



ARQUITETURA DE COMPUTADORES

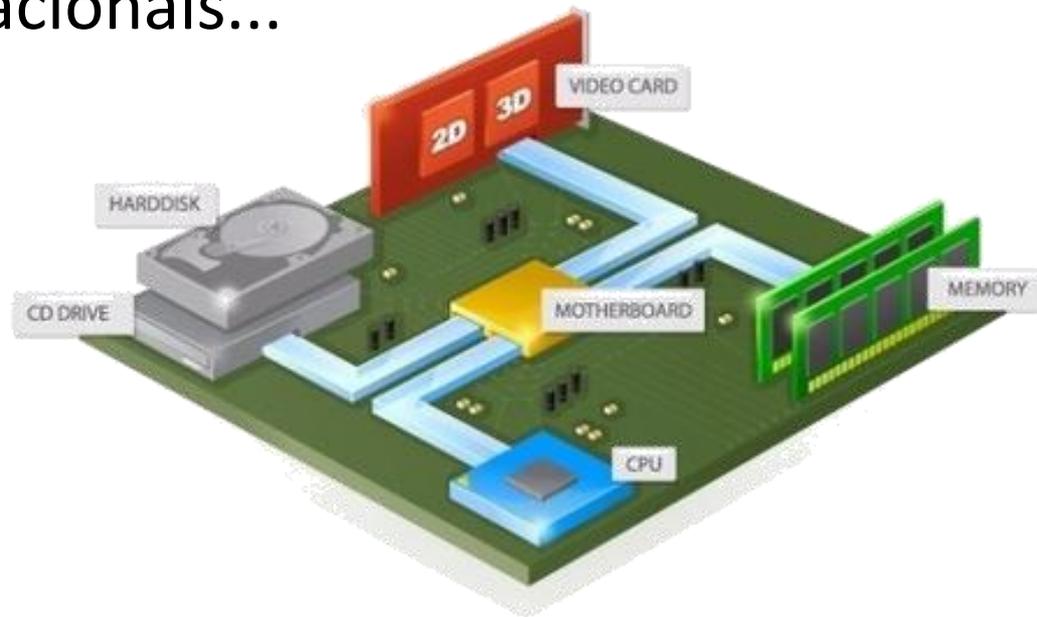
ESTRUTURA BÁSICA DO COMPUTADOR

Prof. Dr. Daniel Caetano

2022 - 1

Compreendendo o problema

- **Situação:** a arquitetura de von Neumann proporcionou uma das grandes evoluções para os sistemas computacionais...



Como é essa arquitetura?

Compreendendo o problema

- **Situação:** desde os primeiros computadores com a arquitetura de von Neumann... O funcionamento dos computadores permaneceu o mesmo?



EDSAC, 1949



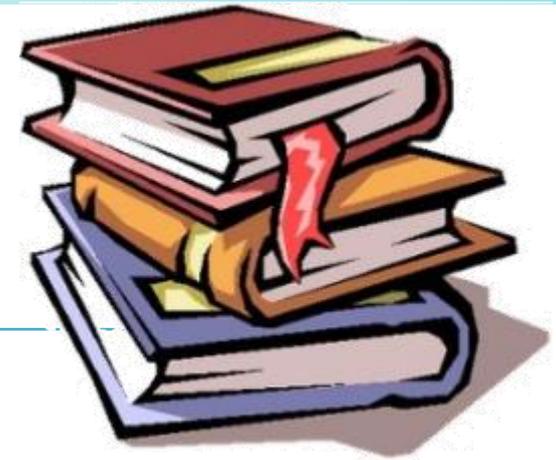
O que há de novo?

Objetivos

- Conhecer a arquitetura de von Neumann e seus elementos
- Compreender a lógica básica de funcionamento de uma CPU nessa arquitetura
- Conhecer as limitações da arquitetura de von Neumann



Material de Estudo



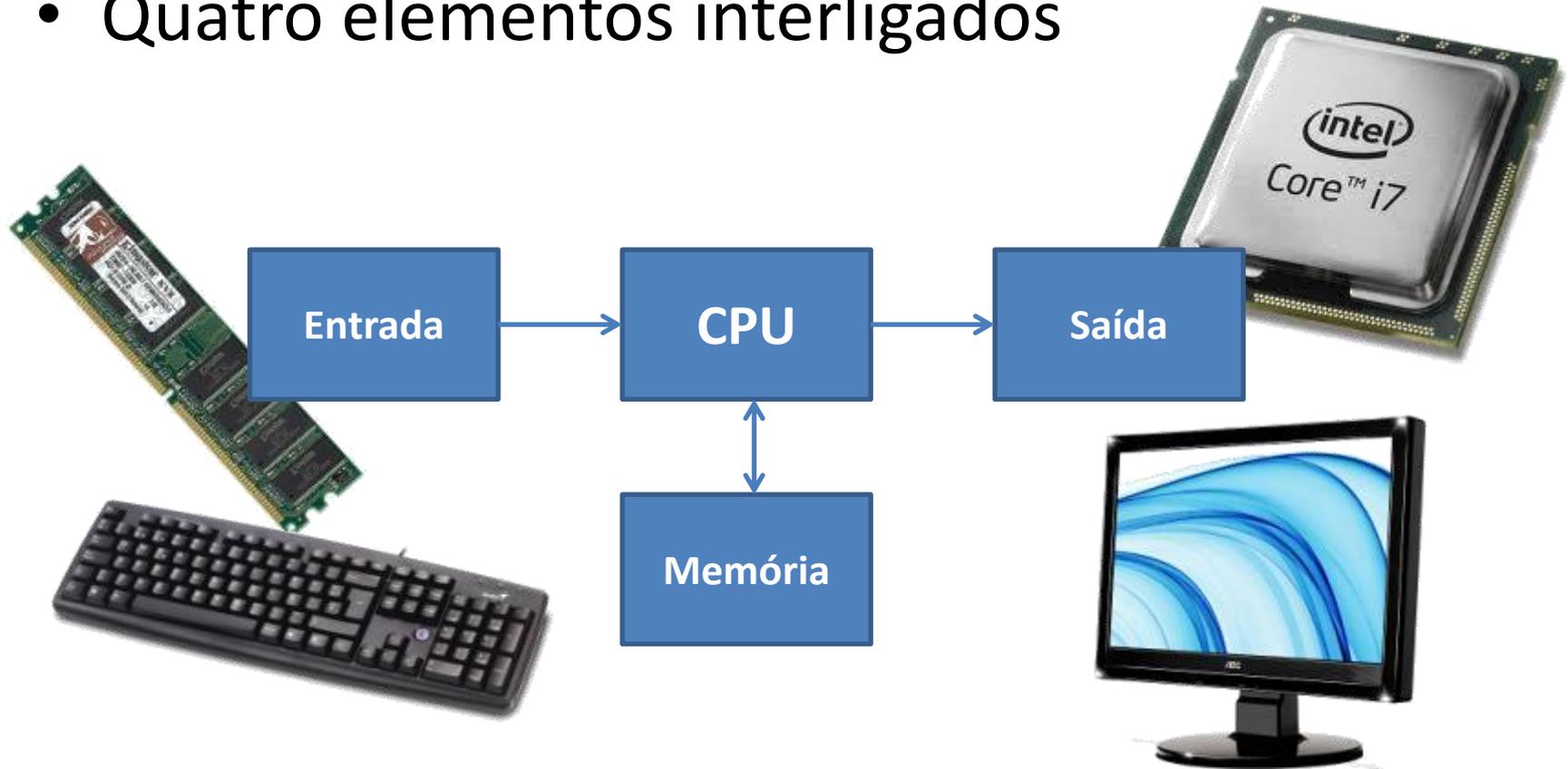
Material	Acesso ao Material
Notas de Aula e Apresentação	https://www.caetano.eng.br/aulas/2022a/ara0039.php (Arquitetura de Computadores – Aula 03)
Material Base	<ul style="list-style-type: none">• Organização de Computadores (Polli, SAVA), cap. 1, item 1.5.• Organização e Arquitetura de Computadores (http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infor_comun/tec_inf/081112_org_arq_comp.pdf), cap. 1, item 1.3.2.1;
Material Adicional	<ol style="list-style-type: none">1) Von Neumann e suas contribuições: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103401419960001000222) A Arquitetura de Von Neumann https://www.embarcados.com.br/arquitetura-de-john-von-neumann/3) Von Neumann Descomplicado: https://youtu.be/V5qE-u6jGo44) Arquitetura von Neumann x Harvard: https://youtu.be/pHlrHWIgLys



