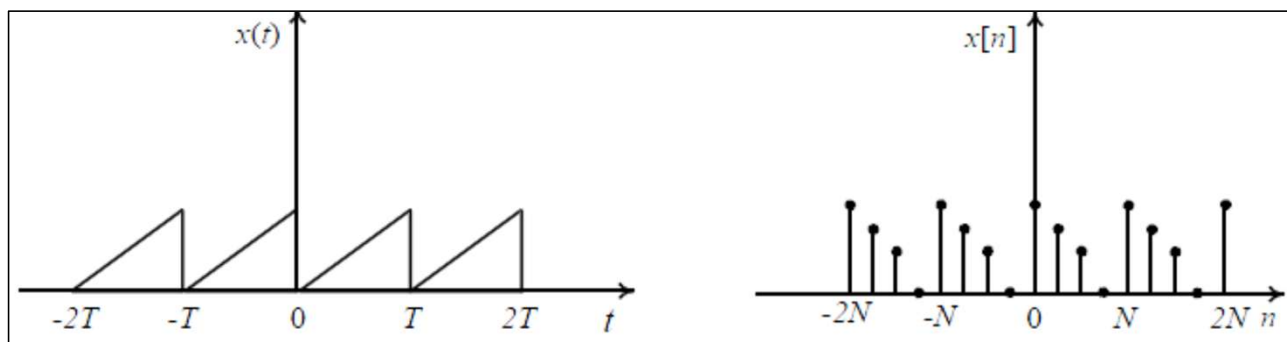
(a) Analógico, contínuo no tempo / (b) Digital, contínuo no tempo / (c) Analógico, discreto no tempo / (d) Digital, discreto no tempo



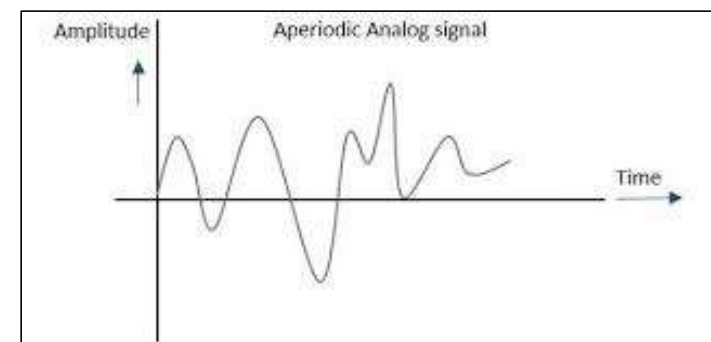
# Classificando um sinal

## Sinais periódicos ou aperiódicos

- **Periódicos:** Sinais que tem um **padrão que se repete a cada período  $T$** .
  - Matematicamente:  $x(t + T) = x(t)$  *para todo valor de  $t$*
  - Exemplo: Tensão em senoide da tomada.
- **Aperiódicos:** Sinais que não são periódicos, ou seja, **não seguem um padrão**.



*Sinais periódicos*



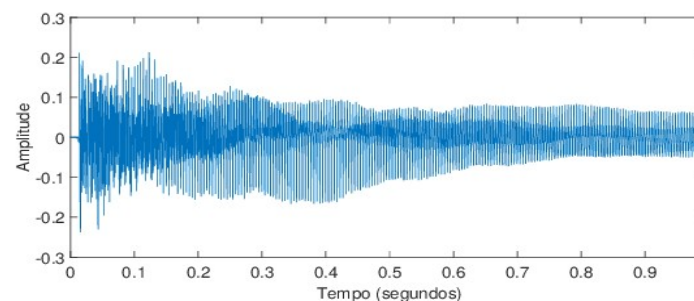
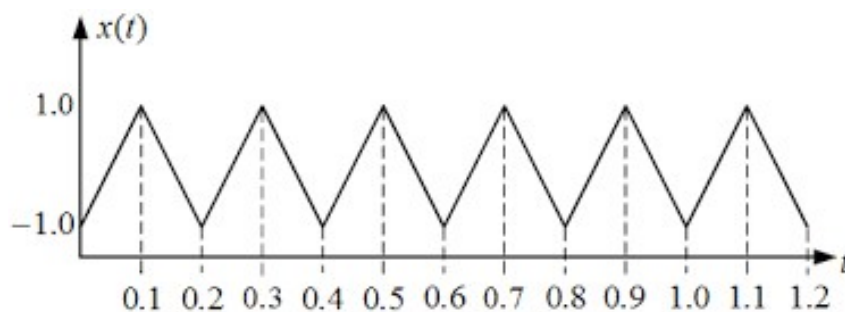
*Sinal aperiódico*



# Classificando um sinal

## Sinais determinísticos ou aleatórios

- **Determinísticos:** Sinais que **podem ser modelados**, ou seja, existe uma **função ou equação (regra)** para determinar o valor de  $x$ .
- **Aleatórios:** Sinais que **não podem ser modelados por uma função ou equação**, podendo apenas ser descrito por **modelos de probabilidade**.



