



ARQUITETURA DE COMPUTADORES

COMPONENTES DE HARDWARE: **MEMÓRIA, DISPOSITIVOS E BARRAMENTO**

Prof. Dr. Daniel Caetano

2022 - 1

Compreendendo o problema

- **Situação:** Vimos o que acontece quando o computador liga... E como a CPU funciona...

```
Award Medallion BIOS v6.0, An Energy Star Ally
Copyright (C) 1984-2001, Award Software, Inc.

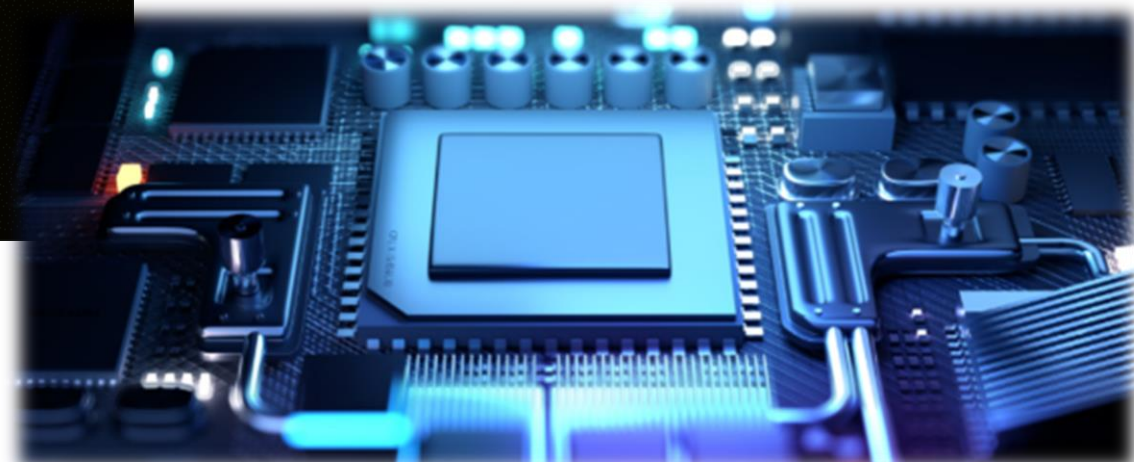
ASUS P4T533-C ACPI BIOS Revision 1007 Beta 001

Intel(R) Pentium(R) 4 2800 MHz Processor
Memory Test : 262144K OK

Award Plug and Play BIOS Extension v1.0A
Initialize Plug and Play Cards...
PNP Init Completed

Detecting Primary Master ... MAXTOR 6L040J2
Detecting Primary Slave ... ASUS CD-S520/A
Detecting Secondary Master ... Skip
Detecting Secondary Slave ... None_

Press DEL to enter SETUP, Alt-F2 to enter EZ flash utility
08/20/2002-1850E/ICH2/M627-P4T533-C
```



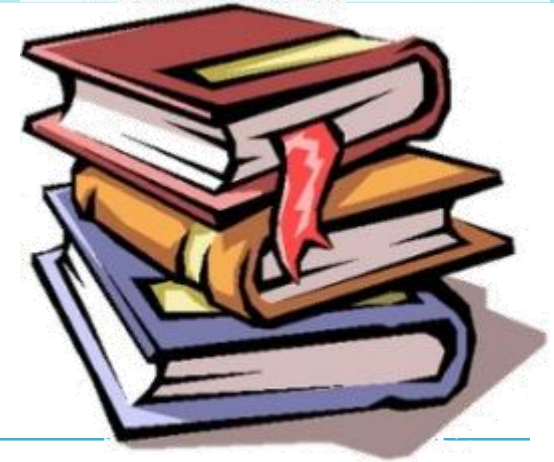
Mas e os outros elementos?

Objetivos

- Conhecer a lógica de funcionamento de um sistema em barramento
- Compreender o funcionamento da memória
- Compreender o básico sobre dispositivos de entrada e saída



Material de Estudo



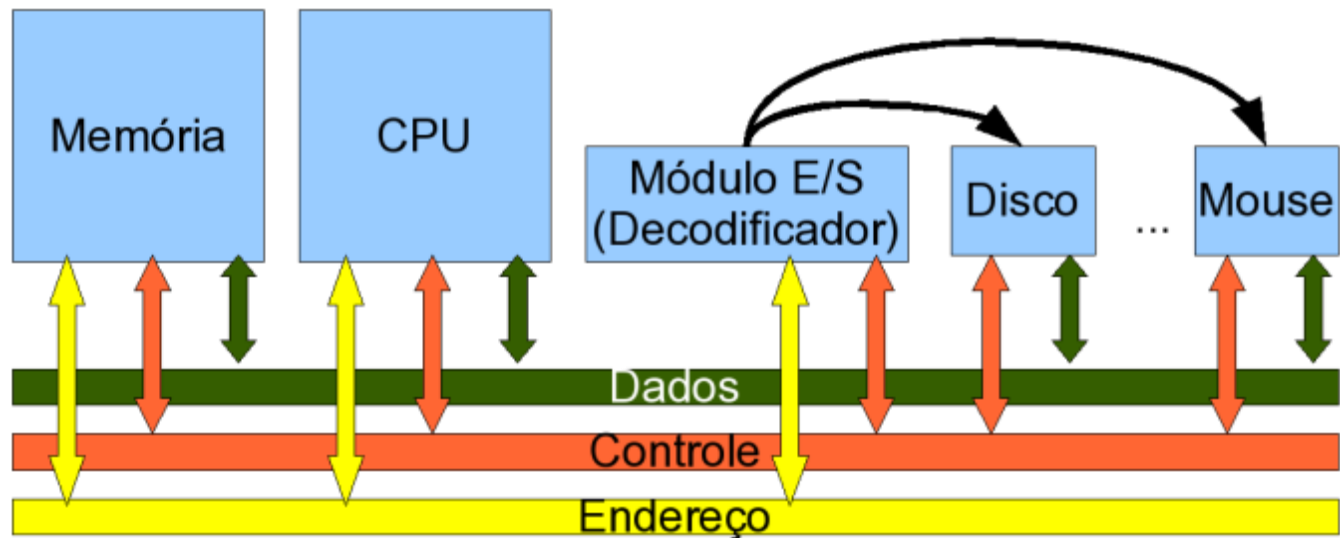
Material	Acesso ao Material
Notas de Aula e Apresentação	https://www.caetano.eng.br/aulas/2022a/ara0039.php (Arquitetura de Computadores – Aula 05)
Material Base	<ul style="list-style-type: none">• Introdução à Organização de Computadores (Monteiro) Capítulos 4, 5 e 10.• Organização de Computadores (Polli, SAVA), cap. 5.
Material Adicional	<ol style="list-style-type: none">1) Memória RAM: https://youtu.be/2EWJms8vrys2) Memória Cache: https://youtu.be/ZpGqJ-YsXf43) Memória Flash: https://youtu.be/7qlOil1z5L04) Barramento USB: https://youtu.be/DOSODacXKvl



**BARRAMENTOS:
A INTEGRAÇÃO
CPU/MEMÓRIA/DISPOSITIVOS**

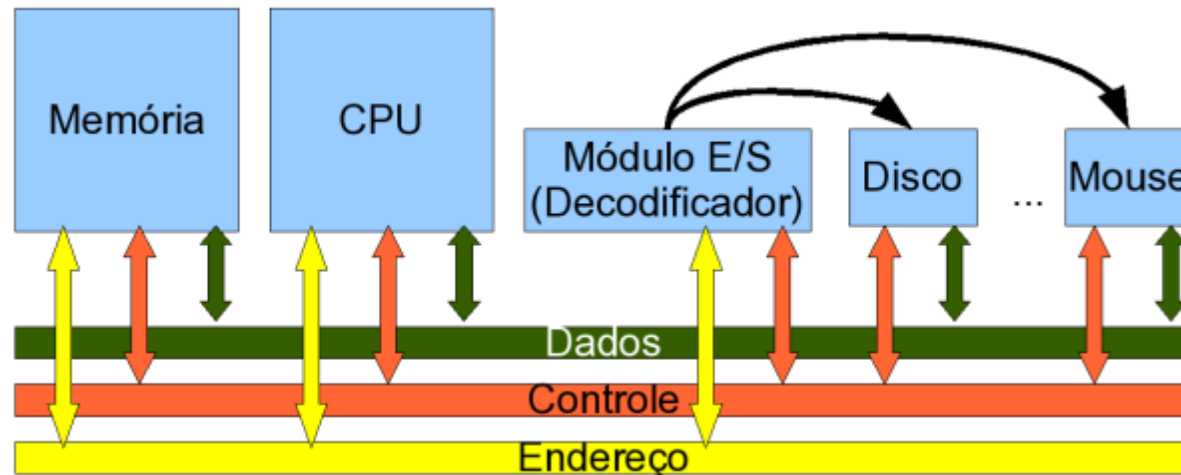
Integração da CPU com Mem/ES

- Von Neumann teórico:
 - Todos os dispositivos interligados à CPU
 - Um conjunto de fios para cada dispositivo
- Na prática: Barramentos de Sistema
 - Dispositivos ligados a um mesmo conjunto de fios



Integração da CPU com Mem/ES

- Barramento de Endereço
 - Configura endereço da Mem/ES a ser acessado
- Barramento de Dados
 - Configura dado a ser transferido
- Barramento de Controle
 - Impede que os dispositivos “se atropelem”



Barramentos de Sistema

- Quem “controla” o barramento?
- Usualmente: CPU é “dona” do barramento:
 - **MREQ**: Sinal que liga a memória
 - **IORQ**: Sinal que liga dispositivos
 - **A0~An**: Indica endereço do dado
 - **D0~Dn**: Dado sendo transferido
- Mas o funcionamento dos dispositivos e CPU precisa ser sincronizado!

MAR: Memory Address Register

MBR: Memory Buffer Register

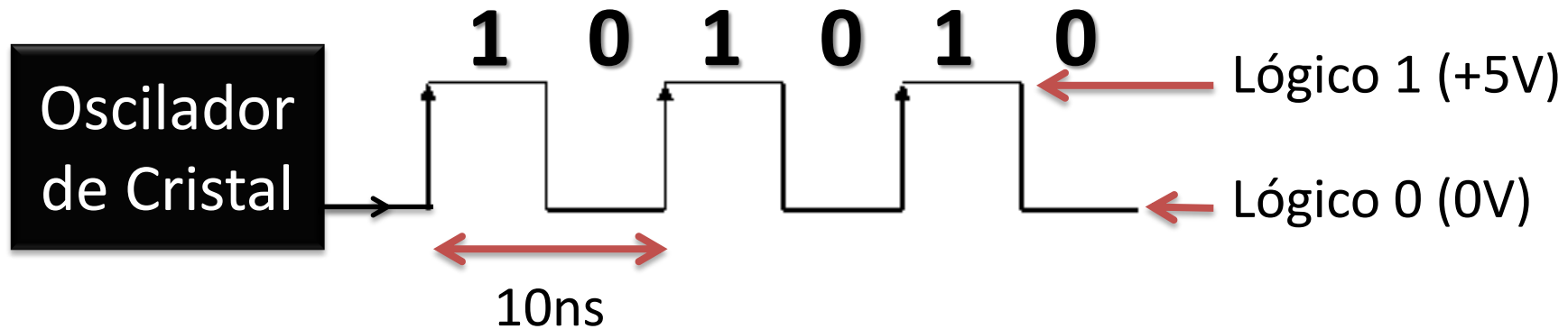
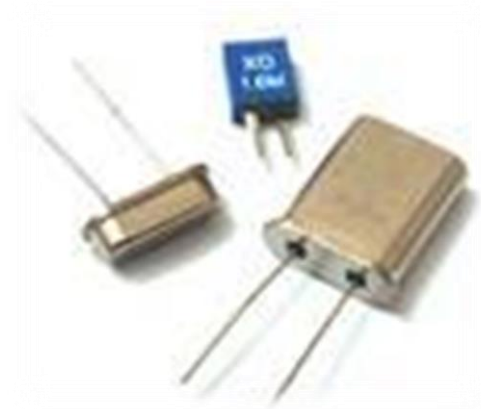


Barramentos de Sistema

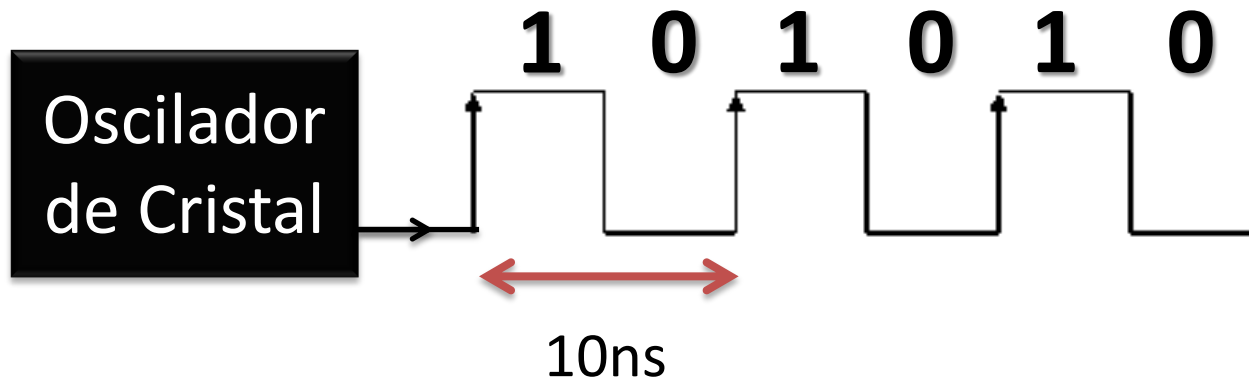
- Sincronia: “relógio” (*clock*)
 - Tic-Tac, Tic-Tac, Tic-Tac...
- O *clock* orienta o **mestre** do barramento
 - Usualmente a CPU
- O mestre do barramento comanda os sinais para operar os **escravos** do barramento
 - Usualmente a memória e outros dispositivos
- O mestre dá uma ordem...
 - E espera “**n ciclos de *clock***” pela resposta

Sincronia de Barramento: Clock

- Gerador do “Clock”: Cristal de Quartzo
- Emite um sinal pulsante em intervalos constantes



