

**Instituto de
Computação**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



Organização Básica de computadores e linguagem de montagem

Linguagem de Montagem

Prof. Edson Borin

<https://www.ic.unicamp.br/~edson>

Institute of Computing - UNICAMP

Linguagem de montagem e o Montador

- Programar em linguagem de máquina é uma tarefa tediosa e suscetível a erros
- **Ideia:** programar em uma linguagem simbólica e fazer uma ferramenta para converter o programa nesta linguagem para linguagem de máquina
- Linguagem simbólica: Linguagem de montagem
 - Em inglês: *Assembly language*
- Ferramenta: Montador
 - Em inglês: *Assembler*

Linguagem de montagem e o Montador

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

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. A sintaxe é geralmente composta por um mnemônico e os parâmetros da instrução.

- Exemplos:

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?
- Exemplo:

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!
- Exemplo: 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

Outro exemplo:

```
.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
```

Tipo da Instrução	Código da operação	Representação Simbólica	Descrição
Transferência de Dados	00001010	LOAD MQ	Transfere o conteúdo do registrador MQ para o registrador AC
	00001001	LOAD MQ,M(X)	Transfere o conteúdo da memória no endereço X para o registrador MQ
	00100001	STOR M(X)	Transfere o conteúdo do registrador AC para a memória no endereço X
	00000001	LOAD M(X)	Transfere o conteúdo da memória no endereço X para o registrador AC
	00000010	LOAD -M(X)	Transfere o negativo do valor armazenado no endereço X da memória para o registrador AC
	00000011	LOAD M(X)	Transfere o absoluto do valor armazenado no endereço X da memória para o registrador AC
Salto incondicional	00001101	JUMP M(X,0:19)	Salta para a instrução da esquerda na palavra contida no endereço X da memória
	00001110	JUMP M(X,20:39)	Salta para a instrução da direita na palavra contida no endereço X da memória
Salto condicional	00001111	JUMP+M(X,0:19)	Se o número no registrador AC for não negativo então salta para a instrução à esquerda da palavra contida no endereço X da memória
	00010000	JUMP+M(X,20:39)	Se o número no registrador AC for não negativo então salta para a instrução à direita da palavra contida no endereço X da memória
Aritmética	00000101	ADD M(X)	Soma o valor contido no endereço X da memória com o valor em AC e coloca o resultado em AC
	00000111	ADD M(X)	Soma o absoluto do valor contido no endereço X da memória com o valor em AC e armazena o resultado em AC
	00000110	SUB M(X)	Subtrai o valor contido no endereço X da memória do valor em AC e coloca o resultado em AC
	00001000	SUB M(X)	Subtrai o absoluto do valor contido no endereço X da memória do valor em AC e armazena o resultado em AC
	00001011	MUL M(X)	Multiplica o valor no endereço X da memória pelo valor em MQ e armazena o resultado em AC e MQ. AC contém os <i>bits</i> mais significativos do resultado
	00001100	DIV M(X)	Divide o valor em AC pelo valor no endereço X da memória. Coloca o quociente em MQ e o resto em AC
	00010100	LSH	Desloca os <i>bits</i> do registrador AC para a esquerda. Equivale à multiplicar o valor em AC por 2
	00010101	RSH	Desloca os <i>bits</i> do registrador AC para a direita. Equivale à dividir o valor em AC por 2
Modificação de endereço	00010010	STOR M(X,8:19)	Move os 12 <i>bits</i> à direita de AC para o campo endereço da instrução à esquerda da palavra X na memória
	00010011	STOR M(X,28:39)	Move os 12 <i>bits</i> à direita de AC para o campo endereço da instrução à direita da palavra X na memória

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?

```
.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

Se quisermos declarar um vetor com 200 elementos mas sem definir o conteúdo do vetor podemos usar a diretiva `.skip`

```
.org 0x000
JUMP M(0x000)
.align 1
vetor:
    .skip 0xC8
x:
    .word 00 00 00 00 02
```

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 000000000001
y: .word 000000000002
```

