Arquitectura e Organização de Computadores

(micro-arquitectura)

atributos visíveis ao programador:
- I.S.A.
- tamanho da palavra (*bits*)
- registos

Componentes que realizam a arquitectura:
- organização do CPU (*pipeline*, ...)
- unidades específicas (FPU, MM, ...)
- barramentos (largura, velocidade)
- frequência do relógio

A existência de uma instrução de multiplicação é uma questão de arquitectura ou organizacional?

E a realização desta instrução com *hardware* apropriado ou usando adições sucessivas?

Arquitectura e Organização de Computadores

Exemplo: IBM System/360

Lançado em 1965, incluía 4 modelos (40, 50, 65, 75) com a mesma arquitectura e diferentes organizações.
Preços mais baixos correspondiam a piores desempenhos.

Exemplo: Intel x86

Os processadores mais recentes, com uma organização cada vez mais complexa e melhores desempenhos, mantêm compatibilidade binária com os processadores anteriores.
Processadores da mesma geração têm organizações diferentes por razões de consumo (potência dissipada) e preço.

Arquitectura e Organização de Computadores

- Diferentes organizações motivadas por :
  - diferentes requisitos, e.g., desempenho, custo, potência dissipada;
  - avanços tecnológicos

- Alterações funcionais implicam alterações na arquitectura, pois têm que ser expostas aos programadores

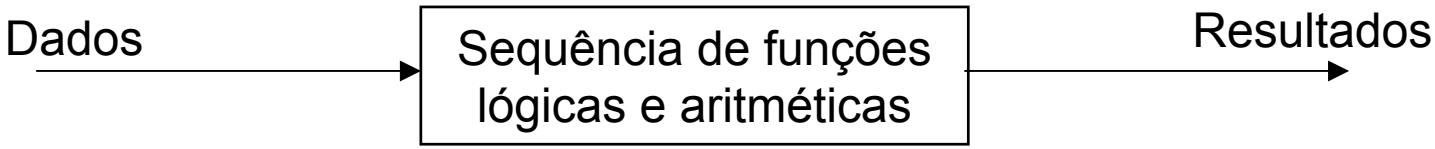
Máquina de Von Neumann

John von Neumann, “First Draft of a Report on the EDVAC”, Moore School of Electrical Engineering, Univ. of Pennsylvania June, 30, 1945

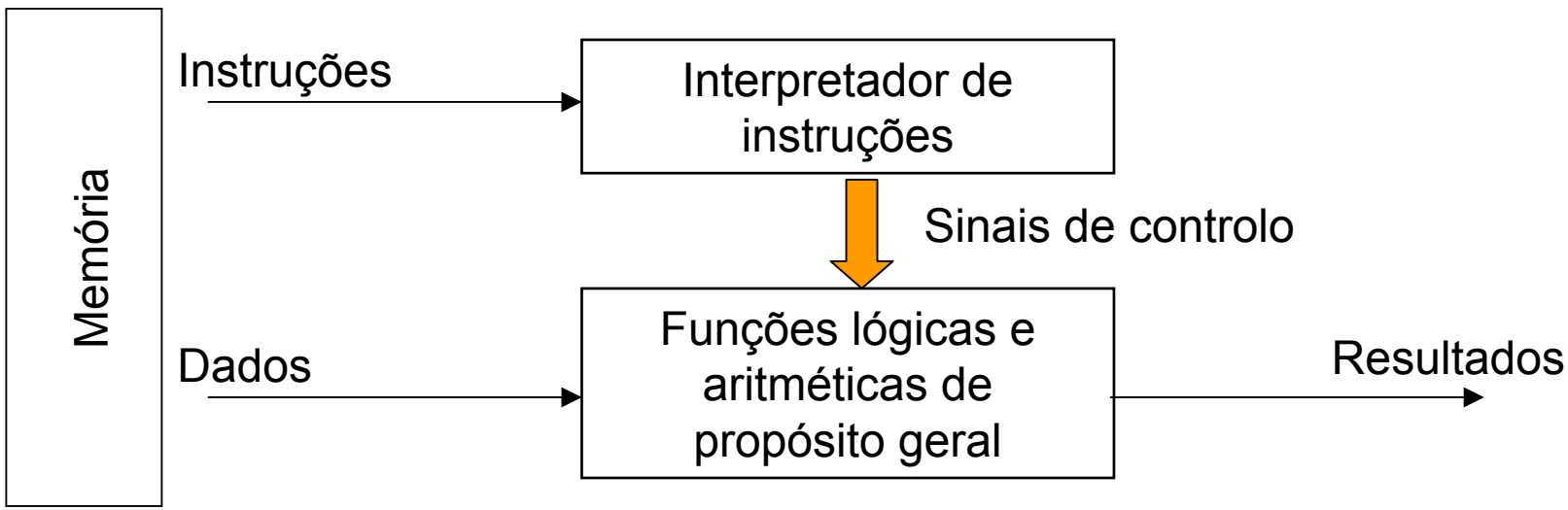
Três contribuições fundamentais:

1. *Stored program concept*
2. Organização básica de um computador
3. Arquitectura básica (tipos de instruções)