Os ELEMENTOS BÁSICOS DO COMPUTADOR

Recordando Von Neumann

- Quatro elementos interligados



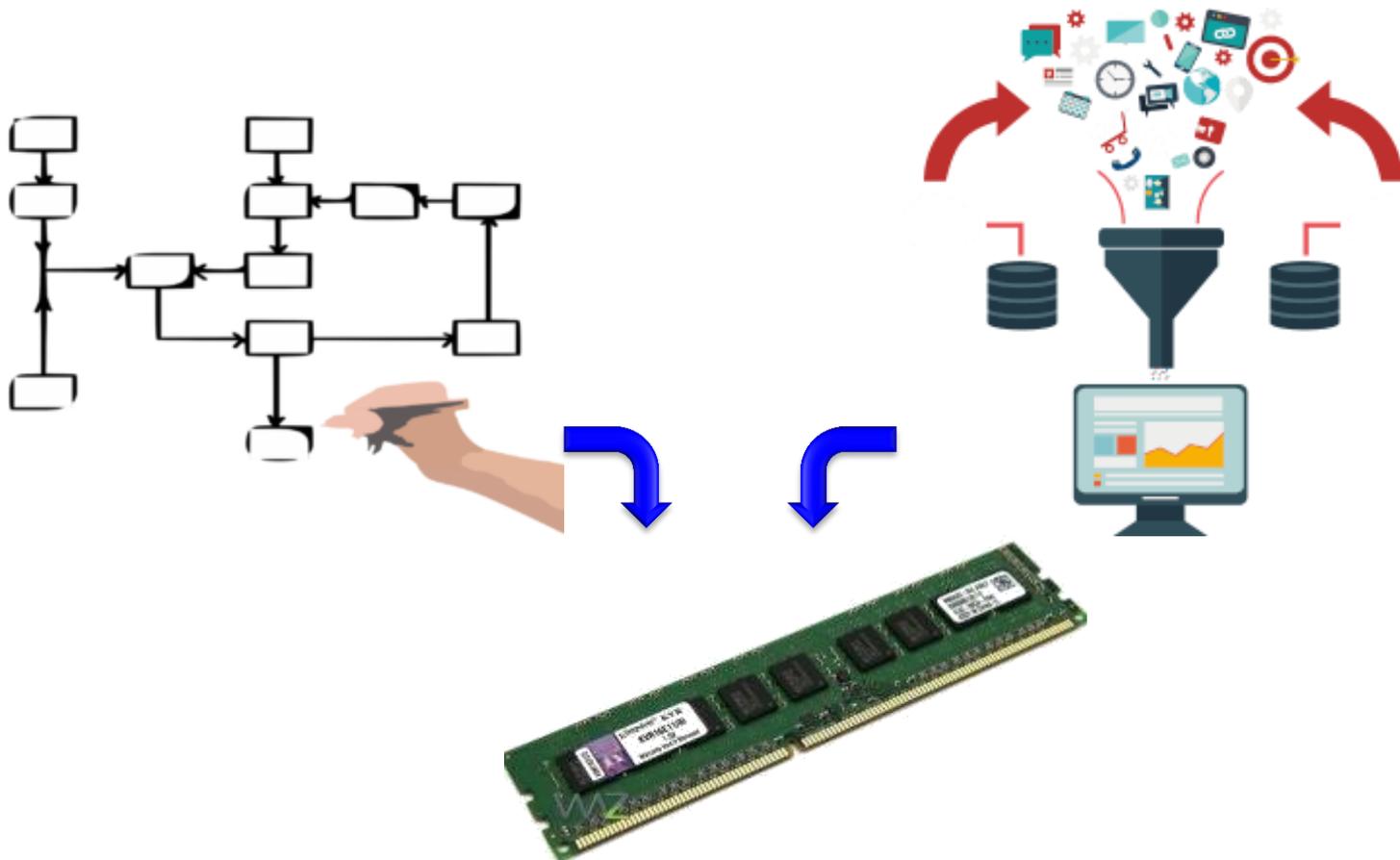
Recordando Von Neumann

- **CPU**: Coordena e calcula
 - “Processador”
- **Memória**: Armazena dados
 - Memória principal, SSD etc.
- **Dispositivo de Entrada**: Recebe dados
 - Teclado, mouse...
- **Dispositivo de Saída**: Exibe dados
 - Monitor, placa de som...



Recordando Von Neumann

- Programas e dados...
 - ...armazenados na mesma memória



Recordando Von Neumann

- Modelo modernizado
 - “Um único” barramento
 - Linhas de **controle**, de **dados** e de **endereços**

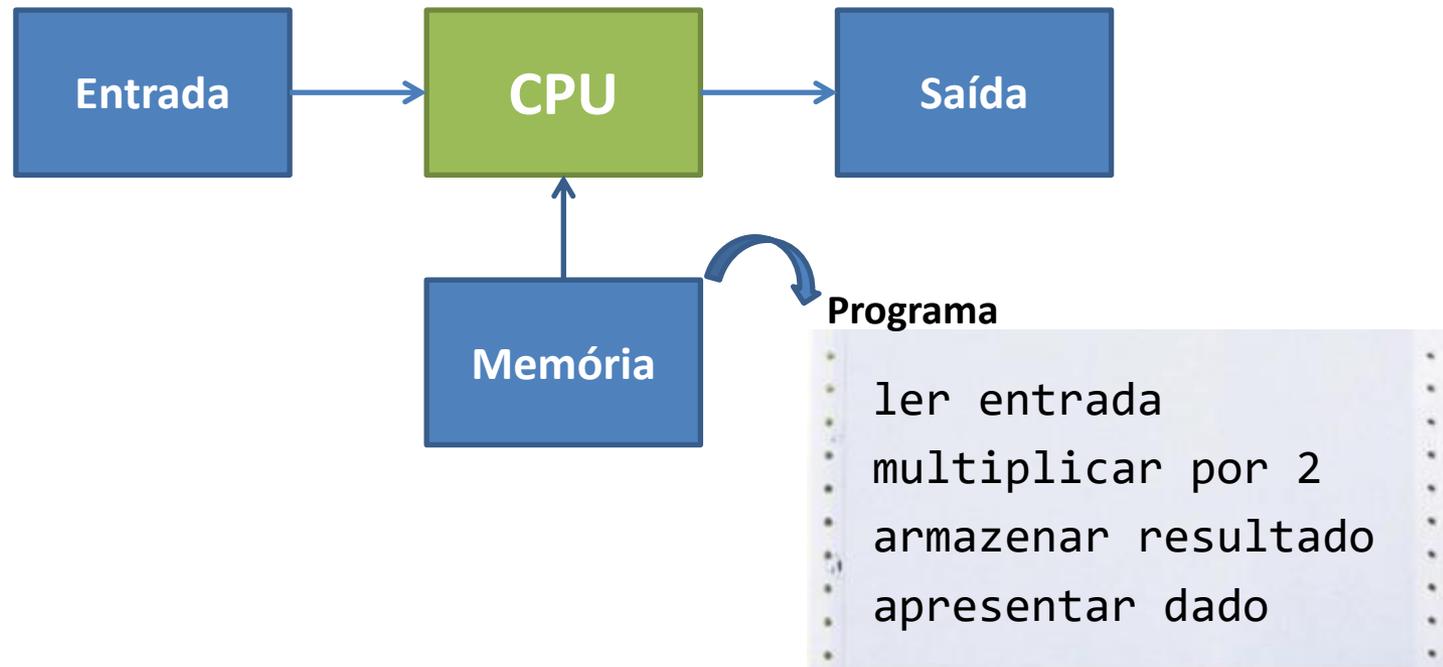




O FUNCIONAMENTO BÁSICO DO COMPUTADOR

Funcionamento da CPU

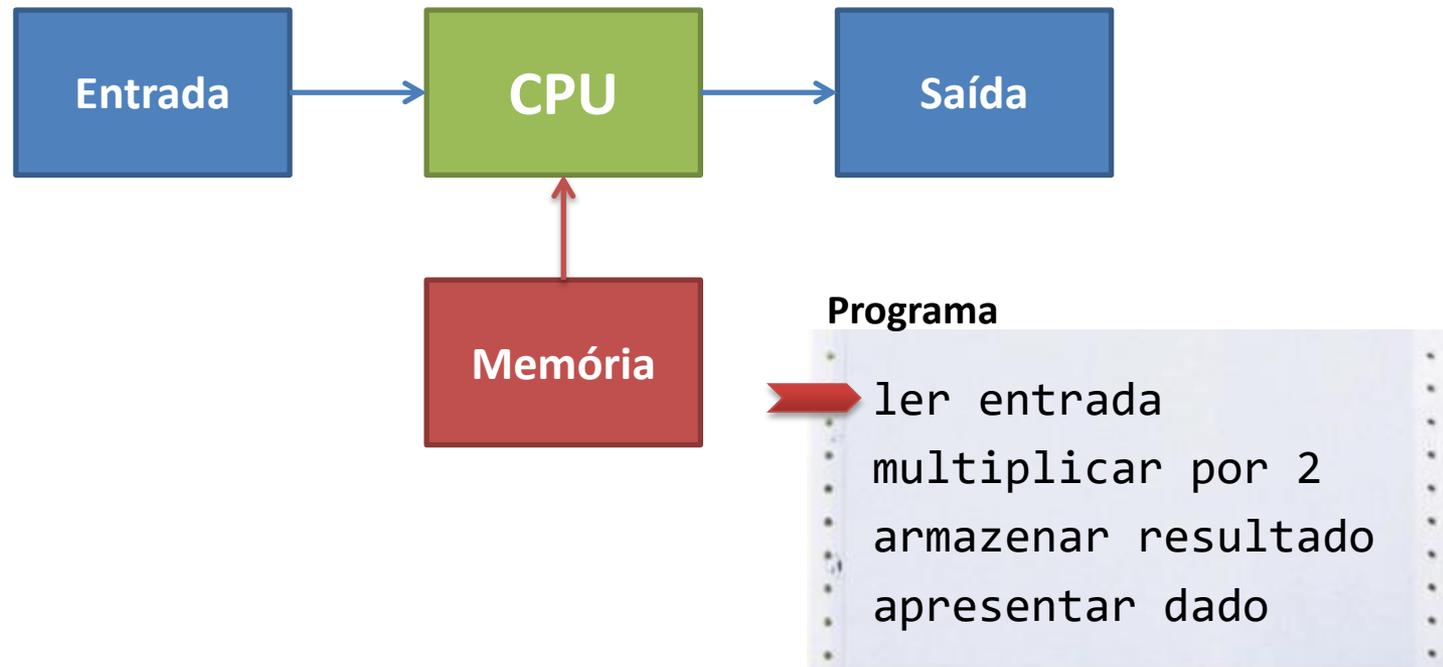
- Como a CPU coordena essas partes para produzir resultado útil?



