

# Sinais e Sistemas

## Sinais e Sistemas – Fundamentos

Renato Dourado Maia

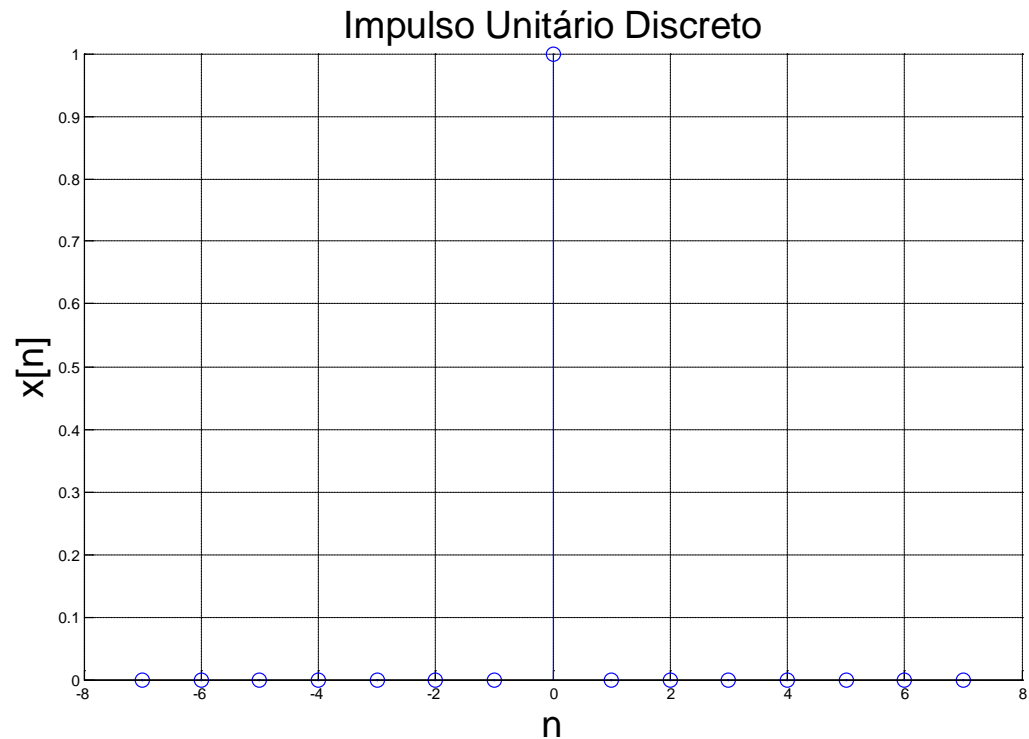
Faculdade de Ciência e Tecnologia de Montes Claros