A arquitectura de Von Neumann



a) Programação em *hardware*

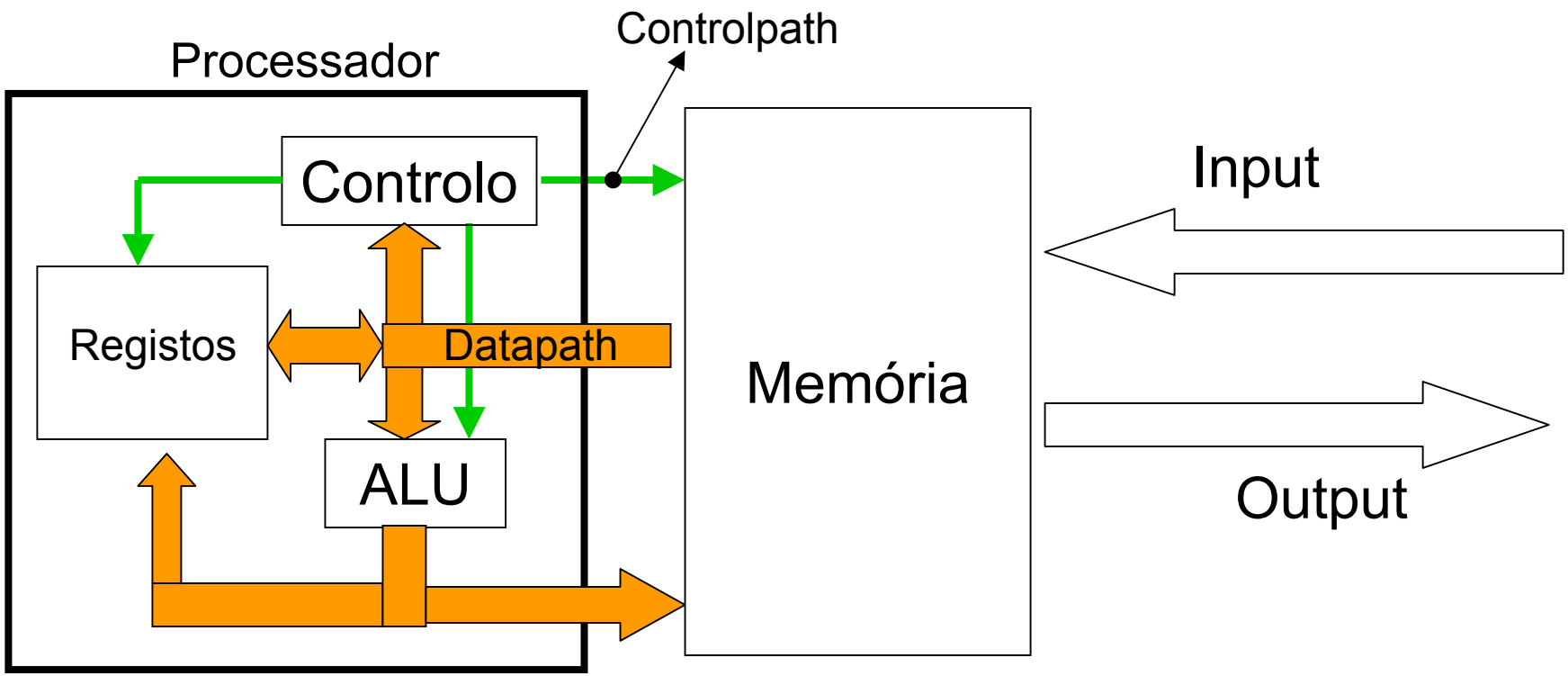


b) Programação em soft*ware*

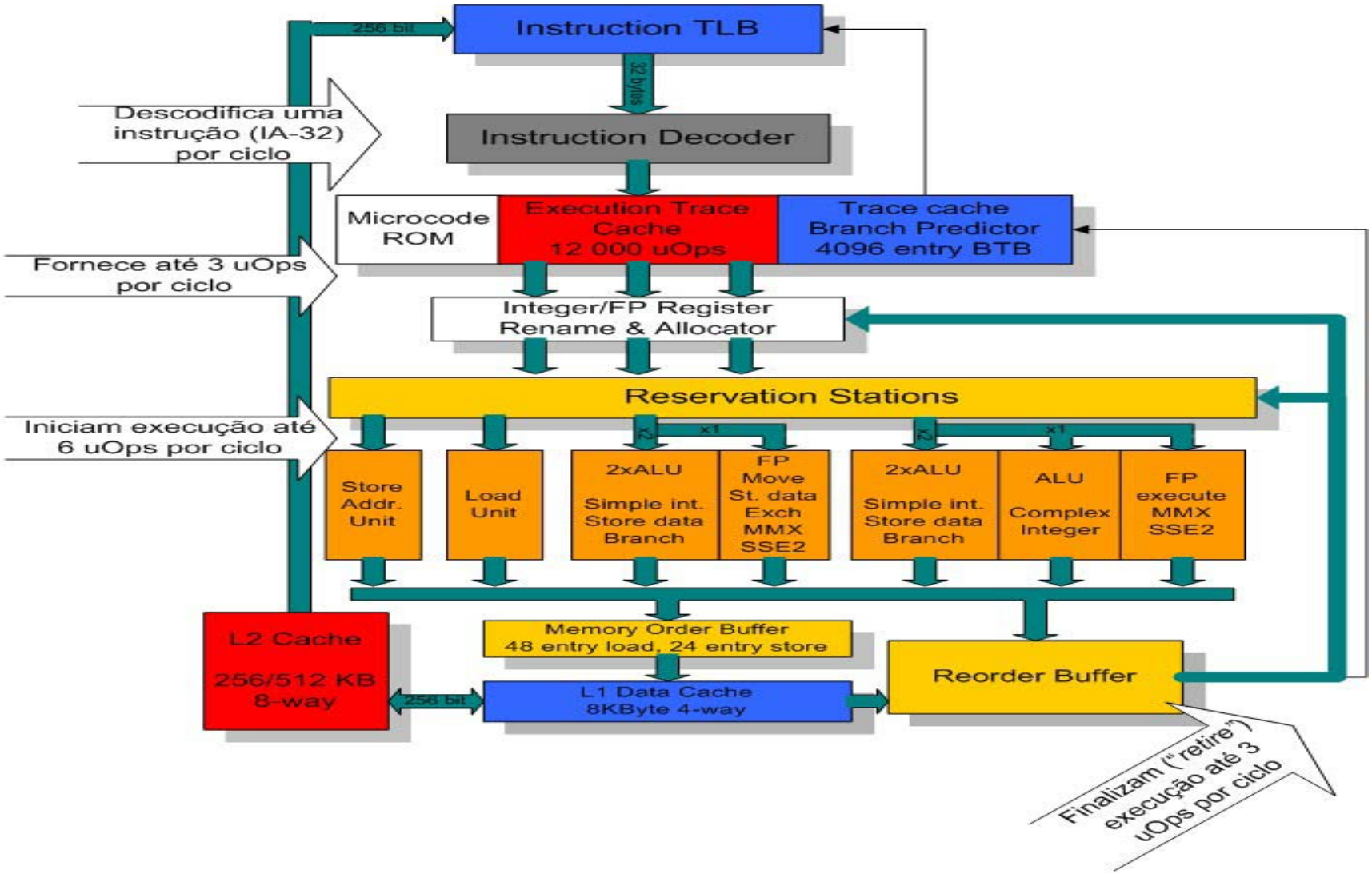
A arquitectura de von Neumann

- *Stored program concept*
  - O programa consiste em instruções binárias, que são executadas sequencialmente, e que estão armazenadas em posições consecutivas de memória
  - A unidade de controlo descodifica cada instrução e gera os sinais de controlo necessários para que os restantes componentes executem essa instrução