Funcionamento da CPU

- **1. Busca Instrução**

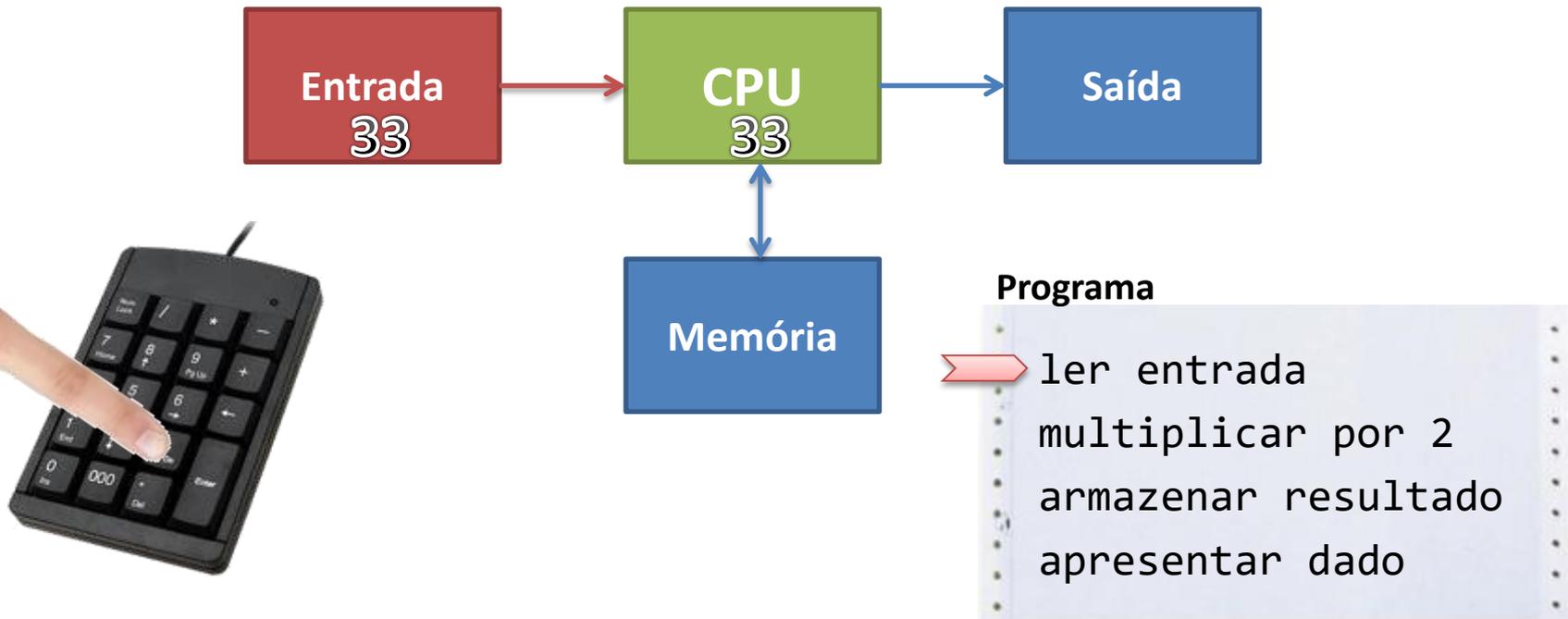
- CPU lê a memória em busca do que deve fazer
- Instrução lida: **ler entrada**



Funcionamento da CPU

- **2. Lê entrada**

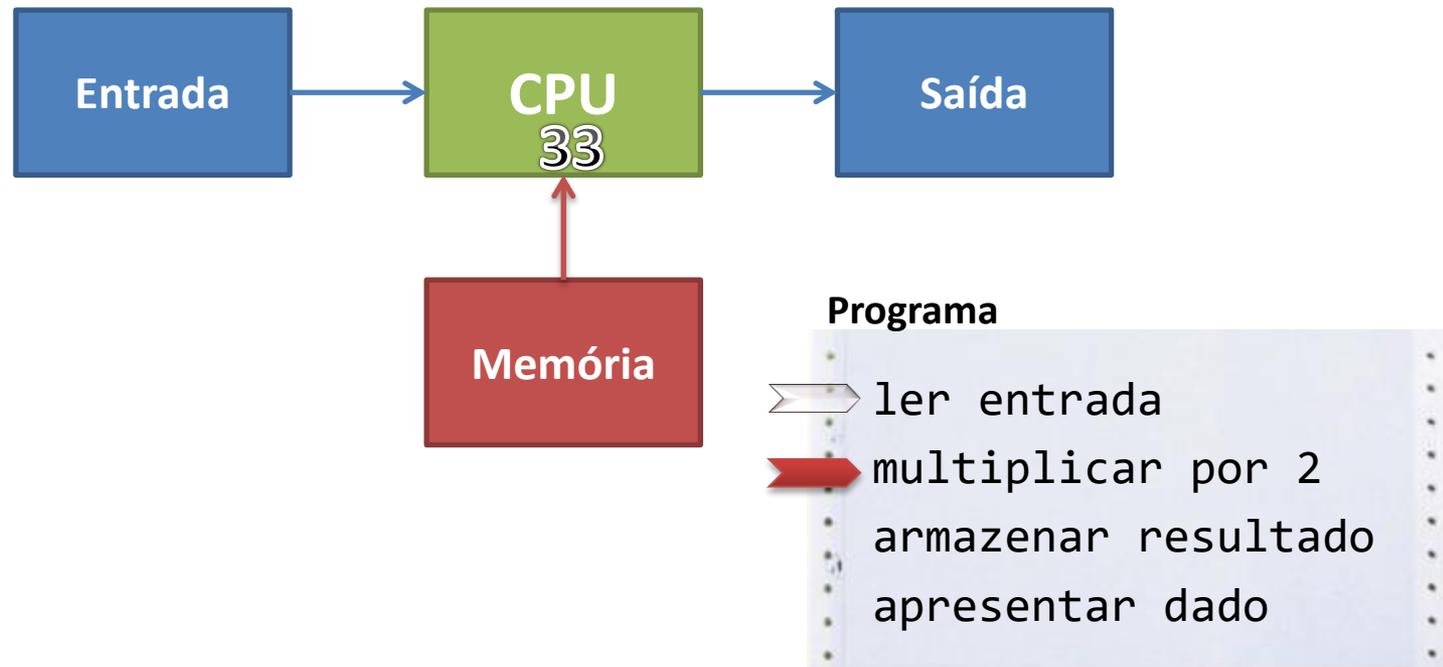
- CPU lê entrada, recebendo um dado numérico
- Dado lido: 33



Funcionamento da CPU

- **3. Busca Instrução**

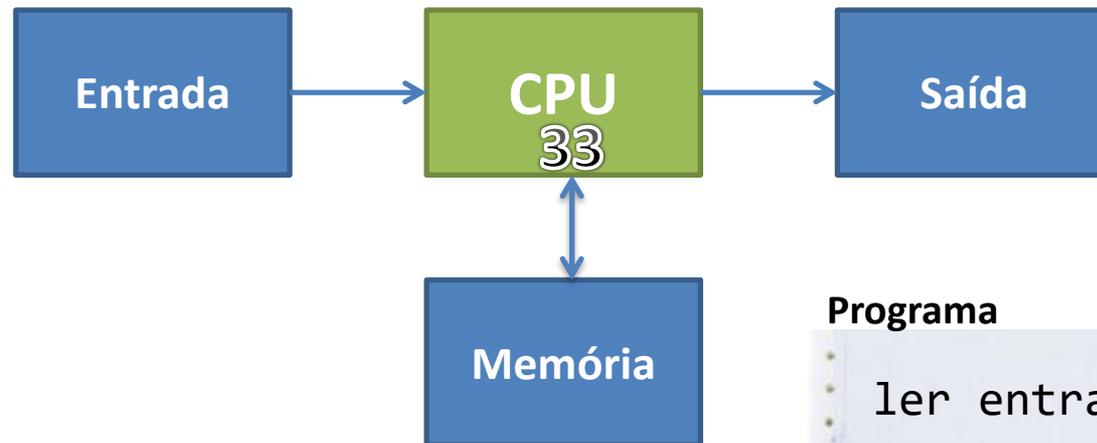
- CPU lê a memória em busca do que deve fazer
- Instrução lida: **multiplicar por 2**



