

**UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte**

DEE – Departamento de Engenharia Elétrica

DCO – Departamento de Comunicações



# MSP430

## Programação em C

## Aula 3 – Módulo de Entrada e Saída

*Ministrantes: Danilo de Santana Pena;*

*José Lenival Gomes de França;*

*Leonardo Duarte de Albuquerque.*

# Conteúdo da Apresentação

---

- ✓ Introdução;
- ✓ Registradores;
- ✓ Interrupção;
- ✓ Resistor Pull-Down/ Pull-Up;
- ✓ Aplicação 1;
- ✓ Aplicação 2;
- ✓ Aplicação 3.



# Introdução

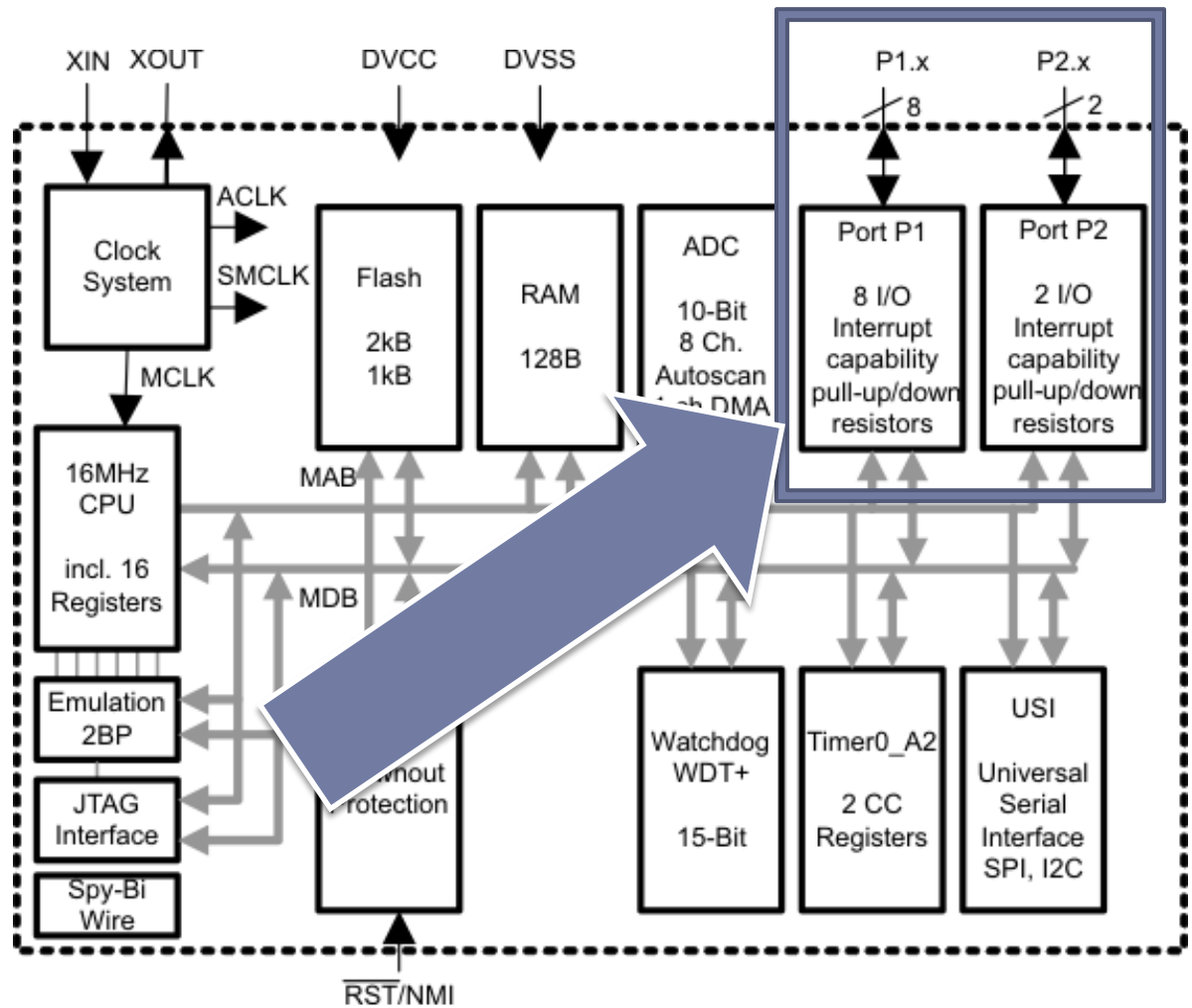
---

- ▶ O MSP430 tem periféricos responsáveis pelo gerenciamento das funções da maioria dos pinos dos dispositivo, os PORT Px;
- ▶ O x representará o PORT no qual faremos referência (por exemplo, PxIN representa genericamente o registro de input, P1IN representa o registro de input do PORT1);
- ▶ A família x2xx implementa o P1 ao P7, cada uma gerenciando até 8 pinos;
- ▶ Suas principais características são:
  - ▶ I/O programáveis independentemente;
  - ▶ Qualquer combinação de entradas e saídas;
  - ▶ Pinos com interrupções independentes;
  - ▶ Registradores de entrada e saída independentes;
  - ▶ Resistores de pullup e pulldown individuais;
  - ▶ Pino do oscilador configurável individualmente.

# Introdução

- ▶ Port Px

- ▶ Diagrama em Blocos do MSP430G2231

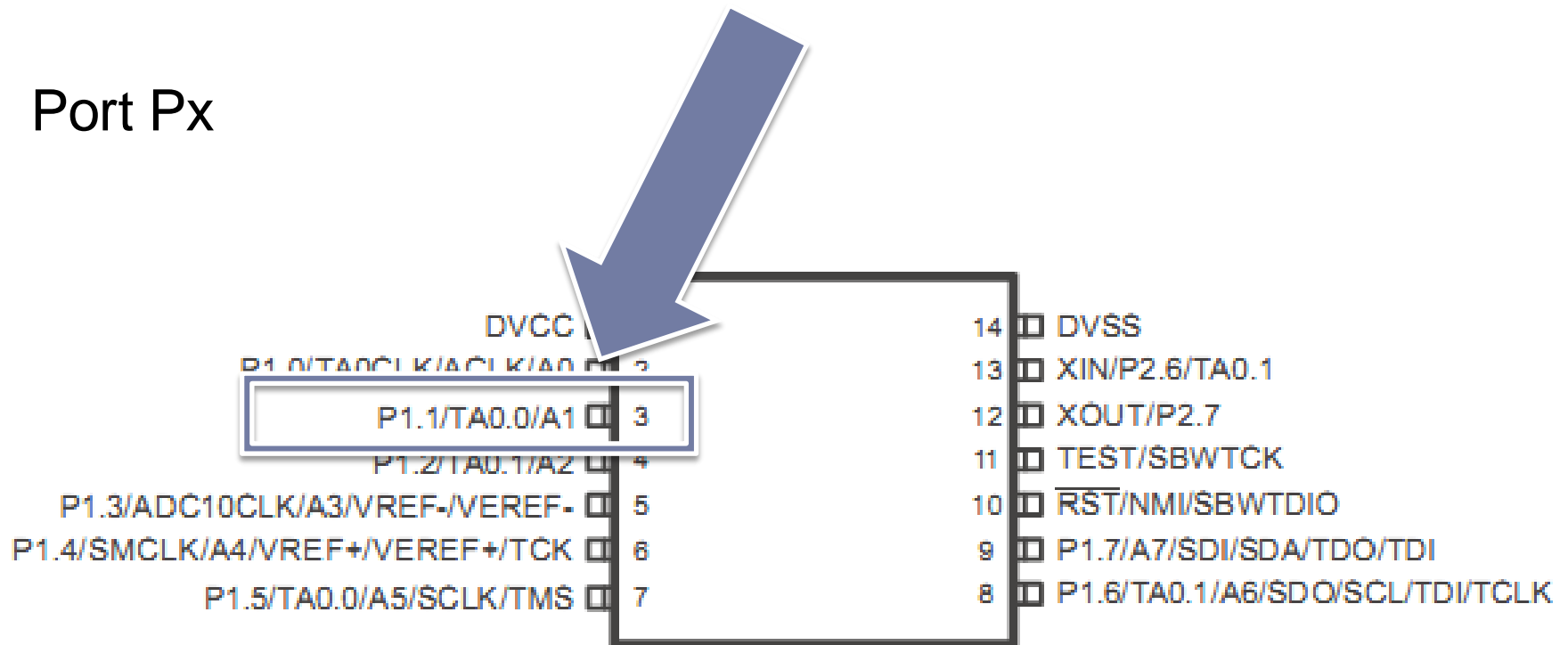


Note: Memory sizes, supported peripherals, and ports may differ depending on the device.

