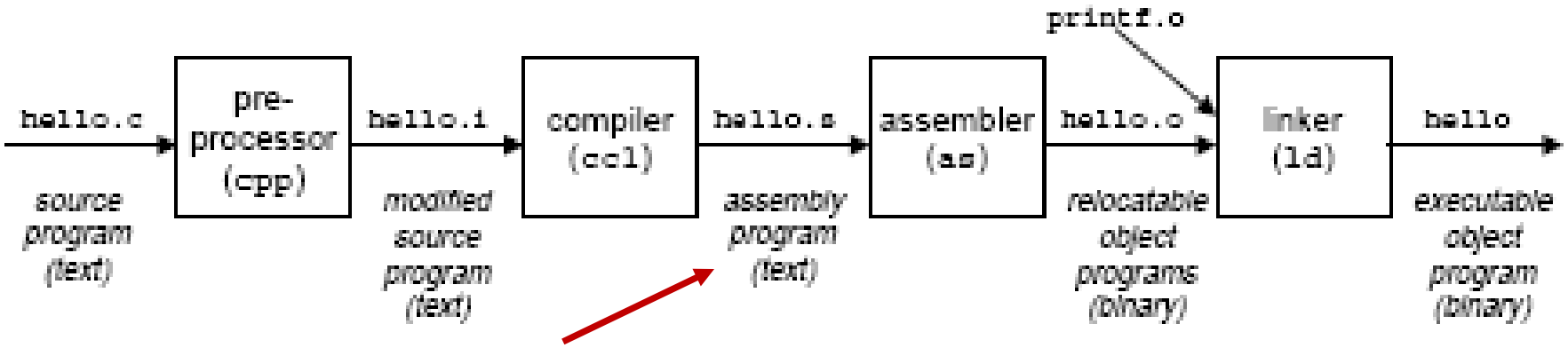
Introdução ao Assembly

Movimentação de Dados
Operações Aritméticas e Lógicas

Noemi Rodriguez
Ana Lúcia de Moura
Raúl Renteria

http://www.inf.puc-rio.br/~inf1018

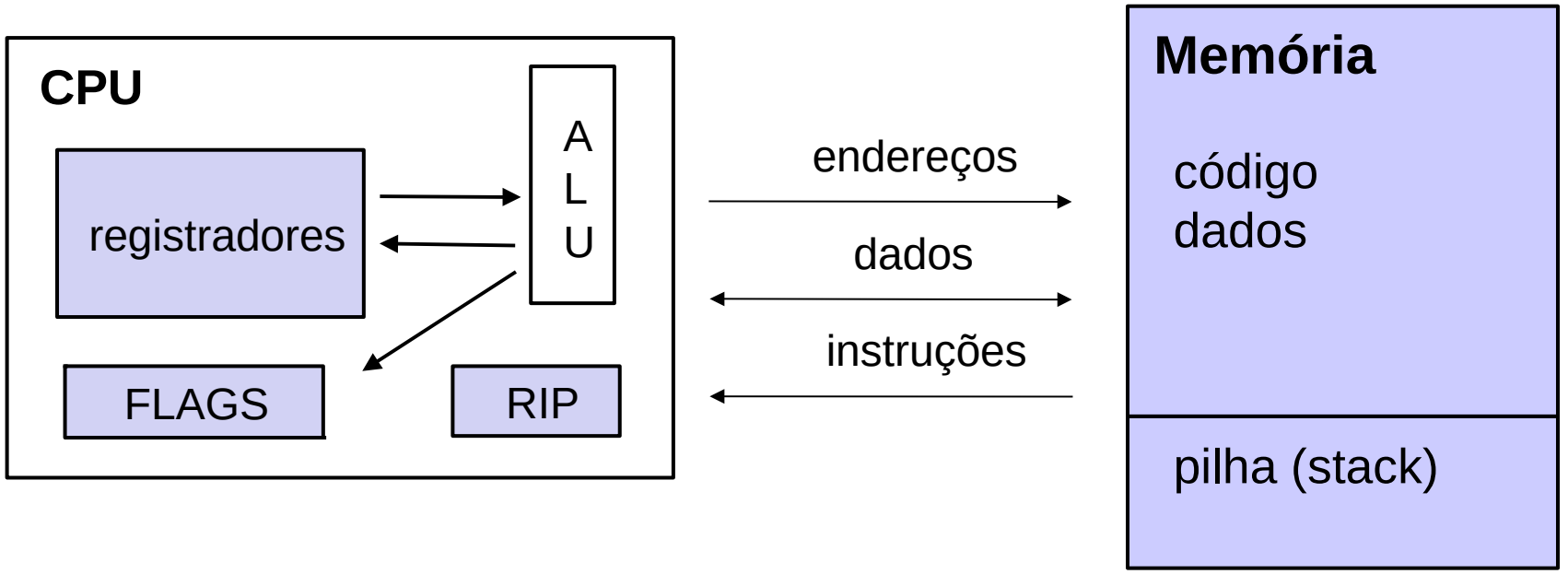
Representação de Programas



O compilador gera o código de um programa conforme

- o conjunto de instruções da máquina alvo
- as regras estabelecidas pela linguagem de programação (C)
- as convenções seguidas pelo sistema operacional

Visão do Programador Assembly



RIP: endereço da próxima instrução

Registradores:

- valores inteiros, endereços

FLAGS: status da última operação

- overflow? zero? resultado < 0?

Linguagem de Montagem

Instruções executam operações simples

- operações aritméticas/lógicas
- transferência de dados
- controle do fluxo de execução (desvios, chamadas de função)

Linguagem de Montagem

Instruções executam operações simples

- operações aritméticas/lógicas
- transferência de dados
- controle do fluxo de execução (desvios, chamadas de função)

Tipos de dados básicos

- valores inteiros (1,2,4,8 bytes)
- endereços de memória
- valores em ponto flutuante