Sincronia de Barramento: Clock



- 10ns → 1 ciclo
- 1s → X ciclos

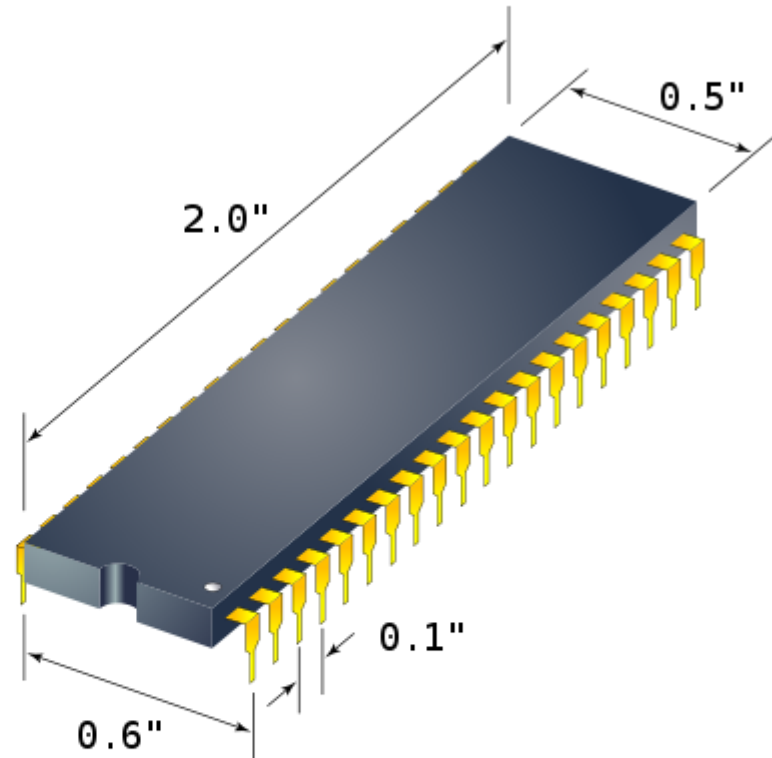
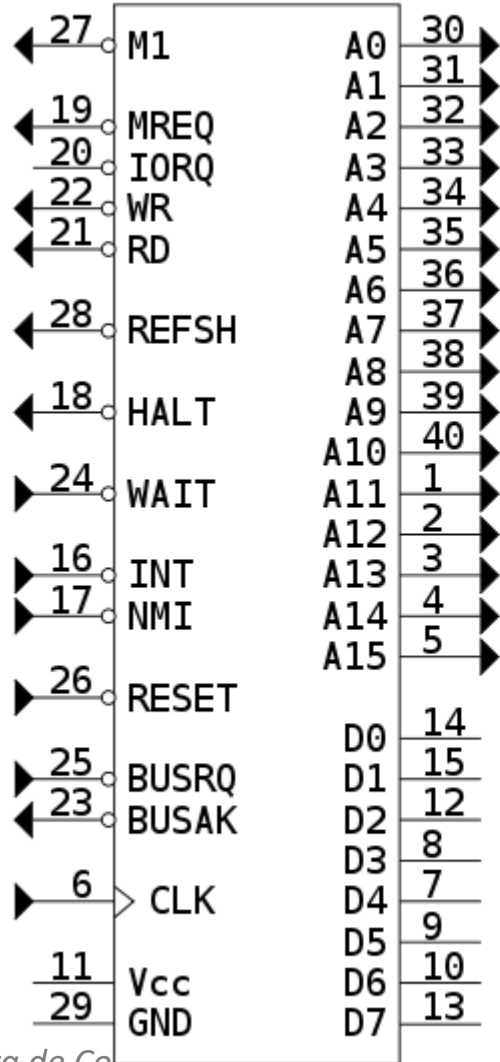
$$x = \frac{1 \text{ ciclo} \cdot 1 \text{ s}}{10 * 10^{-9} \text{ s}}$$

$$x = 10^8 \text{ ciclos}$$

10⁸ ciclos por segundo = 100 MHz

Na prática...

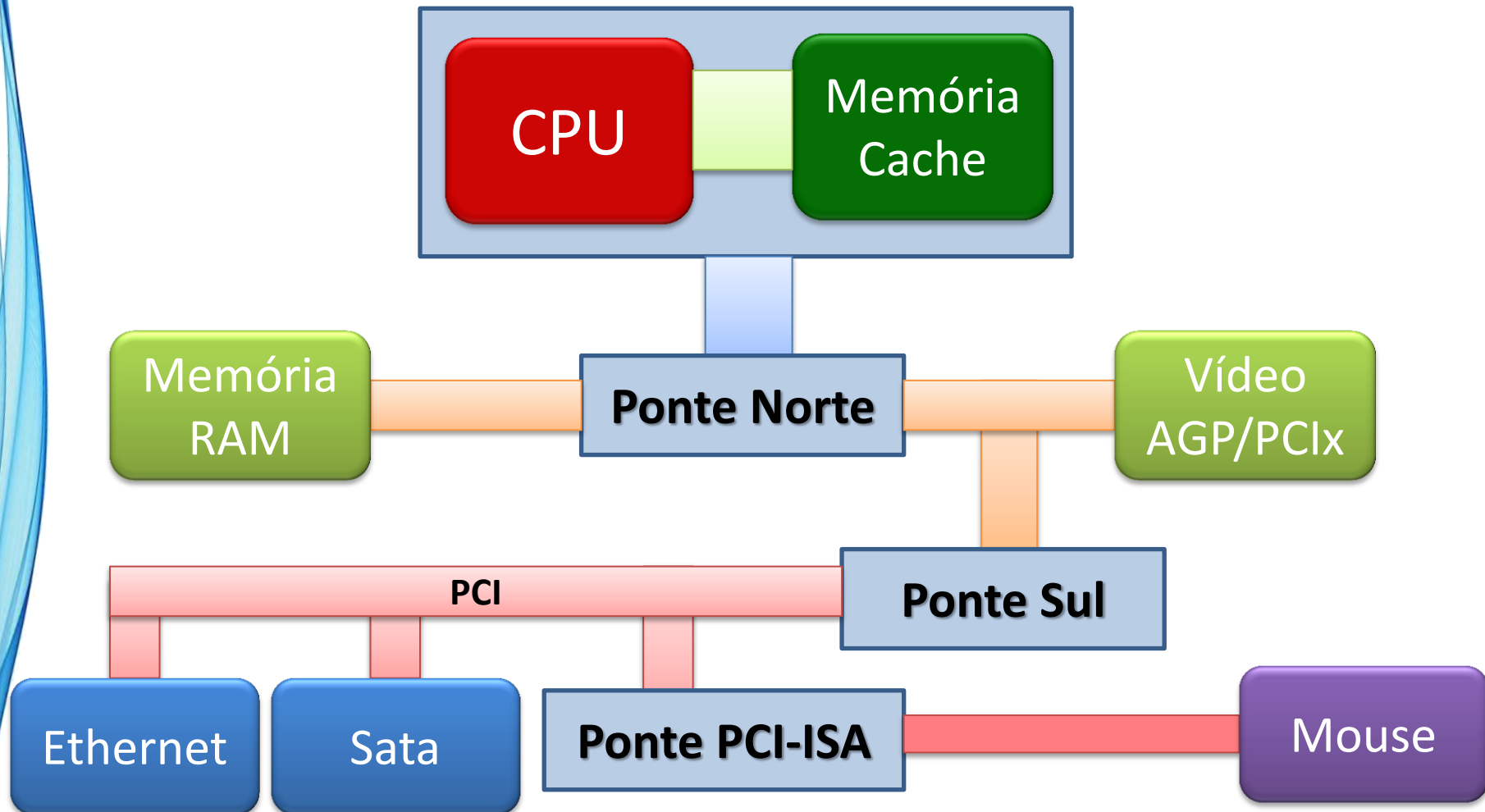
- Exemplo de [CPU](#) / Barramento



- Quantos bits de dados?
- Quantos bits de endereço?

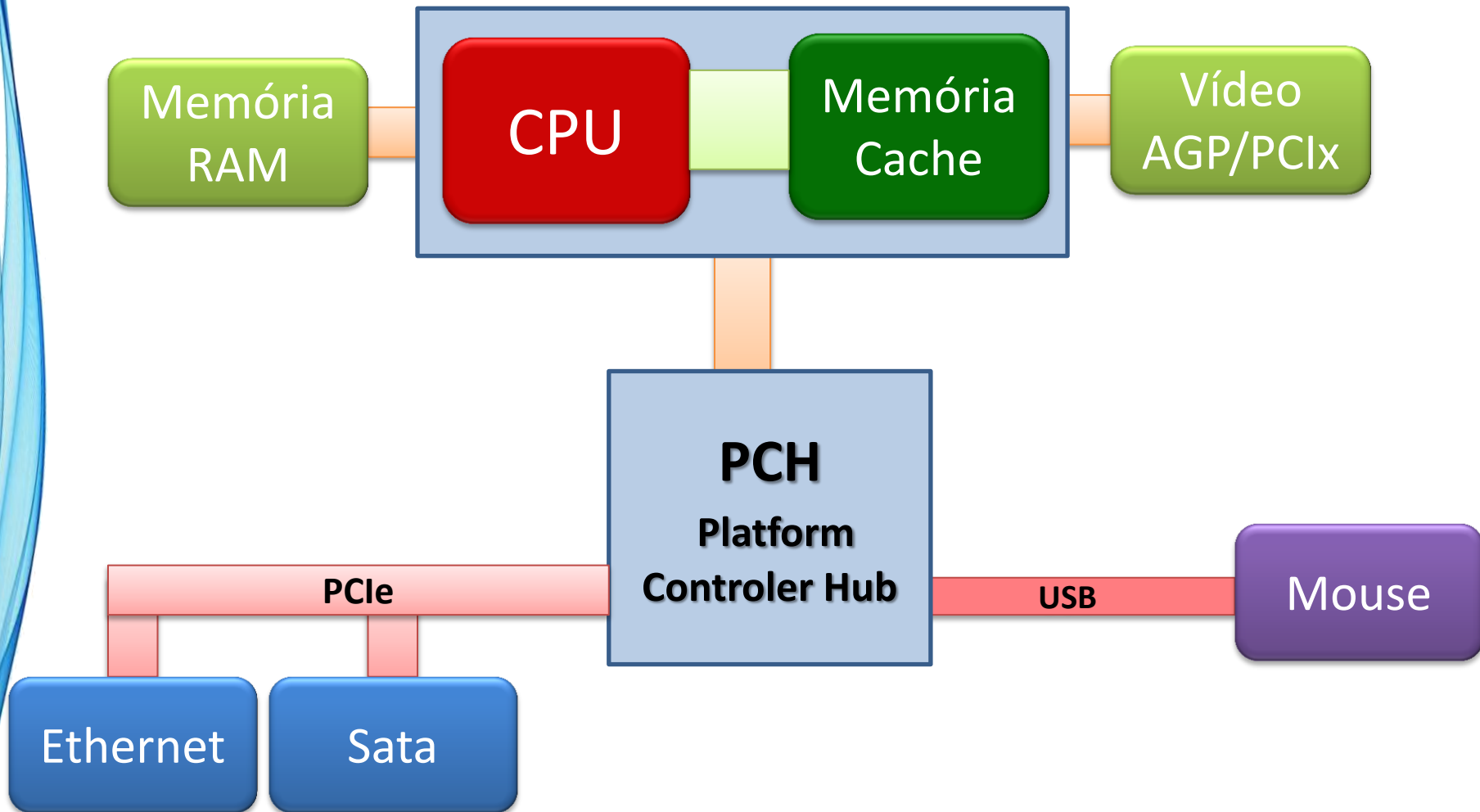
Barramentos em Ponte

- Originalmente, as ligações eram assim:



Barramentos em Ponte

- Modernamente são assim





MEMÓRIA...

COMO ELA FUNCIONA?

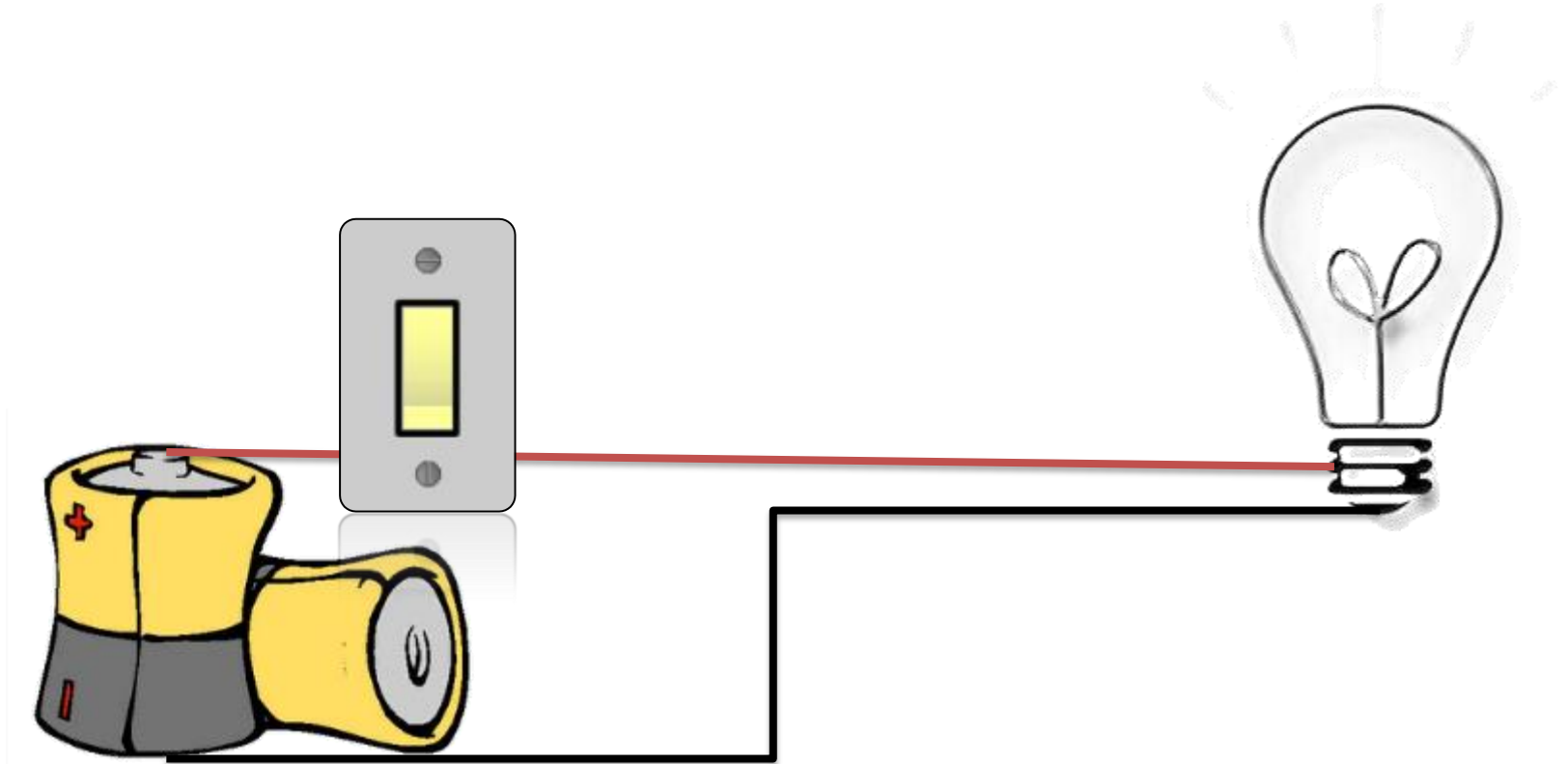
Com se acende uma lâmpada?