# Introdução

---

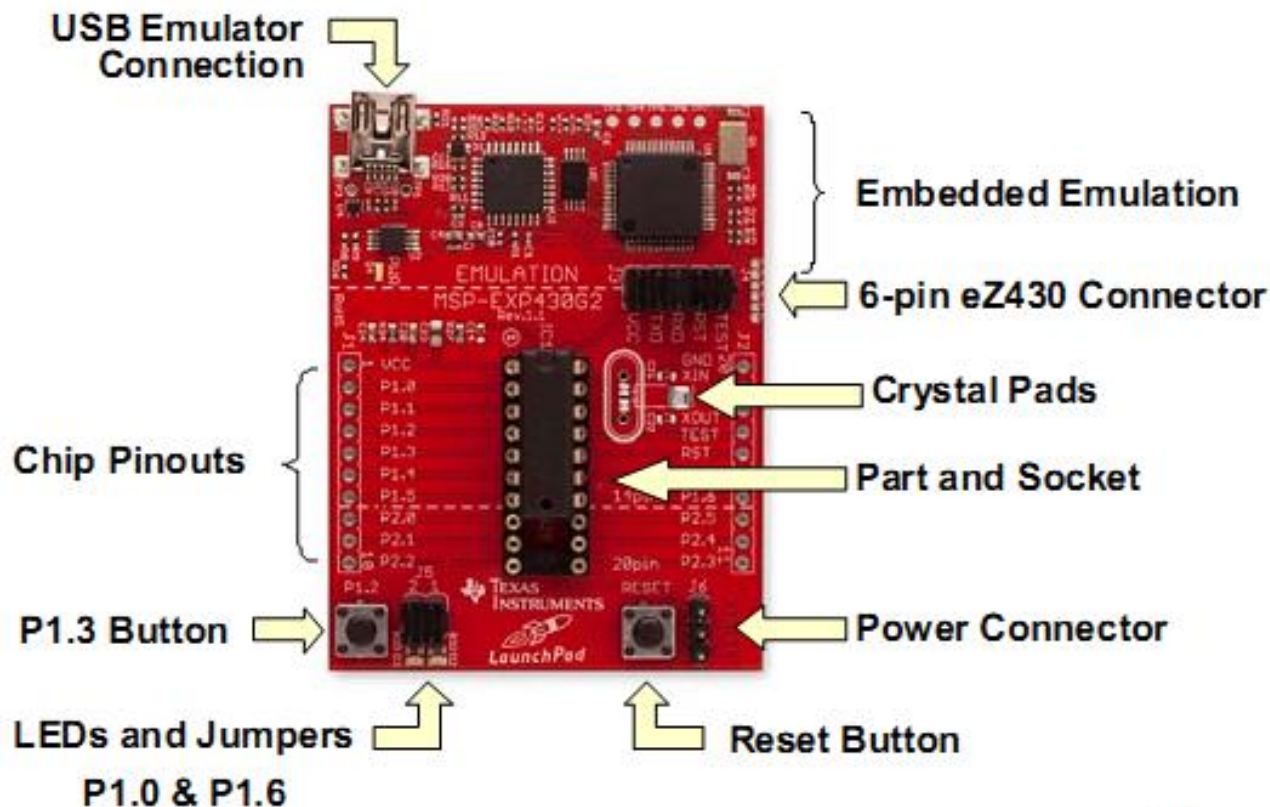
## ► Port Px



## ► Modelo:MSP430G2231

# Apresentação dos PORTs

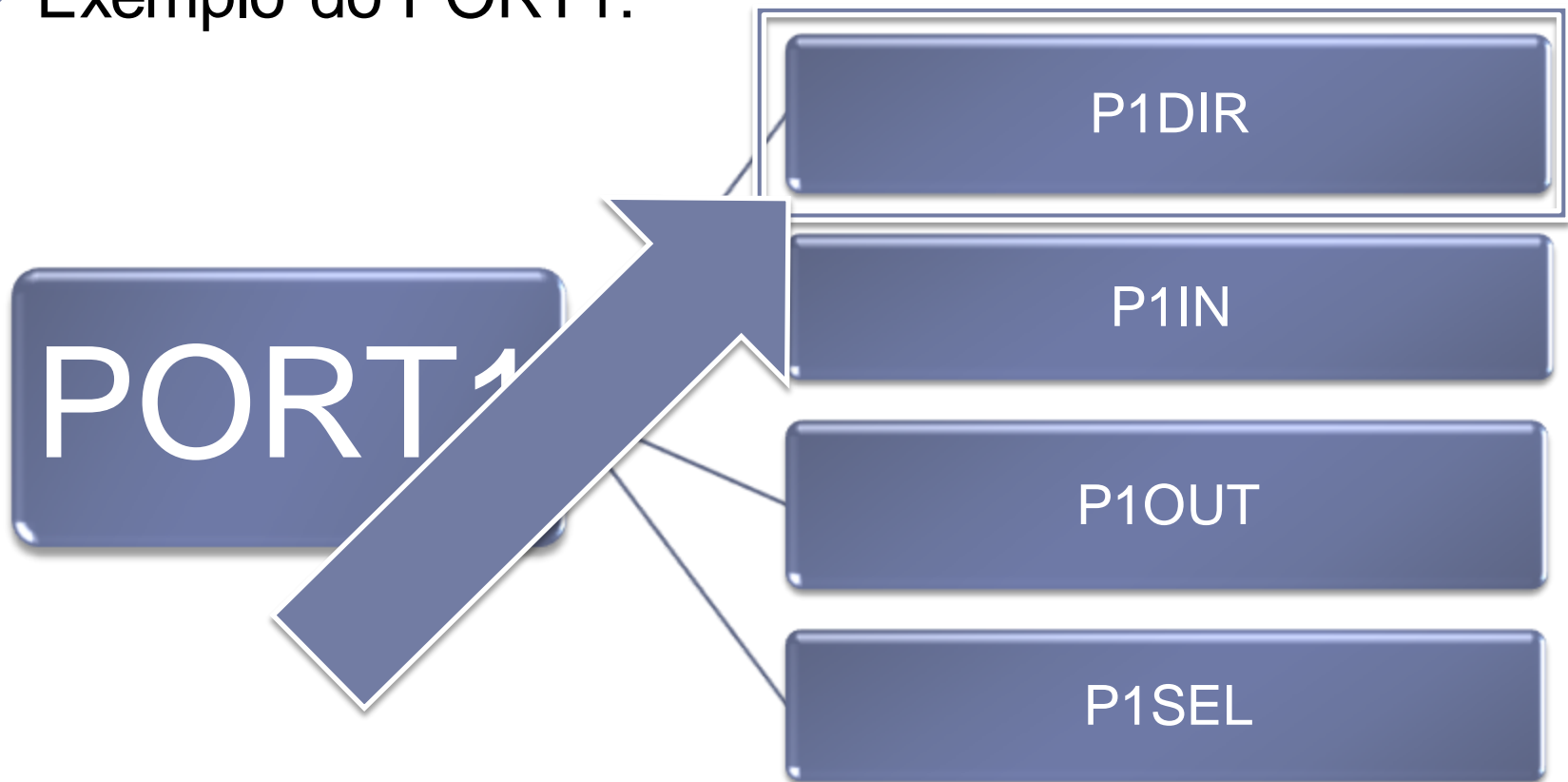
## ► Launch Pad development Board:



lah

# Registradores

- ▶ Cada PORT terá um conjunto de registros de 8 bits;
- ▶ Exemplo do PORT1:



# Registradores

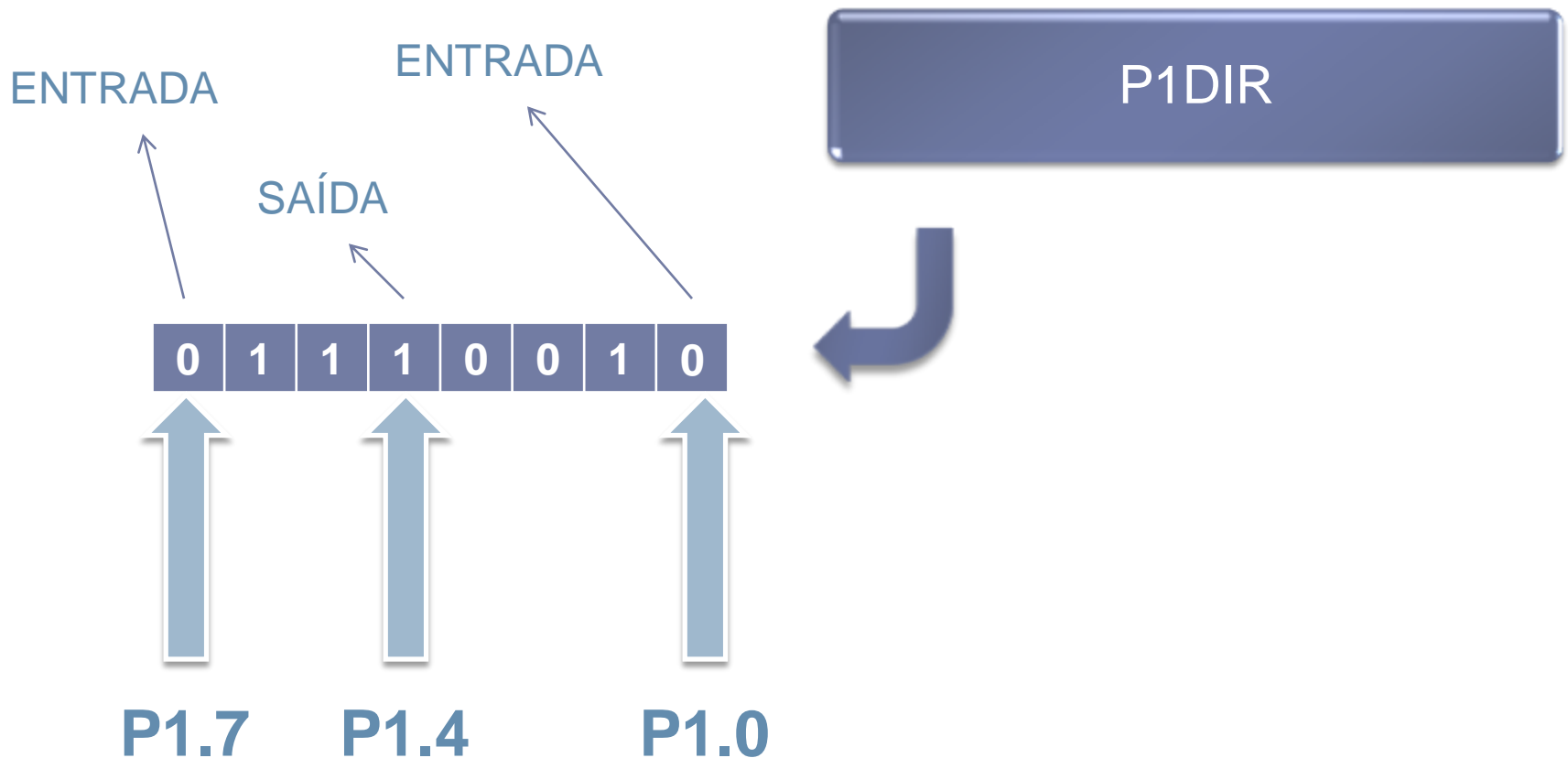
---

- ▶ Cada registrador tem 8 bits referentes a cada um dos pinos do PORT;
- ▶ Cada bit indica o estado do pino referente;
- ▶ Os registradores são:
  - ▶ PxIN : Registrador de entrada;
  - ▶ PxOUT : Registrador de saída;
  - ▶ PxDIR : Configura o pino como entrada ou saída;
  - ▶ PxREN : Habilita o resistor de pullup ou pulldown;
  - ▶ PxSEL e PxSEL2 : Configura o pino como I/O do PORT ou de outro periférico;
  - ▶ PxIFG : Indica ocorrência de interrupção;
  - ▶ PxIE : Habilita a interrupção do respectivo pino;
  - ▶ PxIES : Estabelece se a interrupção ocorrerá na subida ou descida.



# Registradores

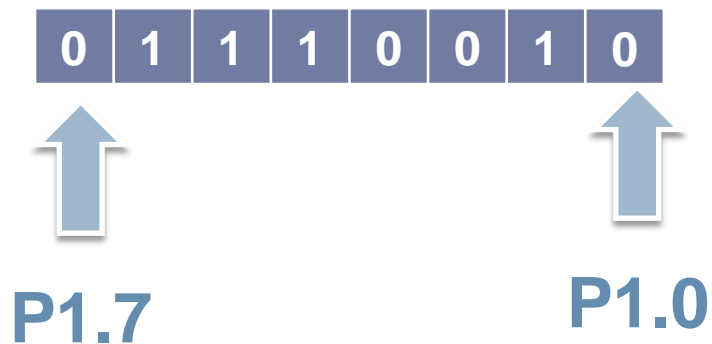
## ► Exemplo P1DIR



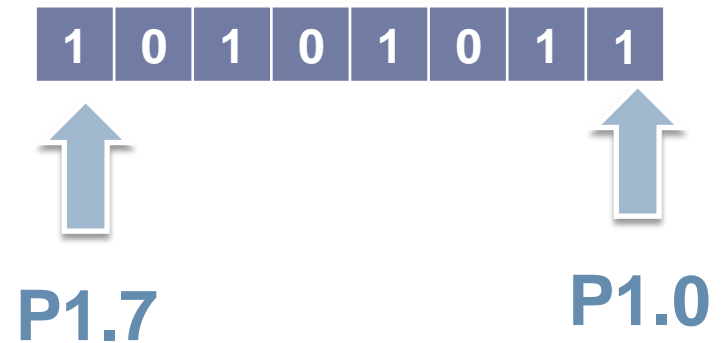
# Registadores

---

## ► Exemplo P1IN



## ► Exemplo P1OUT



# Configuração dos pinos não-usados

---

- ▶ O User Guide recomenda que os pinos não usados devem ser configurados como I/O, na direção saída (o valor de PxOUT é irrelevante) e desconectado da PCB, para evitar flutuação de tensão na entrada e reduzir o consumo;
- ▶ Pode ser usado o resistor de pullup ou pulldown para prevenir flutuação de tensão na entrada.

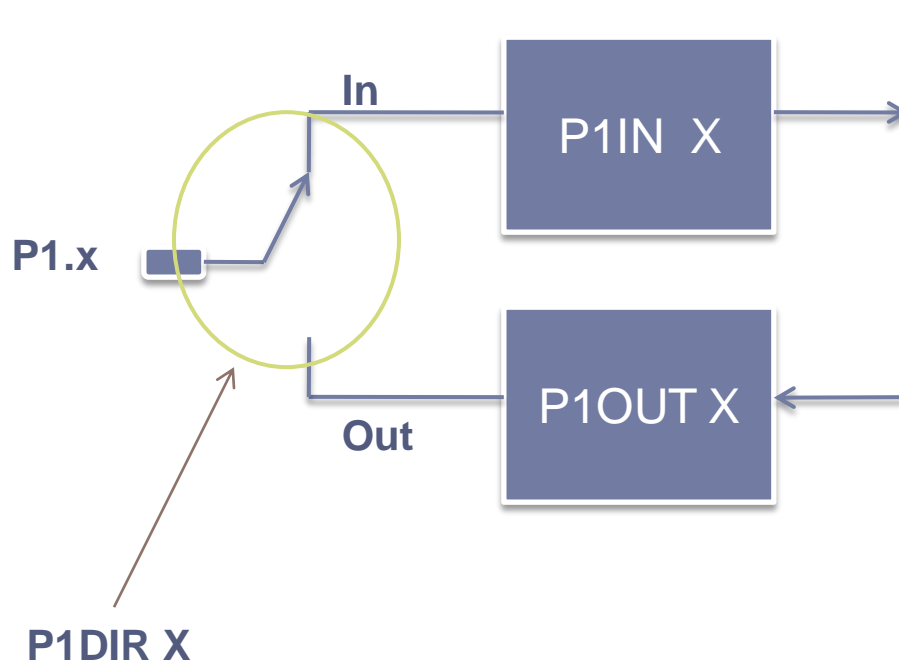
# Valores default para alguns pinos

Port	Register	Short Form	Address	Register Type	Initial State
P1	Input	P1IN	020h	Read only	-
	Output	P1OUT	021h	Read/write	Unchanged
	Direction	P1DIR	022h	Read/write	Reset with PUC
	Interrupt Flag	P1IFG	023h	Read/write	Reset with PUC
	Interrupt Edge Select	P1IES	024h	Read/write	Unchanged
	Interrupt Enable	P1IE	025h	Read/write	Reset with PUC
	Port Select	P1SEL	026h	Read/write	Reset with PUC
	Port Select 2	P1SEL2	041h	Read/write	Reset with PUC
	Resistor Enable	P1REN	027h	Read/write	Reset with PUC
P2	Input	P2IN	028h	Read only	-
	Output	P2OUT	029h	Read/write	Unchanged
	Direction	P2DIR	02Ah	Read/write	Reset with PUC
	Interrupt Flag	P2IFG	02Bh	Read/write	Reset with PUC
	Interrupt Edge Select	P2IES	02Ch	Read/write	Unchanged
	Interrupt Enable	P2IE	02Dh	Read/write	Reset with PUC
	Port Select	P2SEL	02Eh	Read/write	0C0h with PUC
	Port Select 2	P2SEL2	042h	Read/write	Reset with PUC
	Resistor Enable	P2REN	02Fh	Read/write	Reset with PUC

# PxDIR, PxIN e PxOUT

---

## ▶ Exemplo P1DIR x



# PxDIR, PxIN e PxOUT

---

- ▶ PxDIR: Configura os pinos como entradas ou saídas
  - ▶ Cada flag deste registro corresponde a um pino;
    - 0: O pino correspondente está configurado como entrada;
    - 1: O pino correspondente está configurado como saída.
- ▶ PxIN: Reflete o estado de um pino, para assim podermos ler a entrada do MCU;
- ▶ PxOUT: Seta ou reseta um pino. Quando o resistor de pullup/pulldown estão ligados, este registro controla a configuração do resistor:
  - ▶ 0: O pino está pulled down;
  - ▶ 1: O pino está pulled up.