Programa em *assembly*

dados globais

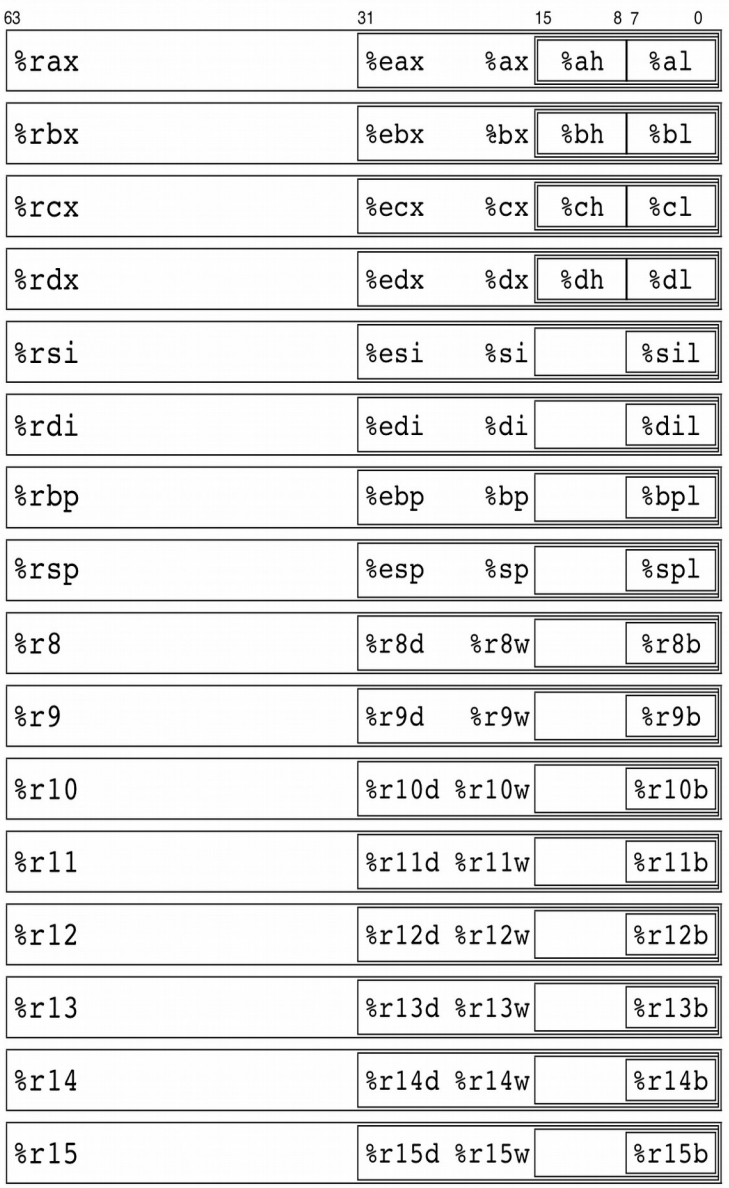
código

labels

```
.data
nums:   .int    10, -21, -30, 45
...
.text
.globl  main
main:
  ...
  movl    $0, %ebx          /* i */
  movq    $nums, %r12       /* p */
L1:
  cmpl    $4, %ebx          /* if (i == 4) */
  je      L2                /* goto L2 */
  movl    (%r12), %eax      /* eax = *p */
  ...
  addl    $1, %ebx          /* i++ */
  addq    $4, %r12          /* p++ */
  jmp     L1
L2:
  ...
  ret
```

```
int nums[] = {10, -21, -30, 45};
int main() {
  int i, *p;
  for (i = 0, p = nums; i != 4; i++, p++)
    printf("%d\n", *p);
  return 0;
}
```

Registradores



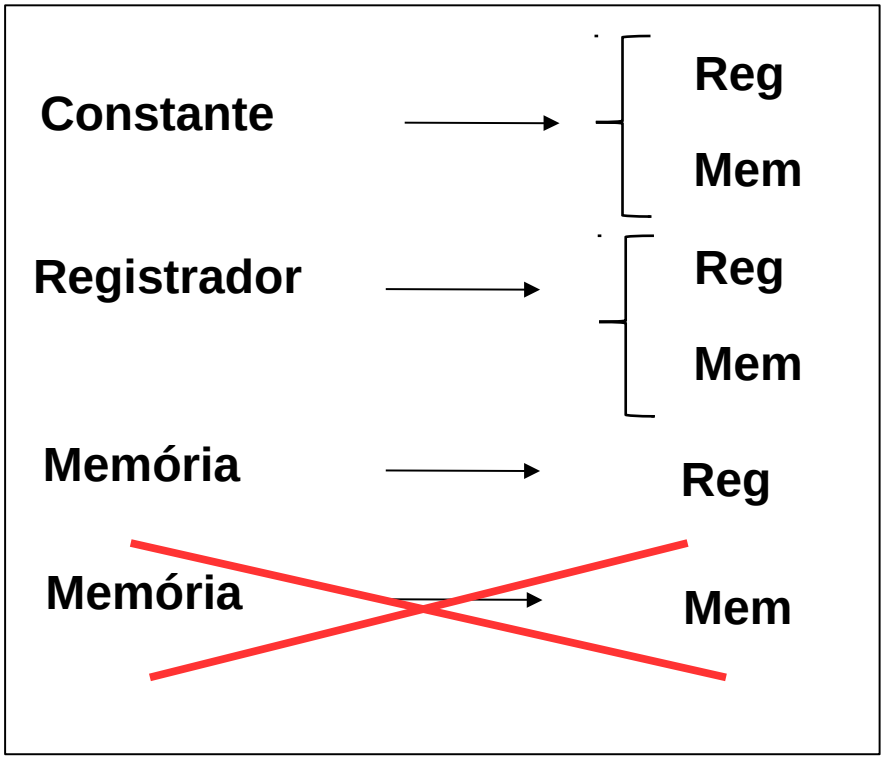
Armazenam valores inteiros e endereços (ponteiros)