Fundação Educacional Montes Claros



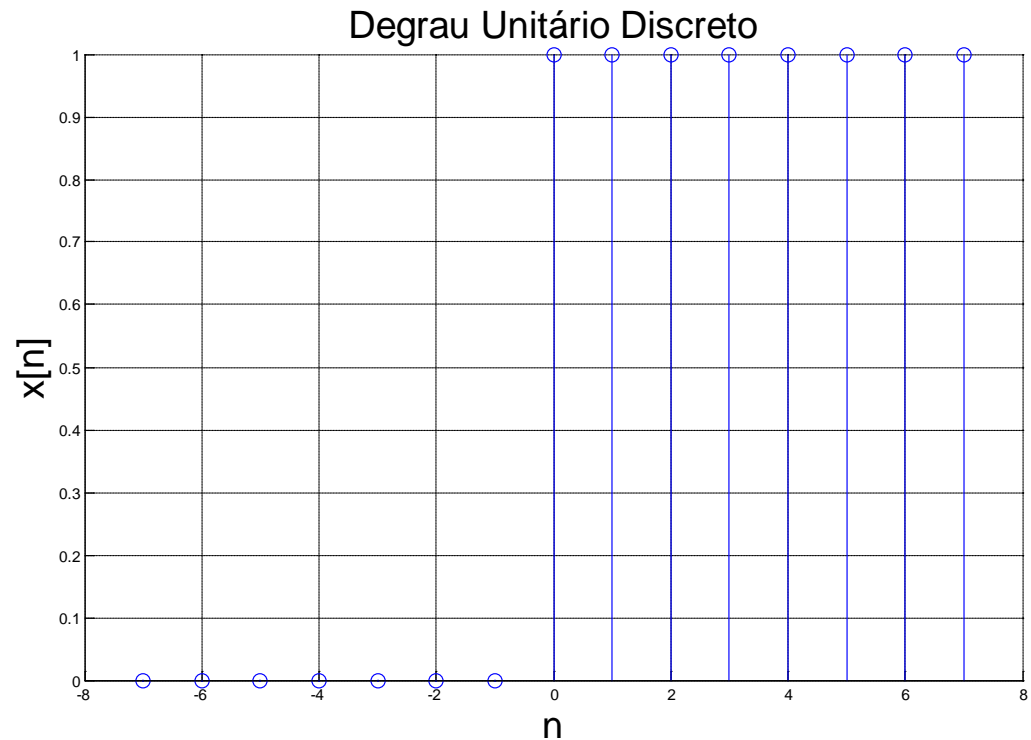
# Impulso Unitário Discreto

$$\delta[n] = \begin{cases} 1, & n = 0 \\ 0, & n \neq 0 \end{cases}$$



# Degrau Unitário Discreto

$$u[n] = \begin{cases} 1, & n \geq 0 \\ 0, & n < 0 \end{cases}$$



# Impulso e Degrau Unitários Discretos

---

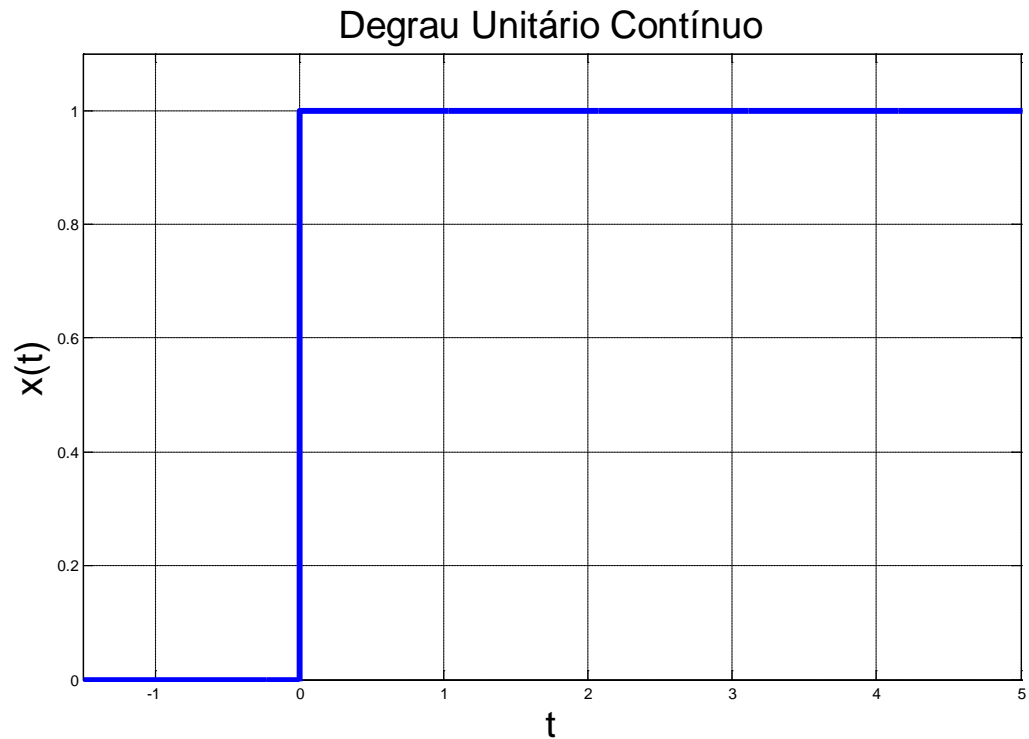
- ▣ Algumas relações entre as funções impulso e de-grau unitários discretos:

$$\delta[n] = u[n] - u[n-1]$$

$$u[n] = \sum_{k=0}^{\infty} \delta[n-k]$$

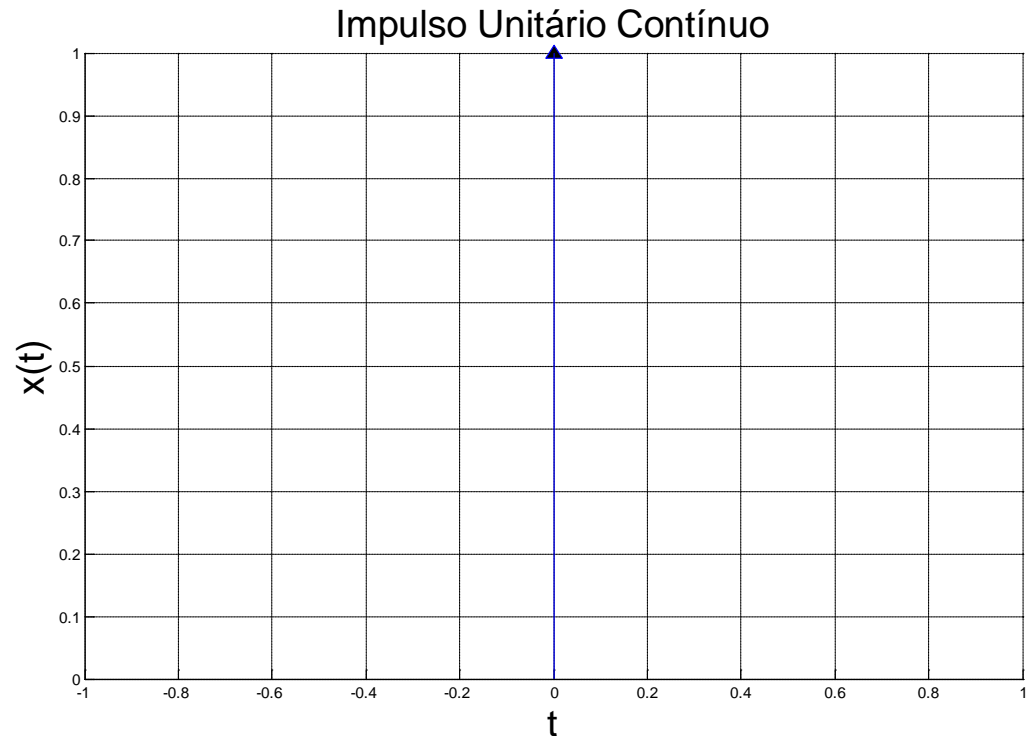
# Degrau Unitário Contínuo

$$u(t) = \begin{cases} 1, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$$

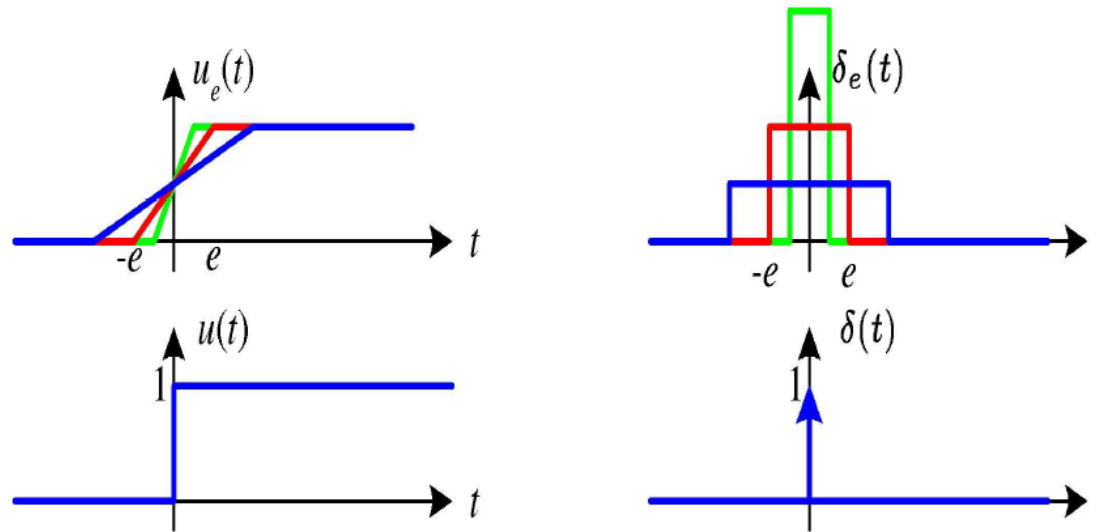


# Impulso Unitário Contínuo

$$\delta(t) = \begin{cases} 0, & t \neq 0 \\ \infty, & t = 0 \end{cases}$$



# Impulso Unitário Contínuo



$$\Rightarrow \delta_e(t) = \frac{du_e(t)}{dt}$$

$\Rightarrow$  Quando  $e \rightarrow 0$ ,

$\therefore u_e(t) \rightarrow u(t)$

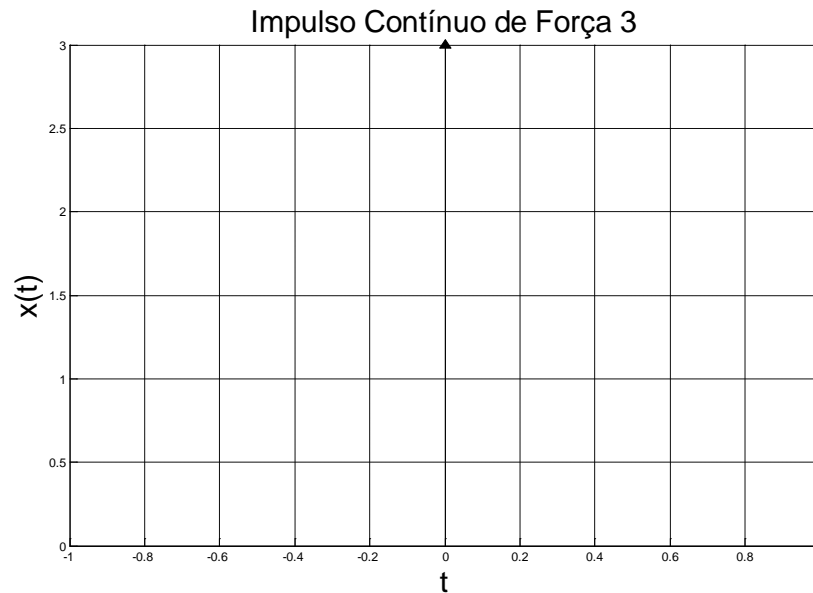
$\therefore \delta_e(t)$  para  $t = 0$  cresce muito

$\therefore \delta_e(t)$  para  $t \neq 0$  vai para zero

$$\Rightarrow \delta(t) \equiv \lim_{t \rightarrow 0} \delta_e(t)$$

# Impulso Unitário Contínuo

- O impulso unitário é esboçado como uma seta com altura unitária, e sua área é unitária.  $3\delta(t)$  é esboçado como uma seta de altura 3.





# Propriedades do Impulso

---

$$\Rightarrow \int_{-e}^{+e} \delta(t) dt = 1, \text{ para qualquer } e > 0$$

$\Rightarrow$  função par

$$\Rightarrow \delta(at) = \frac{1}{|a|} \delta(t)$$

$$\Rightarrow x(t)\delta(t) = x(0)$$

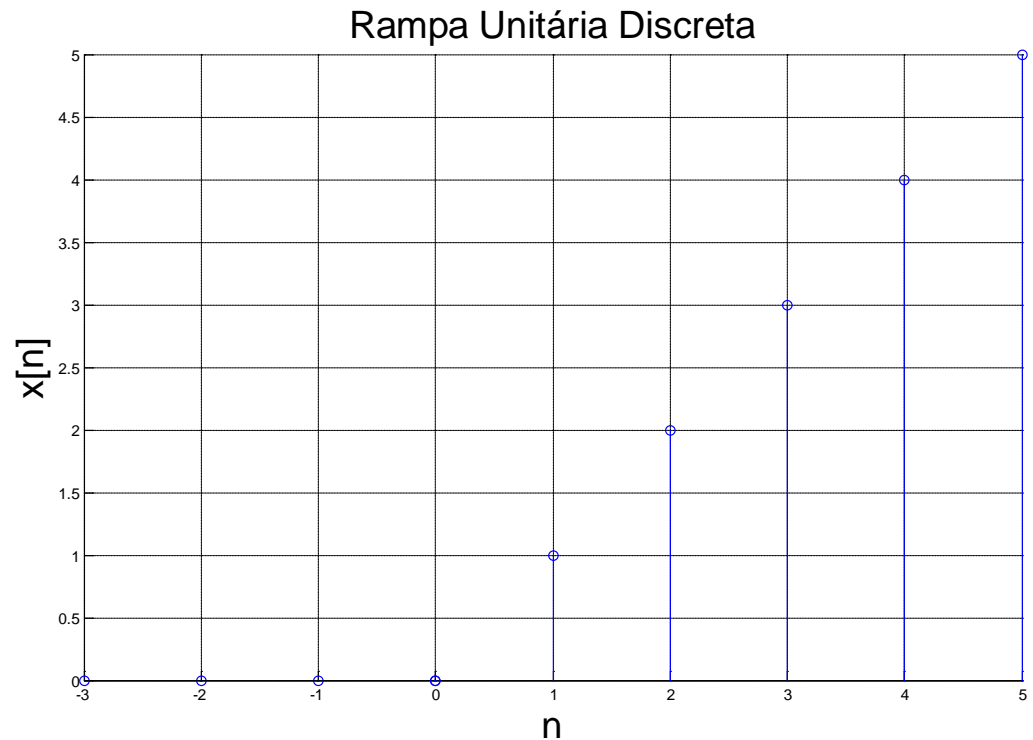
$$\Rightarrow x(t)\delta(t - t_0) = x(t_0)$$

$$\Rightarrow \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\delta(t) dt = x(0)$$

$$\Rightarrow \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\delta(t - t_0) dt = x(t_0)$$