  - O computador pode ser reprogramado alterando apenas o conteúdo da memória

A organização de Von Neumann



Organização Intel Pentium IV



A arquitectura de Von Neumann
(tipos de instruções)

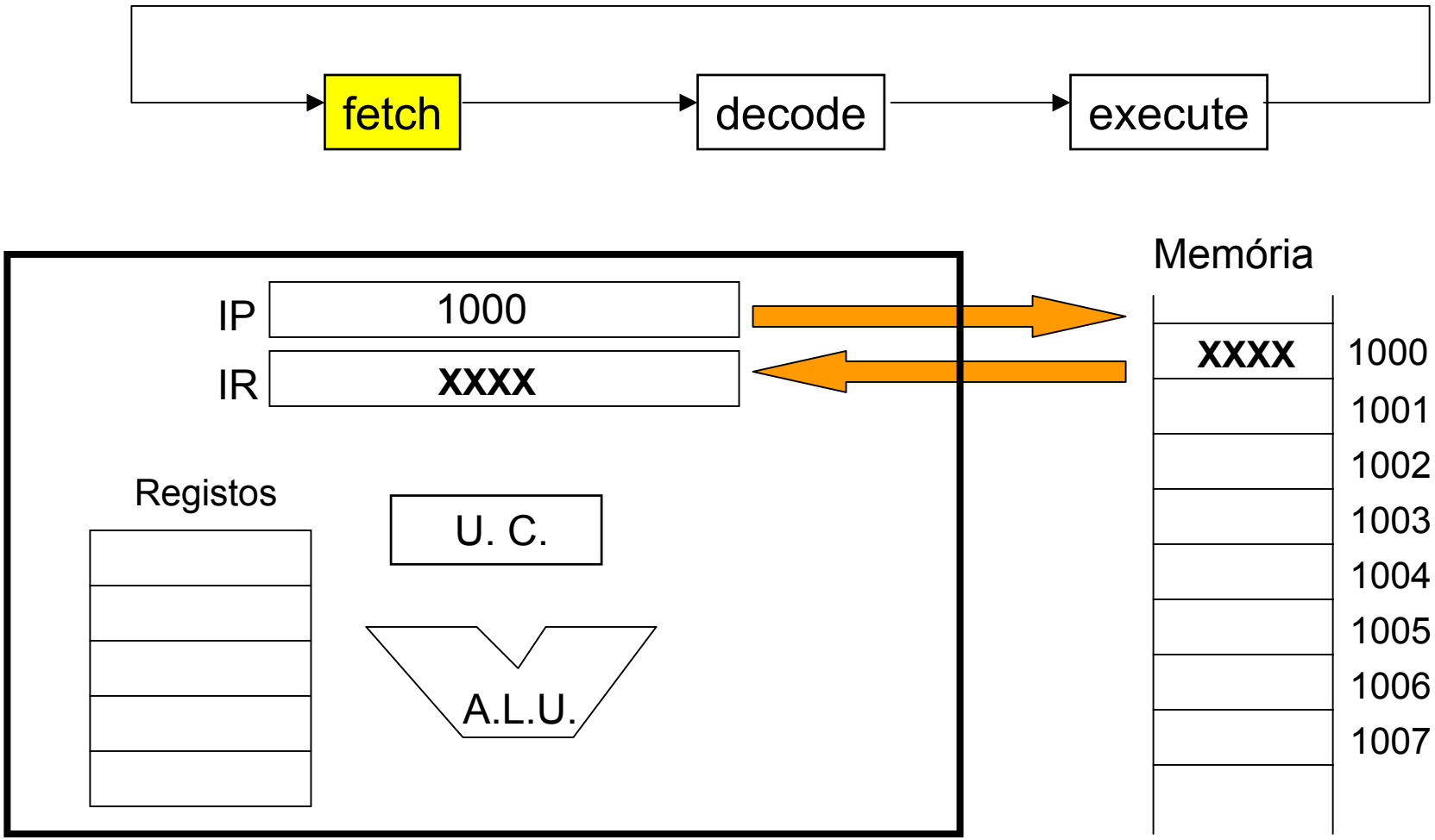
> *"The really decisive considerations [...] in selecting an [instruction set] are more of a practical nature: simplicity of the equipment demanded[...] and the clarity of its application to the actually important problems[...]"*
>
> Burks, Goldstine and von Neumann, 1947