- Acender uma lâmpada...?



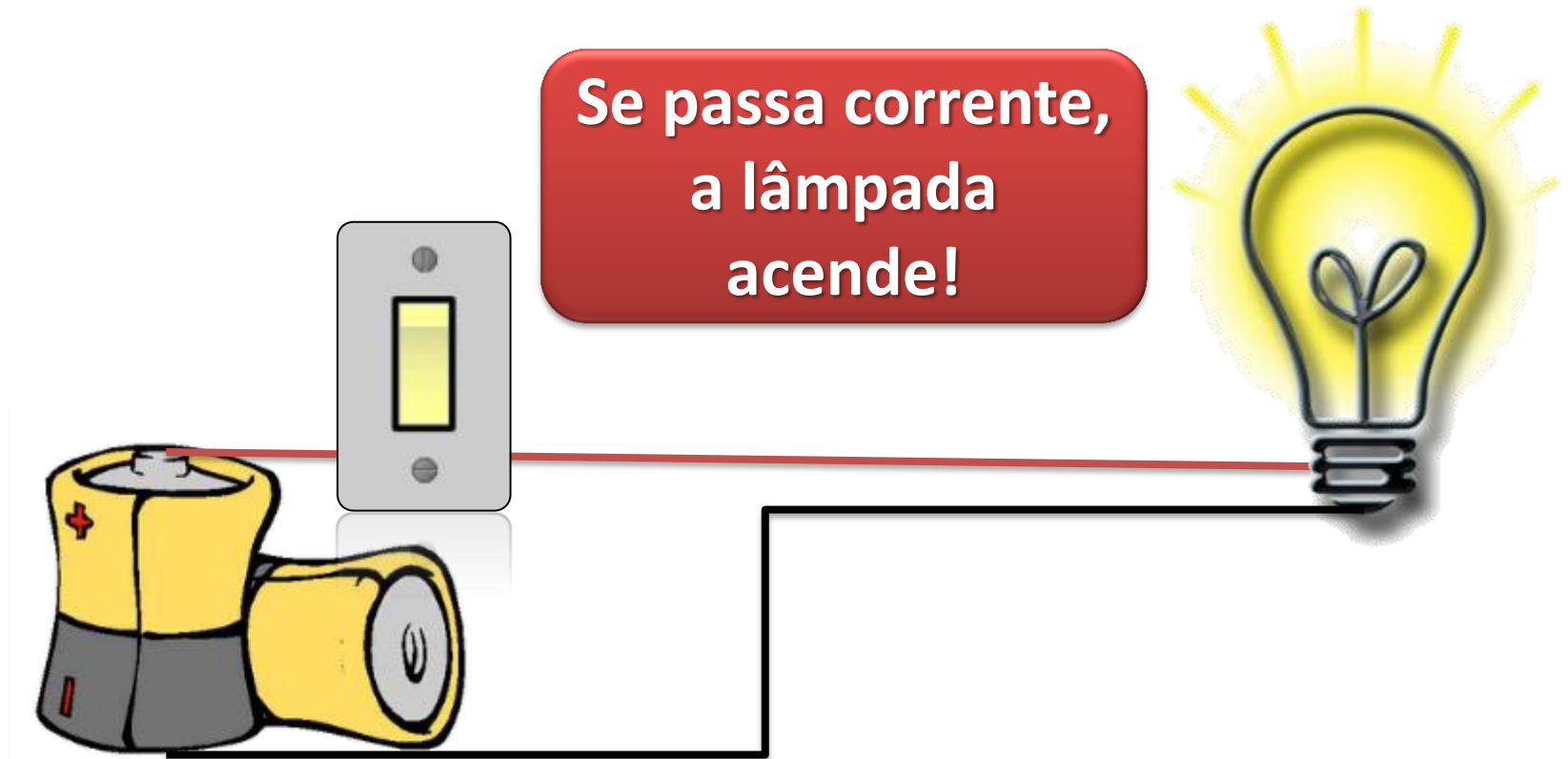
Com se acende uma lâmpada?

- Acender uma lâmpada...?



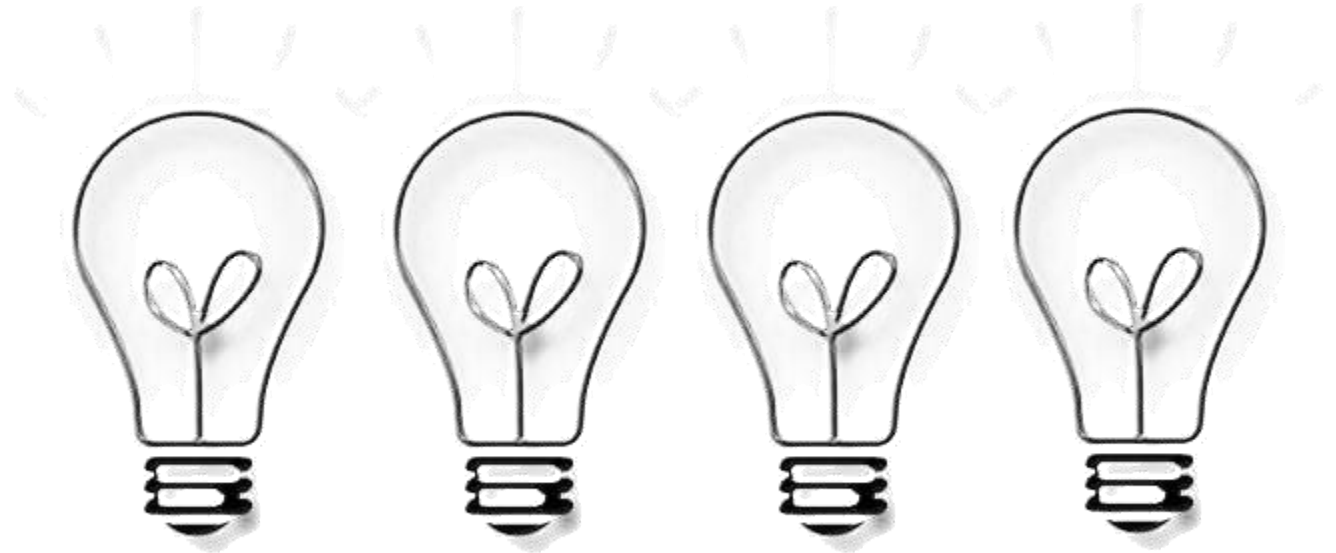
Com se acende uma lâmpada?

- Acender uma lâmpada...?



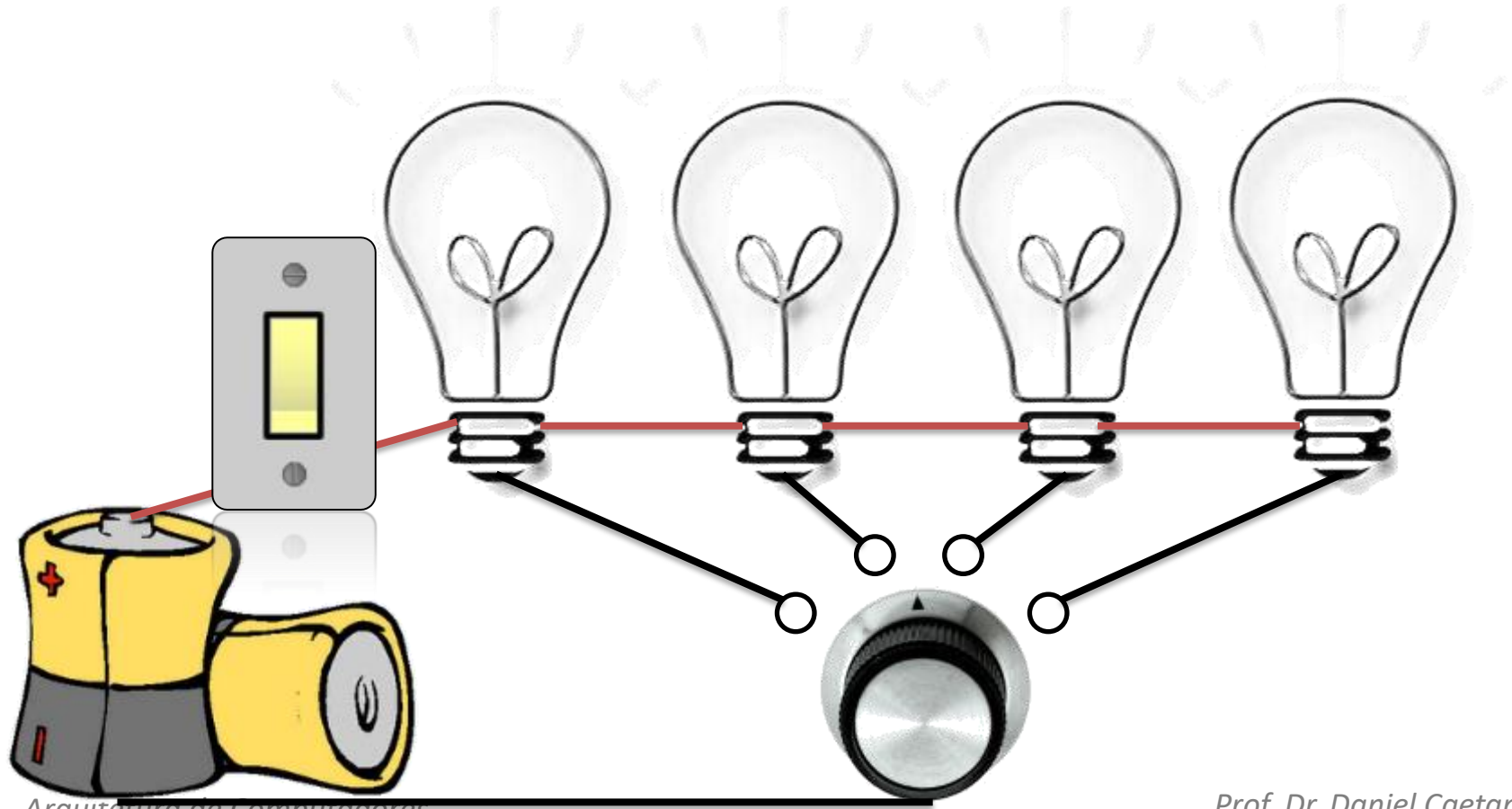
Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



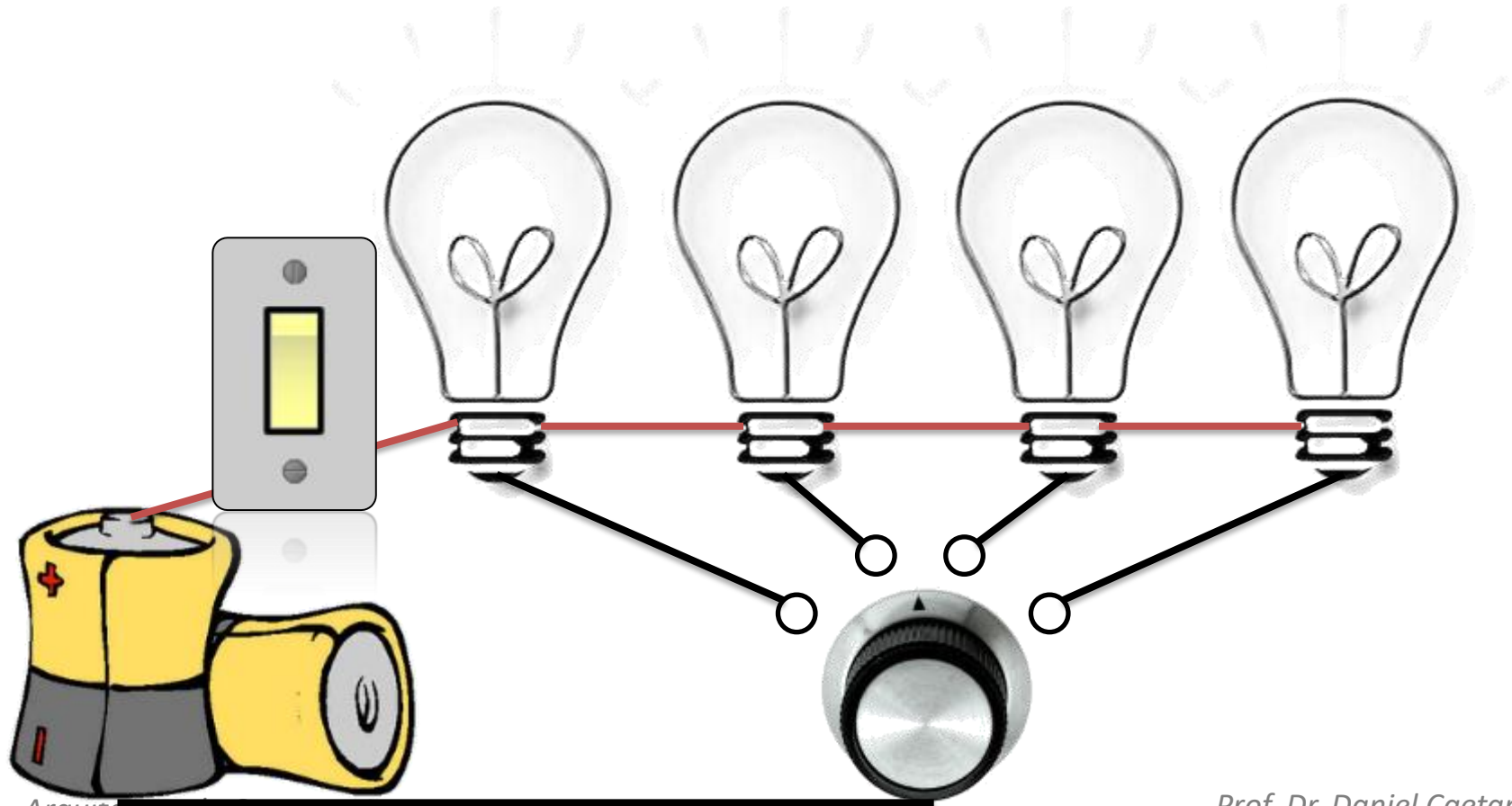
Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