- podem ser usados como valores de 64, 32, 16 e 8 bits

%rbp e **%rsp** são usados como ponteiros para a pilha

Movimentação de Dados

mov fonte, destino

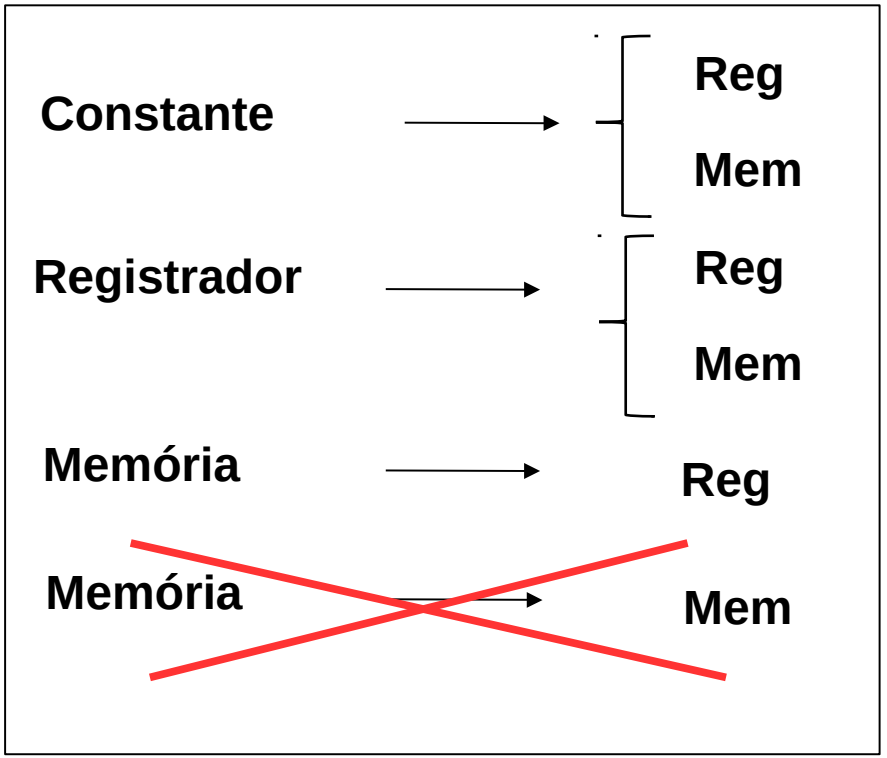


Movimentação de Dados

mov[b w l q] fonte, destino

o sufixo especifica o tamanho dos operandos

```
movl   $0x4050,%eax
movq   $nums,%r12
movl   %ebx,%ecx
movq   %r12,%r13
movl   %edx,(%rbx)
movl   (%r12),%eax
movb   (%r12),%al
```



Constantes e Registradores

Constantes (imediatos) são escritas com um **$** seguido por valor inteiro em notação C

Registradores são especificados pelo **nome**

Constantes e Registradores

Constantes (imediatos) são escritas com um **$** seguido por valor inteiro em notação C

Registradores são especificados pelo **nome**

```
movl  $1024, %eax

movabsq $-1, %rax     /* para constantes de 64 bits */

movl $0xFF, %ebx

movb $0, %al

movl  %ebx, %ecx

movq  %r12, %r13
```

Valores em Memória: modo indireto

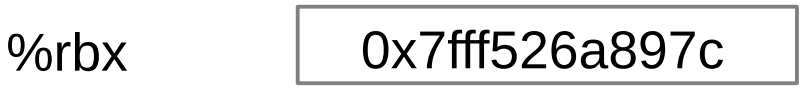
O **endereço** de memória está em um **registrador**

- o nome do registrador é escrito **entre parênteses**

Valores em Memória: modo indireto

O **endereço** de memória está em um **registrador**

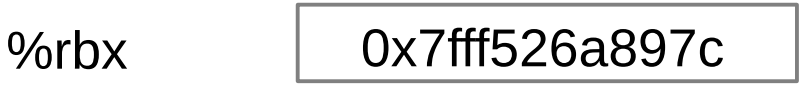
- o nome do registrador é escrito **entre parênteses**