- Operações de cálculo. Ex.: add, sub, or, and, etc...
- Operações de transferência de dados:
  - reg ↔ reg, reg ↔ mem, mem ↔ mem, input/output

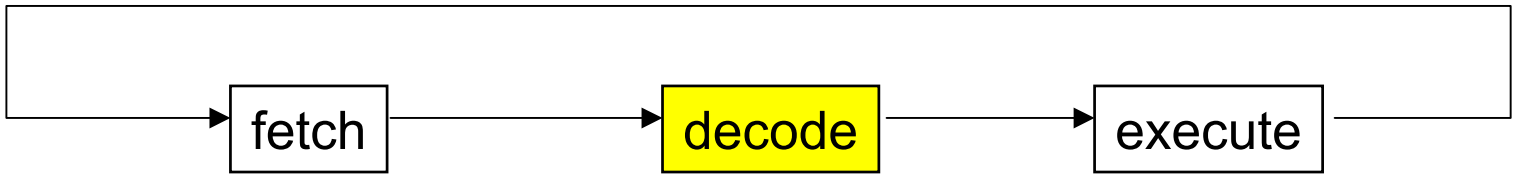
> *"The utility of a [...] computer lies in the possibility of using a given sequence of instructions repeatedly, the number of times it is iterated being dependent upon the results of the computation."*
>
> Burks, Goldstine and von Neumann, 1947

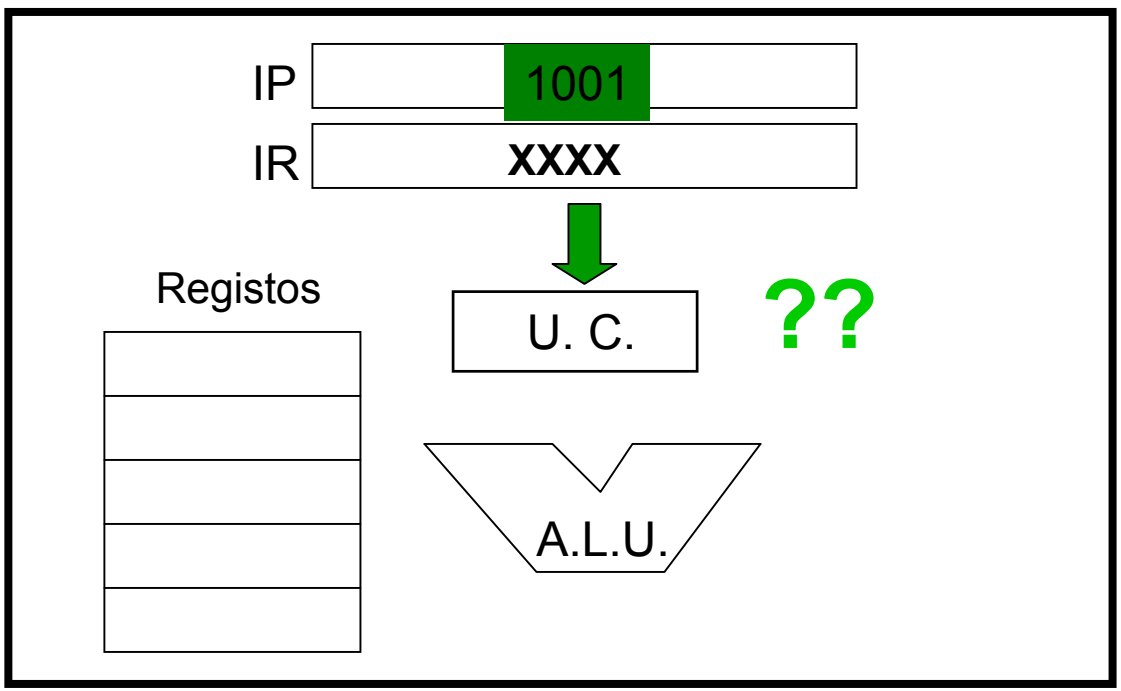
- Operações de controlo de fluxo condicional:
  - saltar se zero, saltar se diferente, saltar se maior, etc...