Funcionamento da CPU

- **4. Processamento**

- CPU realiza operação de cálculo
- $33 * 2 = 66$



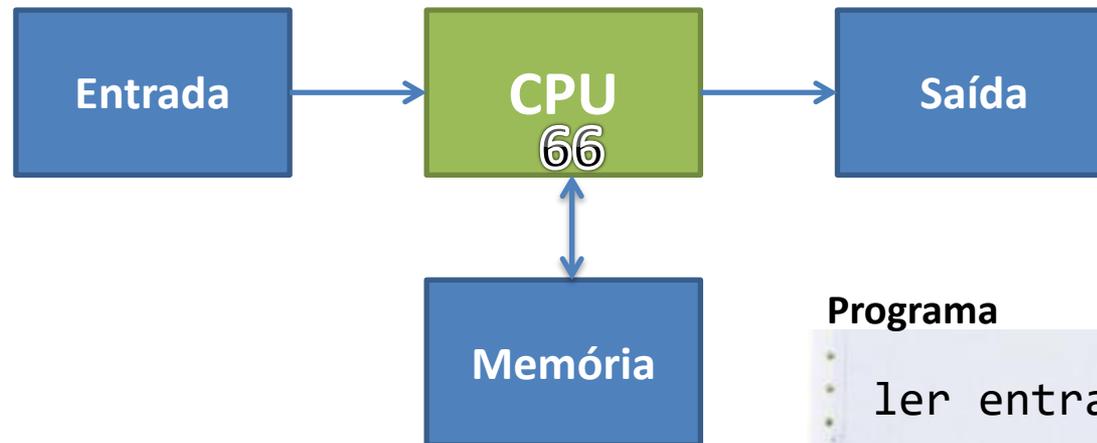
Programa

```
ler entrada  
multiplicar por 2  
armazenar resultado  
apresentar dado
```

Funcionamento da CPU

- **4. Processamento**

- CPU realiza operação de cálculo
- $33 * 2 = 66$



Programa

```
ler entrada  
multiplicar por 2  
armazenar resultado  
apresentar dado
```

Funcionamento da CPU

- **5. Busca Instrução**

- CPU lê a memória em busca do que deve fazer
- Instrução lida: **armazenar resultado**

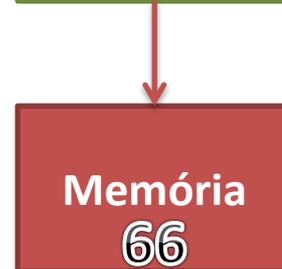


Programa

```
ler entrada  
multiplicar por 2  
armazenar resultado  
apresentar dado
```

Funcionamento da CPU

- **6. Armazenar dado**
 - Guarda o dado na memória
 - Dado armazenado: 66



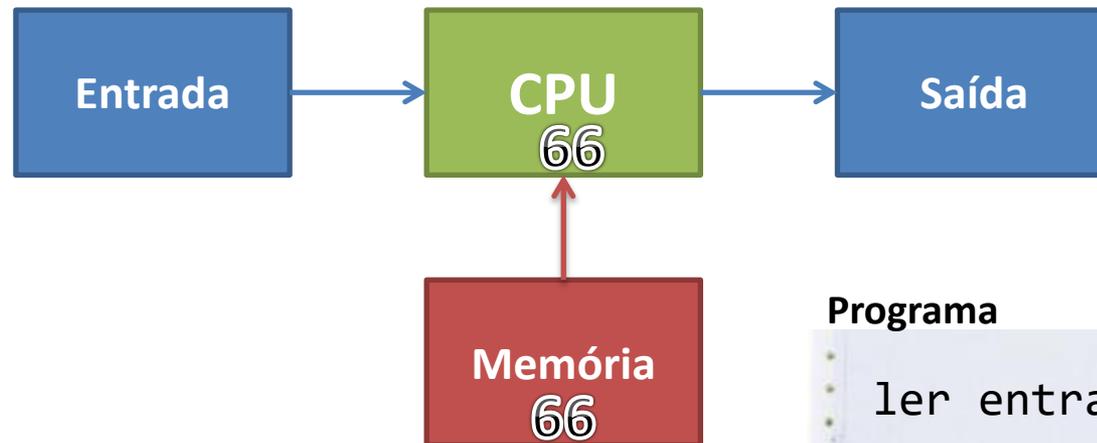
Programa

```
ler entrada
multiplicar por 2
armazenar resultado
apresentar dado
```

Funcionamento da CPU

- **7. Busca Instrução**

- CPU lê a memória em busca do que deve fazer
- Instrução lida: **apresentar dado**



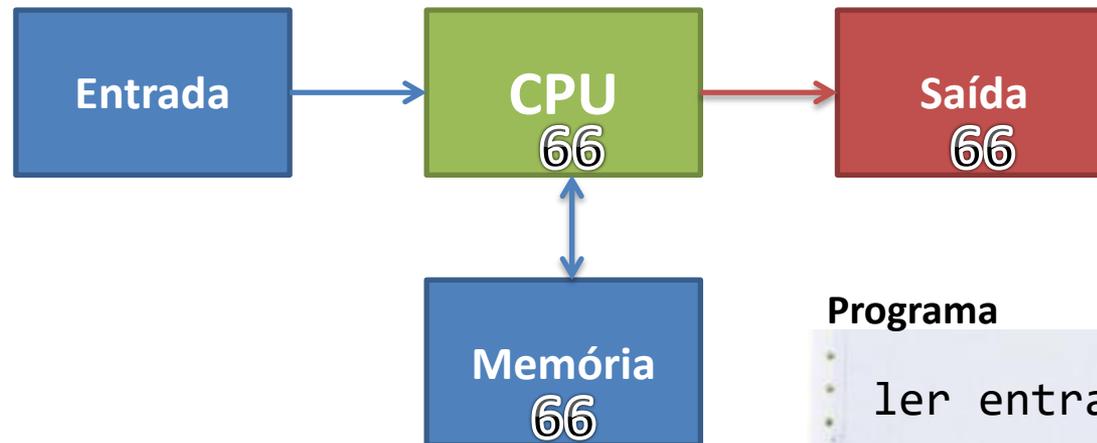
Programa

```
ler entrada  
multiplicar por 2  
⇒ armazenar resultado  
⇒ apresentar dado
```

Funcionamento da CPU

- **8. Saída de Dados**

- CPU escreve na saída
- O número 66 aparece no monitor



Programa

```
ler entrada  
multiplicar por 2  
armazenar resultado  
apresentar dado
```

Funcionamento da CPU

- 8. Saída de Dados

E assim sucessivamente...



ATENÇÃO!

As instruções são coletadas sequencialmente, a menos que elas mesmas comandem em sentido contrário!

Programa

```
ler entrada
multiplicar por 2
armazenar resultado
apresentar dado
```

Funcionamento da CPU

- A CPU tem duas partes principais:
 - Unidade de Controle: coordena a execução
 - Unidade Lógica Aritmética: realiza os cálculos
- A UC é quem acessa a memória RAM
 - Analogia: usuário de uma calculadora
- A ULA é quem faz cálculos
 - Analogia: a calculadora em si