Valores em Memória: modo indireto

O **endereço** de memória está em um **registrador**

- o nome do registrador é escrito **entre parênteses**

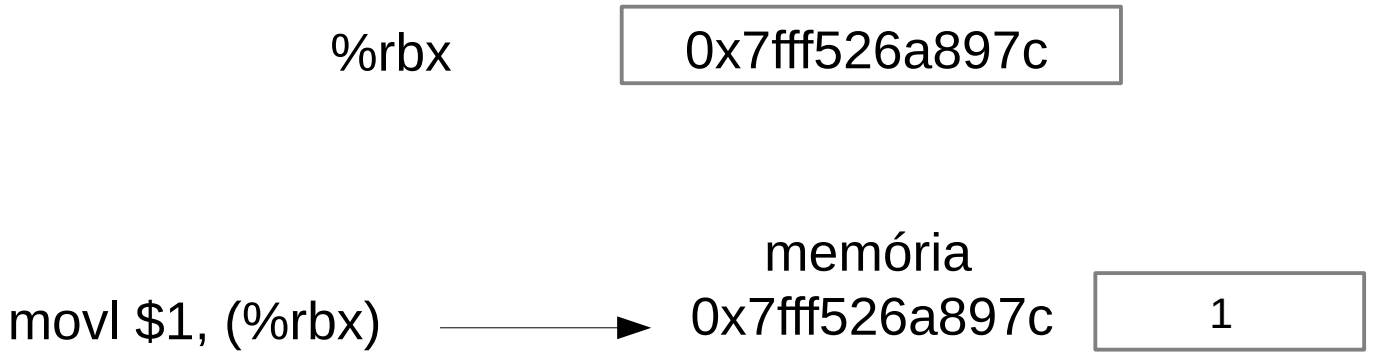



```
movl $1, (%rbx)
```

Valores em Memória: modo indireto

O **endereço** de memória está em um **registrador**