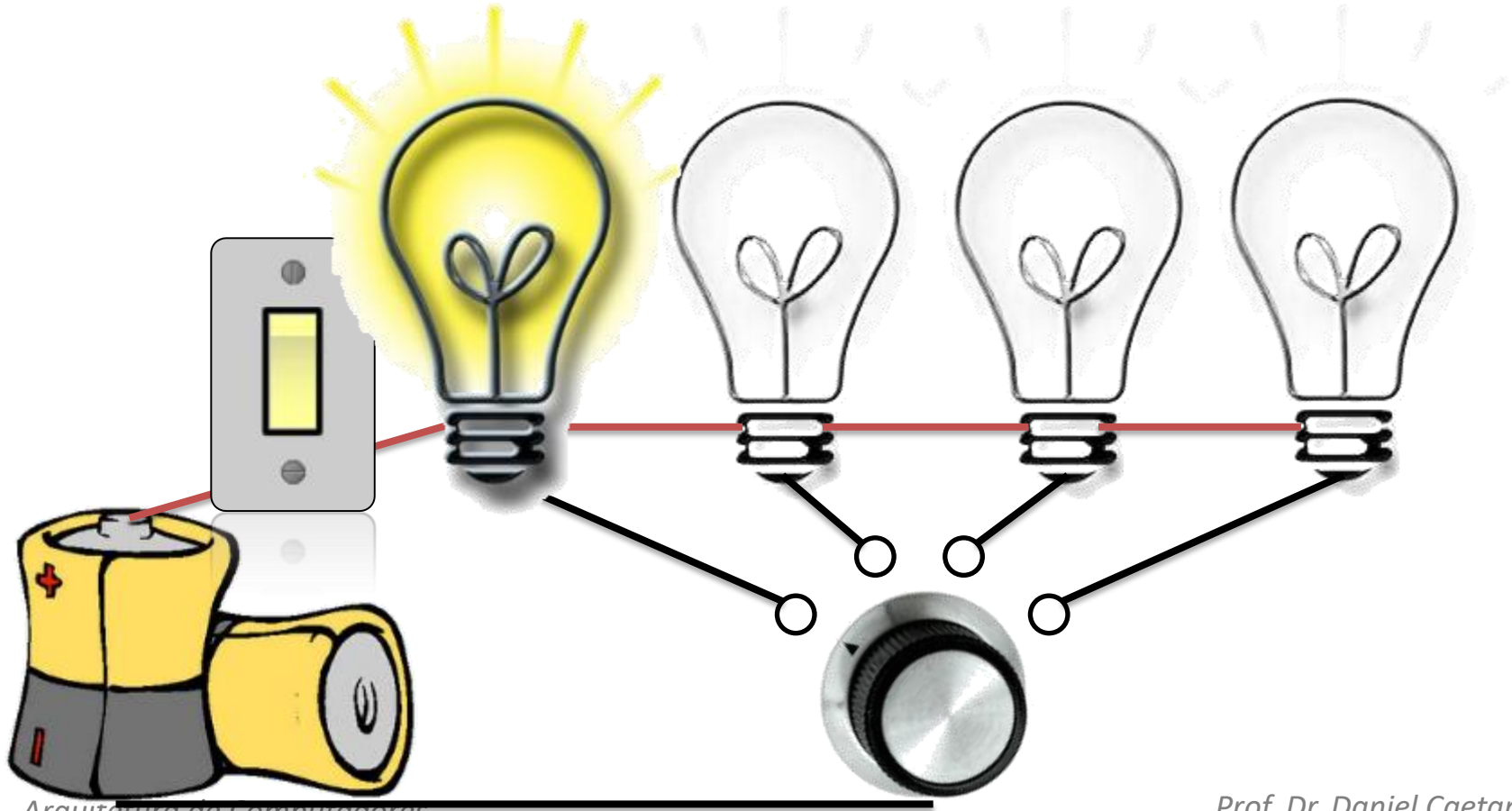
Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



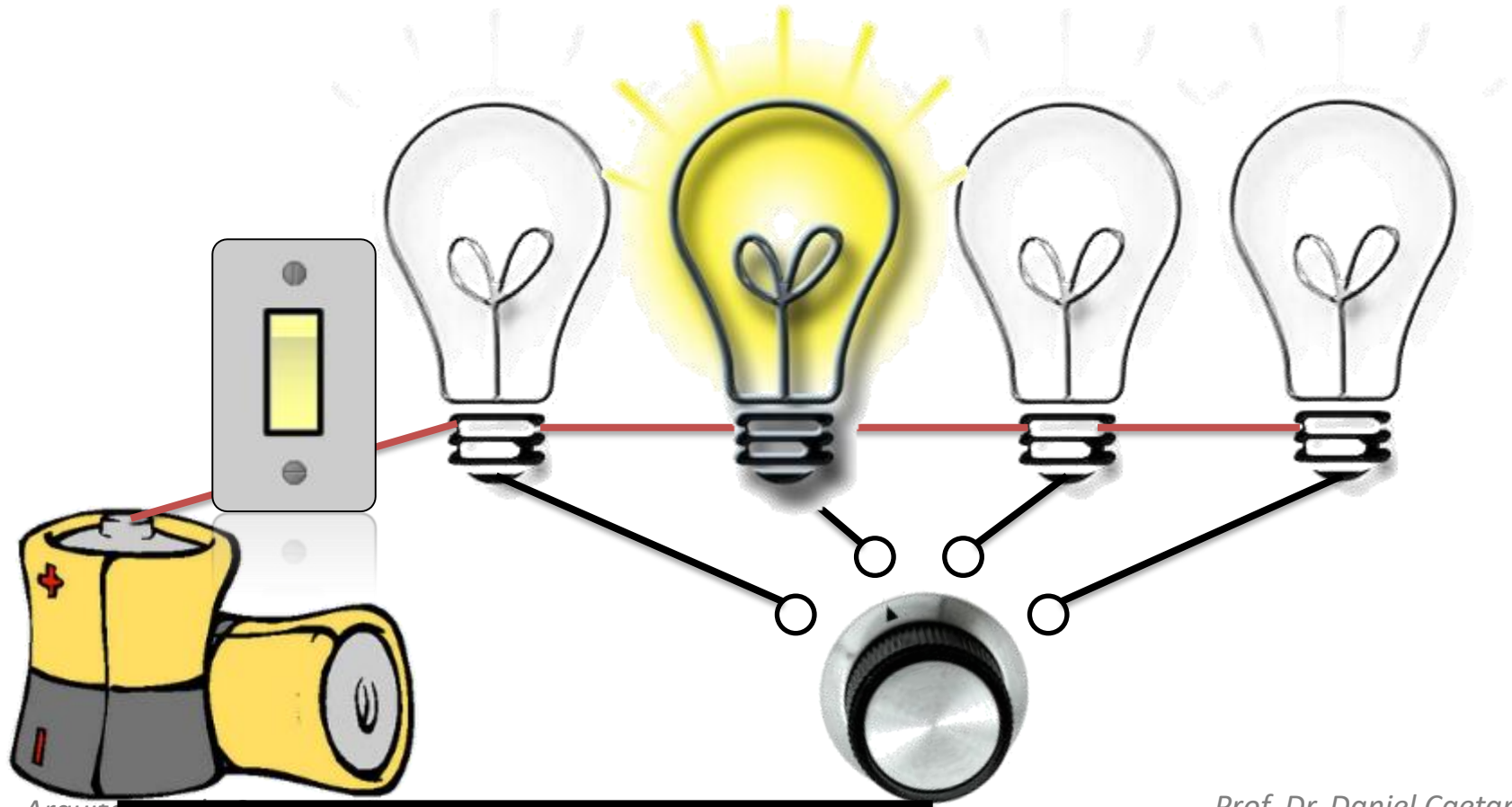
Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



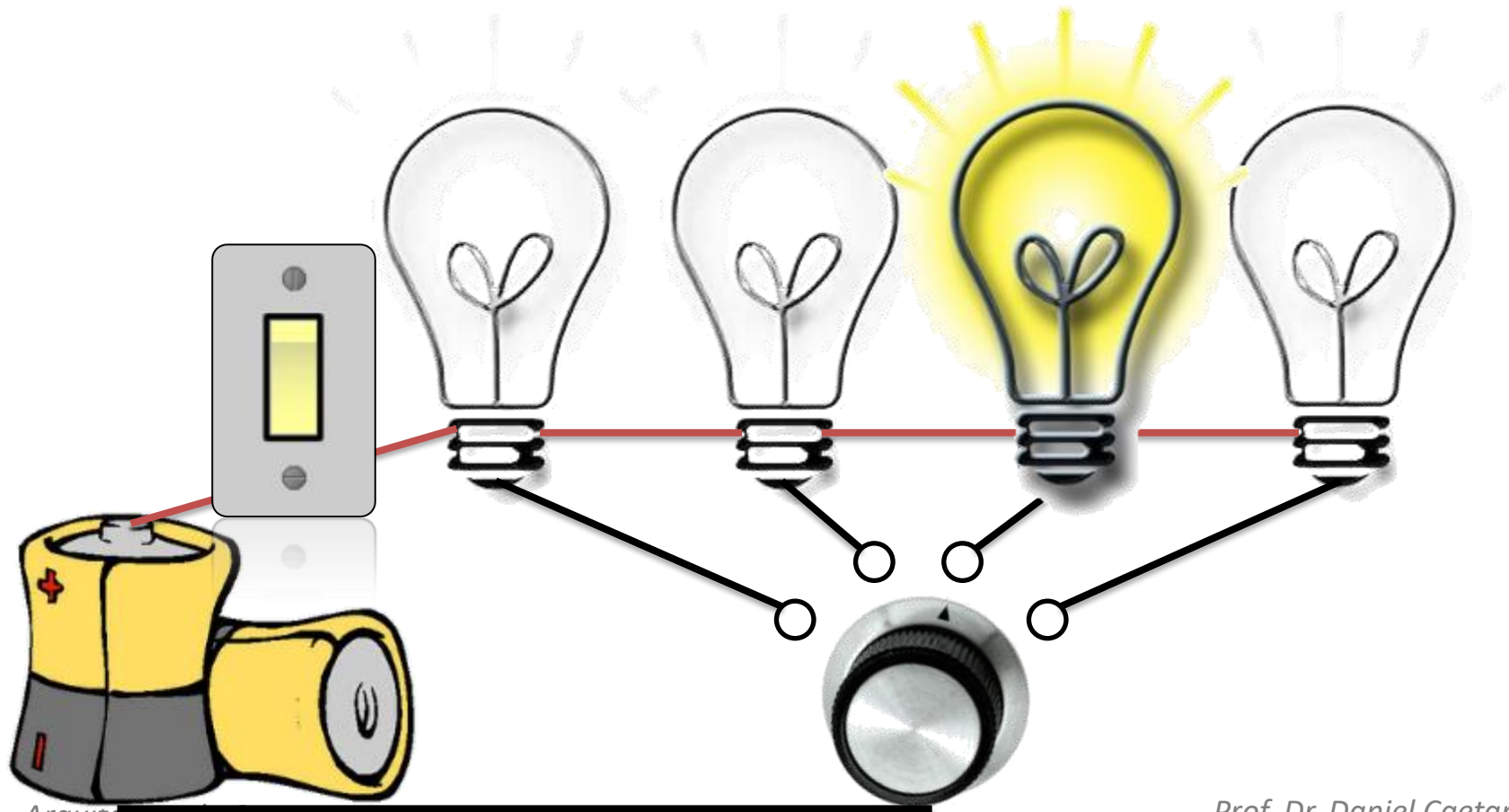
Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