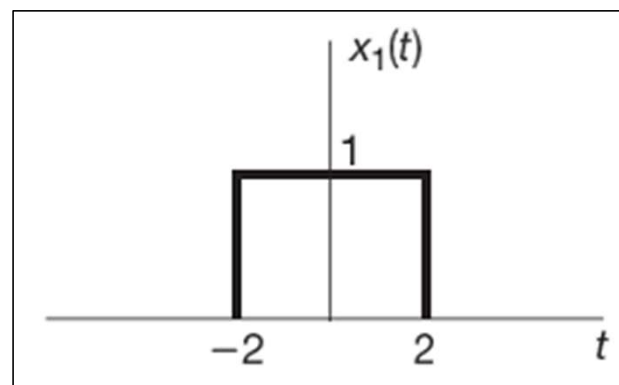
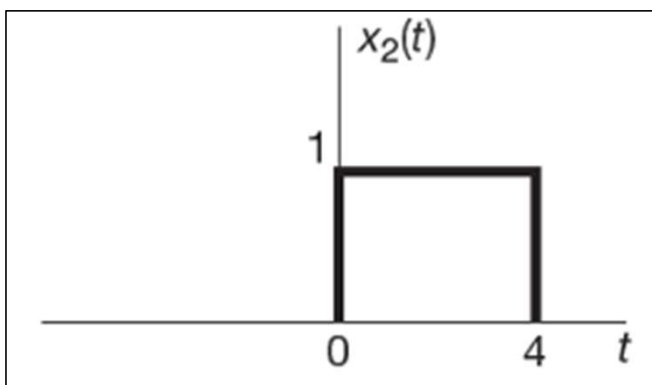
*Sinal determinístico (esquerda) e sinal aleatório (direita)*



# Classificando um sinal

## Sinais causais ou não causais

- **Causais:** Sinais onde  $x$  só apresenta valores diferentes de 0 a partir de  $t = 0$ , ou seja, só começa a partir de  $t = 0$ .
- **Não causais:** Sinais que começam antes de  $t = 0$  e se estendem até valores positivos de  $t$  ( $t > 0$ ).



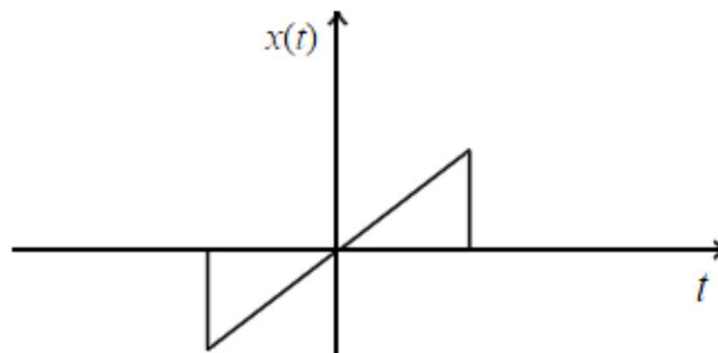
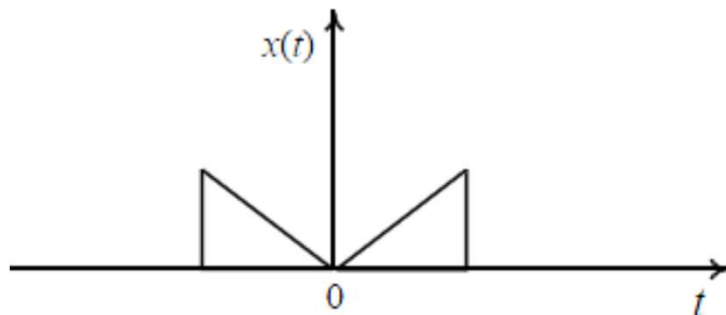
*Sinal causal (esquerda) e sinal não-causal (direita)*



# Classificando um sinal

## Sinais pares e ímpares

- **Pares:** Sinais com simetria referente ao eixo das ordenadas, ou seja, espelhados no eixo vertical.
  - Matematicamente:  $x(t) = x(-t)$
- **Ímpares:** Sinais com simetria referente ao eixo das abcissas e das ordenadas, ou seja, espelhados no eixo vertical e horizontal.
  - Matematicamente:  $x(t) = -x(-t)$



*Sinal par (esquerda) e sinal ímpar (direita)*