0x000
0x001
0x002
0x003

Palavras	

Rótulo	Endereço

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
```

Programa em ling. de montagem

Mapa de Memória

	Palavras	
0x000		
0x001		
0x002		
0x003		

Rótulo	Endereço

Tabela que mapeia rótulos em endereços

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

Apontador para a posição atual de
montagem

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

**Processa a primeira linha:
diretiva .org**

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

**Diretiva .org: Atualiza a
posição atual de montagem**

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
```

**Processa a segunda linha:
rótulo laco**

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 000000000001
```

```
y: .word 000000000002
```

**Rótulo laco: Registra
endereço atual na tabela de
rótulos**

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
```

Processa a terceira linha:
instrução LOAD

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
```

Instrução LOAD: Insere a instrução no mapa de memória na posição atual

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 000000000001
```

```
y: .word 000000000002
```

Instrução LOAD: No passo I
o campo endereço não
precisa ser preenchido

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
```

Instrução LOAD: Após
inserir a instrução, atualiza a
posição atual!

Palavras		
0x000	01 000	
0x001		
0x002		
0x003		

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 000000000001
y: .word 000000000002
```

Processa a linha 4: Instrução
SUB (equivalente à linha 3)

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

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
```

**Processa a linha 5: Instrução
JUMP+ (opcode depende do
endereço alvo)**

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
```

Processa a linha 5: Neste caso já temos o endereço de laco, mas se não tivérmos, basta preencher com zeros.

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
```

**Processa a linha 6: Diretiva
.align**

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

Rótulo	Endereço
laco	0x000/esq.

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

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
```

**Diretiva .align: ajusta a
posição atual!**

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

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 000000000001
y: .word 000000000002
```

Processa a linha 7: Rótulo x

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

Processa a linha 7: Diretiva
.word

	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 000000000001
y: .word 000000000002
```

Processa a linha 8: Rótulo y

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 000000000001
y: .word 000000000002
```

**Processa a linha 8: Diretiva
.word**

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 000000000001
y: .word 000000000002
```

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 00000000001
y: .word 00000000002
```

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:

LOAD M(x)

SUB M(y)

JUMP+ M(laco)

.align 1

x: .word 000000000001

y: .word 000000000002

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras

Palavras	

Rótulo

Endereço

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 000000000001
```

```
y:  .word 000000000002
```

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 000000000001
```

```
y: .word 000000000002
```

0x000 →

0x001

0x002

0x003

Palavras	
0 002	

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 000000000001
y: .word 000000000002
```

Palavras	
0x000	01 002 → 06 003
0x001	
0x002	
0x003	

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 000000000001
```

```
y: .word 000000000002
```

0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras	
01 002	06 003
?? 000	

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 000000000001
```

```
y: .word 000000000002
```

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 000000000001
y: .word 000000000002
```

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

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)
```

.align 1

```
x: .word 000000000001
y: .word 000000000002
```

Palavras		
0x000	01 002	06 003
0x001	0F 000	
0x002		
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 000000000001
y: .word 000000000002
```

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

	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 palavras
parciais com zeros

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

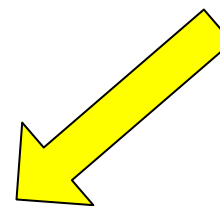
0x000

0x001

0x002

0x003

Palavras	
01 002	06 003
0F 000	00 000
00 00 0	0 00 01
00 00 0	0 00 02



Mapa de memória

000	01	00	20	60	03
001	0F	00	00	00	00
002	00	00	00	00	01
003	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.

Arquivo: file1.S

```
laco:
    LOAD    M(x)
    JUMP    M(add3)
cont:
    SUB     M(y)
    JUMP+   M(laco)
.align 1
x: .word 0000000001
y: .word 0000000002
```

Arquivo: file2.S

```
add3:
    ADD     M(cte3)
    JUMP    M(cont)
.align 1
cte3: .word
0000000003
```