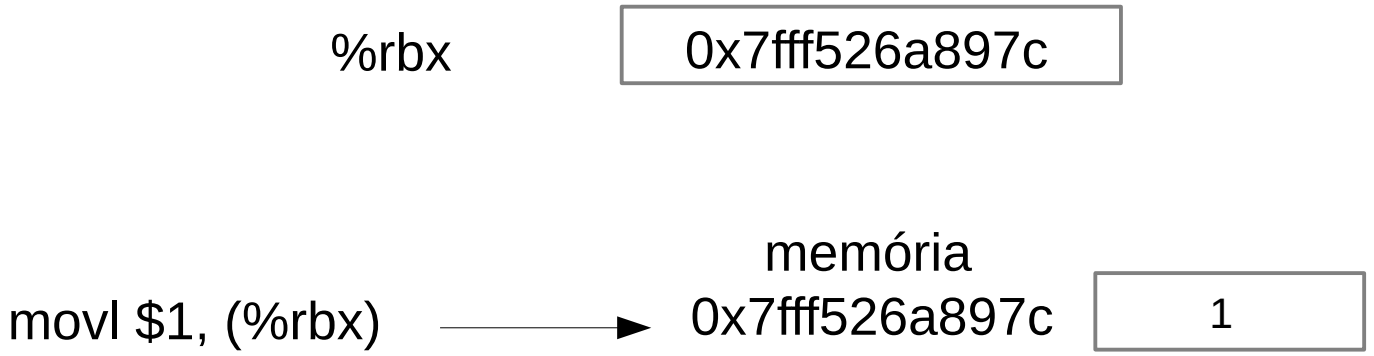
- o nome do registrador é escrito **entre parênteses**



Valores em Memória: modo indireto

O **endereço** de memória está em um **registrador**

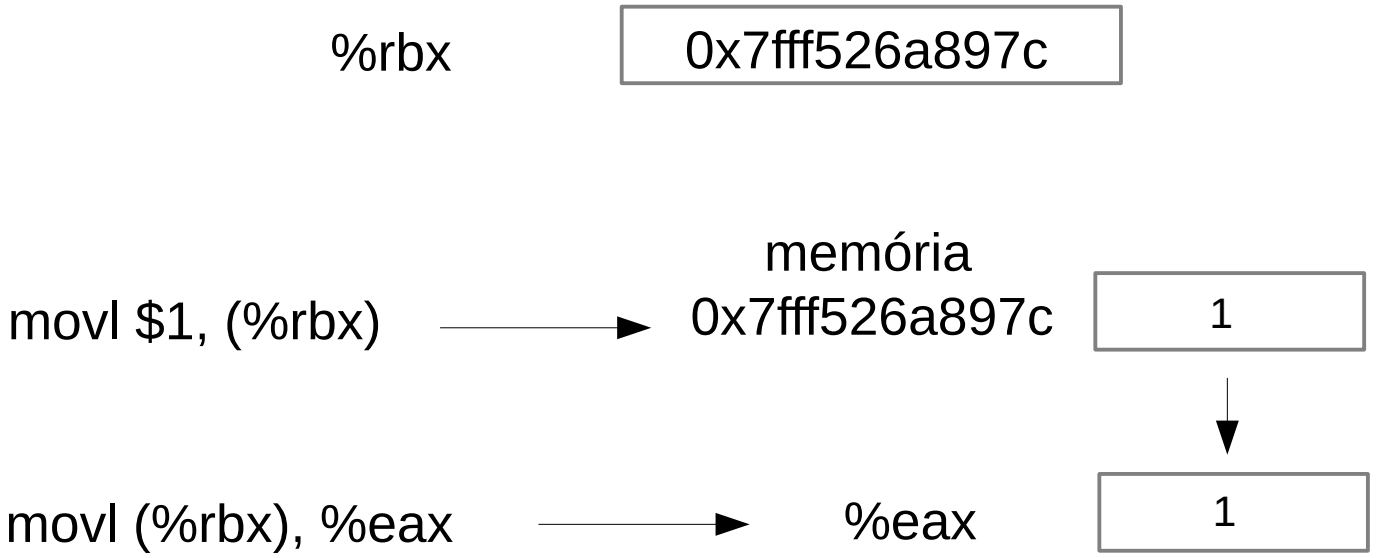
- o nome do registrador é escrito **entre parênteses**