# PxSEL e PxSEL2

---

- ▶ Geralmente os pinos são compartilhados por vários módulos. Estes registradores controlam a multiplexação da função dos pinos;

**Table 8-1. PxSEL and PxSEL2**

PxSEL2	PxSEL	Pin Function
0	0	I/O function is selected.
0	1	Primary peripheral module function is selected.
1	0	Reserved. See device-specific data sheet.
1	1	Secondary peripheral module function is selected.

# PxSEL e PxSEL2

- ▶ PxSELx não seta automaticamente a direção do pino. Assim, além dessa configuração, é necessária a configuração do PxDIR de acordo com a função do periférico que estaremos usando;
- ▶ Quando o PxSELx está habilitado para um pino, a interrupção deste pino permanecerá desabilitada;
- ▶ Cada pino tem uma circuitaria específica associada, portanto, é sempre bom tentar entender a interface entre

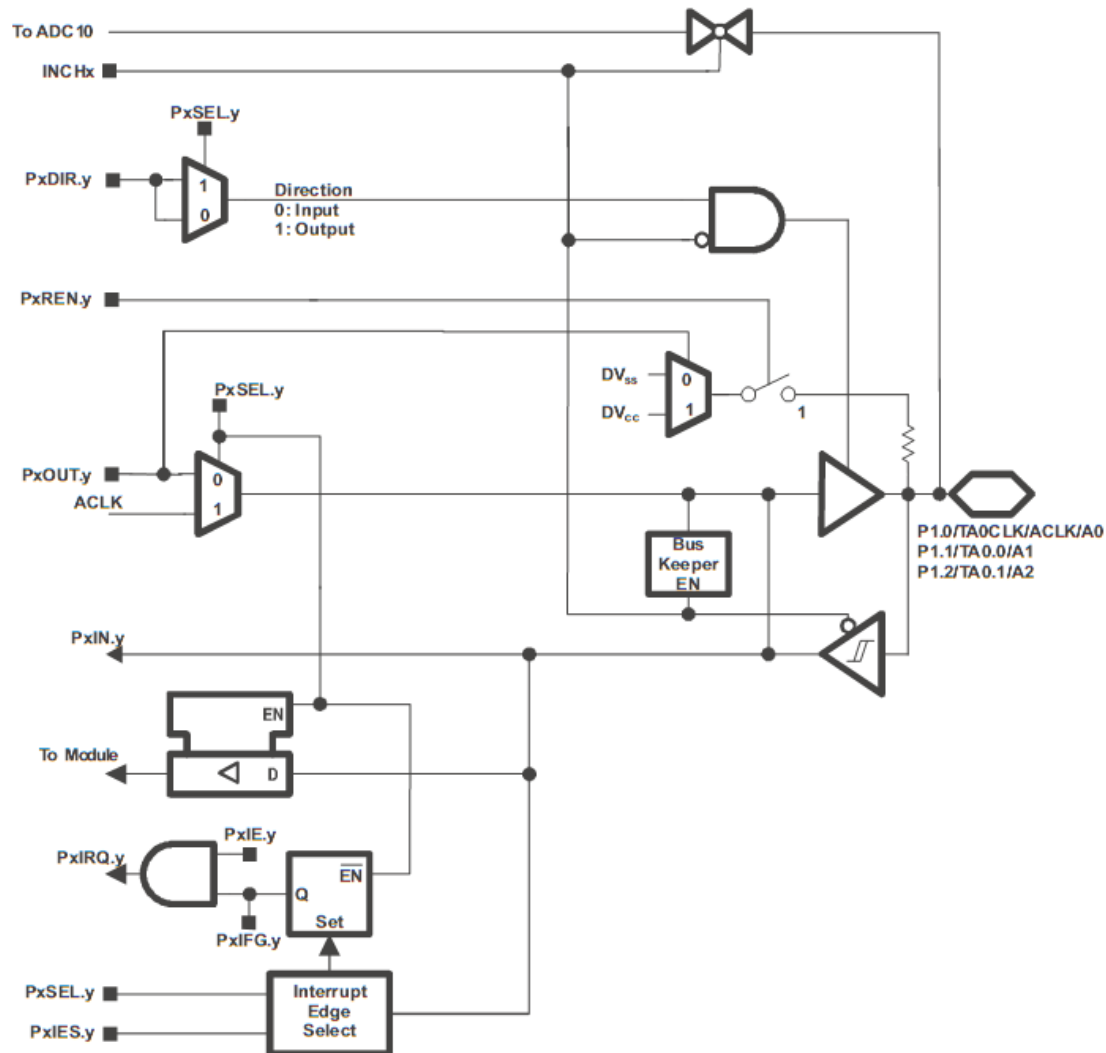
OS

Table 18. Port P1 (P1.0 to P1.2) Pin Functions -- MSP430G2x31

PIN NAME (P1.x)	x	FUNCTION	CONTROL BITS / SIGNALS		
			P1DIR.x	P1SEL.x	ADC10AE.x (INCH.y = 1)
P1.0/ TA0CLK/ ACLK/ A0	0	P1.x (I/O)	I: 0; O: 1	0	0
		TA0.TACLK	0	1	0
		ACLK	1	1	0
		A0	x	x	1 (y = 0)
P1.1/ TA0.0/ A1	1	P1.x (I/O)	I: 0; O: 1	0	0
		TA0.0	1	1	0
		TA0.CCI0A	0	1	0
		A1	x	x	1 (y = 1)
P1.2/ TA0.1/ A2/	2	P1.x (I/O)	I: 0; O: 1	0	0
		TA0.1	1	1	0
		TA0.CCI1A	0	1	0
		A2	x	x	1 (y = 2)



# Exemplo do circuito associado a P1.0,P1.1 e P1.2



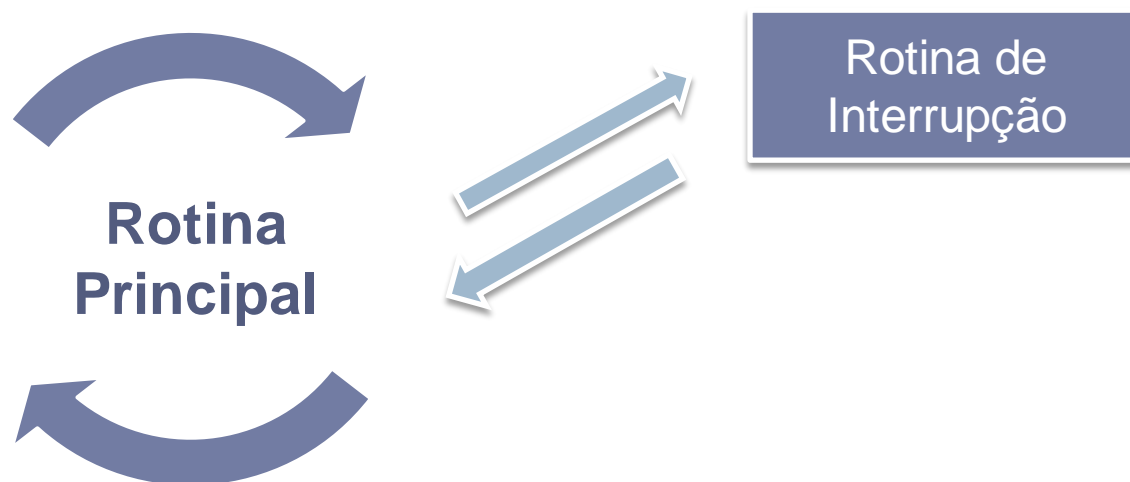
# Prática 1 – Vamos fazer juntos?

---

- ▶ LED piscador!
  - ▶ Fazer LED piscar utilizando delay timer.

