

Organização Básica de computadores e linguagem de montagem

Prof. Edson Borin

2º Semestre de 2015

Linguagem de montagem

Montador

- Programar em linguagem de máquina é uma tarefa tediosa e suscetível a erros.
- Idéia: programar em uma linguagem simbólica e fazer uma ferramenta para converter o programa nesta linguagem para linguagem de máquina
 - Linguagem simbólica: Linguagem de montagem
 - Ferramenta: Montador

Montador

- O montador converte o código em linguagem de montagem para linguagem de máquina
 - Linguagem simbólica => binário
- Programas em linguagem de montagem possuem:
 - Rótulos;
 - Instruções do processador;
 - Diretivas de montagem;
 - Comentários, etc...

Sintaxe típica de linguagens de montagem

Comentários no código

@ Comentários após
@ o símbolo arroba

Rótulos.
Anotações de lugar ou endereços

laco:
senao:
varx:

Instruções do processador

LOAD M(0100)
ADD M(varx)

Diretivas de montagem

.include "outro_arquivo.s"
.org 0x100
.byte 0xe

Sintaxe típica de linguagens de montagem

- O programa em linguagem de montagem é dividido em linhas no formato:

[rotulo:] [instrução] [@ comentários]

ou

[rotulo:] [diretiva] [@ comentários]

Rótulos

- Rótulos são anotações no código que serão convertidas em endereços pelo montador. A sintaxe de um rótulo é uma palavra terminada com o caractere “:”
- Exemplos:

laco:

var_x:

Instruções

- Instruções correspondem às instruções do processador.
- Exemplo:

ADD M(0x100)

LOAD M(0x200)

Instruções

- Podemos utilizar rótulos no campo endereço das instruções:
- Exemplo:

laco:

LOAD M(0x100)

SUB M(0x200)

JUMP+ M(laco)

Instruções

- Como o montador converte este programa para linguagem de máquina?

laco:

LOAD M(0x100)

SUB M(0x200)

JUMP+ M(laco)

Diretivas de Montagem

- Diretivas de montagem são comandos para coordenar a montagem. São executados em tempo de montagem!

- Ex: diretiva **.org**

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD M(0x100)
```

```
    SUB  M(0x200)
```

```
    JUMP M(laco)
```

Diretivas de Montagem

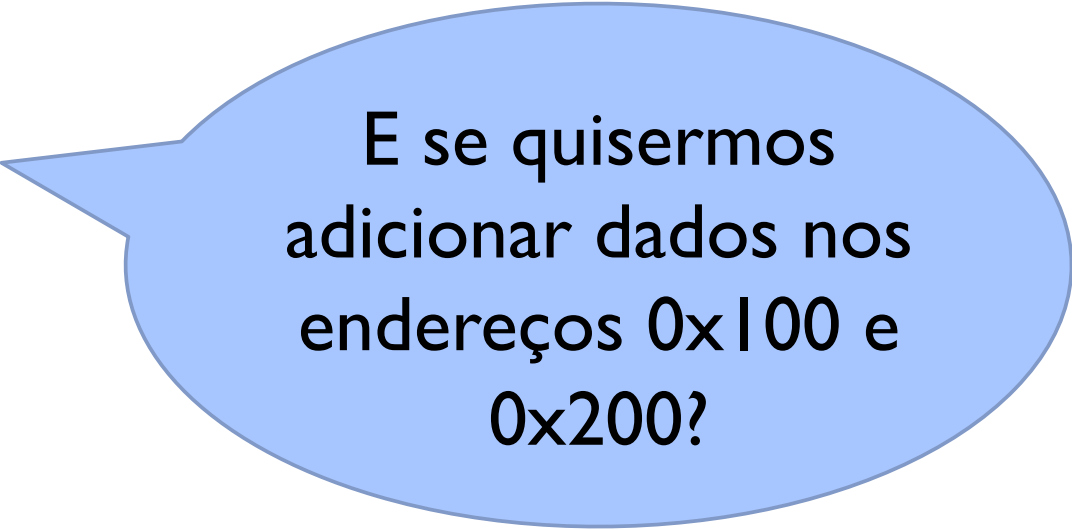
- Outro exemplo:

```
.org 0x100  
var_x:  
.org 0x200  
var_y:  
.org 0x000  
laco:  
    LOAD M(var_x)  
    SUB  M(var_y)  
    JUMP M(laco)
```

Diretivas de Montagem

- Outro exemplo:

