

Organização Básica de computadores e linguagem de montagem

Prof. Edson Borin

2º Semestre de 2012

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
- Programa em linguagem de montagem possui:
 - 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

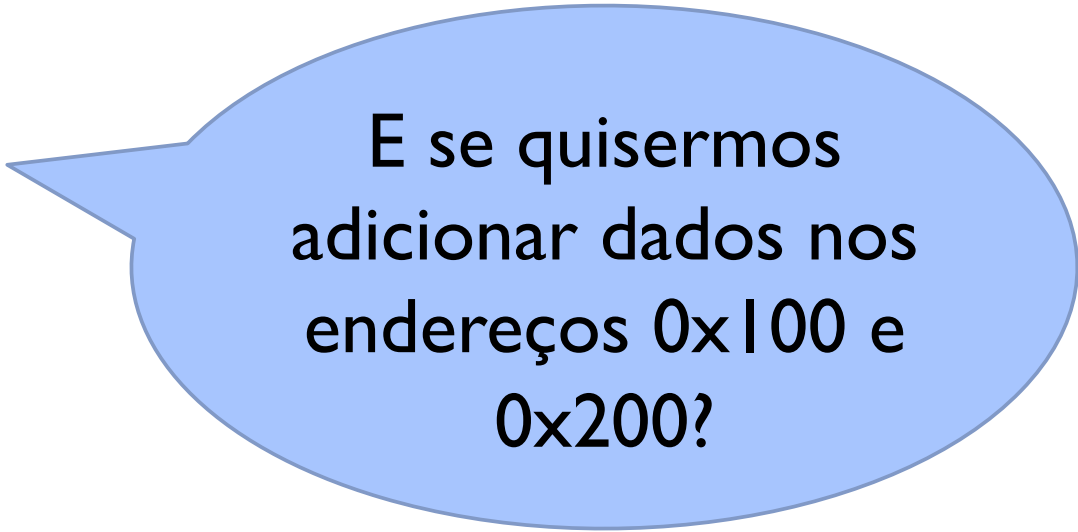
- Outro exemplo:

```
.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:
```

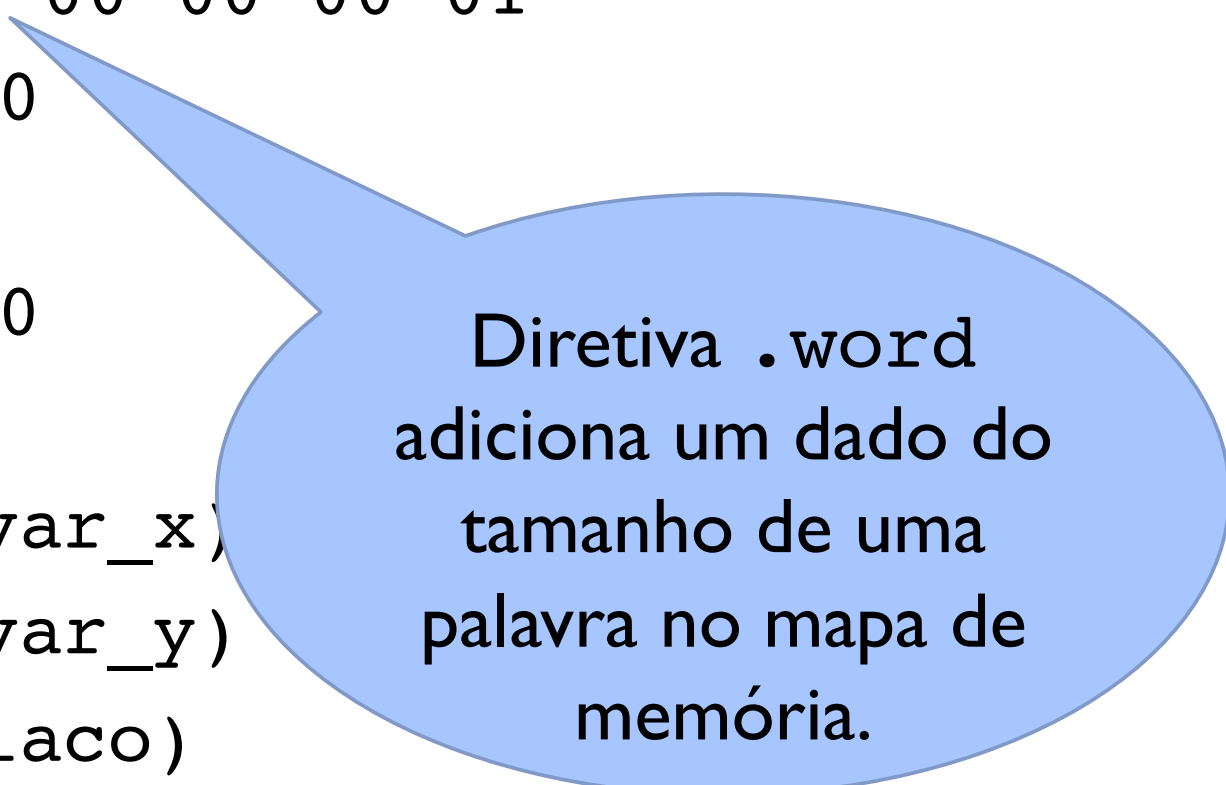
```
.org 0x000
```

```
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)
```