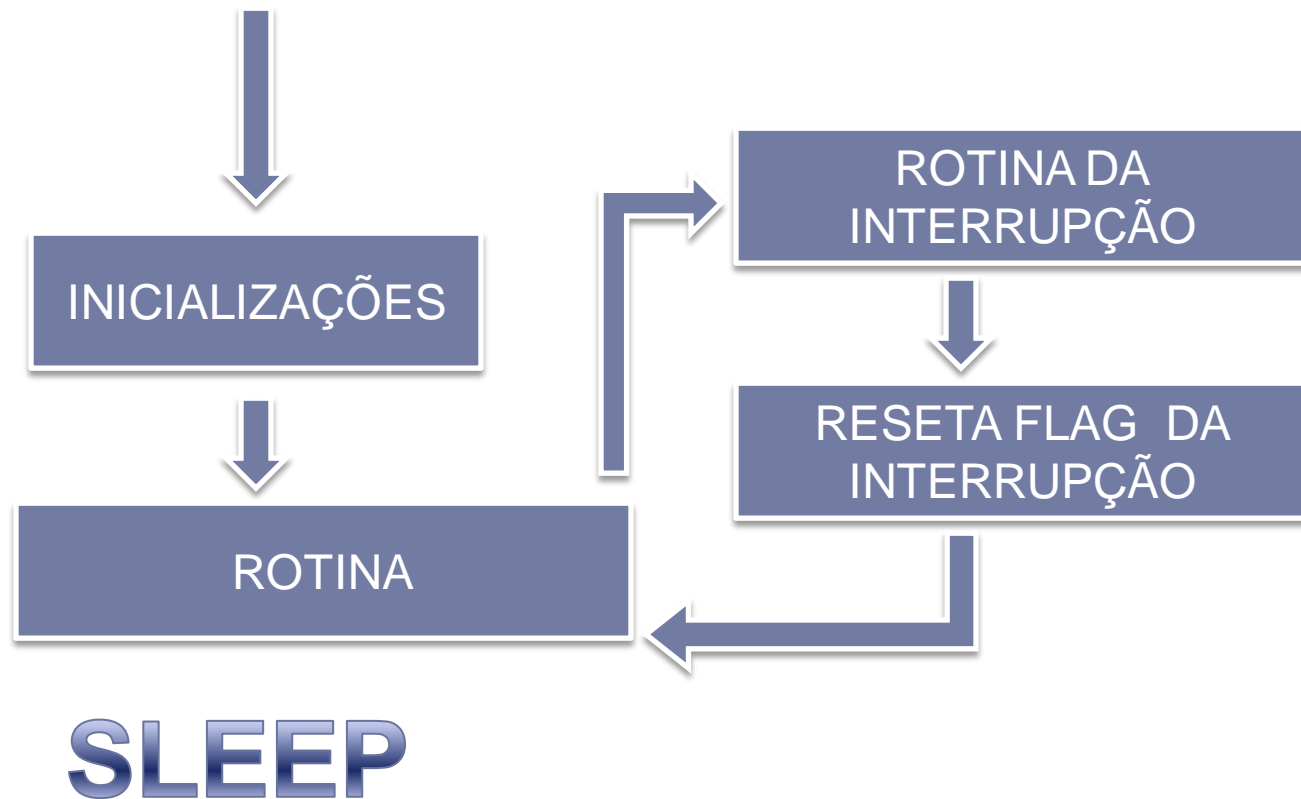
# Interrupção

---



# Interrupção

---



# Interrupção em P1 e P2

---

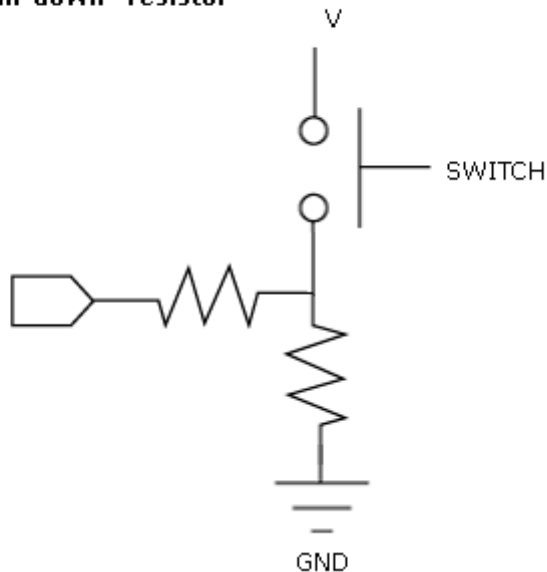
- ▶ Na família F2xxx e G2xxx apenas P1 e P2 tem tratamento de interrupções dos pinos;
- ▶ Cada port tem seu próprio vetor de interrupções;
- ▶ Cada pino Px.y tem um conjunto de flags PxIE.y, PxIFG.y e PxIES.y individuais para tratar sua interrupção;
- ▶ PxIE.y habilita a interrupção em Px.y;
- ▶ PxIFG.y indica interrupção em Px.y;
- ▶ PxIESx.y seleciona se a interrupção em Px.y ocorrerá numa transição de baixo-para-alto ou alto-para-baixo;

# Resistor Pull-Down/ Pull-Up

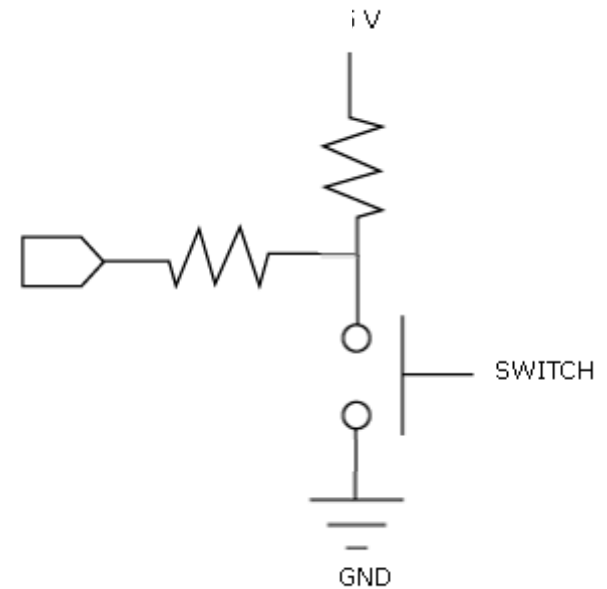
---

## ► Forma de ligação

Switch with "pull-down" resistor

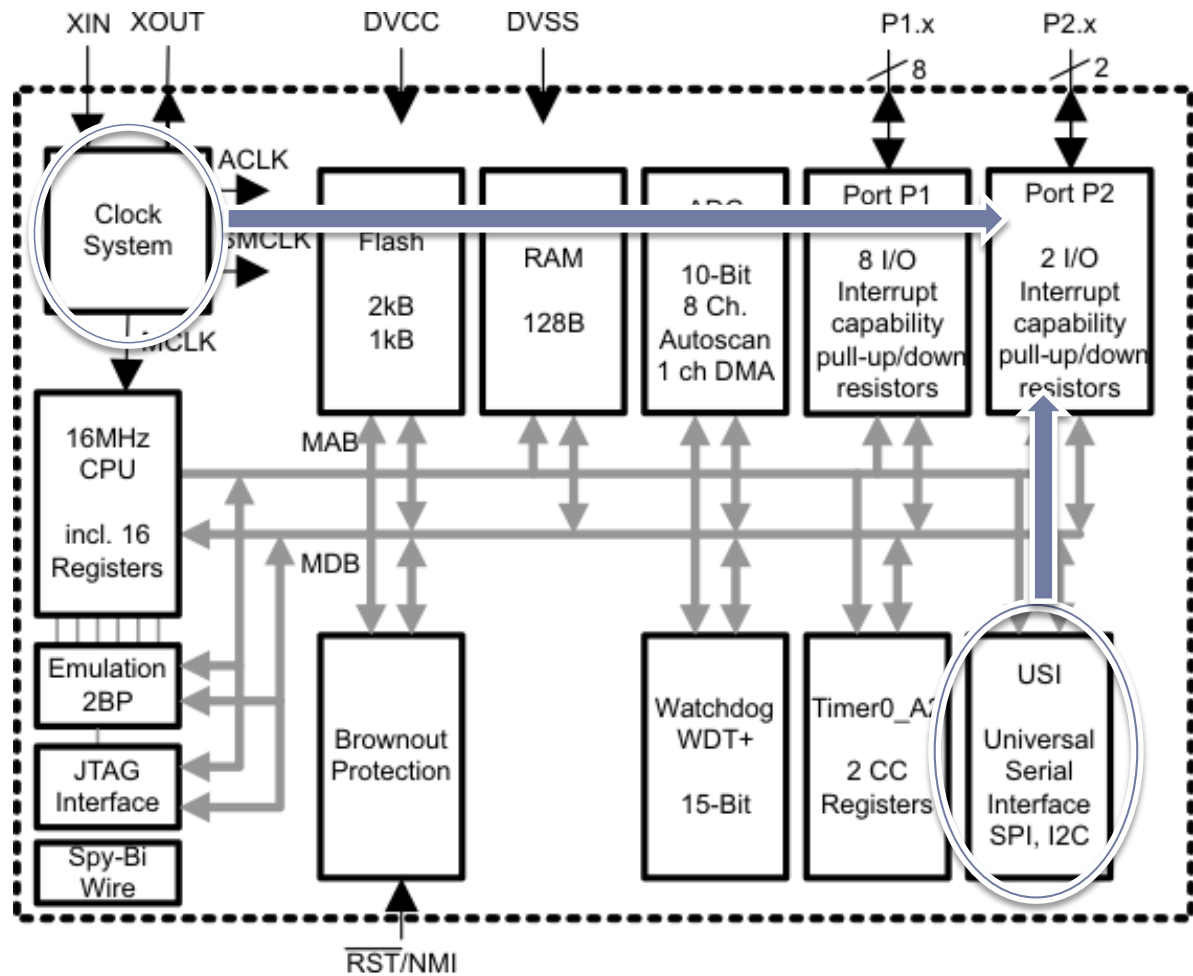


Switch with "pull-up" resistor



# PxSEL

- ▶ Diagrama em Blocos do MSP430G2231



Note: Memory sizes, supported peripherals, and ports may differ depending on the device.