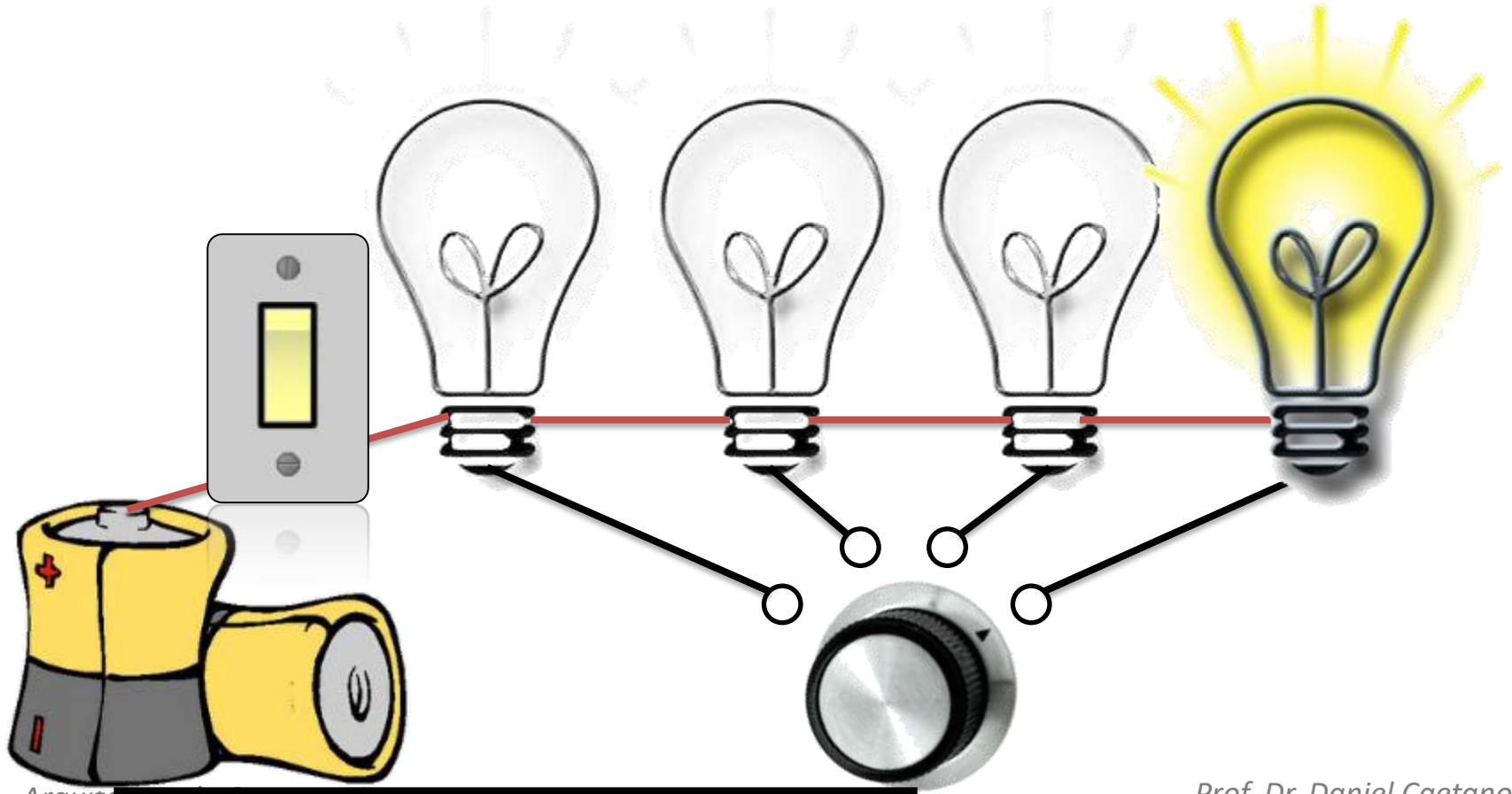
Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



Com se acende uma lâmpada?

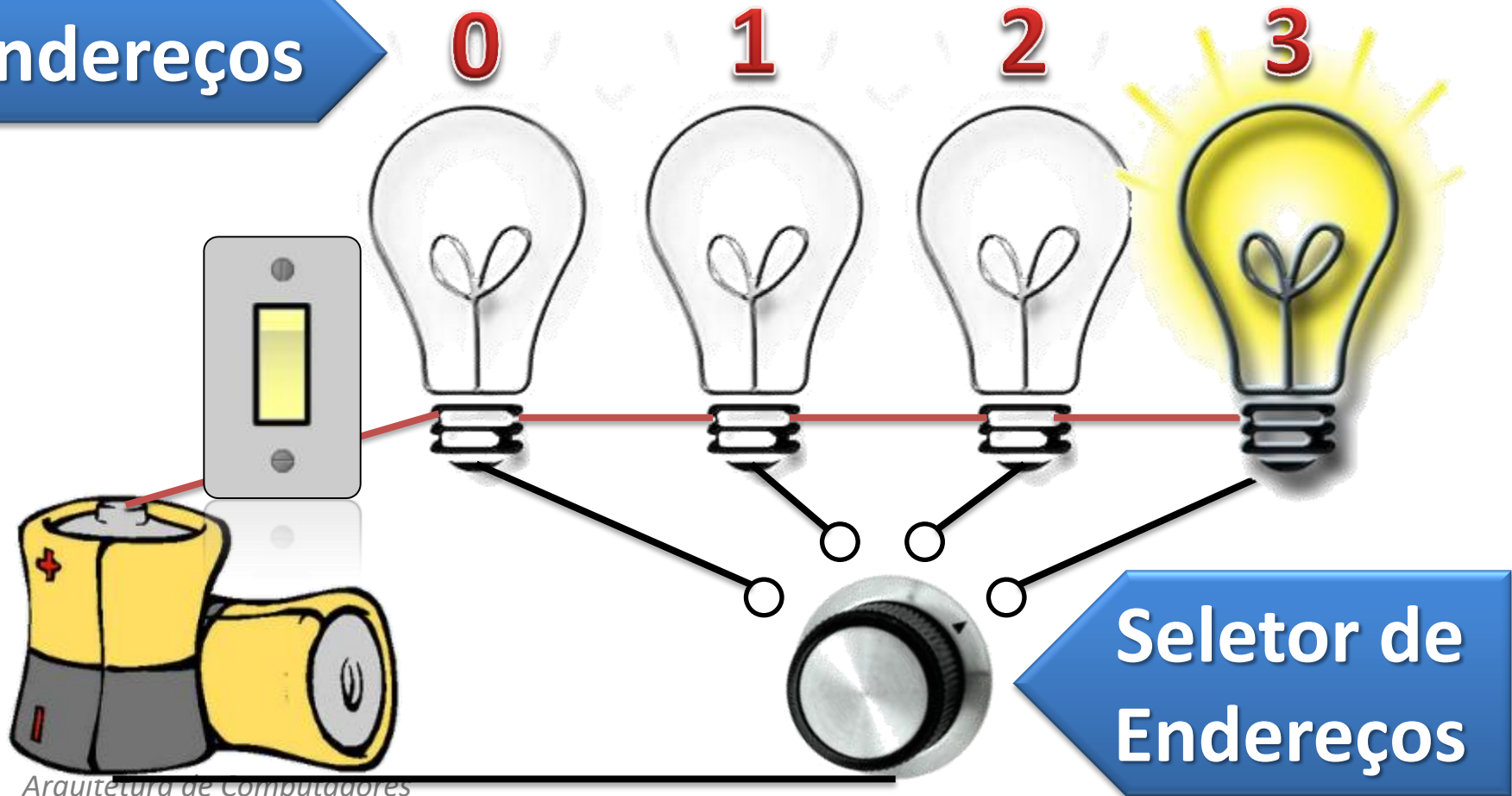
- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?

Endereços



Seletor de Endereços

Com se acende uma lâmpada?

- Acender uma de várias lâmpadas... ?

Endereço

O que isso tem a ver com a memória?

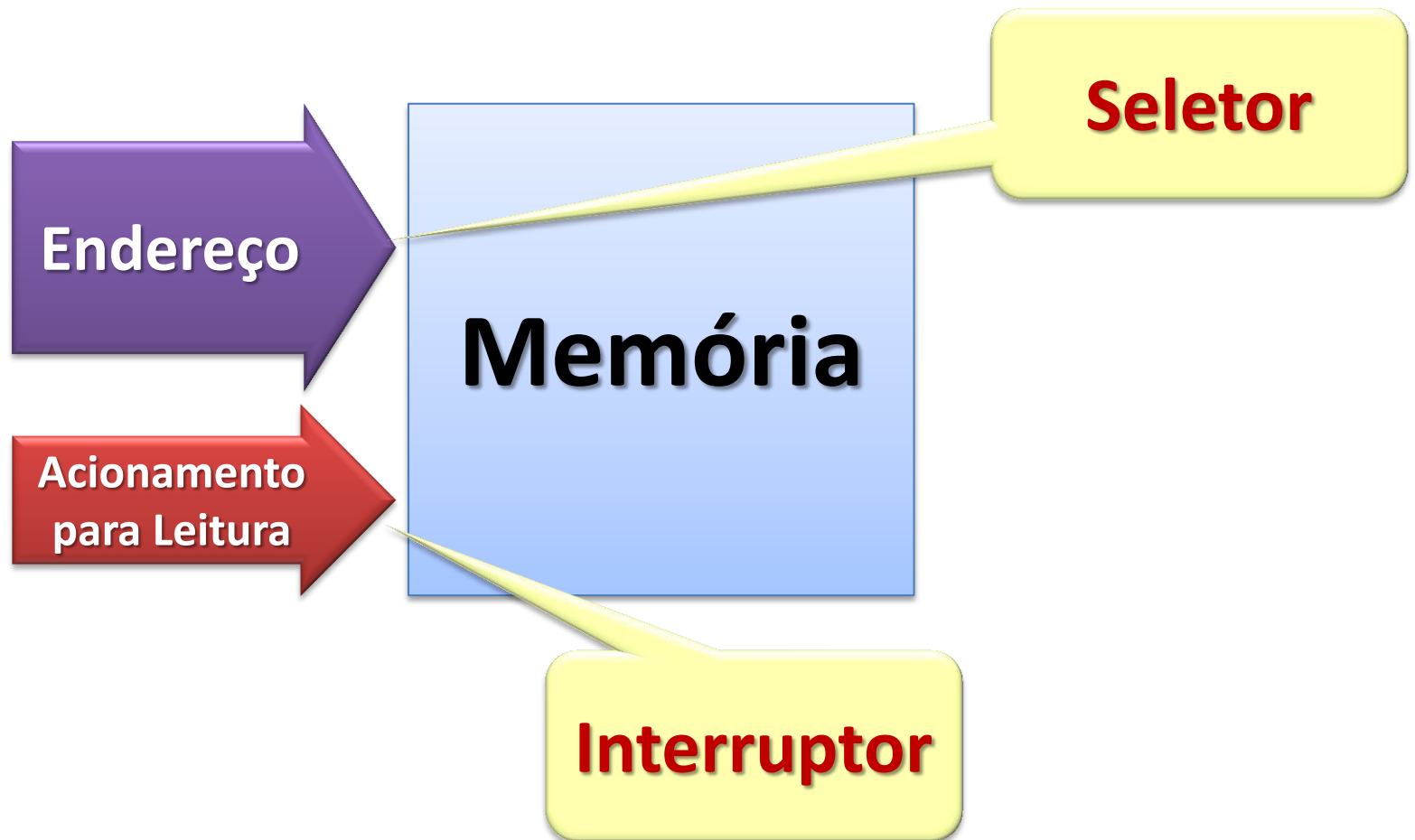
3



Seletor de Endereços

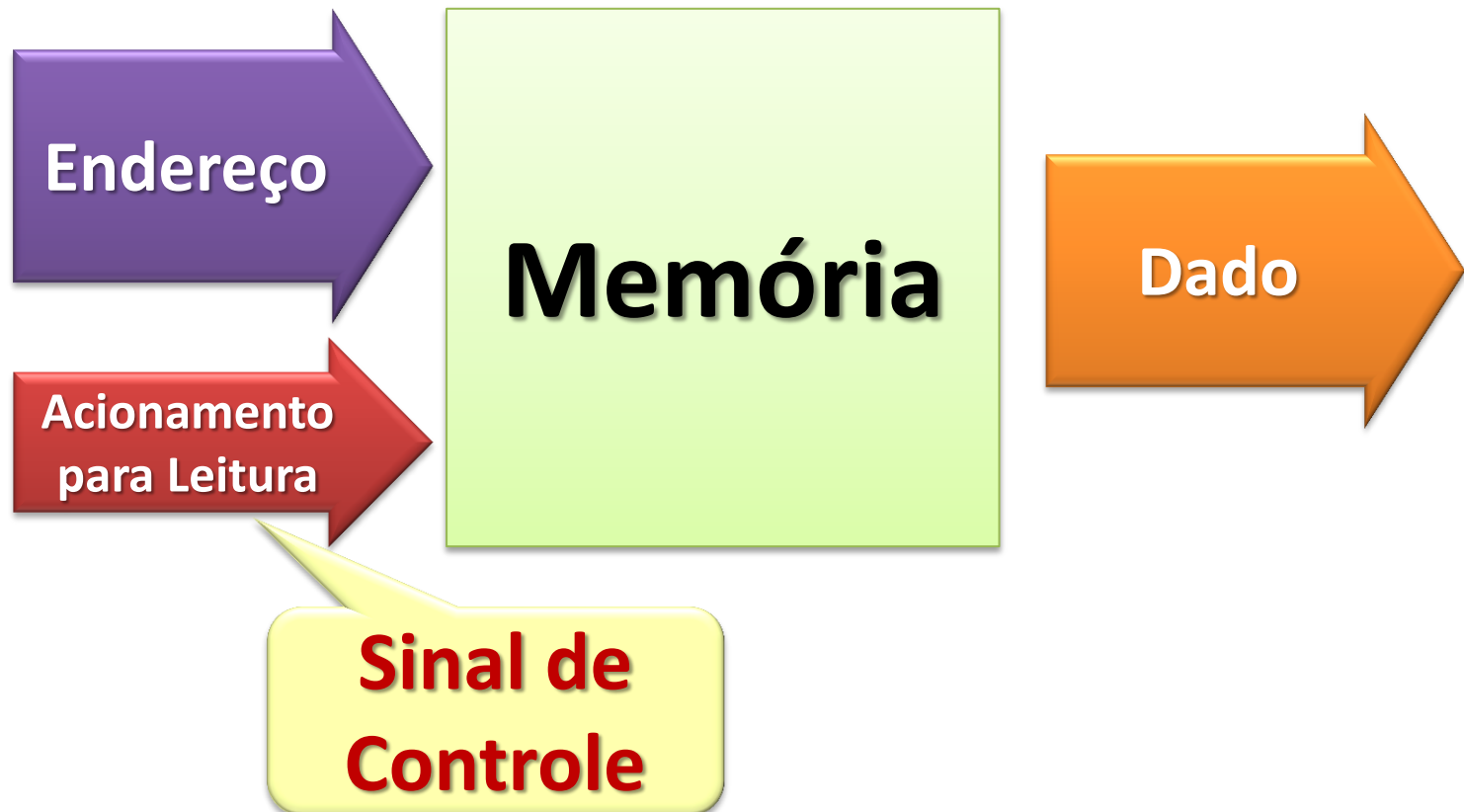
Funcionamento Simplificado

- Leitura da Memória



Funcionamento Simplificado

- Leitura da Memória



Funcionamento Simplificado

- Escrita na Memória



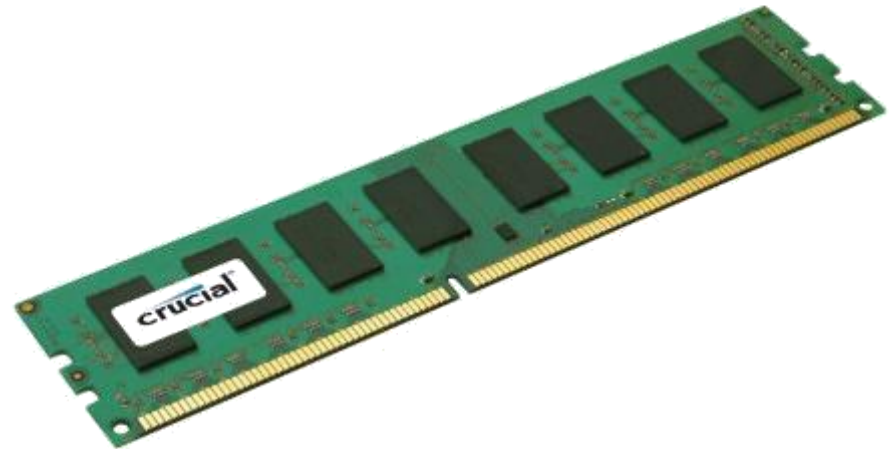
Funcionamento Simplificado

- Escrita na Memória



Funcionamento da Memória

- Palavra da CPU:
 - Quantos bits ela espera ler em um endereço
- Palavra da Memória (células):
 - Quantos bits ela guarda por endereço
- Palavras podem ter tamanhos diferentes
 - 8 bits
 - 16 bits
 - 32 bits
 - 64 bits
 - ...