```
.org 0x100  
var_x:  
.org 0x200  
var_y:  
.org 0x000  
laco:  
    LOAD M(var_x)  
    SUB  M(var_y)  
    JUMP M(laco)
```



E se quisermos
adicionar dados nos
endereços 0x100 e
0x200?

Diretivas de Montagem

- A diretiva **.word**

```
.org 0x100
```

```
var_x:
```

```
.word 00 00 00 00 01
```

```
.org 0x200
```

```
var_y:
```

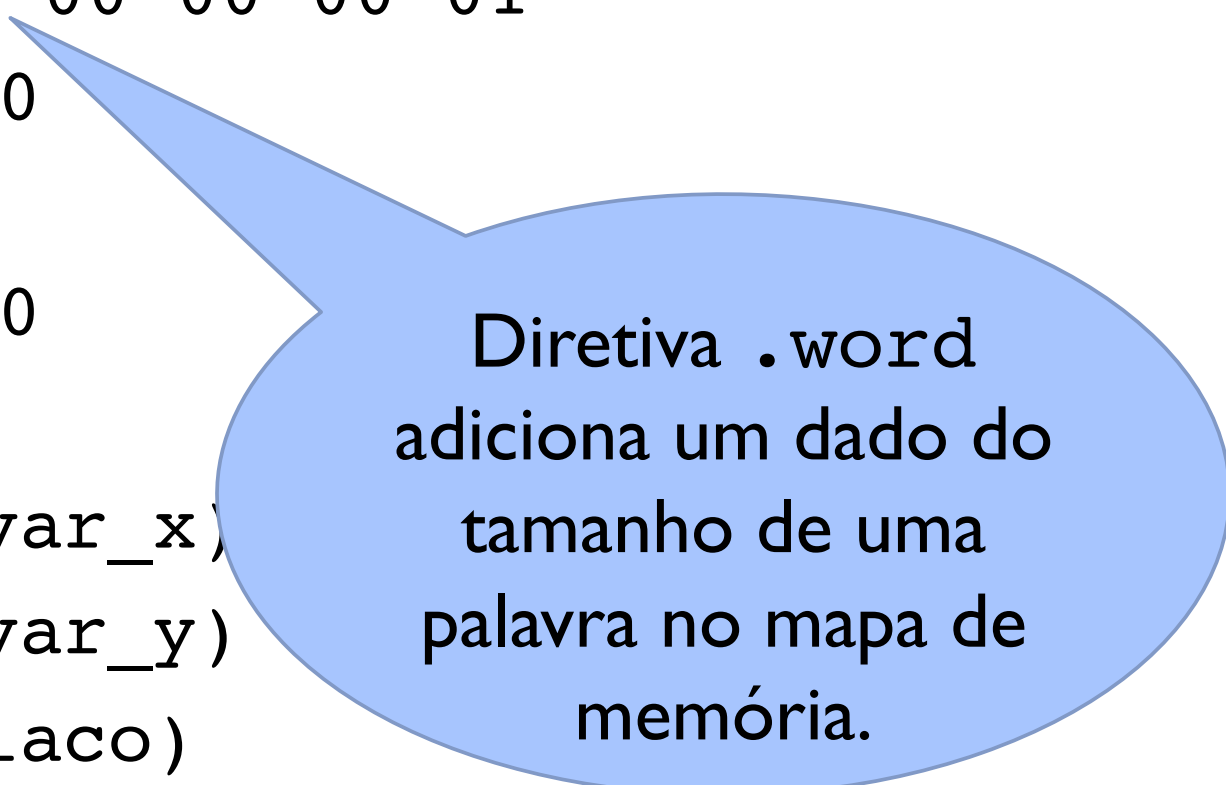
```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
LOAD M(var_x)
```

```
SUB M(var_y)
```

```
JUMP M(laco)
```



Diretiva **.word**
adiciona um dado do
tamanho de uma
palavra no mapa de
memória.

Diretivas de Montagem

- Como ficaria o binário deste programa?