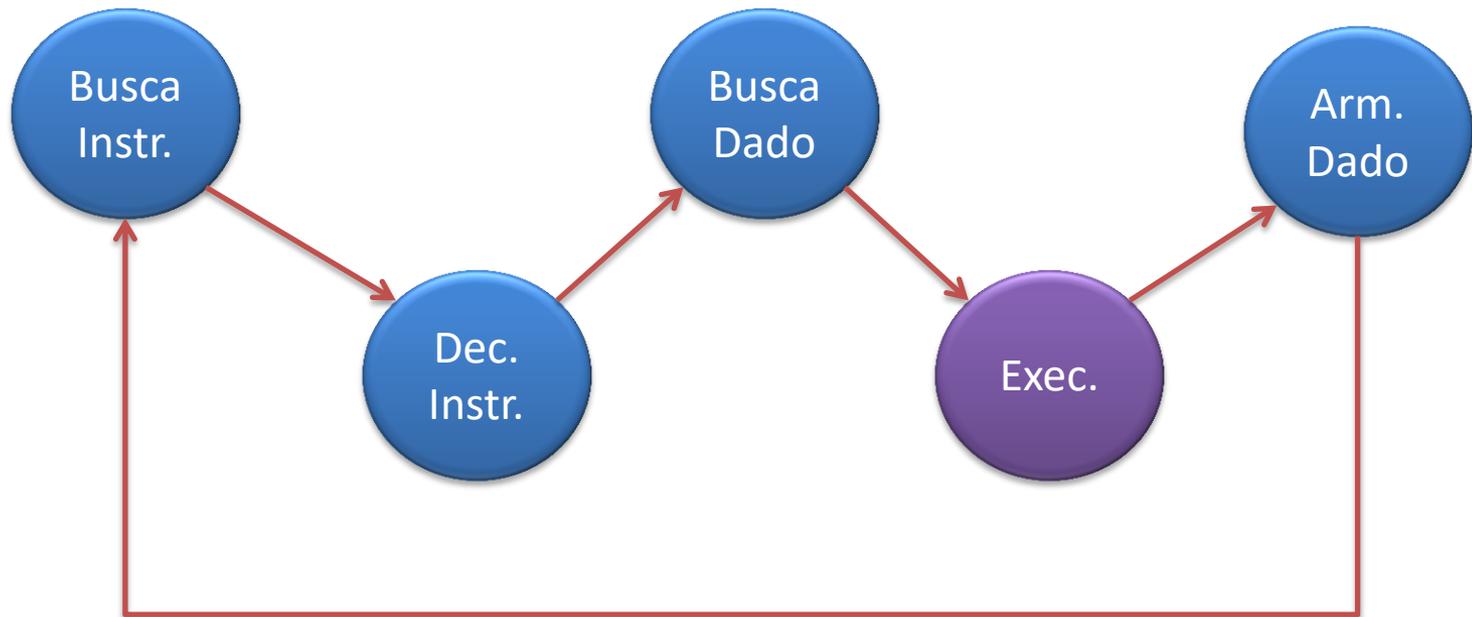




O PROCESSADOR E CICLO DE EXECUÇÃO DE INSTRUÇÕES

Ciclo de Execução

- Ciclo de Execução Simplificado



Ciclo de Execução

- Analogia para o Tráfego de Dados:
 - Dois funcionários - ULA (tradutor) e UC (auxiliar)
- Objetivo:
 - Traduzir um livro
- Limitações:
 - Funcionários “desmemoriados”
 - Funcionários em um andar
 - Livro a ser traduzido no andar de cima

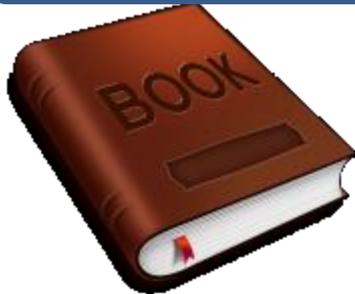


Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois funcionários

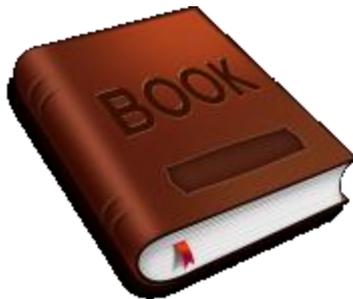
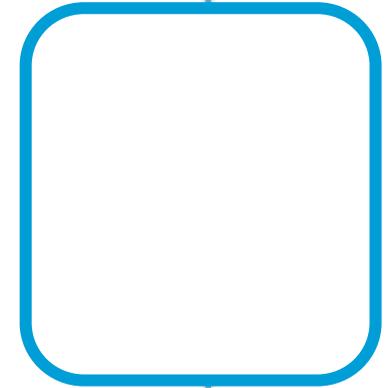


Memória



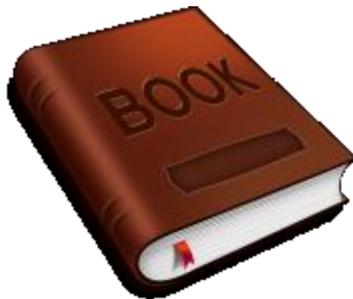
Ciclo de Execução – Busca

- Instrução? Dois funcionários



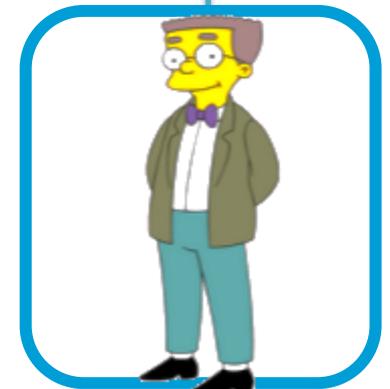
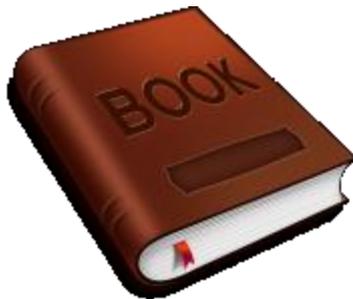
Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois funcionários



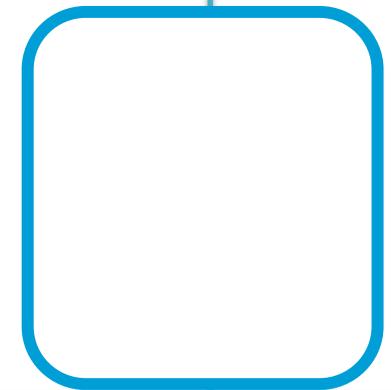
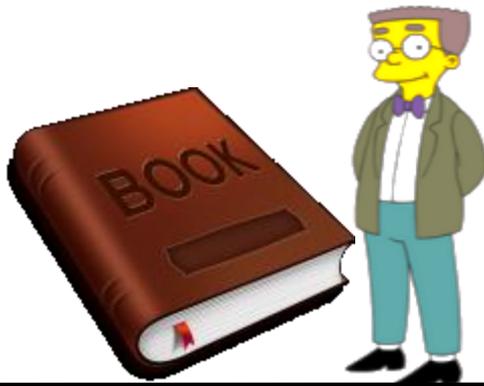
Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois funcionários



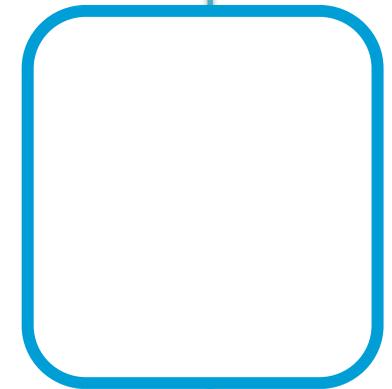
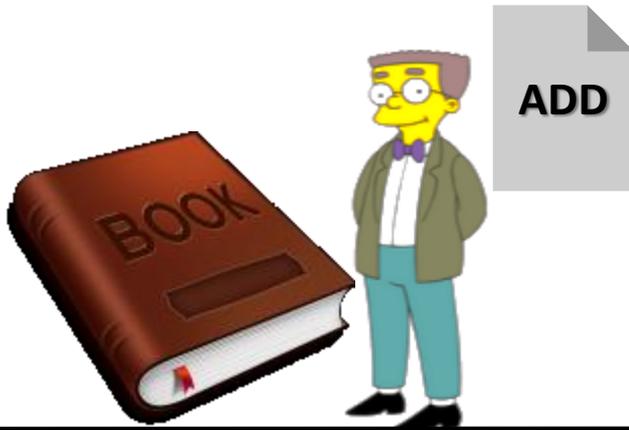
Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois funcionários



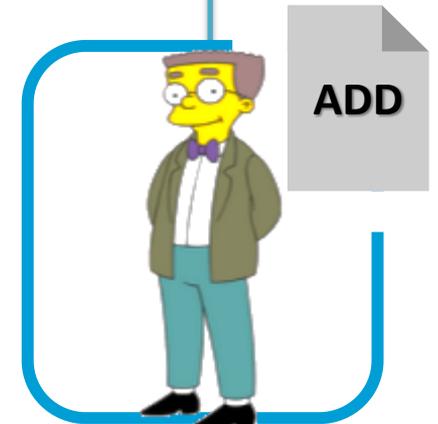
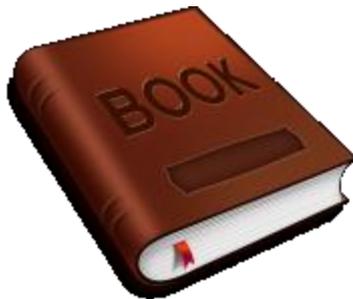
Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois funcionários



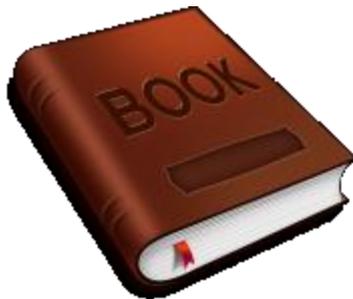
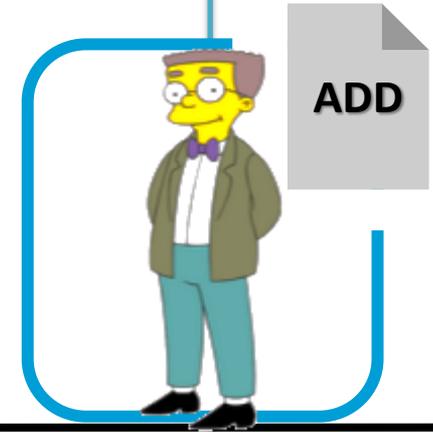
Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois funcionários