Funcionamento da Memória

- Tempo de Reposta: Configuração x Reposta
- Para funcionamento ideal
 - Velocidade Memória e CPU: compatíveis!
- Memória Rápida = Tempo de Resposta baixo
 - Temporariedade: adequada!
- “Demora na Reposta pela Memória”
 - TEMPO DE RESPOSTA
 - INTERVALO ENTRE DUAS LEITURAS

Funcionamento da Memória

- Por que não usar memórias muito rápidas?
 - MUITO caras!
- E memórias com mesma velocidade da CPU?
 - Também são caras!
- O que fazer?





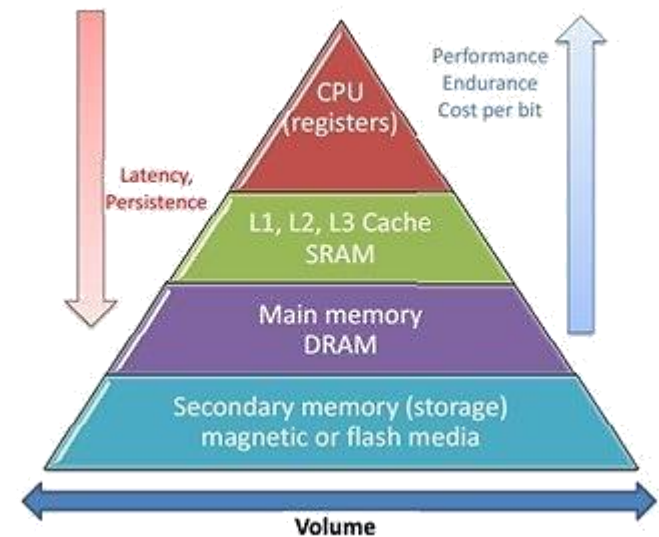
HIERARQUIA DE MEMÓRIA

Toda a memória precisa ser rápida?

- Quantidade de dados armazenado?
 - GIGANTESCA
- Mas... esses dados são usados o tempo todo?
- Maior parte do processamento...
 - Ocorre repetindo tarefas
 - Usando alguns poucos dados
- **Conclusão:**
 - Pouca memória para executar...
 - Muita memória para armazenar...

Toda a memória precisa ser rápida?

- Isso deu uma ideia para os engenheiros...
- **Memórias diferentes para cada uso!**
 - Velocidades diferentes = Custos diferentes
 - Maximizar desempenho
 - Minimizar custo
- Quatro níveis de memória



Tipos de Memória x Uso



- **Registradores/Cache** (Armazenamento Interno)
 - Armazenamento de curto prazo
 - Uso intensivo pelo computador
 - **Usa-se:** memória volátil extremamente rápida
 - **Custo:** R\$ por bit muito alto
- **Memória Principal** (Armazenamento Interno)
 - Armazenamento de médio prazo
 - Uso mediano pelo computador
 - **Usa-se:** memória volátil de velocidade média
 - **Custo:** R\$ por bit médio



Tipos de Memória x Uso



- **Memória Secundária** (Armazenamento Externo)

- Armazenamento de longo prazo
- Pouco usados pelo computador
- **Usa-se:** memória não volátil lenta
- **Custo:** R\$ por bit baixo

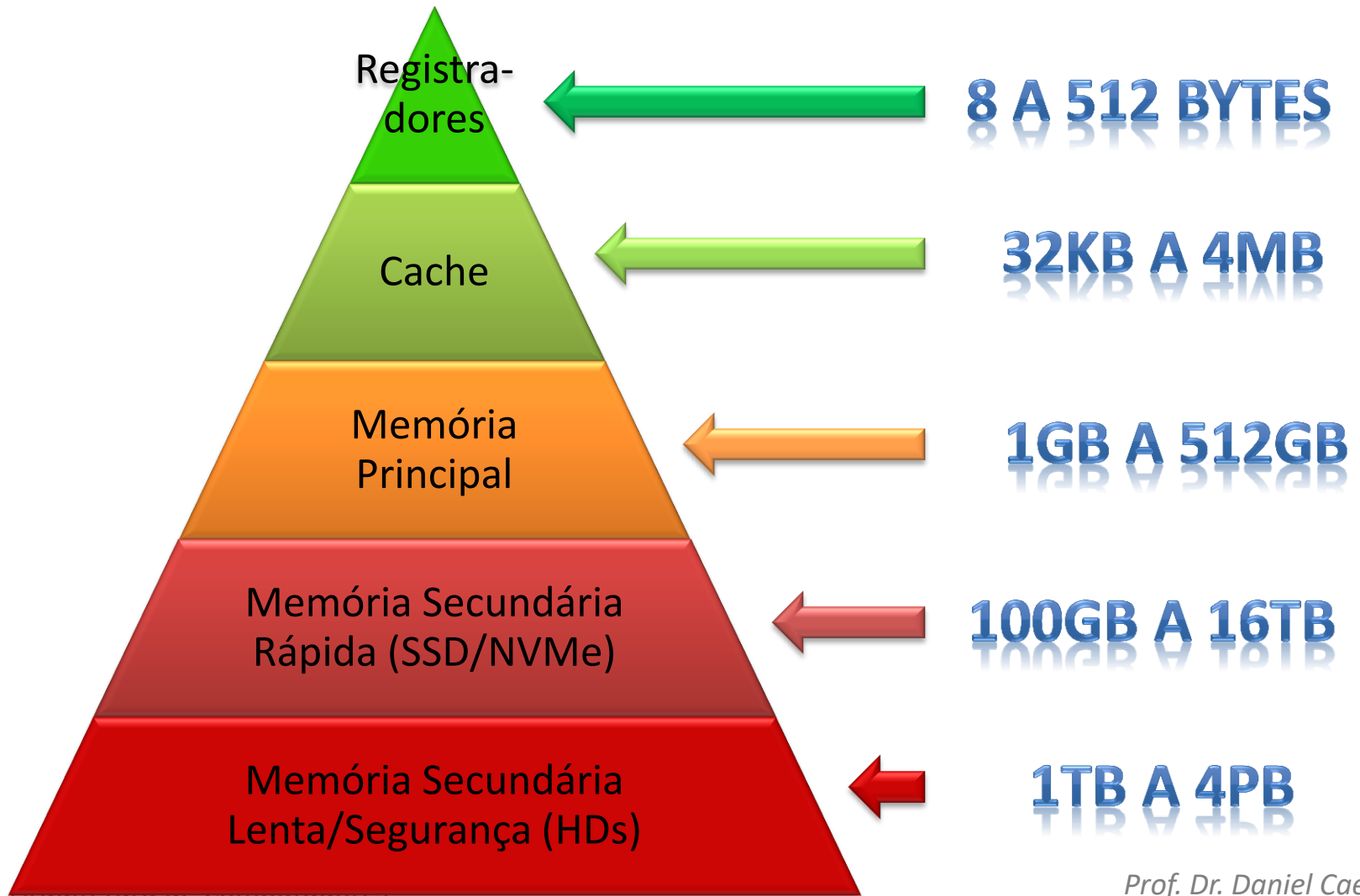


- **Memória de Segurança**

- Armazenamento de longuíssimo prazo
- Talvez nunca sejam usados pelo computador
- **Usa-se:** memória não volátil extremamente lentos
- **Custo:** R\$ por bit extremamente baixos

Memória Cache

- Onde ela entra?





TIPOS DE MEMÓRIA

Tipos de Memória

- Existem vários tipos de memória
- Diferenciação mais básica...
 - ROM: Read Only Memory - “somente de leitura”
 - RAM: Random Access Memory - “leitura e escrita”
- Quantidade de acesso simultâneos
 - Um acesso por vez
 - Memórias “*multi port*” (muito caras!)
- Existem diversos outros subtipos...

Tipos de Memória

- Usadas apenas como Memória Interna

Tipo	RAM Estática (SRAM)	RAM Dinâmica (DRAM)
Categoria	Escrita e Leitura	Escrita e Leitura
Apagamento	Eletricamente	Eletricamente
Escrita	Eletricamente	Eletricamente
Volatilidade	Volátil	Volátil
Palavra/Bloco	Bytes	Bytes
Velocidade	Pode ser rápida como CPU	Média
Usos	Registradores, cache, memória principal	memória principal
Custo por Bit	De alto a muito alto	Médio

Tipos de Memória

- Usadas como Memória Interna ou Externa

Tipo	Apenas Leitura (ROM)	ROM Programável (PROM)	PROM Apagável (EPROM)	EPROM Apagável Eletricamente (EEPROM)
Categoria	Apenas Leitura	Apenas Leitura	Principalmente Leitura	Principalmente Leitura
Apaga?	Impossível	Impossível	Luz U.V.	Eletricamente
Escrita	Máscaras	Eletricamente	Eletricamente	Eletricamente
Volátil?	Não Volátil	Não Volátil	Não Volátil	Não Volátil
Palavra	Bytes	Bytes	Bytes	Bytes ou Blocos
Vel.	Média/Rápida	Média/Rápida	Rápida p/ Ler	Rápida p/ Ler
Usos	Mem. Principal / Secundária	Mem. Principal / Secundária	Mem. Principal / Secundária	Mem. Principal / Secundária
R\$ / Bit	Muito Baixo	Baixo	Baixo	Médio

Tipos de Memória

- Usadas basicamente como Memória Externa

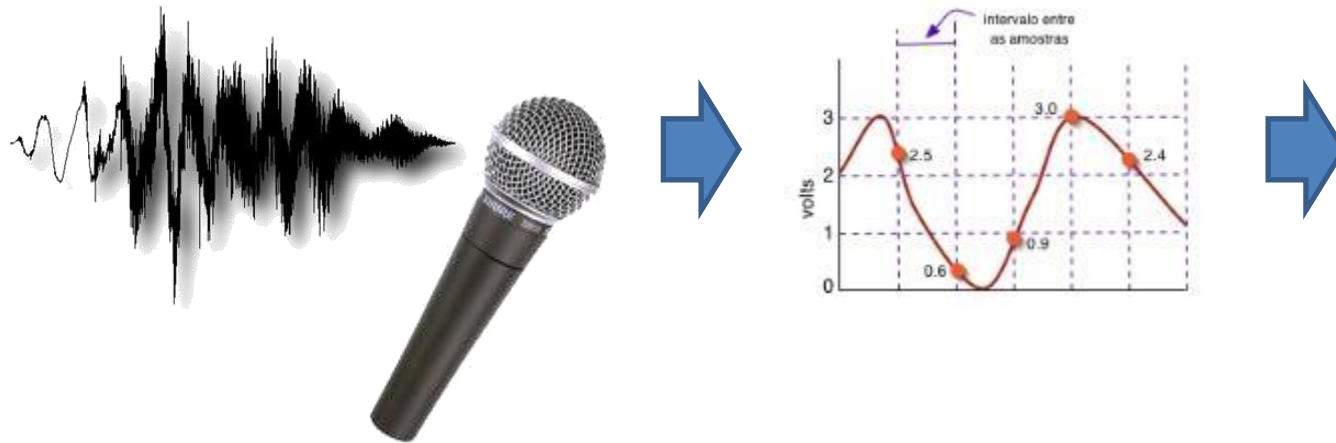
Tipo	FLASH RAM	Disco Magnético	Disco Óptico	Fita Magnética
Categoria	Principalmente Leitura	Leitura e Escrita	Leitura (e Escrita)	Leitura e Escrita
Apaga?	Eletricamente	Magneticamente	Não / Óptico	Magneticamente
Escrita	Eletricamente	Magneticamente	Não / Óptico	Magneticamente
Volátil?	Não Volátil	Não Volátil	Não Volátil	Não Volátil
Palavra	Blocos	Blocos	Blocos	Blocos
Vel.	Média/Lenta	Lenta	Muito Lenta	Extremamente Lenta
Usos	Memória Secundária	Memória Secundária	Memória Secundária e Segurança	Memória Secundária e de Segurança
R\$ / Bit	Médio	Baixo	Muito Baixo	Extremamente Baixo



O QUE É UM DISPOSITIVO?

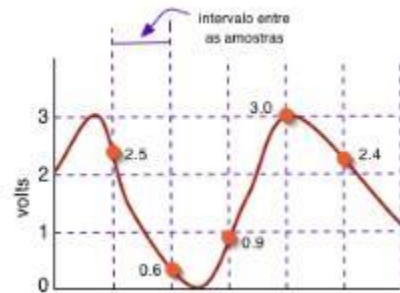
O que é um dispositivo?