# Prática 2 – Vamos fazer juntos?

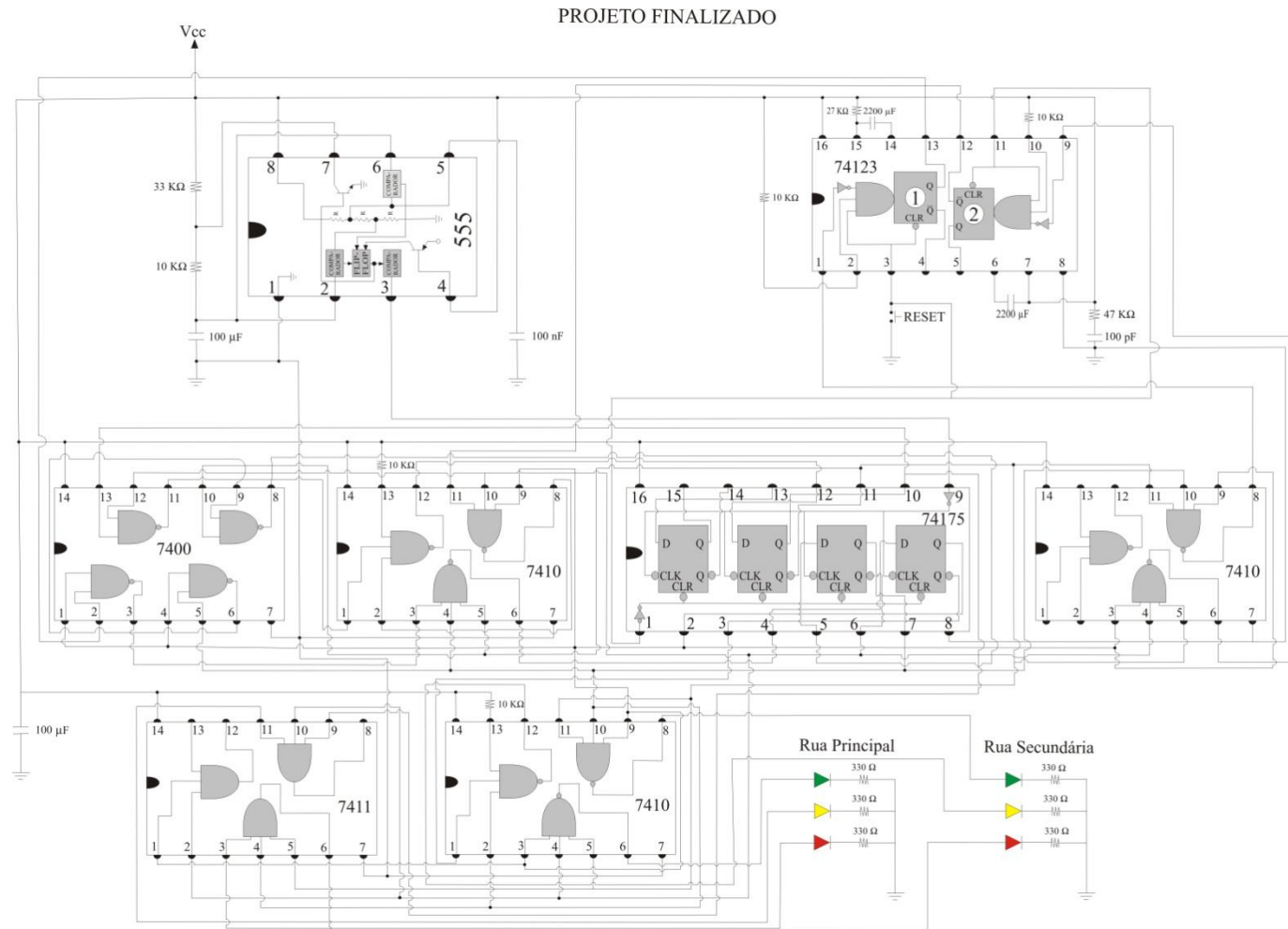
---

- ▶ LED piscador com botão!
  - ▶ Fazer LED piscar utilizando delay timer acionado a partir de um botão.



# Prática 3 – Utilização Prática

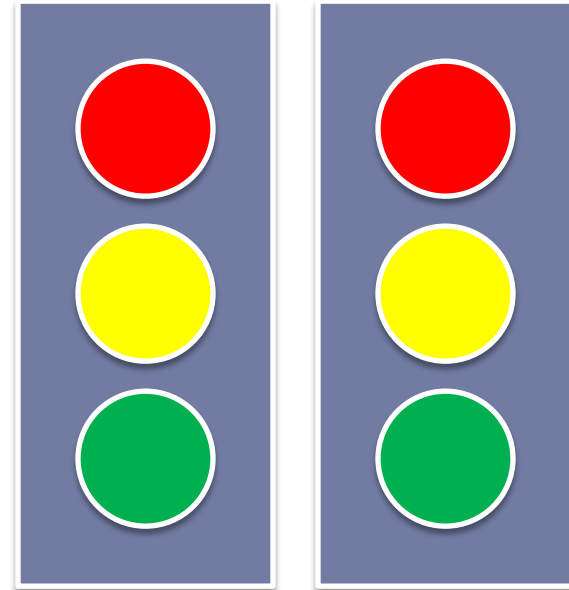
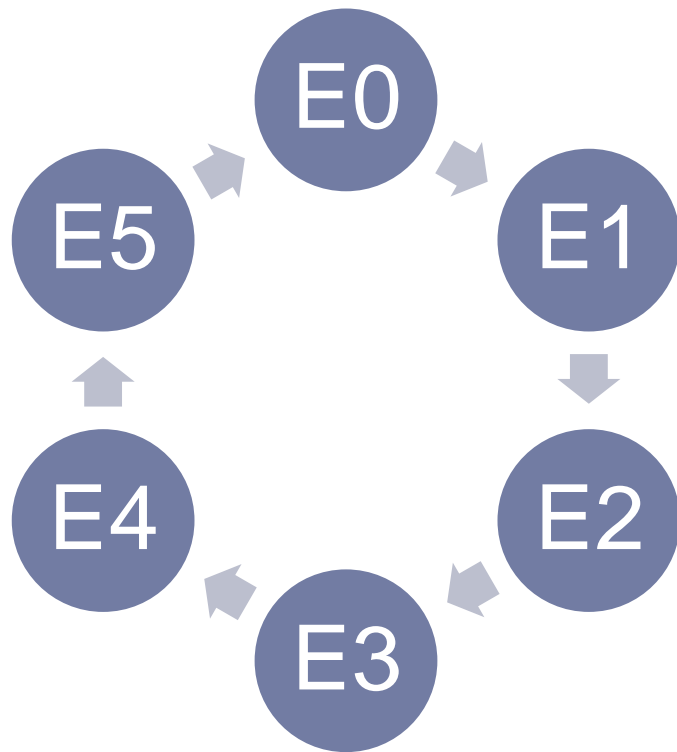
## ► Semáforo