```
.org 0x000          @ Área de código
```

```
laco:
```

```
    LOAD M(var_x)
```

```
    SUB  M(var_y)
```

```
    JUMP M(laco)
```

```
.org 0x100          @ Área de dados
```

```
var_x: .word 00 00 00 00 01
```

```
var_y: .word 00 00 00 00 02
```

Diretivas de Montagem

- E este programa?

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD M(var_x)
```

```
    SUB  M(var_y)
```

```
    JUMP M(laco)
```

```
var_x: .word 00 00 00 00 01
```

```
var_y: .word 00 00 00 00 02
```


Diretivas de Montagem

- Diretiva **.align**

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD M(var_x)
```

```
    SUB  M(var_y)
```

```
    JUMP M(laco)
```

```
.align 1
```

```
var_x: .word 00 00 00 00 01
```

```
var_y: .word 00 00 00 00 02
```

Diretivas de Montagem

- Arranjos (vetores) podem ser declarados e inicializados com a diretiva **.word**.
- Exemplo: vetor com três elementos

```
.org 0x000
```

```
    JUMP M(0x000)
```

```
.align 1
```

```
vetor:
```

```
    .word 00 00 00 00 01
```

```
    .word 00 00 00 00 02
```

```
    .word 00 00 00 00 03
```

Diretivas de Montagem

- Como fazemos para declarar um vetor com 200 elementos?

```
.org 0x000  
    JUMP M(0x000)  
.align 1  
vetor:  
    ???
```

Diretivas de Montagem

- Como fazemos para declarar um vetor com 200 elementos?
- Resposta: usando a diretiva **.wfill**

```
.org 0x000
```

```
    JUMP M(0x000)
```

```
.align 1
```

```
vetor:
```

```
    .wfill 0xC8, 00 00 00 00 01
```

```
x:
```

```
    .word 00 00 00 00 02
```

Diretivas de Montagem

- Como fazemos para declarar um vetor com 200 elementos?
- Resposta: usando a diretiva

```
.org 0x000  
    JUMP M(0x000)
```

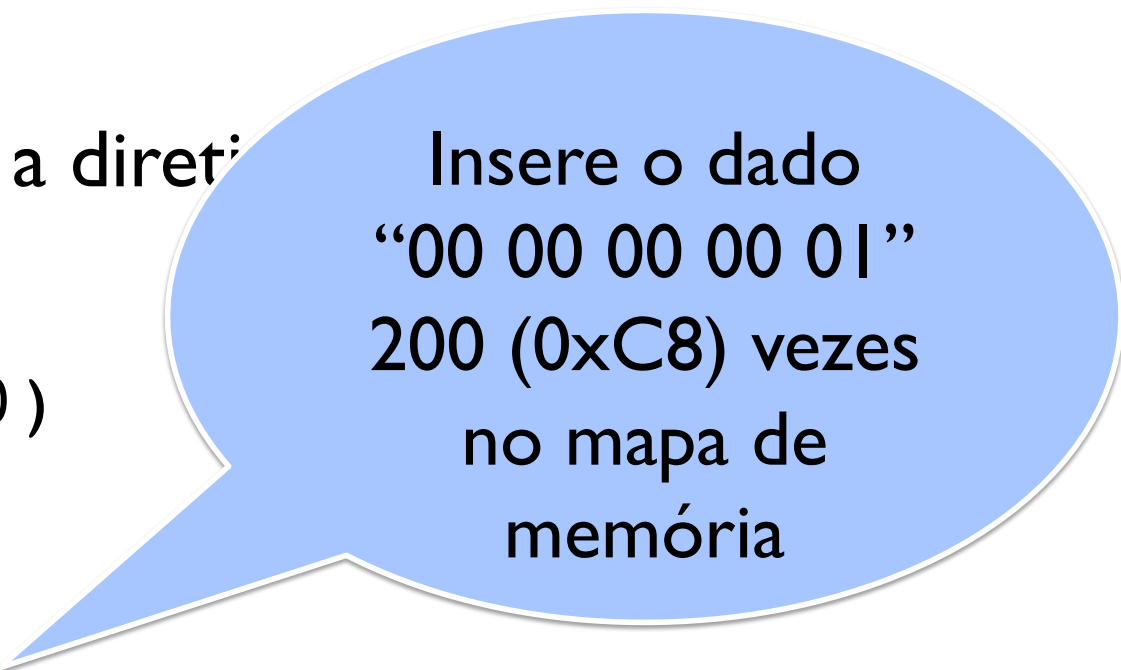
```
.align 1
```

```
vetor:
```

```
    .wfill 0xC8, 00 00 00 00 01
```

```
x:
```

```
    .word 00 00 00 00 02
```



Insere o dado
“00 00 00 00 01”
200 (0xC8) vezes
no mapa de
memória

Diretivas de Montagem

- Associando valores a símbolos: **.set**

```
.set TAMANHO, 0xC8
.set ZERO, 00 00 00 00 00
.set UM, 00 00 00 00 01
.org 0x000
    JUMP M(0x000)
.align 1
vetor1: .wfill TAMANHO, ZERO
vetor2: .wfill TAMANHO, UM
```

Diretivas de Montagem

- Outro exemplo