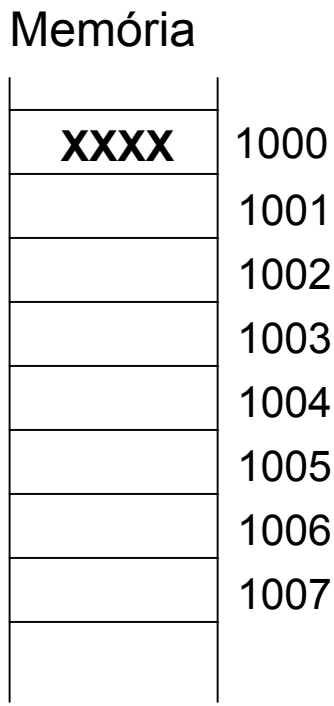
O ciclo do processador - *fetch*



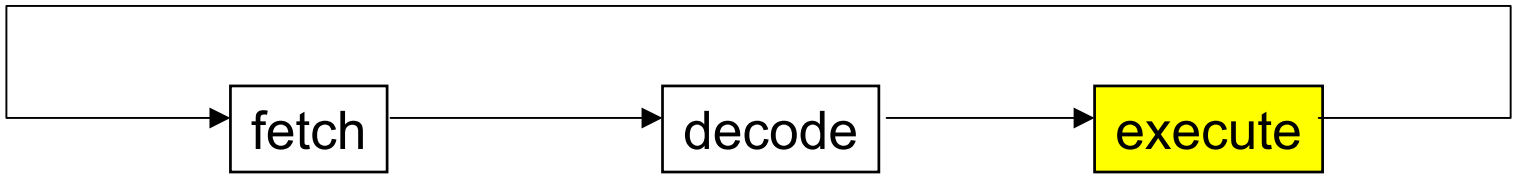
O ciclo do processador - *decode*

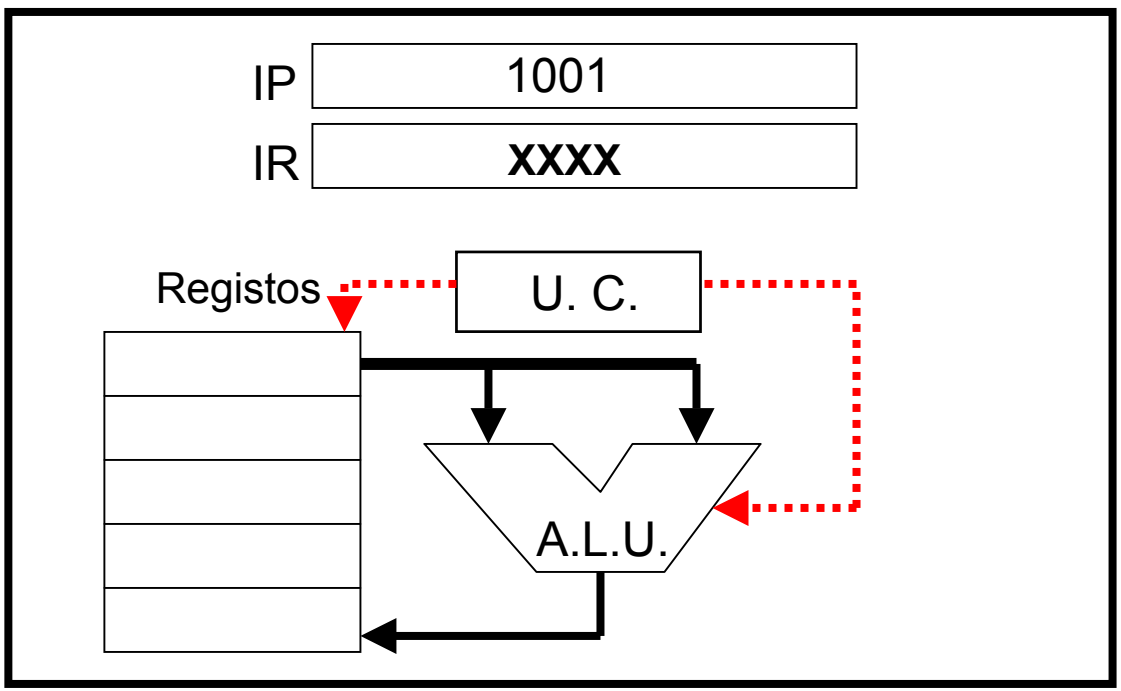


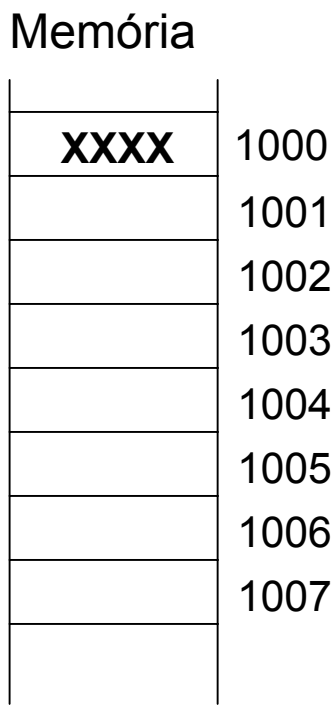




O ciclo do processador - *execute*

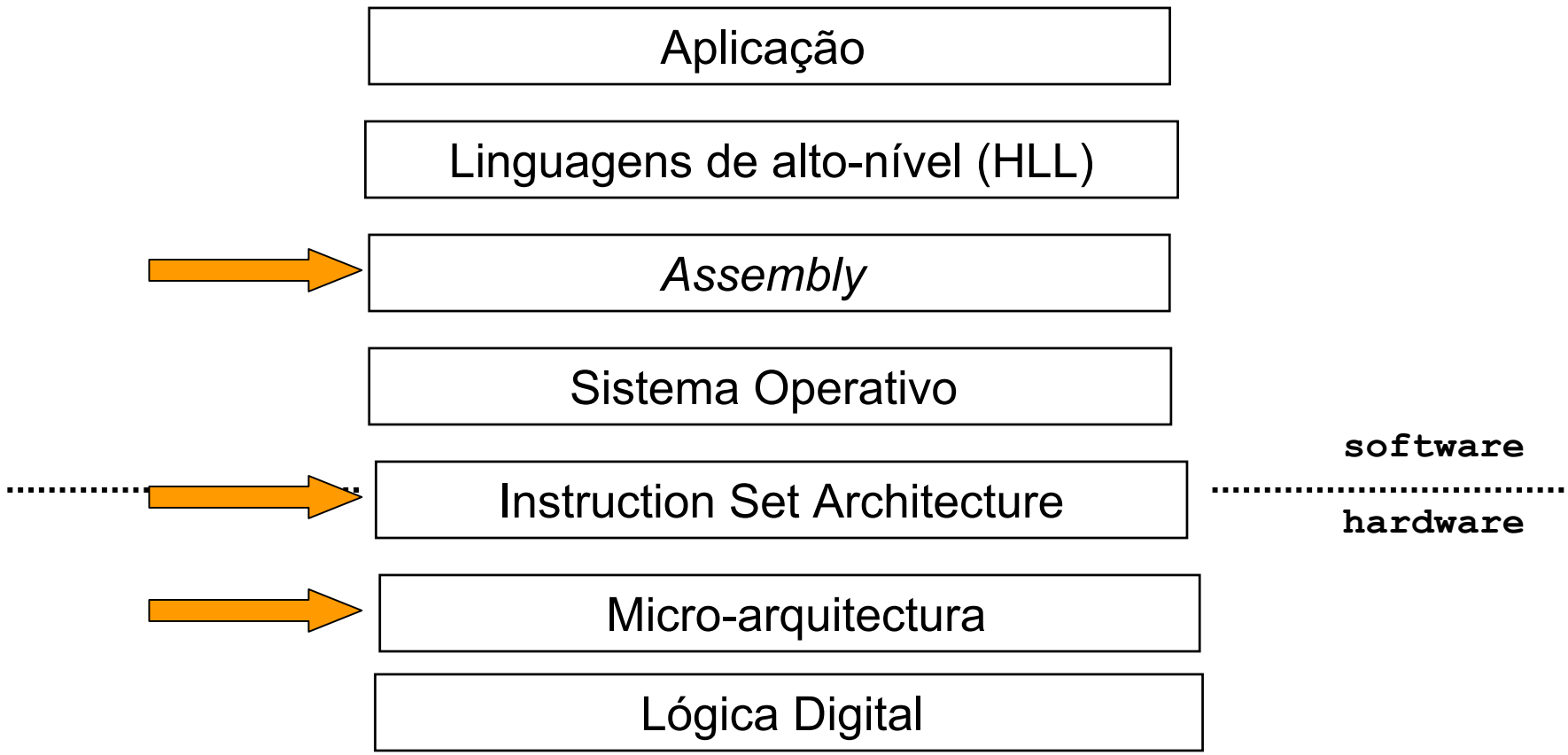