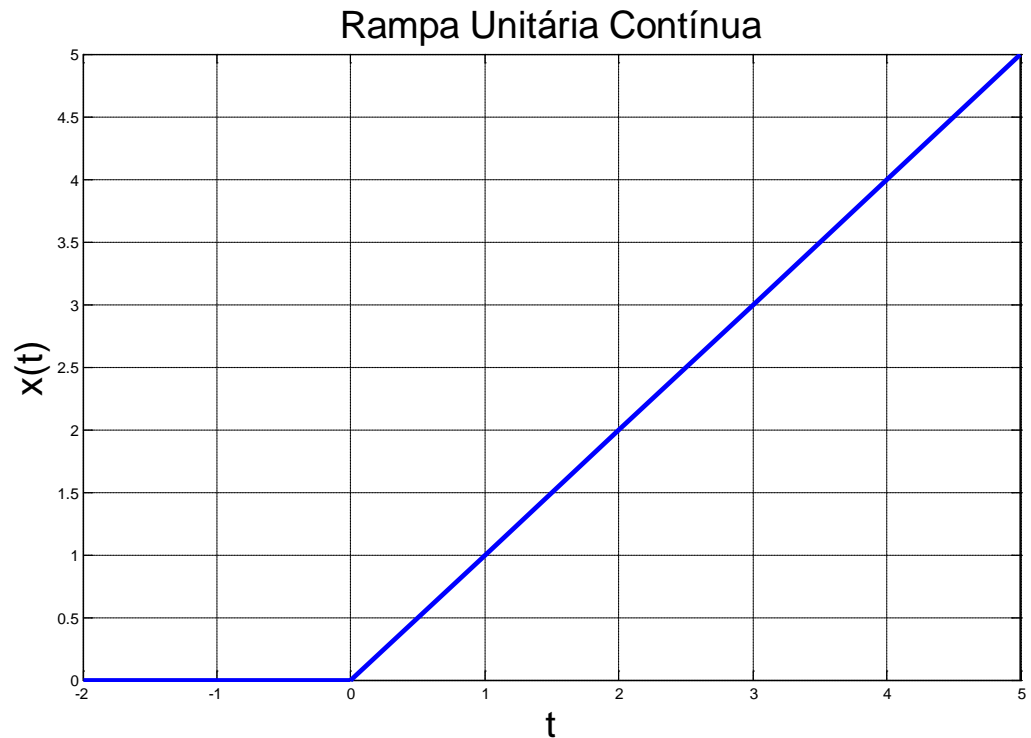
# Rampa Unitária Discreta

$$r[n] = \begin{cases} n, & n \geq 0 \\ 0, & n < 0 \end{cases}$$



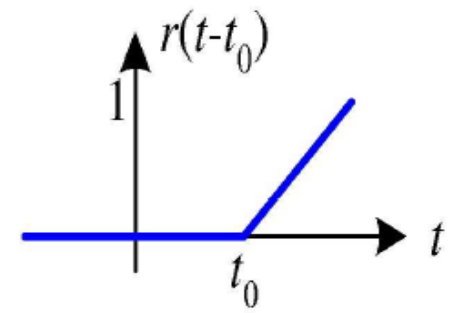
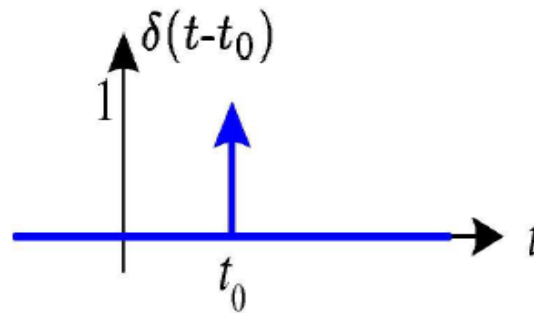
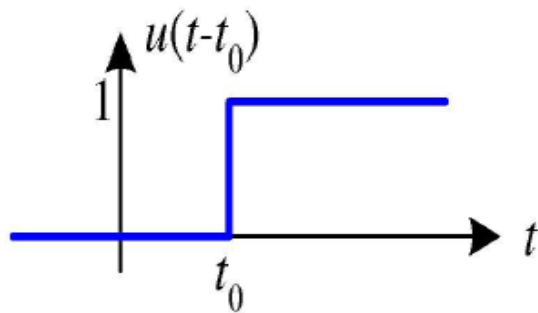
# Rampa Unitária Contínua