# Prática 3 – Utilização Prática

---

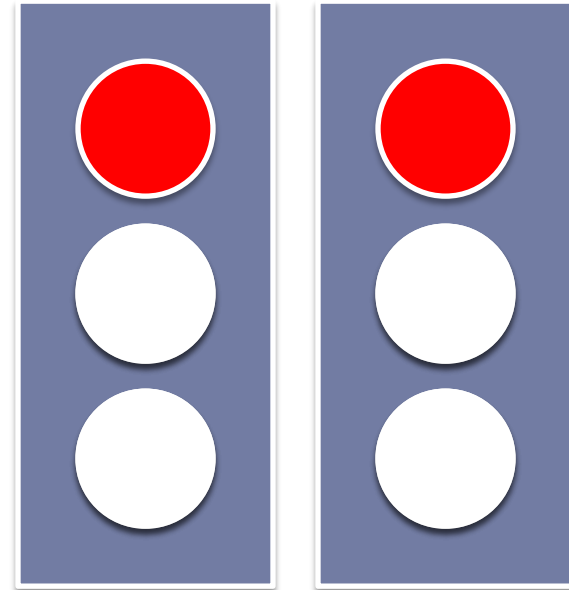
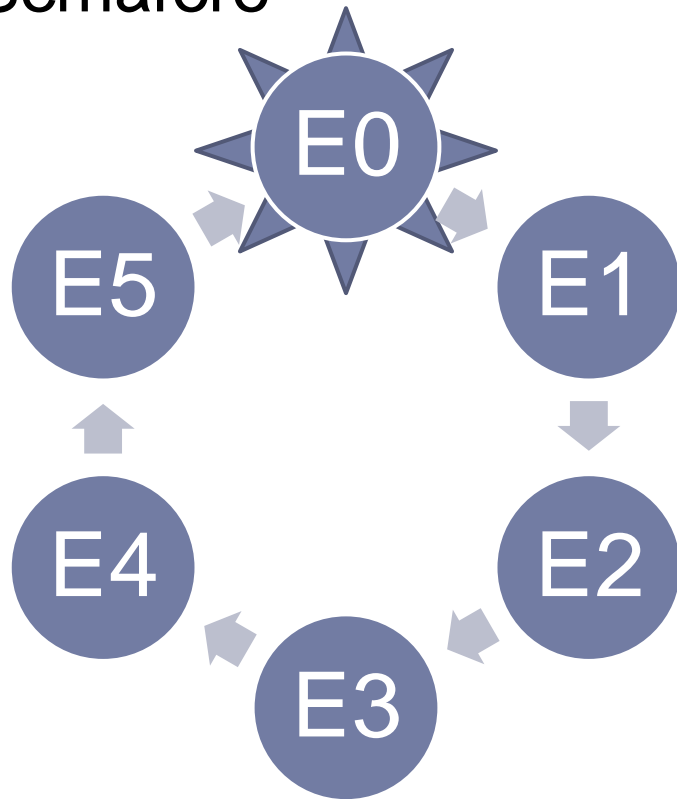
## ► Semáforo



# Prática 3 – Utilização Prática

---

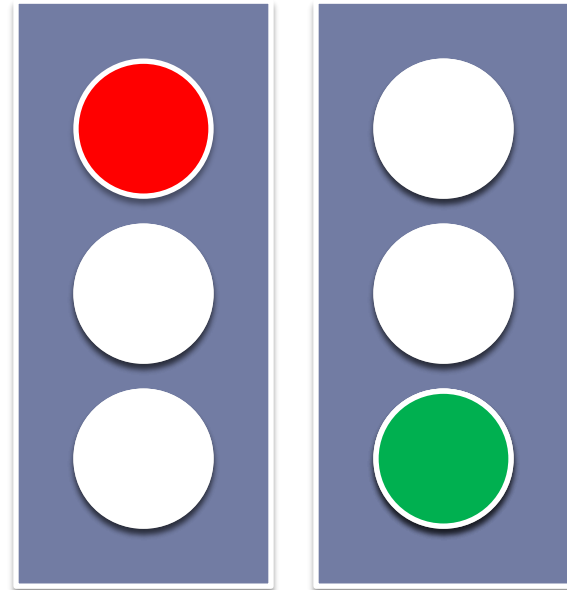
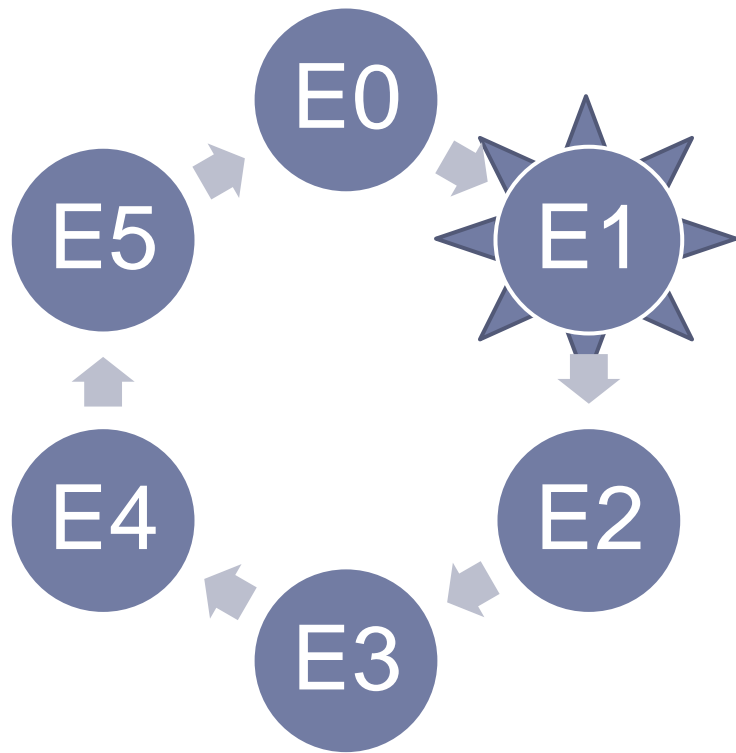
## ► Semáforo



# Prática 3 – Utilização Prática

---

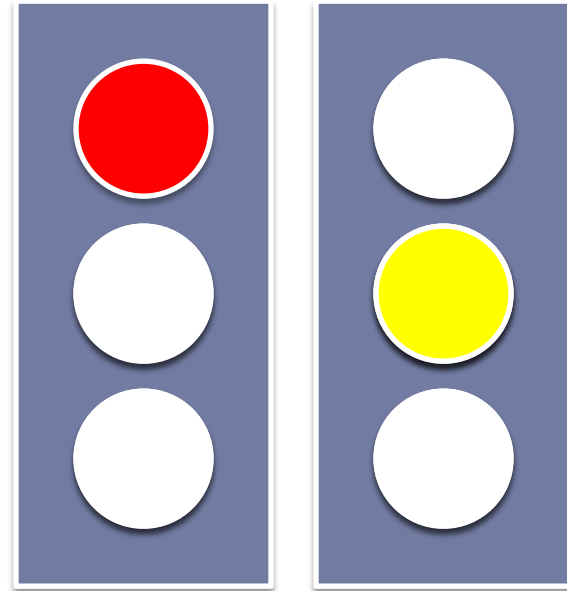
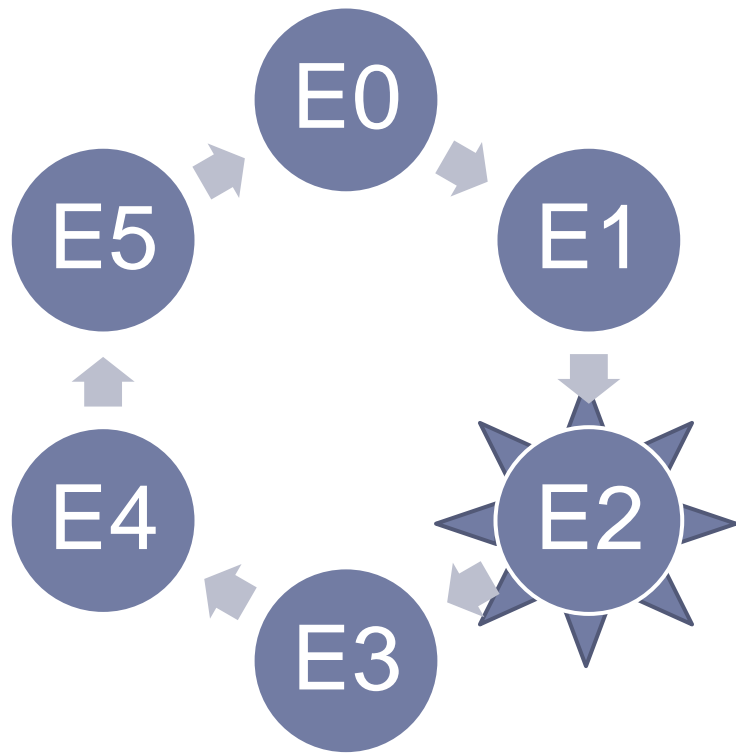
## ► Semáforo