- Simples: converte informações \leftrightarrow sinais
- Dispositivos de Entrada
 - Converte informações do mundo em sinais elétricos (números)



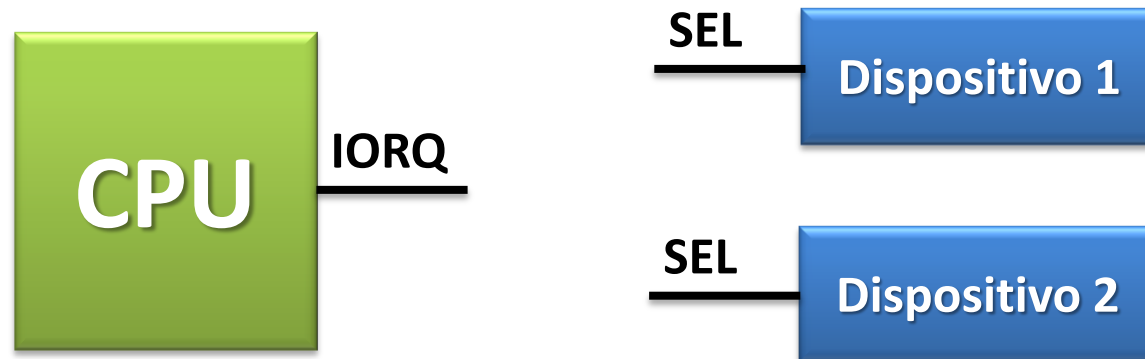
O que é um dispositivo?

- Dispositivos de Saída
 - Converte sinais (números) em informações do mundo



O que é um dispositivo?

- Usualmente: pensam que são únicos
 - Não entendem endereços
 - Circuitos lógicos usados para ativar o endereço
- CPU: apenas um “pino” de dispositivo: IORQ
 - Input/Output ReQuest
 - Endereço “de memória”



Decodificador de Endereços

- Decodificador: conjunto de circuitos lógicos
 - Cada endereço específico ativa um dispositivo
- “Endereço” de dispositivo: **porto** ou **porta**
- Dispositivos simples:
 - barramento de dados: direto
 - barramento de controle: direto
- E nos dispositivos mais complexos?

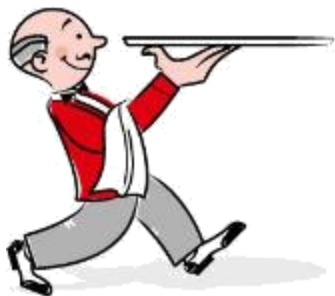
Controlador de Dispositivos

- Dispositivos mais complexos
 - Exigem mais que um decodificador
 - Exemplo: harddisk, vídeo...
- Existe uma **placa controladora** ou **interface controladora de dispositivo**



Controlador de Dispositivos

- O controle ainda é da CPU?
 - Claro!
- Existem três formas de controlar dispositivos
 - *Polling* (E/S Programada)
 - Interrupções
 - DMA (*Direct Memory Access*)



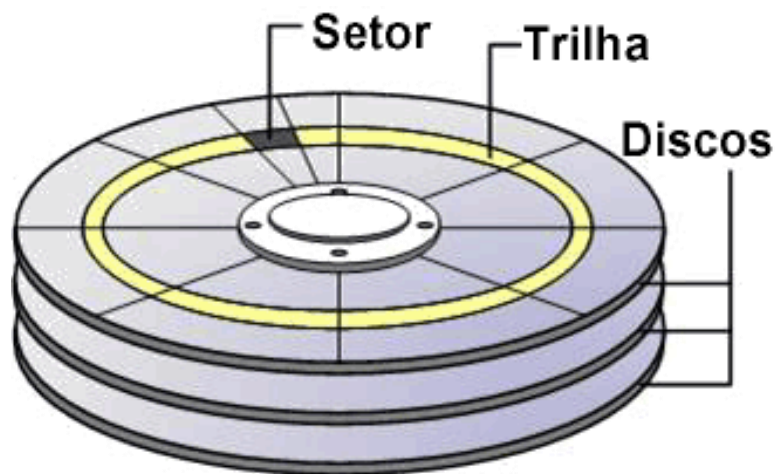
Garçon-Cozinheiro



**EXTRA/CURIOSIDADES:
DISPOSITIVOS
COMUNS DE E/S**

Hard Disk

- Similar aos finados disquetes, mas...
 - Vários discos (de alumínio ou vidro)
 - Cobertos por Óxido de Ferro (magnetizado – 0, 1)
 - Fixos a um eixo, giram de 3.000 a 10.000 rpm
 - Regiões acessíveis: disco (head), trilha (cylinder), setor
 - Setores: usualmente 512 bytes

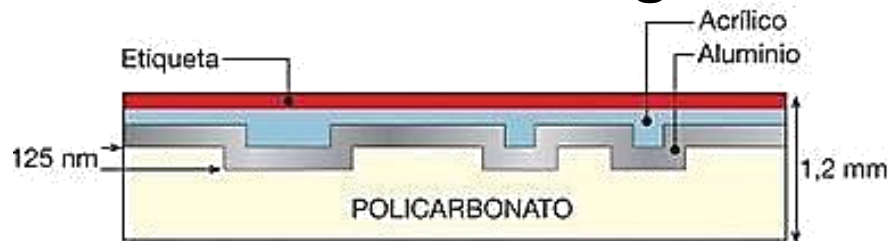


- 6 Cabeças
- 1 por vez
- Leitura: setor?
- Sistema de arquivos

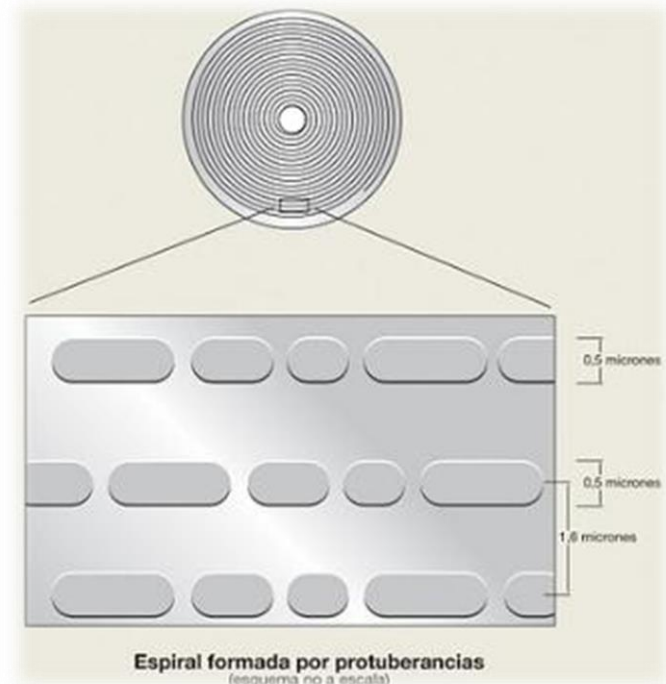
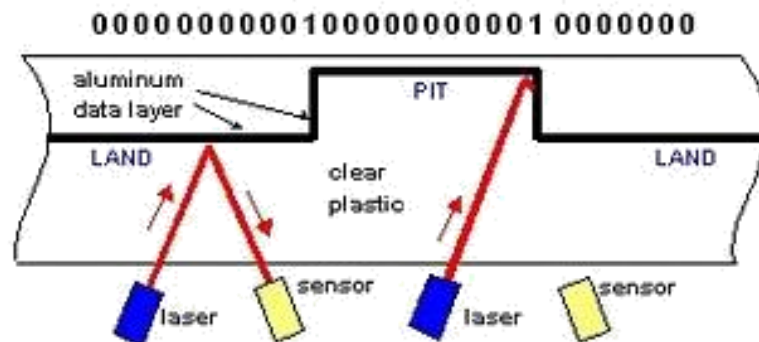
Discos Ópticos

- Discos Plásticos

- Camada de alumínio “entalhada” (0, 1)
- Leitura: cabeça dispara laser e tenta coletá-lo
- Dados armazenados em espiral
- Velocidade de giro: mais lenta em direção à borda

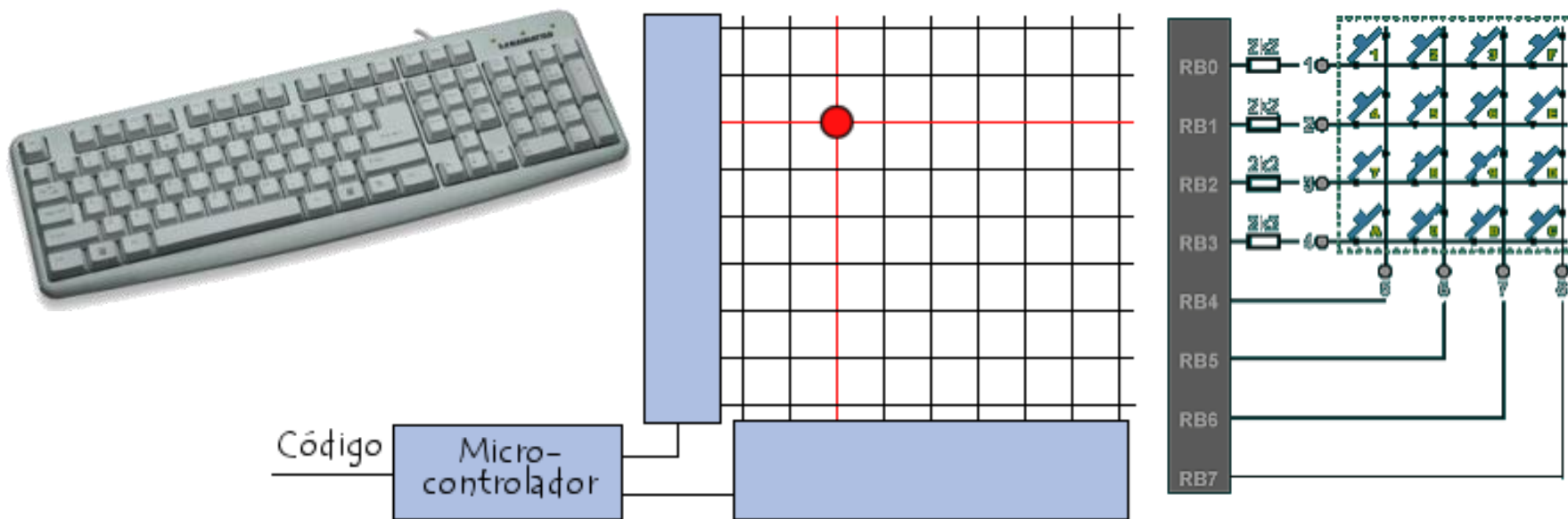


Corte transversal de un CD
(esquema no a escala)



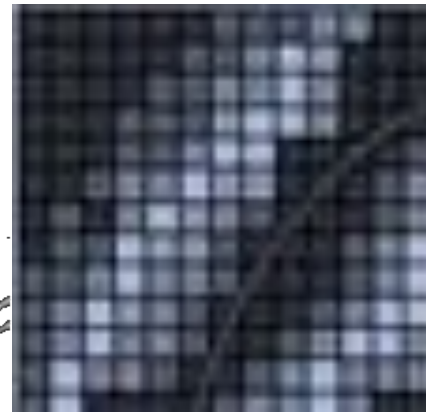
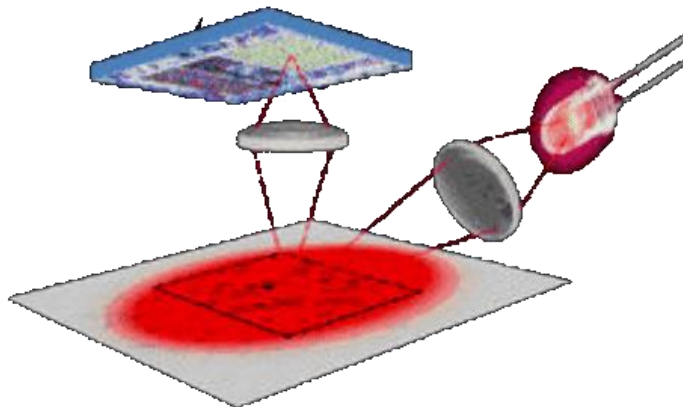
Teclados

- Matriz Eletrônica
 - Simplificado: A → Linha 04, coluna 02 → 0402
 - Teclas modificadoras enviadas separadamente
 - Mapa de Teclado: Linha/Coluna → Código
 - US-International, ABNT-2 etc.



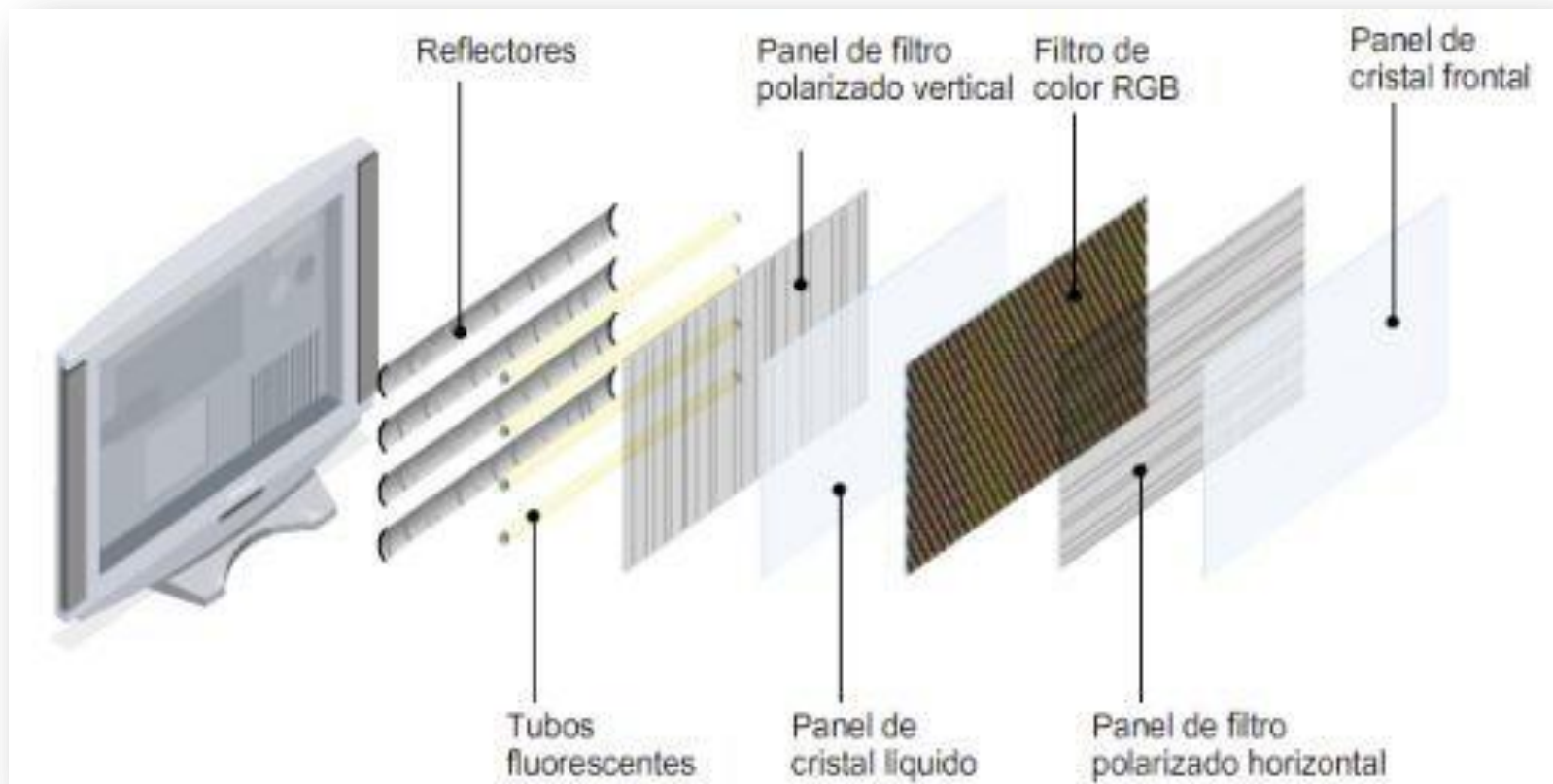
Mouse Óptico

- Fotos da Base de Apoio
 - Emite luz e digitaliza imagem: intervalos regulares
 - Detecção de deslocamento entre imagens
 - Codificação em um valor para o mouse