Níveis de abstracção

Computador como uma pilha de máquinas virtuais.
Cada nível usa os serviços disponibilizados pelo nível abaixo.
Cada utilizador usa o nível mais conveniente para a tarefa a resolver.



Níveis de abstracção

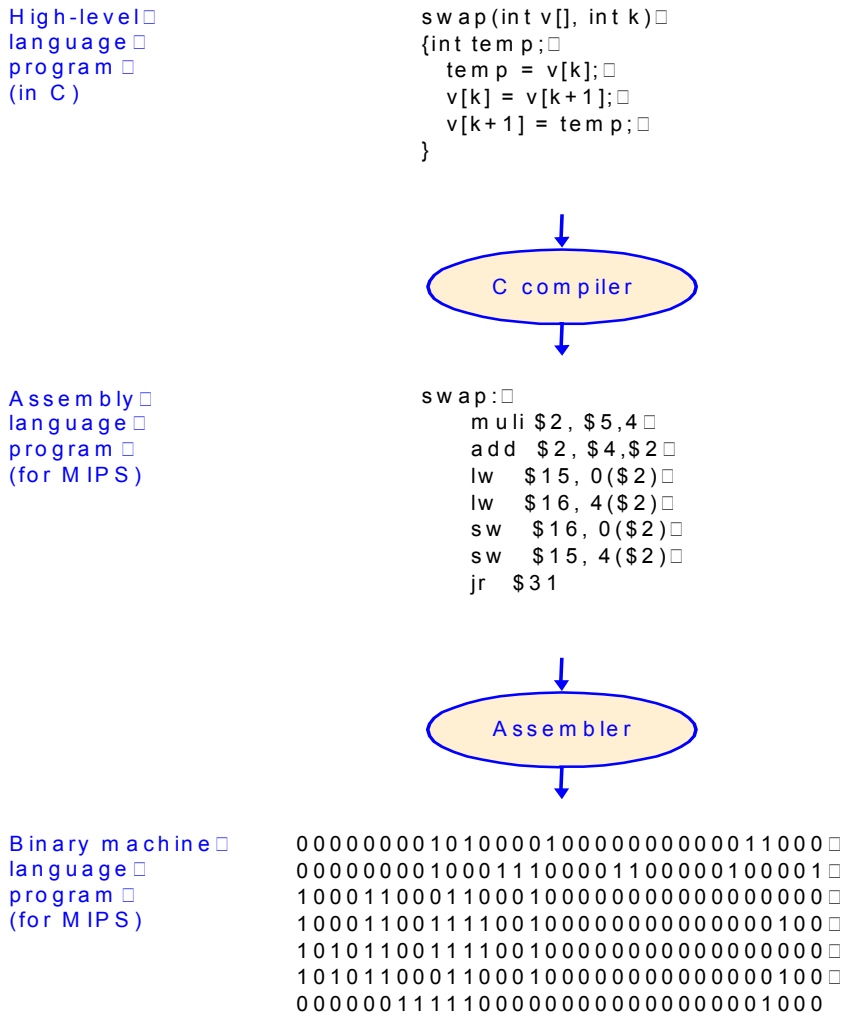
Compiladores – convertem um programa para um nível inferior