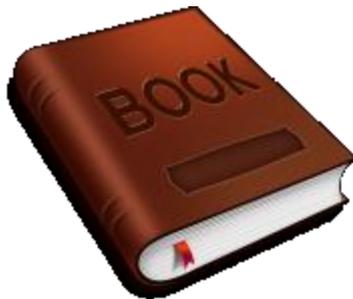
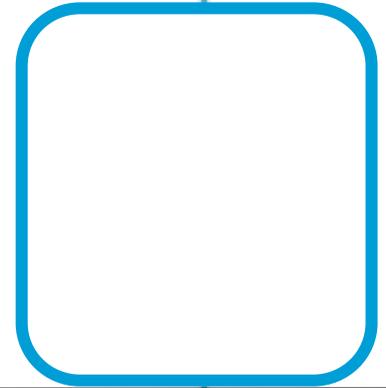
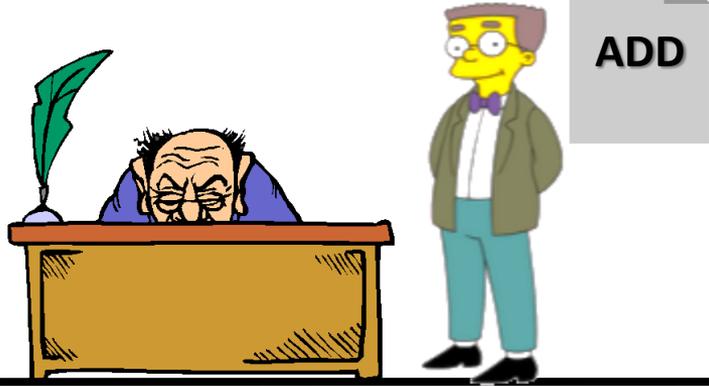
Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois funcionários



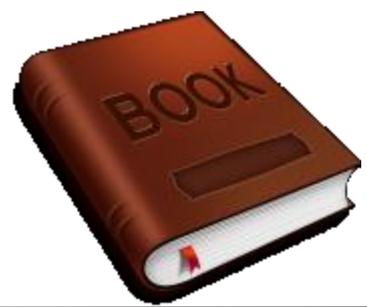
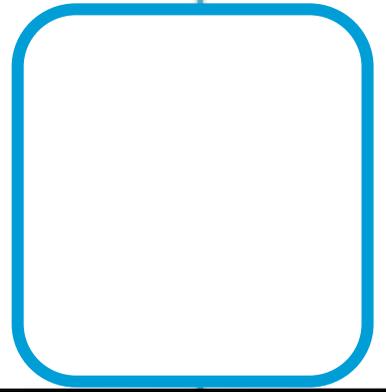
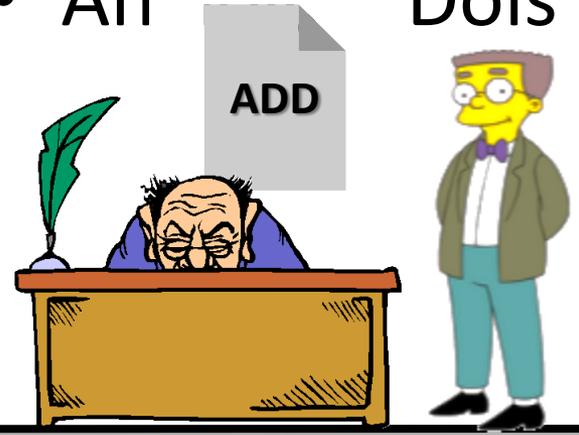
Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois  onários



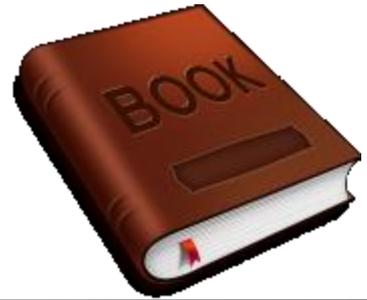
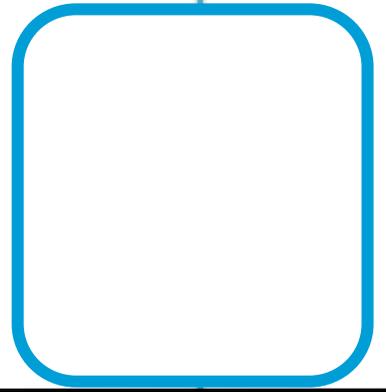
Ciclo de Execução – Busca

- An Dois funcionários



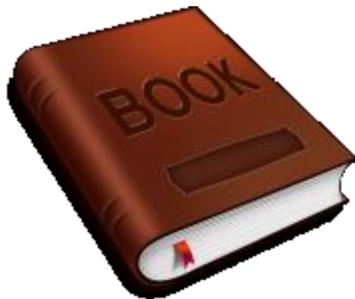
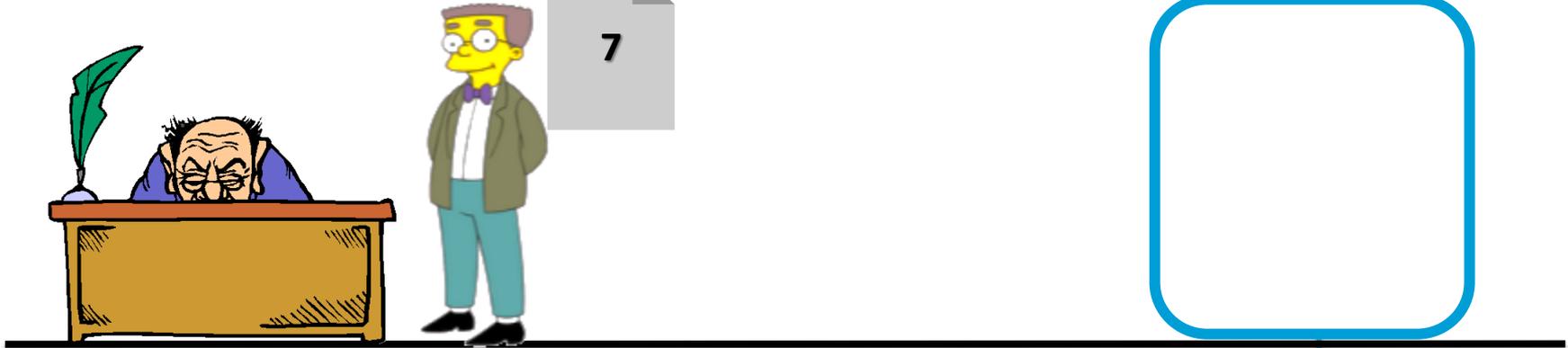
Ciclo de Execução – Busca

- An Dois funcionários



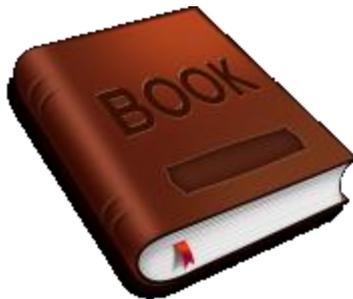
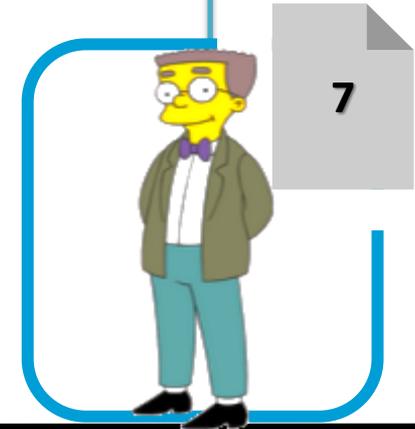
Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois funcionários



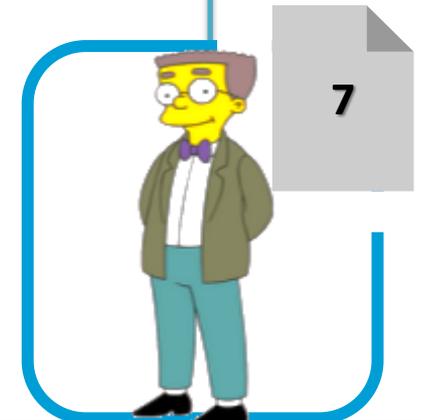
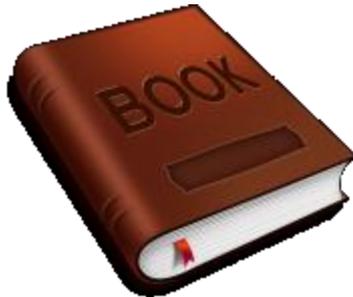
Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois funcionários