$$r(t) = \begin{cases} t, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$$

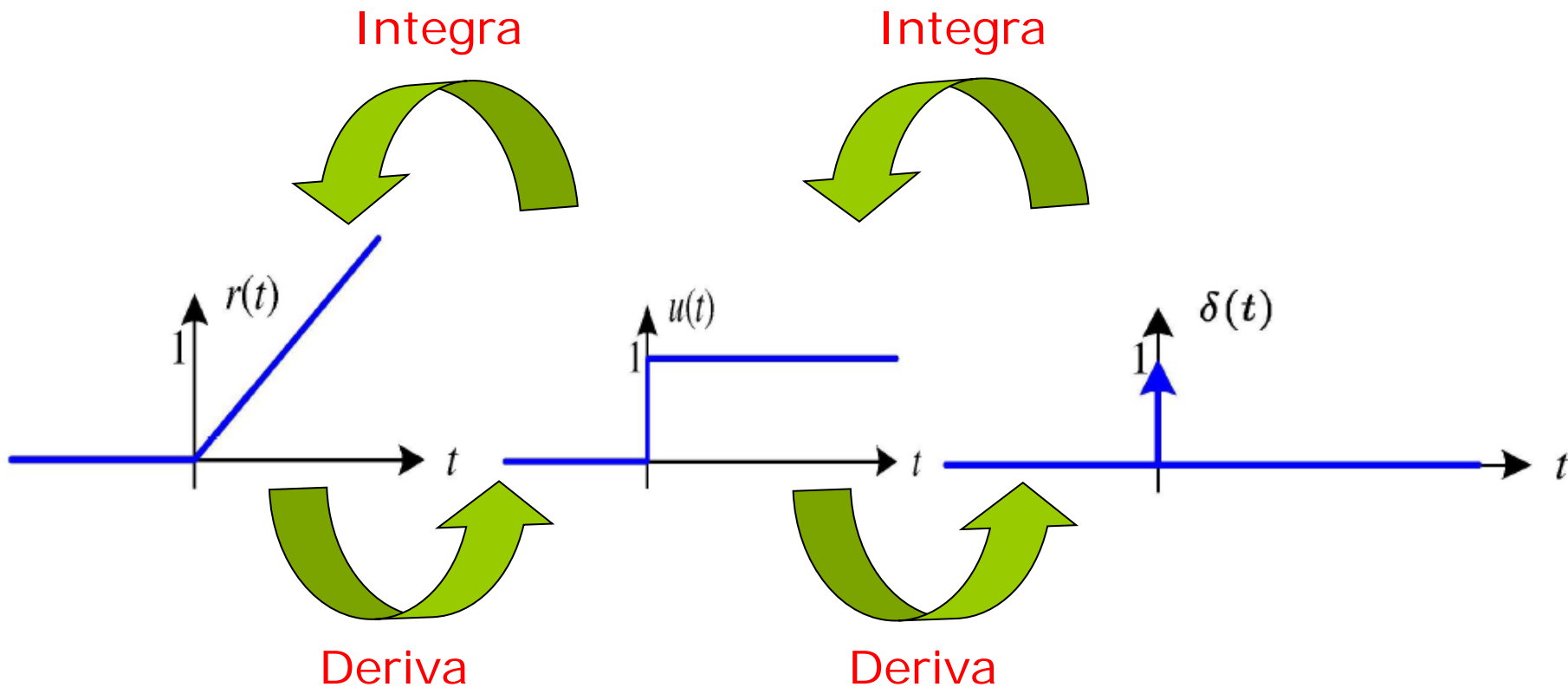


# Funções Básicas – Deslocamento

---



# Funções Básicas – Relações



*"Signal Types" from SimView – TechTeach*

[http://techt teach.no/simview/signal\\_types/index.php](http://techt teach.no/simview/signal_types/index.php)

# Propriedades Básicas de Sistemas

---

Lembrando...

Um sistema é uma entidade que manipula um ou mais sinais para realizar uma função, gerando novos sinais.



# Propriedades Básicas de Sistemas

---

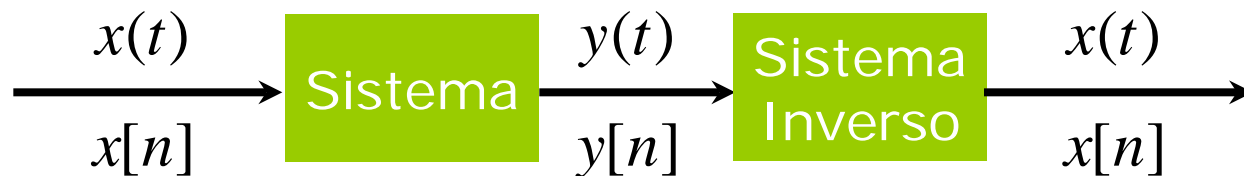
## □ Memória:

- Um sistema é dito **sem memória (estático)** se a saída num instante de tempo depende **apenas** da entrada no **mesmo instante de tempo**.
- Sistemas que não obedecem essa regra são ditos **com memória (dinâmicos)**.
  - **Capacitores e indutores armazenam energia**, e são, portanto, sistemas **com memória**.
  - **Resistores**, em princípio, **não armazenam energia**, e são, portanto, sistemas **sem memória**.

# Propriedades Básicas de Sistemas

## □ Invertibilidade:

- Um sistema é dito **invertível** se diferentes entradas levam a diferentes saídas.
  - Para um sistema invertível, é possível determinar um “**sistema inverso**”.





# Propriedades Básicas de Sistemas

---

## □ Causalidade:

- Um sistema é dito **causal** se a saída em qualquer instante de tempo depende **somente de valores presentes e ou dos valores passados** de entrada/saída. Caso **contrário**, o sistema é **não causal**.
  - Sistemas **causais** podem ser também chamados de **não antecipativos**.

# Propriedades Básicas de Sistemas

---

## □ Estabilidade:

- Um sistema é dito **estável** se uma **entrada limitada** resulta em uma **saída limitada**.
  - **Intuitivamente**: pequenas variações aplicadas na entrada resultam em **pequenas variações** na saída.

**BIBO:** *Bounded Input – Bounded Output*

# Propriedades Básicas de Sistemas

---

## □ Invariância no Tempo:

- Um sistema é dito **invariante no tempo** se um deslocamento no sinal de **entrada** resulta num deslocamento **idêntico** no sinal de **saída**.
  - **Intuitivamente**: as **características** e o **comportamento** do sistema são **fixos** ao longo do tempo.
  - Se a **variável independente**  $t$  ou  $n$  estiver **fora** de  $( )$  ou  $[ ]$ , o sistema é **variante no tempo**.