Interpretadores – executam instrução a instrução um programa de um nível superior

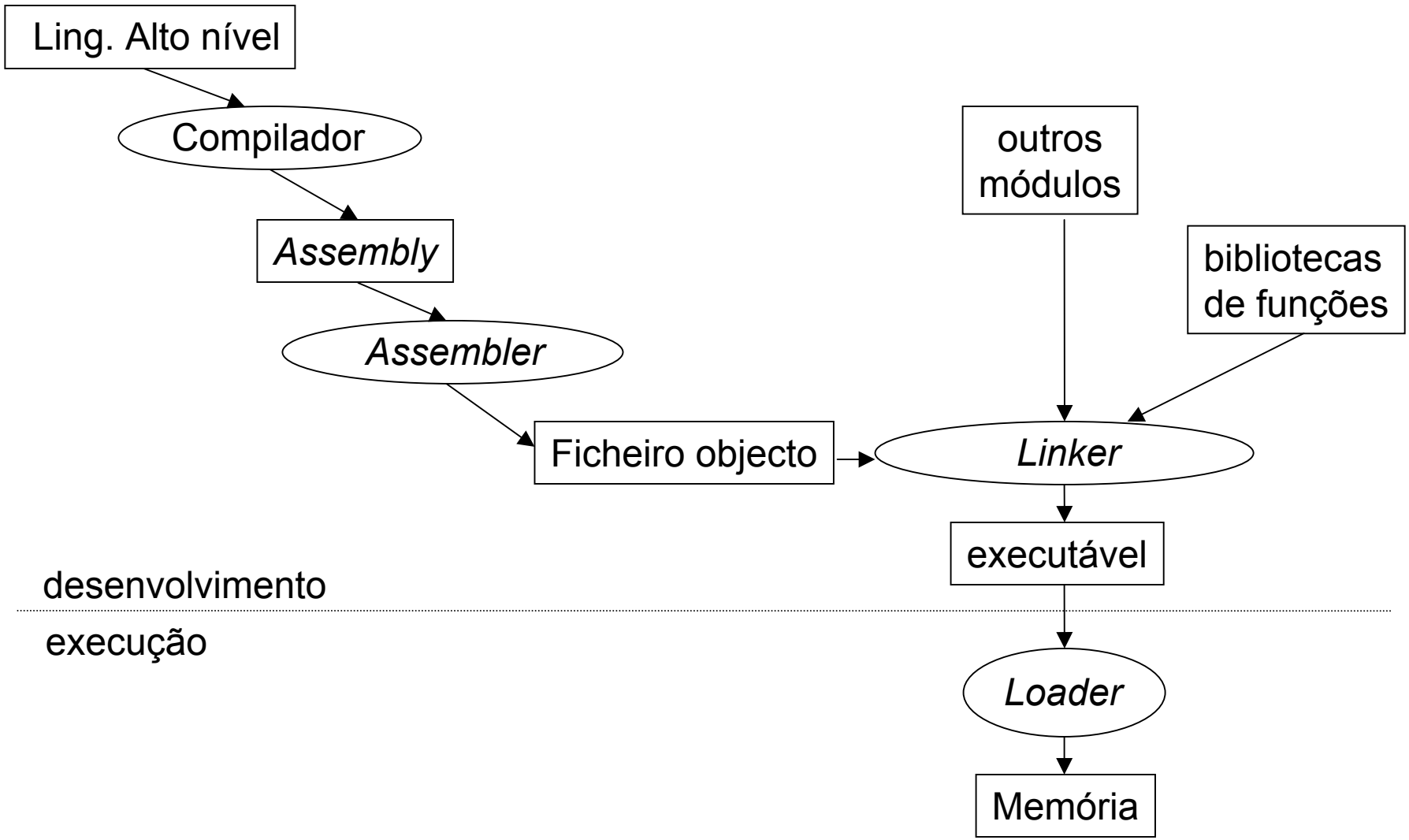
Assemblers – convertem um programa de *assembly* para o nível máquina

Linkers – ligam vários módulos de um mesmo programa, para gerar um único executável