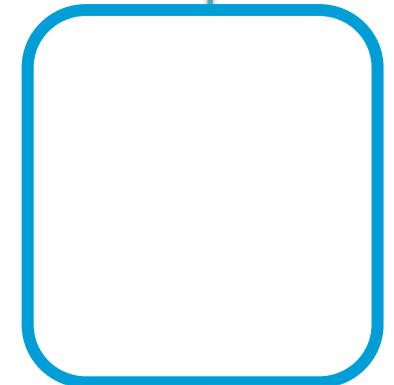
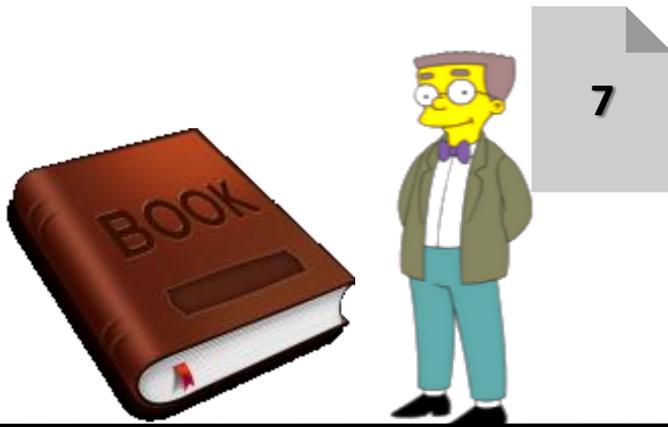
Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois funcionários



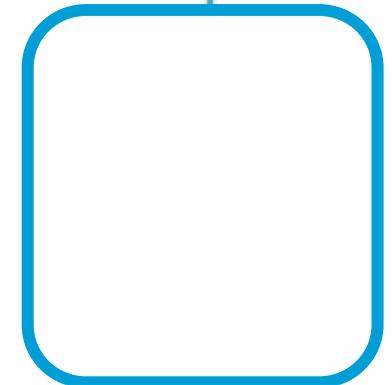
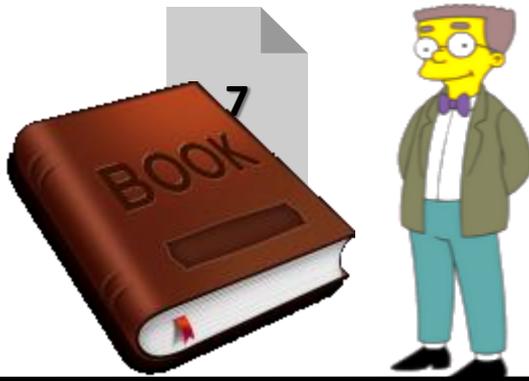
Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois funcionários



Ciclo de Execução – Busca

- Analogia: Dois funcionários

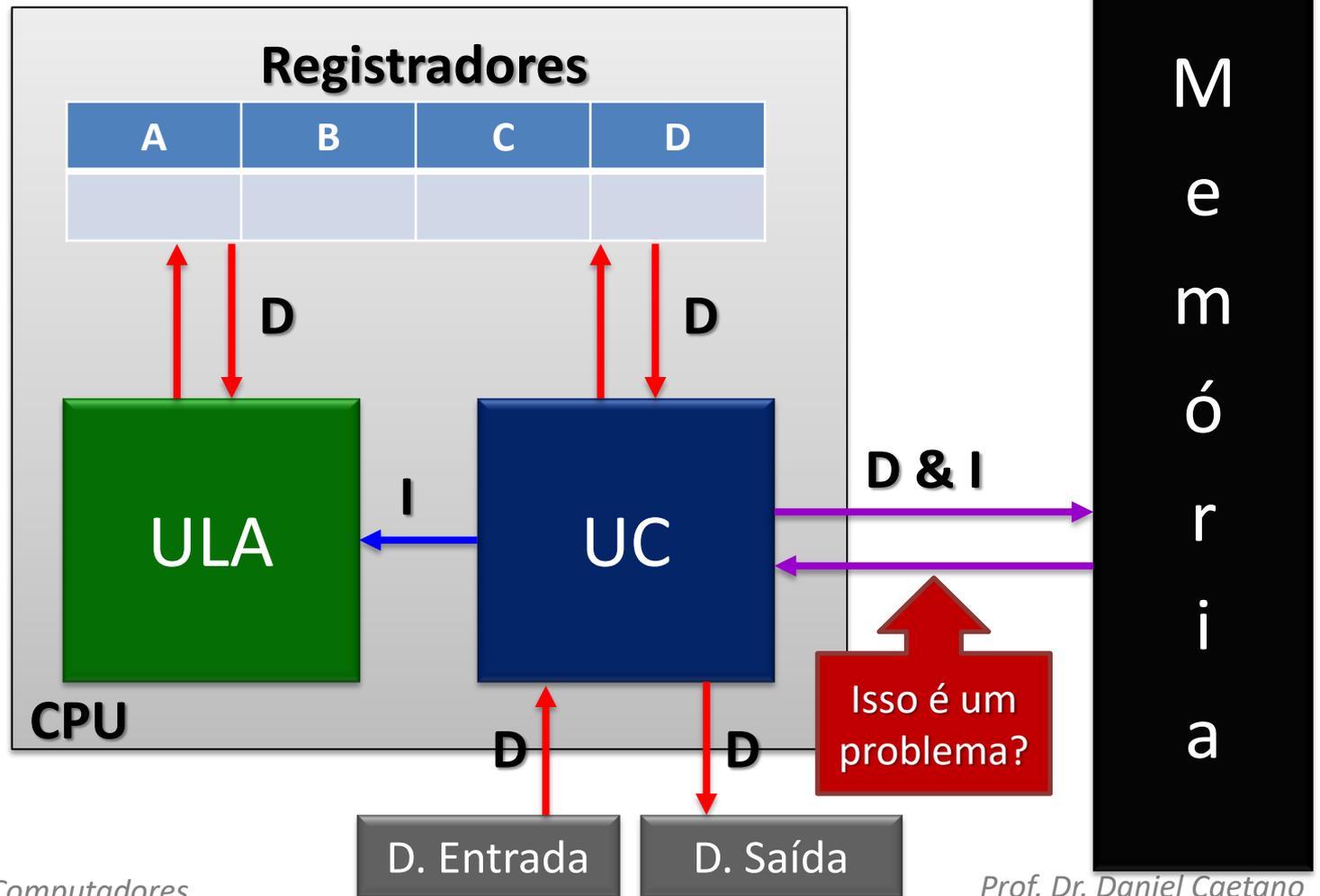


Execução de Instruções

- Os elementos da analogia existem na prática
 - ULA, UC, Cache...
 - Mas e os “papéis”?
- Papéis: registradores
 - Pequenas memórias internas à CPU
- Por que existem registradores?
 - ULA não tem contato com a memória principal...
 - ULA só faz cálculos com valores nos registradores
 - UC é responsável por transferir dados das diversas origens para os registradores

Um Processador Simples

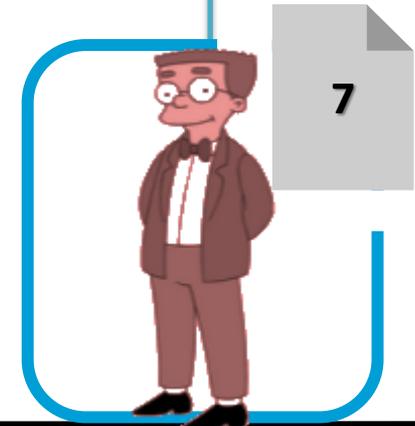
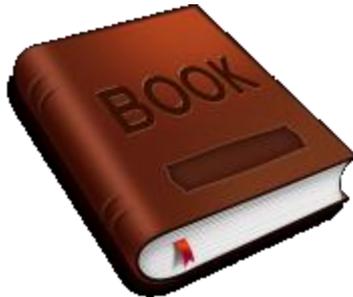
- Diagrama



Gargalo de Transferência

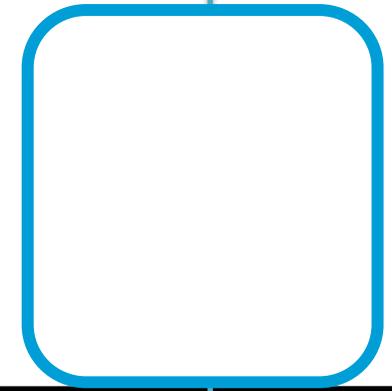
- E se quisesse ter “dois auxiliares”?

Instrução?



Gargalo de Transferência

- E se quisesse ter “dois auxiliares”?