```
.set TAMANHO, 0xC8
.set ZERO, 00 00 00 00 00
.set UM, 00 00 00 00 01
.set INICIO, 0x000
.org INICIO
    JUMP M(INICIO)
.align 1
vetor1: .wfill TAMANHO, ZERO
vetor2: .wfill TAMANHO, UM
```

Montagem

- Podemos implementar o processo de montagem em passos:
 1. Computar os endereços dos rótulos
 2. Gerar o mapa de memória, ou arquivo binário

Montagem

I. Computando os endereços dos rótulos.

- Manter uma tabela de pares <rótulo,endereço>
- Tentar gerar o código.
 - Não se preocupar com o uso de rótulos
- à medida que um rótulo é declarado, gravamos o par <rótulo,endereço> na tabela.

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras	

Rótulo	Endereço

Posição	?	?
---------	---	---

Exemplo de montagem: Passo I

.org 0x000

laco:

LOAD M(x)

SUB M(y)

JUMP+ M(laco)

.align 1

x: .word 00000000001

y: .word 00000000002

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras	

Rótulo	Endereço

Posição	?	?
---------	---	---

Exemplo de montagem: Passo I

.org 0x000

laco:

LOAD M(x)

SUB M(y)

JUMP+ M(laco)

.align 1

x: .word 0000000001

y: .word 0000000002

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras	

Rótulo	Endereço

Posição	0x000	esq.
---------	-------	------

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

laco:

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x:  .word  00000000001
```

```
y:  .word  00000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras	

Rótulo	Endereço

Posição	0x000	esq.
---------	-------	------

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

laco:

```
LOAD M(x)
```

```
SUB M(y)
```

```
JUMP+ M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras

Palavras	

Rótulo

Endereço

laco

0x000/esq.

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.

Posição

0x000

esq.

Posição	0x000	esq.
---------	--------------	-------------

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.

Posição	0x000	esq.

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB      M(y)
```

```
    JUMP+    M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

Palavras	
0x000	01 ???
0x001	
0x002	
0x003	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.

Posição	0x000	esq.
---------	-------	------

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB      M(y)
```

```
    JUMP+    M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

Palavras	
0x000	01 000
0x001	
0x002	
0x003	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.

Posição	0x000	esq.
---------	-------	------

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras

01 000

06 000

Rótulo

Endereço

laco

0x000/esq.

Posição

0x000

dir.

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+ M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

Palavras	
0x000	01 000 06 000
0x001	?? ???
0x002	
0x003	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.

Posição	0x001	esq.
---------	--------------	-------------

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+ M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

Palavras	
0x000	01 000 06 000
0x001	0F 000
0x002	
0x003	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.

Posição	0x001	esq.
---------	--------------	-------------

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x:  .word  00000000001
```

```
y:  .word  00000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras

01 000

06 000

0F 000

Rótulo

laco

Endereço

0x000/esq.

Posição

0x001

dir.

Exemplo de montagem: Passo I

`.org 0x000`

`laco:`

`LOAD M(x)`

`SUB M(y)`

`JUMP+ M(laco)`

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras	
01 000	06 000
0F 000	

`.align 1`

`x: .word 0000000001`

`y: .word 0000000002`

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.

Posição	0x002	esq.
---------	-------	------

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras

01 000

06 000

0F 000

Rótulo

laco

x

Endereço

0x000/esq.

0x002/esq.

Posição

0x002

esq.

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x:  .word 000000000001
```

```
y:  .word 000000000002
```

Palavras	
0x000	01 000 06 000
0x001	0F 000
0x002	00 00 0 0 00 01
0x003	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.

Posição	0x002	esq.
---------	--------------	-------------

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

Palavras	
0x000	01 000 06 000
0x001	0F 000
0x002	00 00 0 0 00 01
0x003	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x003	esq.
---------	--------------	-------------

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x:  .word  00000000001
```

```
y:  .word  00000000002
```

Palavras	
0x000	01 000 06 000
0x001	0F 000
0x002	00 00 0 0 00 01
0x003	00 00 0 0 00 02

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x003	esq.
---------	-------	------

Exemplo de montagem: Passo I

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

Tabela com
endereços dos
rótulos preenchidos

Palavras	
0x000	01 000 06 000
0x001	0F 000
0x002	00 00 0 0 00 01
0x003	00 00 0 0 00 02

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x004	esq.
---------	-------	------