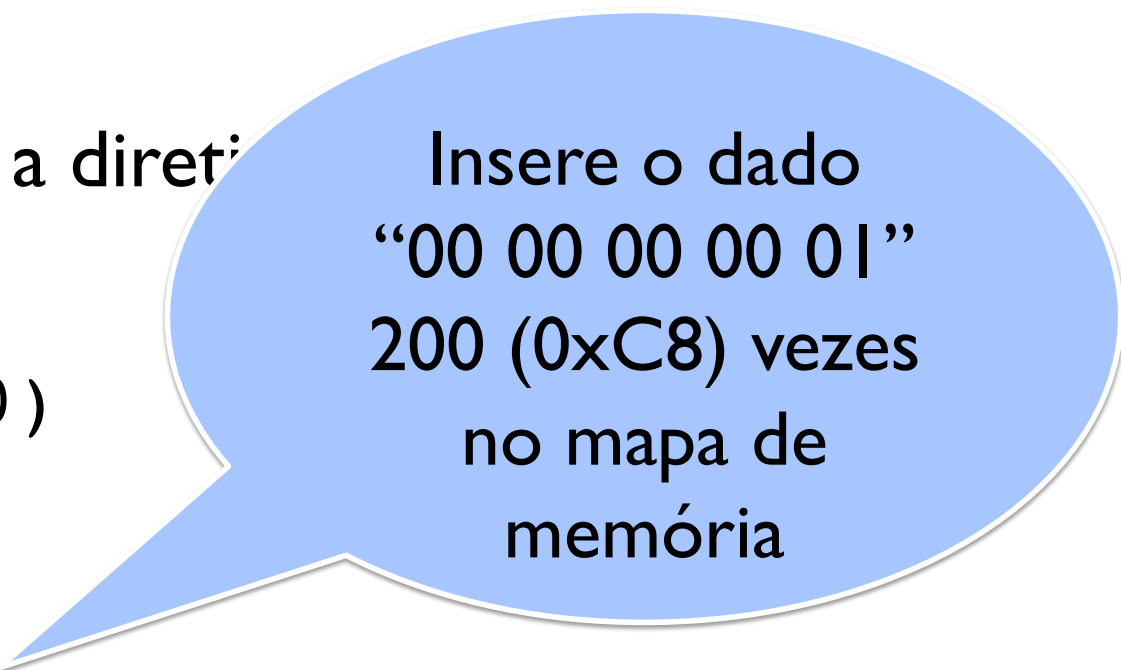
```
.align 1
```

```
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

- Atribuindo 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 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	

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.

Posição

0x000

esq.

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	

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)
```

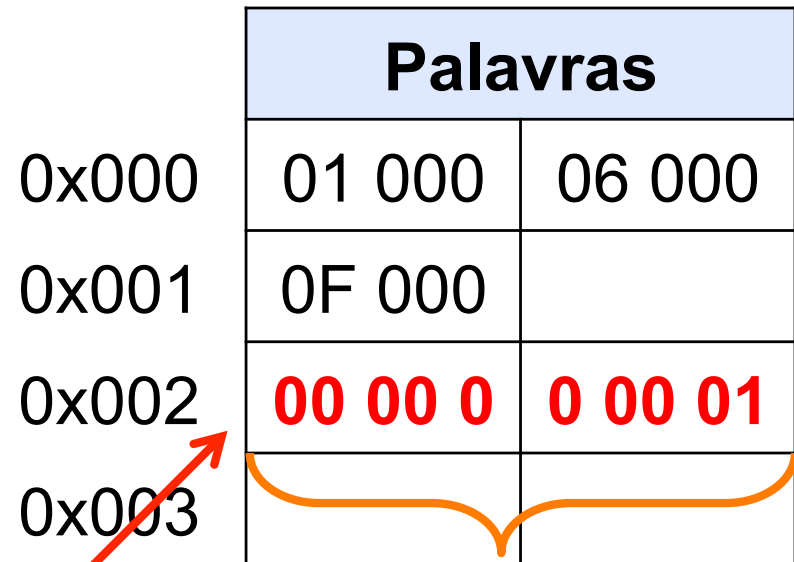
```
    JUMP+   M(laco)
```

```
.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

Palavras	

Rótulo

Endereço

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 00000000001
y: .word 00000000002

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	01