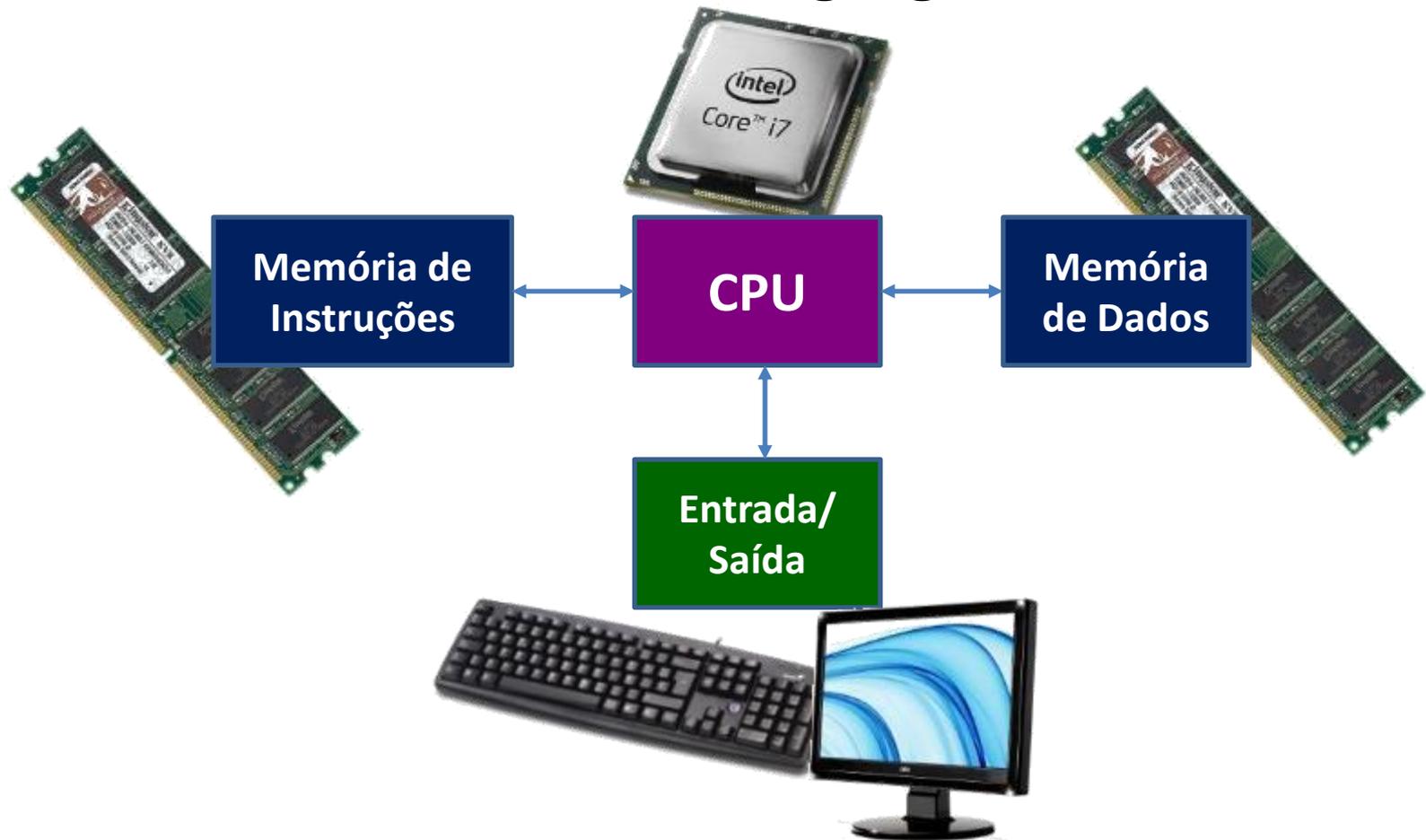




ARQUITETURA HARVARD

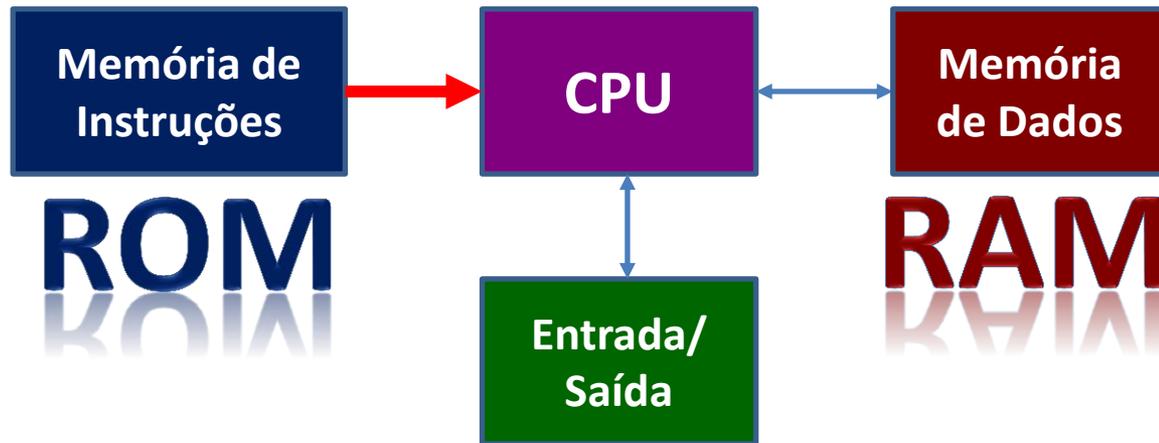
Arquitetura Harvard

- Mais recente, resolve o gargalo



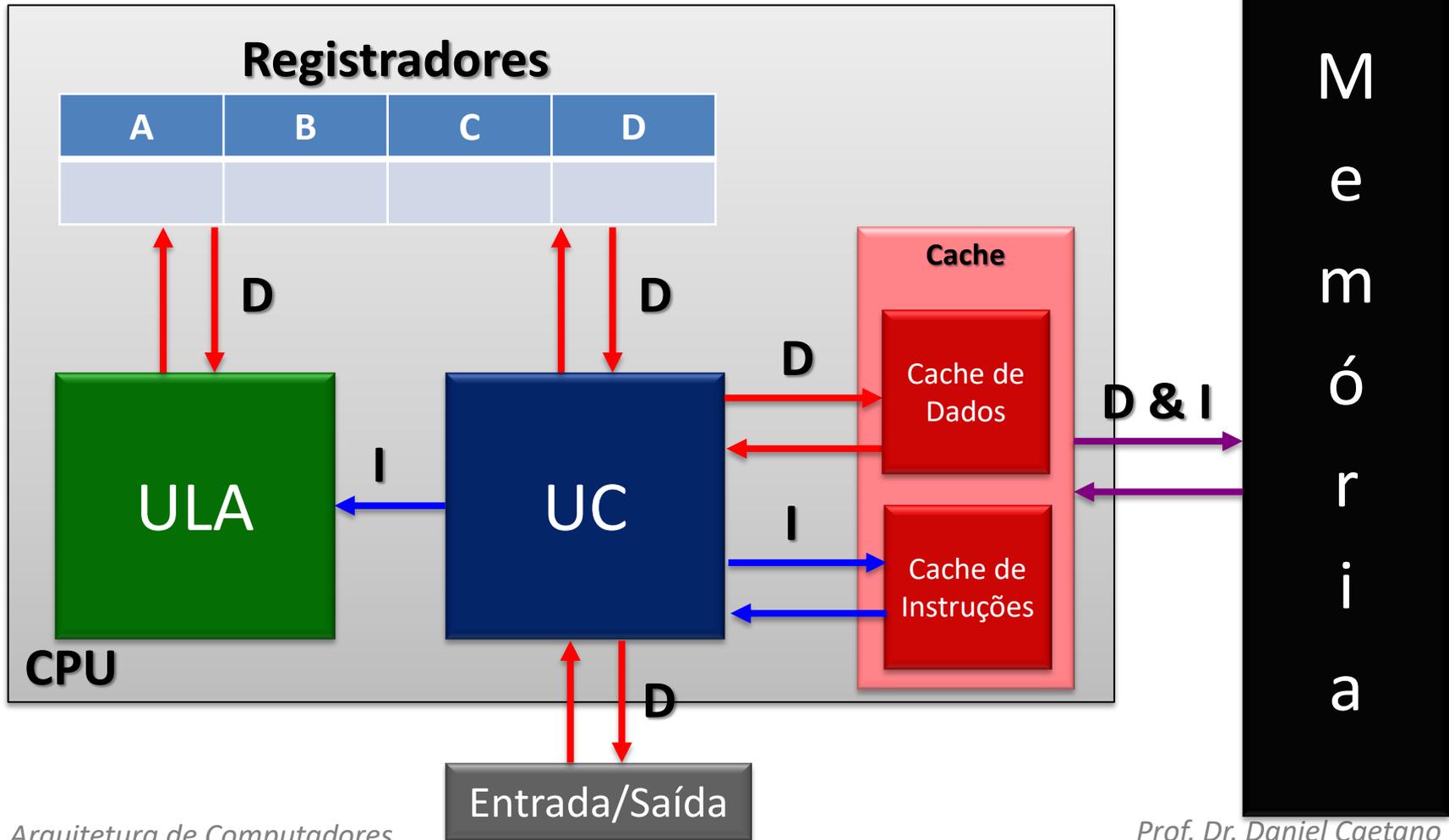
Arquitetura Harvard

- Quem usa?
 - Basicamente microcontroladores
 - Existe uma variação:



Processadores Modernos

- Arquitetura Híbrida





ATIVIDADE

Atividade

- Em grupo:
 1. Se seu grupo fosse projetar um computador, qual arquitetura vocês escolheriam?
 2. Liste os motivos para escolher uma arquitetura e não a outra.



ENCERRAMENTO

Resumo e Próximos Passos

- Os elementos de um computador
 - A arquitetura de von Neumann
 - A dinâmica do ciclo de execução
 - Gargalos e a arquitetura Harvard.
 - **Pós Aula:** Saiba Mais, A Seguir e Desafio!
 - No mural: <https://padlet.com/djcaetano/arquitetura/>
-
- Aprofundando o funcionamento da CPU
 - Registradores? Conjunto de instruções?



PERGUNTAS?