# Prática 3 – Utilização Prática

---

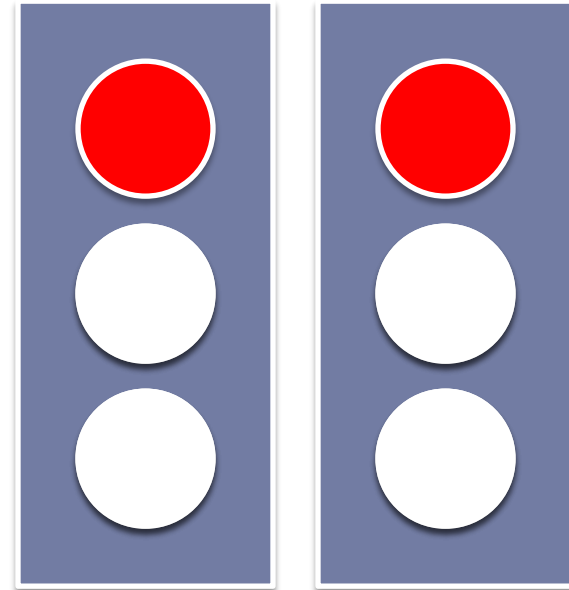
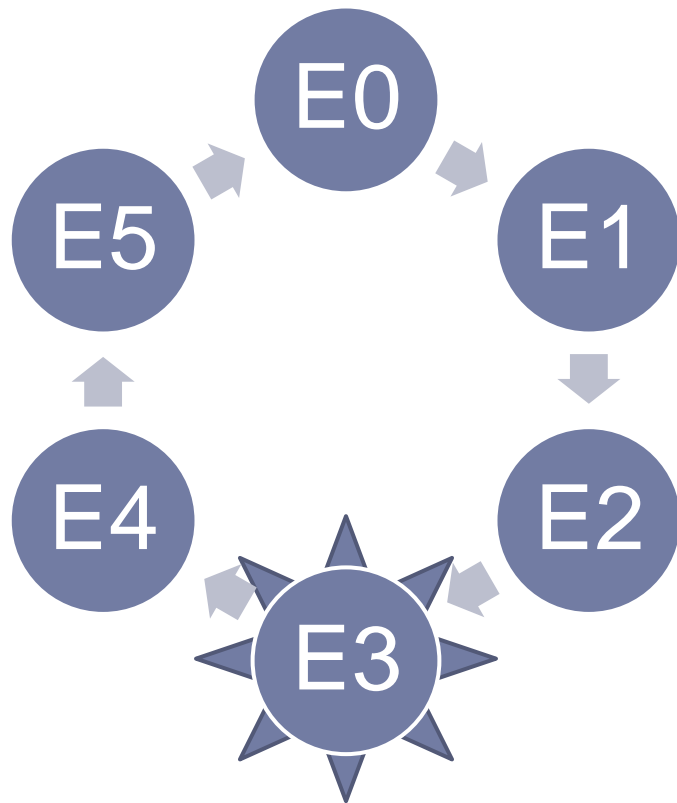
## ► Semáforo



# Prática 3 – Utilização Prática

---

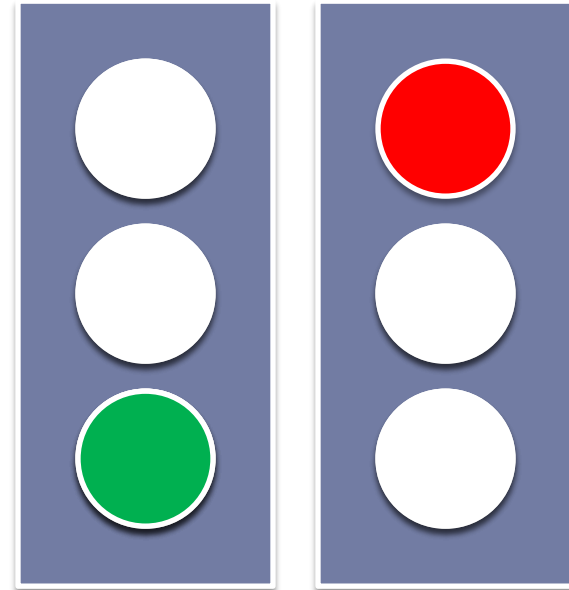
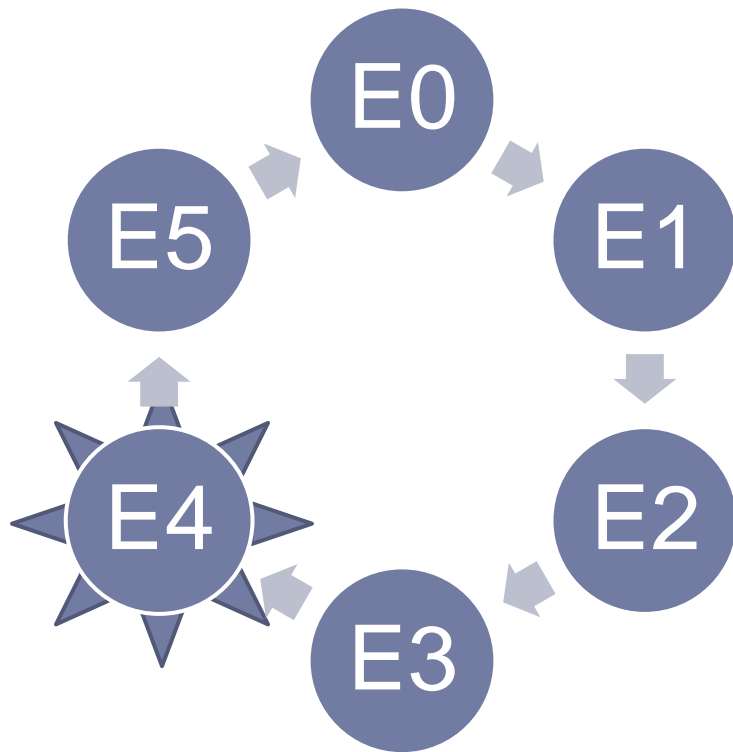
## ► Semáforo



# Prática 3 – Utilização Prática

---

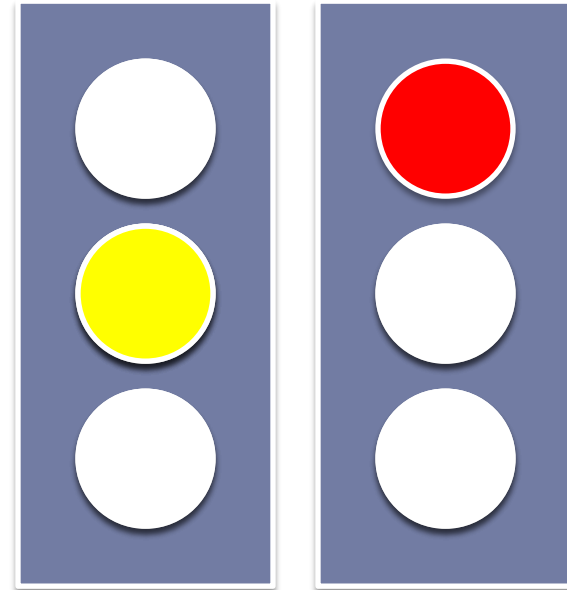
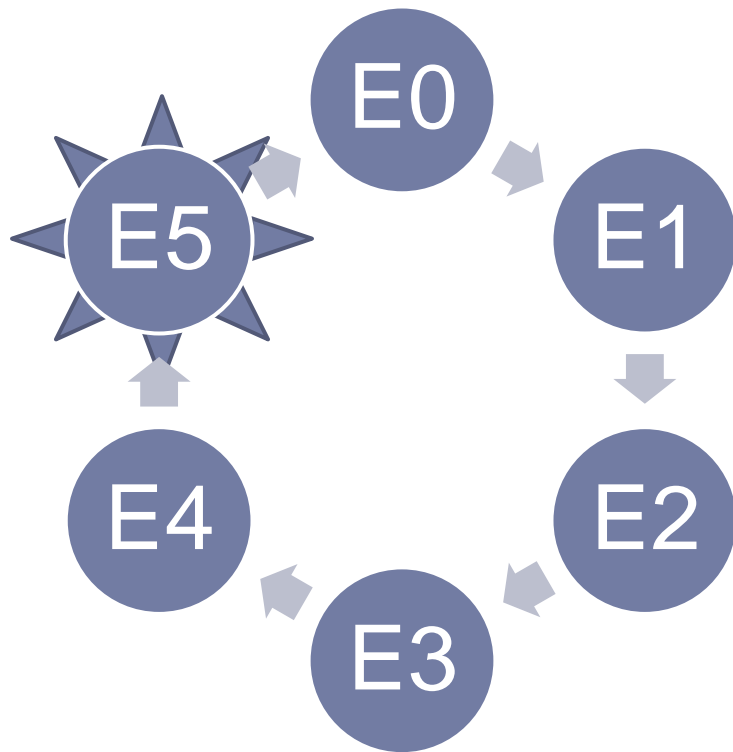
## ► Semáforo



# Prática 3 – Utilização Prática

---

## ► Semáforo





# Referências

---

- ▶ SLAS694C – February 2010 – Revised July 2010;
- ▶ SLAU144H – December 2004 – Revised April 2011.