Montagem

2. Gerar o mapa de memória

- Percorrer o programa gerando o mapa de memória
- Utilizar a tabela de pares <rótulo,endereço>

Exemplo de montagem: Passo 2

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 0000000001
```

```
y: .word 0000000002
```

Tabela com
endereços dos
rótulos preenchidos

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição

Exemplo de montagem: Passo 2

.org 0x000

laco: 0x000
 LOAD M(x) 0x001
 SUB M(y) 0x002
 JUMP+ M(laco) 0x003

.align 1

x: .word 0000000001

y: .word 0000000002

Tabela com
endereços dos
rótulos preenchidos

Palavras	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x000	esq.
---------	--------------	-------------

Exemplo de montagem: Passo 2

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x000	esq.
---------	-------	------

Exemplo de montagem: Passo 2

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB      M(y)
```

```
    JUMP+    M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras

01 002

Rótulo

Endereço

laco

0x000/esq.

x

0x002/esq.

y

0x003/esq.

Posição

0x000

esq.

Exemplo de montagem: Passo 2

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras	
01 002	06 003

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x000	dir.
---------	-------	-------------

Exemplo de montagem: Passo 2

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+ M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

Palavras	
0x000	01 002 06 003
0x001	?? 000
0x002	
0x003	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x001	esq.
---------	--------------	-------------

Exemplo de montagem: Passo 2

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+ M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

Palavras	
0x000	01 002 06 003
0x001	0F 000
0x002	
0x003	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x001	esq.
---------	--------------	-------------

Exemplo de montagem: Passo 2

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x:  .word 00000000001
```

```
y:  .word 00000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras	
01 002	06 003
0F 000	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x001	dir.
---------	-------	------

Exemplo de montagem: Passo 2

`.org 0x000`

`laco:`

`LOAD M(x)`

`SUB M(y)`

`JUMP+ M(laco)`

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras	
01 002	06 003
0F 000	

`.align 1`

`x: .word 000000000001`

`y: .word 000000000002`

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x002	esq.
---------	-------	------

Exemplo de montagem: Passo 2

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras

01 002

06 003

0F 000

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição

0x002

esq.

Exemplo de montagem: Passo 2

```
.org 0x000
laco:
    LOAD    M(x)
    SUB     M(y)
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x:  .word 000000000001
```

```
y:  .word 000000000002
```

Palavras	
0x000	01 002 06 003
0x001	0F 000
0x002	00 00 0 0 00 01
0x003	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x002	esq.
---------	--------------	-------------

Exemplo de montagem: Passo 2

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

Palavras	
0x000	01 002 06 003
0x001	0F 000
0x002	00 00 0 0 00 01
0x003	

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x003	esq.
---------	--------------	-------------

Exemplo de montagem: Passo 2

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 00000000001
```

```
y: .word 00000000002
```

Palavras	
0x000	01 002 06 003
0x001	0F 000
0x002	00 00 0 0 00 01
0x003	00 00 0 0 00 02

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x003	esq.
---------	--------------	-------------

Exemplo de montagem: Passo 2

```
.org 0x000
```

```
laco:
```

```
    LOAD    M(x)
```

```
    SUB     M(y)
```

```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.align 1
```

```
x: .word 000000000001
```

```
y: .word 000000000002
```

Preencher o
restante com zeros

Palavras	
0x000	01 002 06 003
0x001	0F 000 00 000
0x002	00 00 0 0 00 01
0x003	00 00 0 0 00 02

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.
x	0x002/esq.
y	0x003/esq.

Posição	0x004	esq.
---------	-------	------

Exemplo de montagem: Passo 2

- Após o segundo passo
basta escrever o
conteúdo da memória
no formato apropriado.

No nosso caso, um mapa
de memória

	Palavras	
0x000	01 002	06 003
0x001	0F 000	00 000
0x002	00 00 0	0 00 01
0x003	00 00 0	0 00 02



0000	01	00	20	60	03
0001	0F	00	00	00	00
0002	00	00	00	00	01
0003	00	00	00	00	02

Ligação

Programas que possuem diversos arquivos fontes precisam de um ligador para conectar todos os arquivos que foram montados.

Ligação

Programas que possuem diversos arquivos fontes precisam de um ligador para conectar todos os arquivos que foram montados.

file1.S

laco:

LOAD M(x)

JUMP M(add3)

cont:

SUB M(y)

JUMP+ M(laco)

.align 1

x: .word 0000000001

y: .word 0000000002

file2.S

add3:

ADD M(cte3)

JUMP M(cont)

.align 1

cte3: .word 0000000003