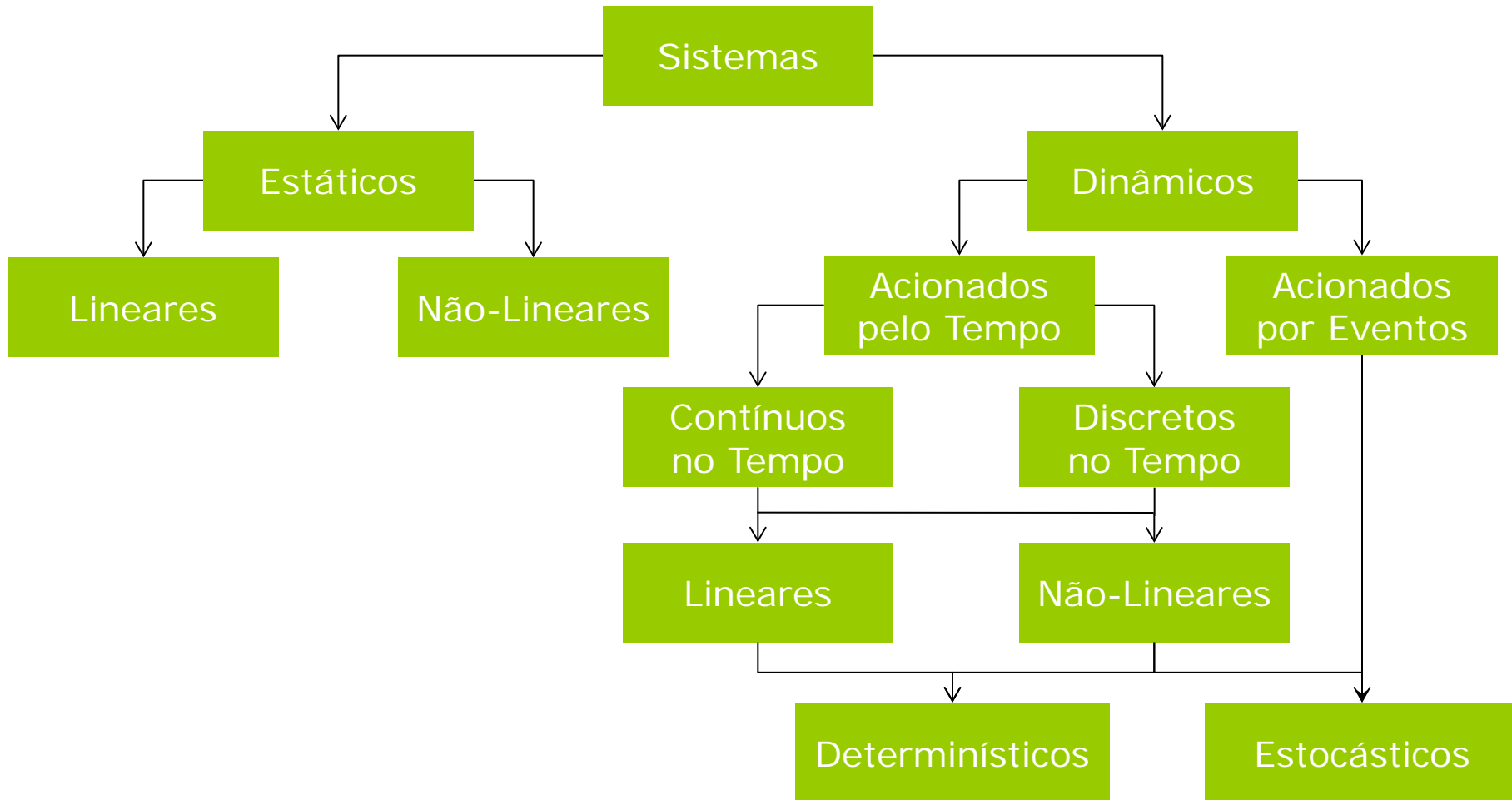
# Propriedades Básicas de Sistemas

## □ Linearidade:

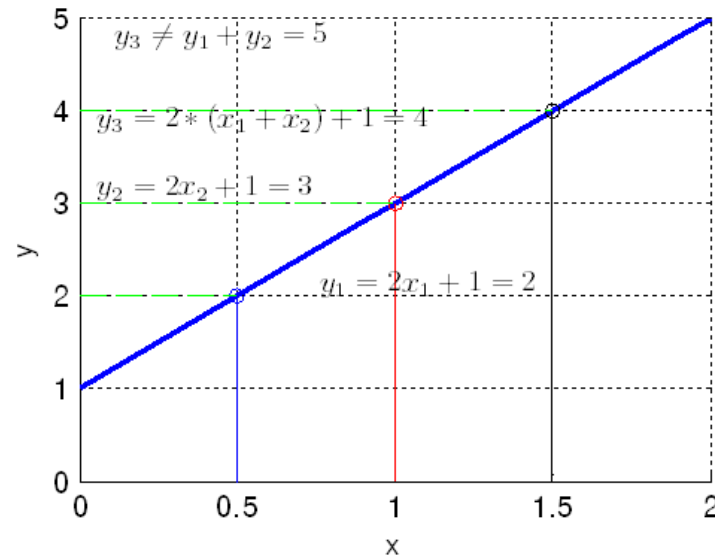
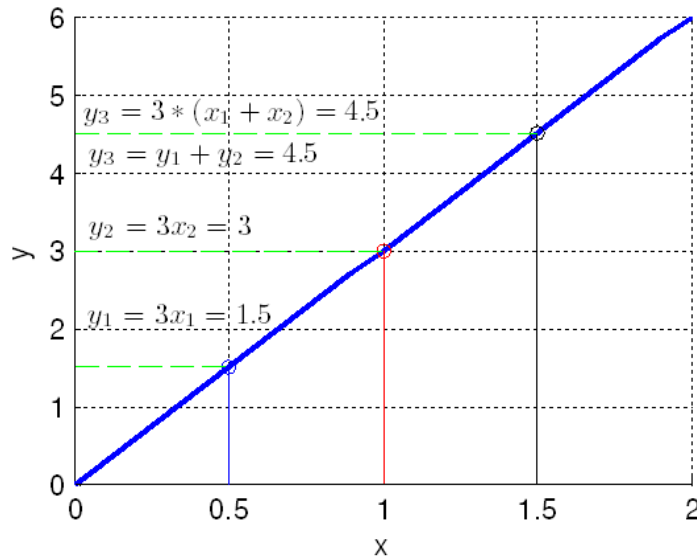
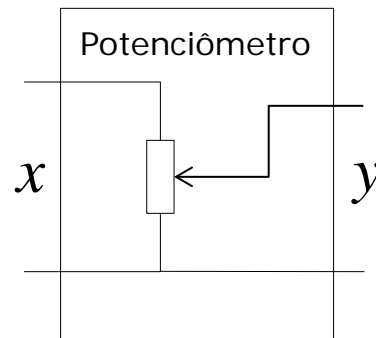
- Um sistema é dito **linear** se ele obedece ao **Princípio da Superposição**:



# Classificação Geral de Sistemas



# Sistemas Estáticos (de Ordem Zero)



# Uma Questão de Engenharia para Descontrair e Despertar o Interesse

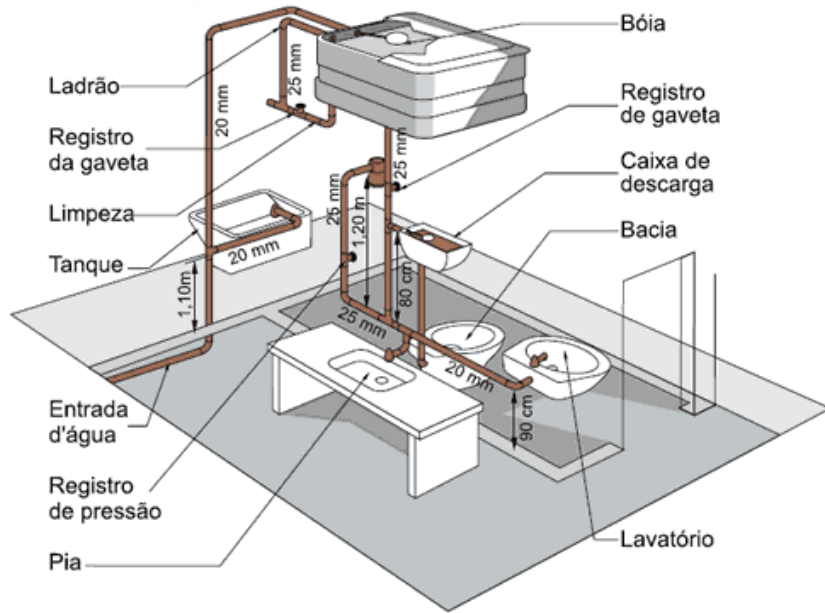
---

- Qual é a função comum exercida por:
  - Uma caixa d'água numa residência;
  - O reservatório de água da descarga de uma privada;
  - Um capacitor na saída de um eliminador de pilhas; e
  - Uma usina termelétrica construída no pátio de uma siderúrgica?

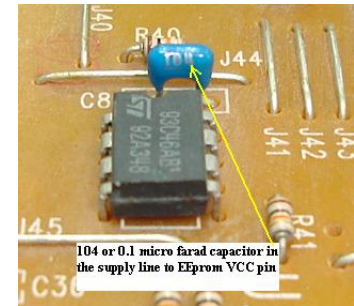
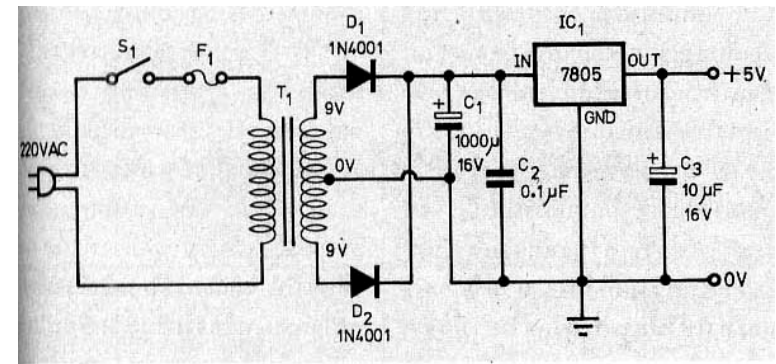


# Por Que Estudar Sistemas Dinâmicos?

Para que serve a caixa d'água?  
Por que utilizar caixa de descarga?



Para que serve o capacitor num circuito eletrônico?

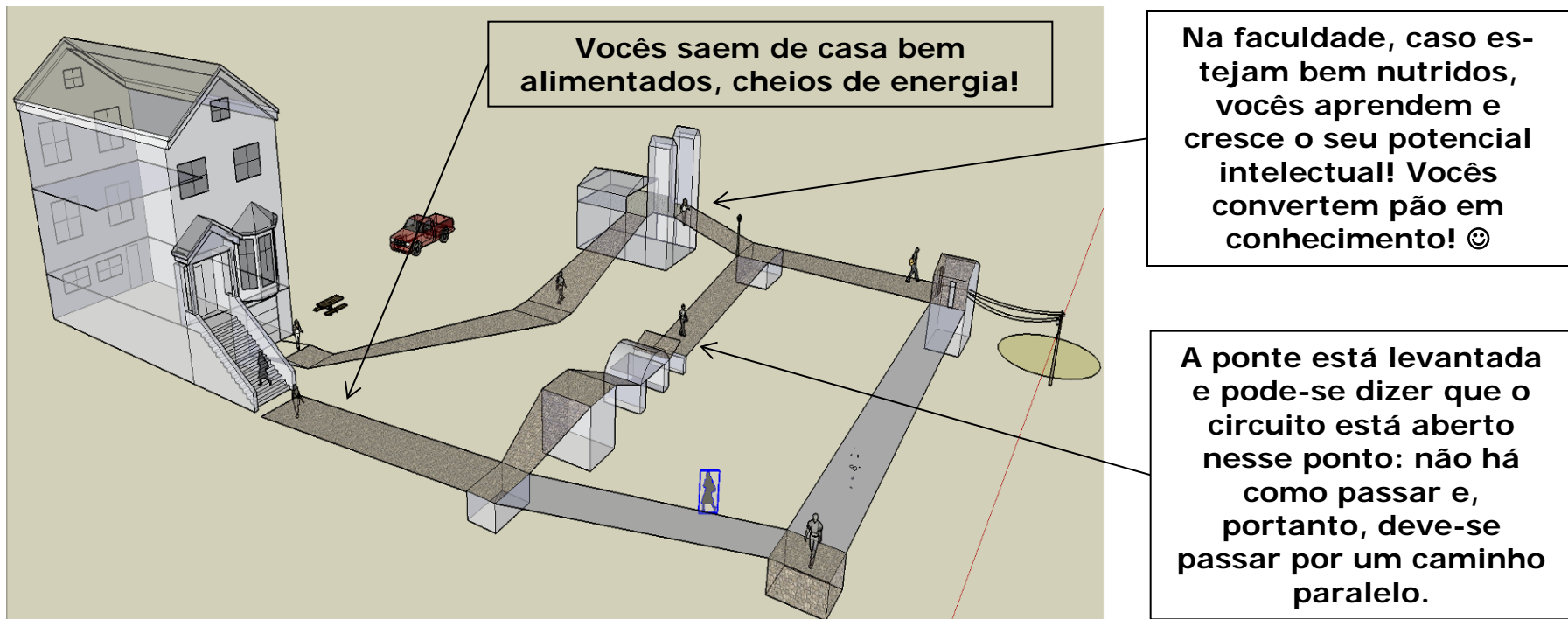


O que acontece quando um circuito acionado (elétrico, hidráulico ou de qualquer outro tipo) é aberto ou interrompido rapidamente?