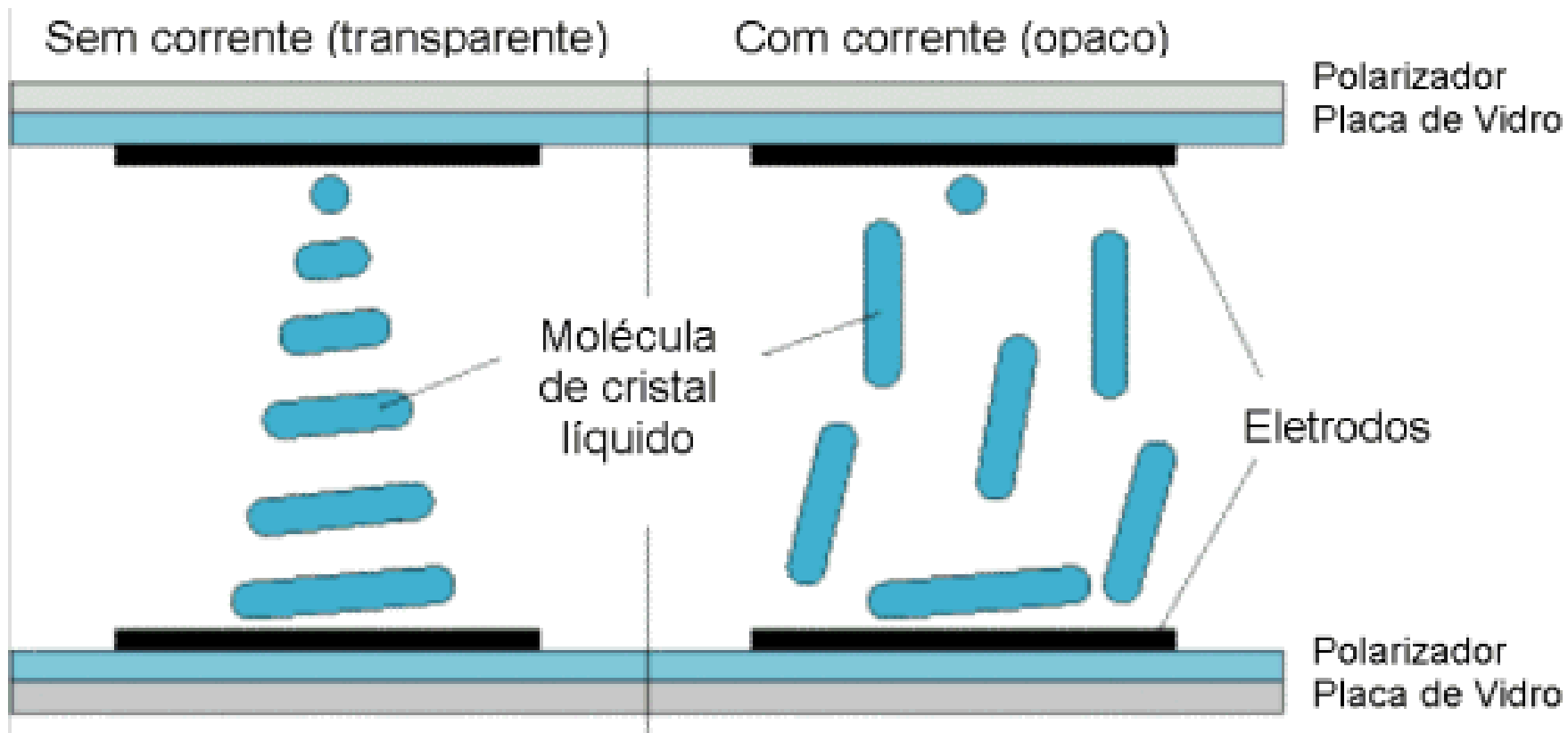
Monitores de Vídeo LCD/LED

- Elementos Fundamentais:
 - emissor, polarizador vert., tela de cristal líquido, filtro plástico colorido, polarizador horizontal



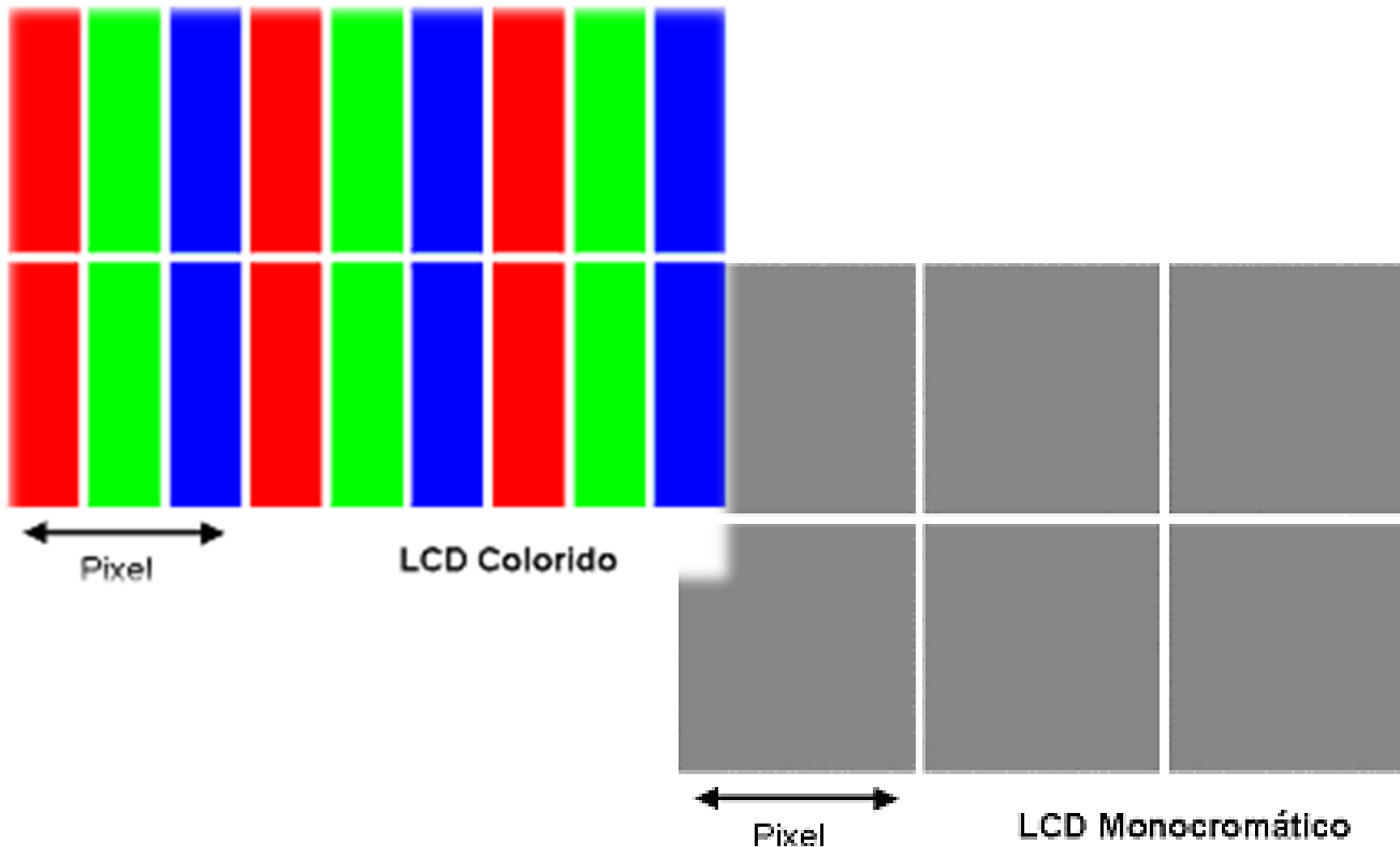
Monitores de Vídeo LCD/LED

- Emissor, tela de cristal e polarizadores controlam quanta luz passa



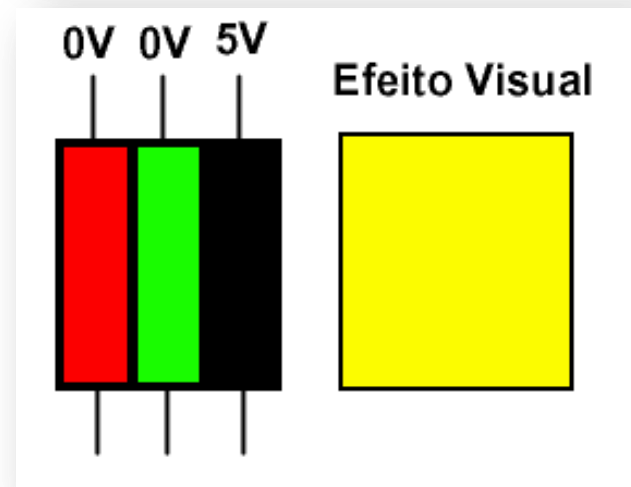
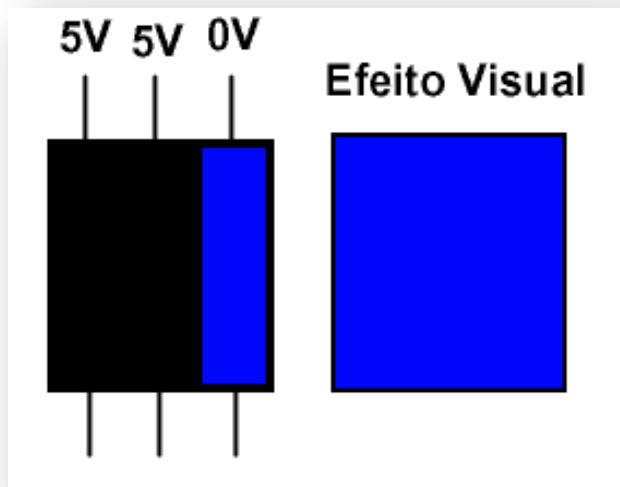
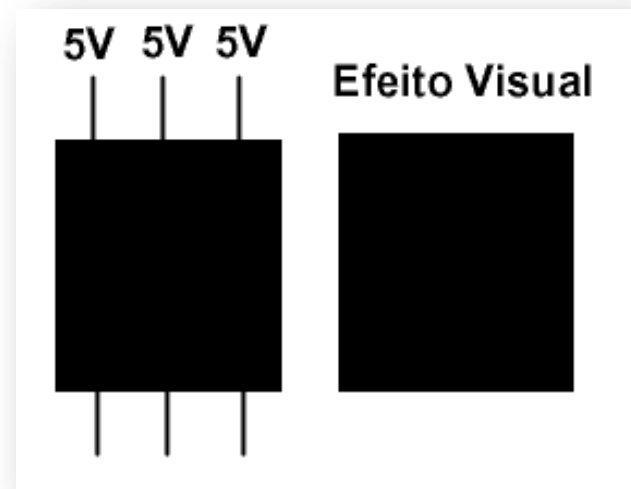
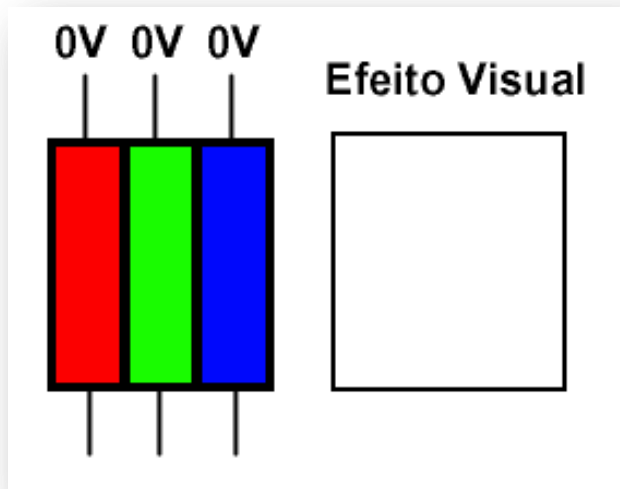
Monitores de Vídeo LCD

- O filtro RGB controla a cor de cada “subpixel”



Monitores de Vídeo LCD

- Configurações e Efeitos





ATIVIDADE

Atividade

- Em grupo:
 1. Escolha um aparelho “inteligente” (isto é, capaz de processamento);
 2. Enumere todos os dispositivos de entrada e todos os dispositivos de saída deste equipamento.



ENCERRAMENTO

Resumo e Próximos Passos

- A comunicação por meio de barramentos
 - O funcionamento da memória
 - Tipos de memória
 - O funcionamento dos dispositivos de E/S
 - **Pós Aula:** Saiba Mais, A Seguir e Desafio!
 - No mural: <https://padlet.com/djcaetano/arquitetura/>
-
- Introdução à representação de dados
 - Como as informações ficam na memória?



PERGUNTAS?