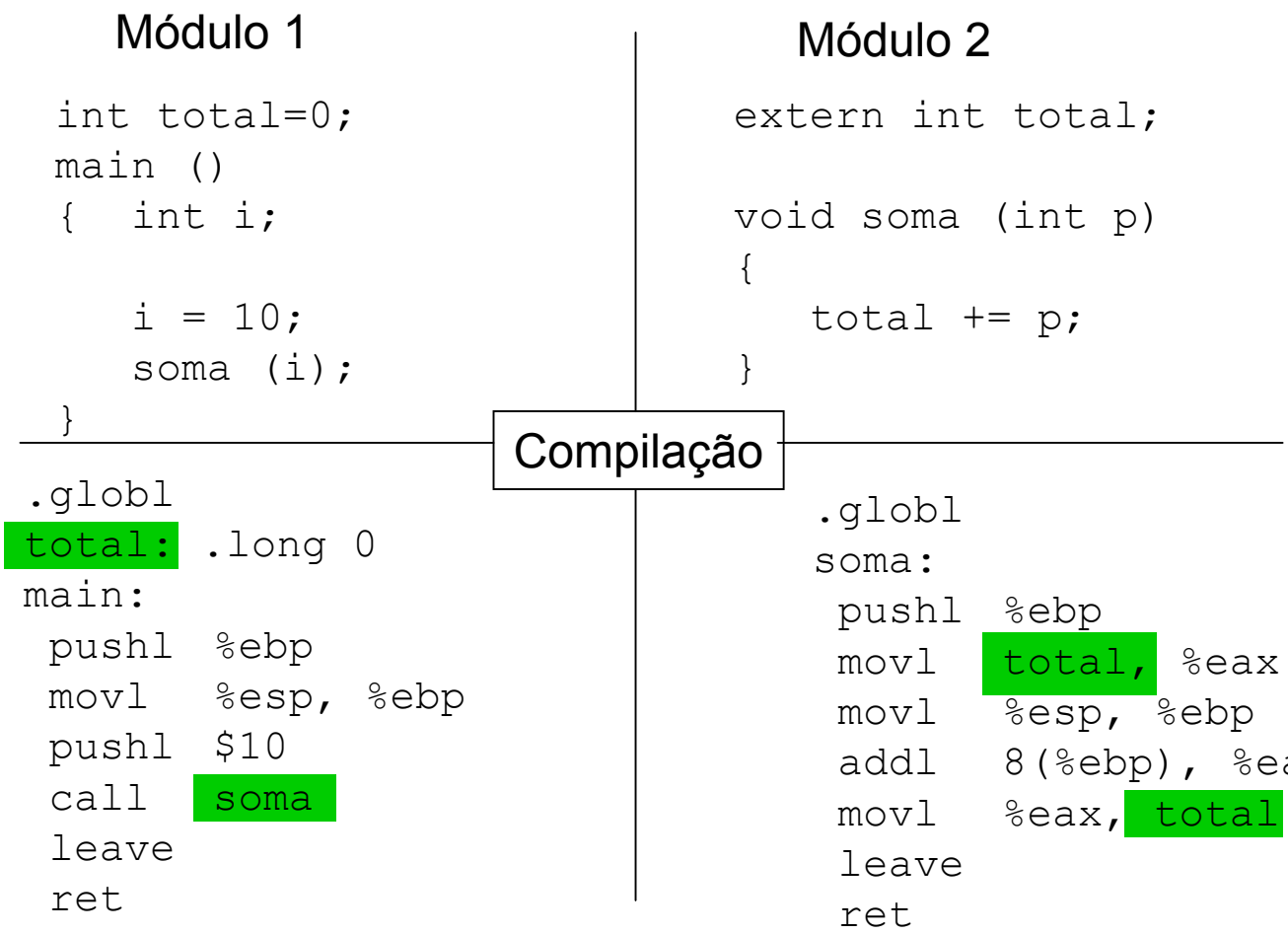
Loaders – carregam um ficheiro executável para memória



Níveis de abstracção



Compilação



Após a compilação o código *assembly* mantém informação simbólica.

Montagem (*Assembler*)

Ficheiros Objecto

```
00000000 <soma>:
0:  55
1:  a1 00 00 00 00
6:  89 e5
8:  03 45 08
b:  a3 00 00 00 00
10: c9
11: c3
TABELA DE SÍMBOLOS
total
00000000 <main>:
0:  55
1:  89 e5
c:  6a 0a
e:  e8 fc ff ff ff
13: c9
14: c3
TABELA DE SÍMBOLOS
soma
```

O ficheiro objecto de cada um dos módulos não contém informação simbólica.

As instruções, representadas por mnemónicas após a compilação, são convertidas no código binário correspondente ao nível máquina..

Os endereços que não podem ser determinados não são preenchidos.

Os símbolos cujo endereço será determinado pelo *linker* são guardados na tabela de símbolos.

Linker

Ficheiro Executável

```
080482f4 <main>:
 80482f4: 55
 80482f5: 89 e5
 8048300: 6a 0a
 8048302: e8 05 00 00 00
 8048307: c9
 8048308: c3
 8048309: 90 90 90

0804830c <soma>:
 804830c: 55
 804830d: a1 74 93 04 08
 8048312: 89 e5
 8048314: 03 45 08
 8048317: a3 74 93 04 08
 804831c: c9
 804831d: c3
```

O *linker* resolve todas as referências a símbolos, trocando-as pelos seus endereços.

As instruções são representadas pelo seu código binário e não pelas suas mnemónicas.

Além do código correspondente à funcionalidade do programa de alto nível, o *linker* insere código necessário para lidar com o Sistema Operativo.

Sumário

Tema	Hennessy [COD]	Stallings [COA]	Bryant[CS:APP]
Arquitectura vs. Organização		Sec. 1.1, 2.2	
Máquina de Von Neumann	Ver artigos de Von Neumann e Godfrey na página da disciplina		
Stored Program	Sec 1.8	Sec. 2.1, 3.1	
Organização de Von Neumann		Sec. 2.1, 3.1	
Tipos de instruções	Sec 3.1, 3.2, 3.5	Sec 2.1, 3.2	
Conversão entre níveis	Secs. 3.9, A1 ... A5		Sec. 3.2