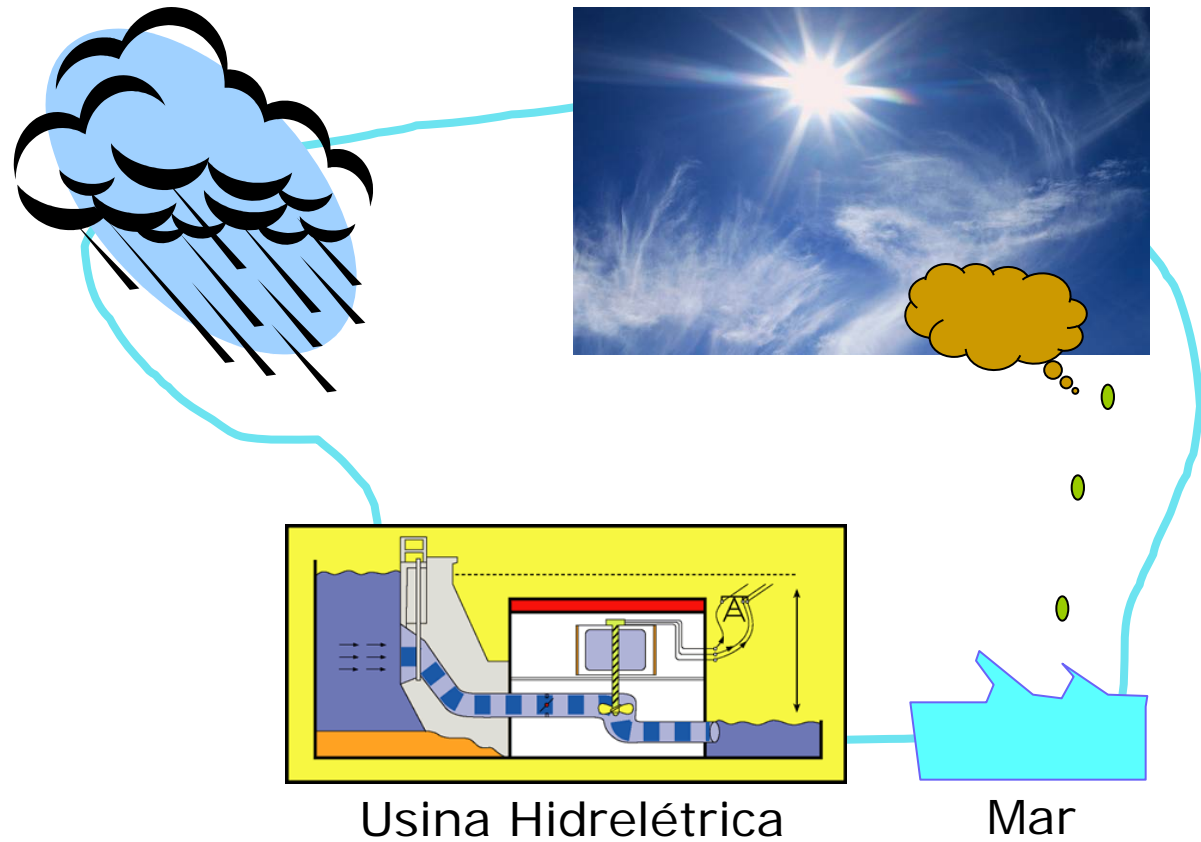
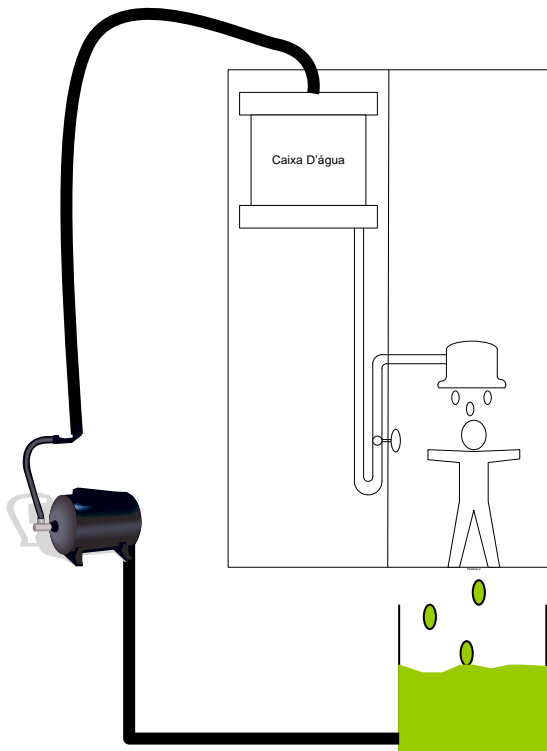
# O Conceito de Circuito é bem Amplo!

A nossa casa é um dos lugares onde obtemos energia, uma fonte de alimentação (energia potencial): ao nos alimentamos, absorvemos energia!



Um circuito é um caminho aberto ou fechado em que pode circular algo ou alguém.

# Circuito Hidráulico



Um circuito hidráulico é um caminho fechado em que circula um fluido.

# Dica

---

NÃO DEIXEM DE ESTUDAR A LISTA DE  
EXEMPLOS RESOLVIDOS...

# Boa Notícia!

---

VOCÊS JÁ PODEM FAZER A SEGUNDA  
LISTA DE EXERCÍCIOS SUGERIDOS...