Valores em Memória: modo indireto

O **endereço** de memória está em um **registrador**

- o nome do registrador é escrito **entre parênteses**



Valores em Memória: base-deslocamento

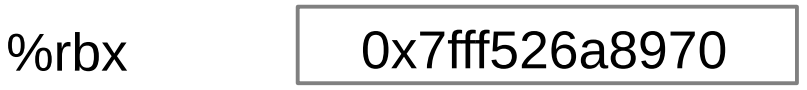
Um registrador tem um **endereço** de memória

- ao endereço é somado um **deslocamento**

Valores em Memória: base-deslocamento

Um registrador tem um **endereço** de memória

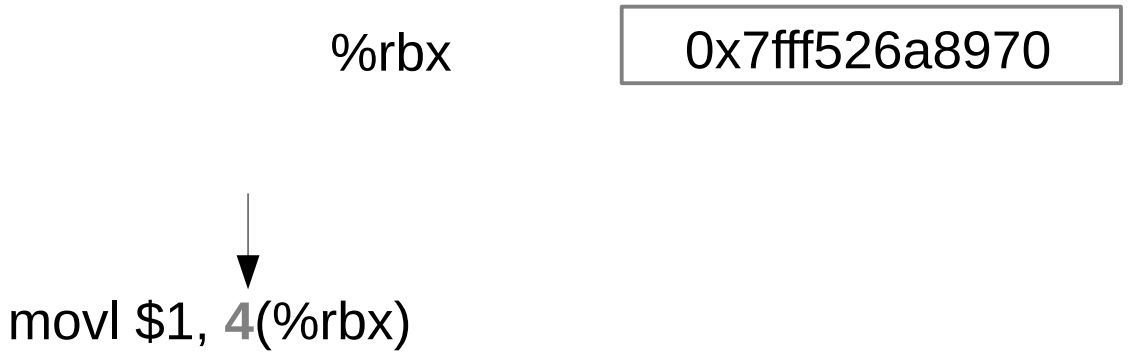
- ao endereço é somado um **deslocamento**



Valores em Memória: base-deslocamento

Um registrador tem um **endereço** de memória

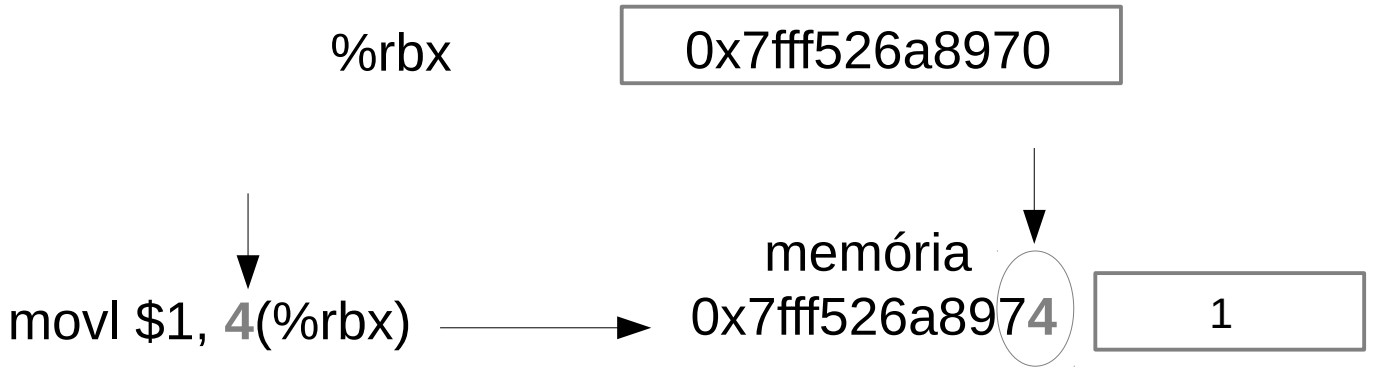
- ao endereço é somado um **deslocamento**



Valores em Memória: base-deslocamento

Um registrador tem um **endereço** de memória

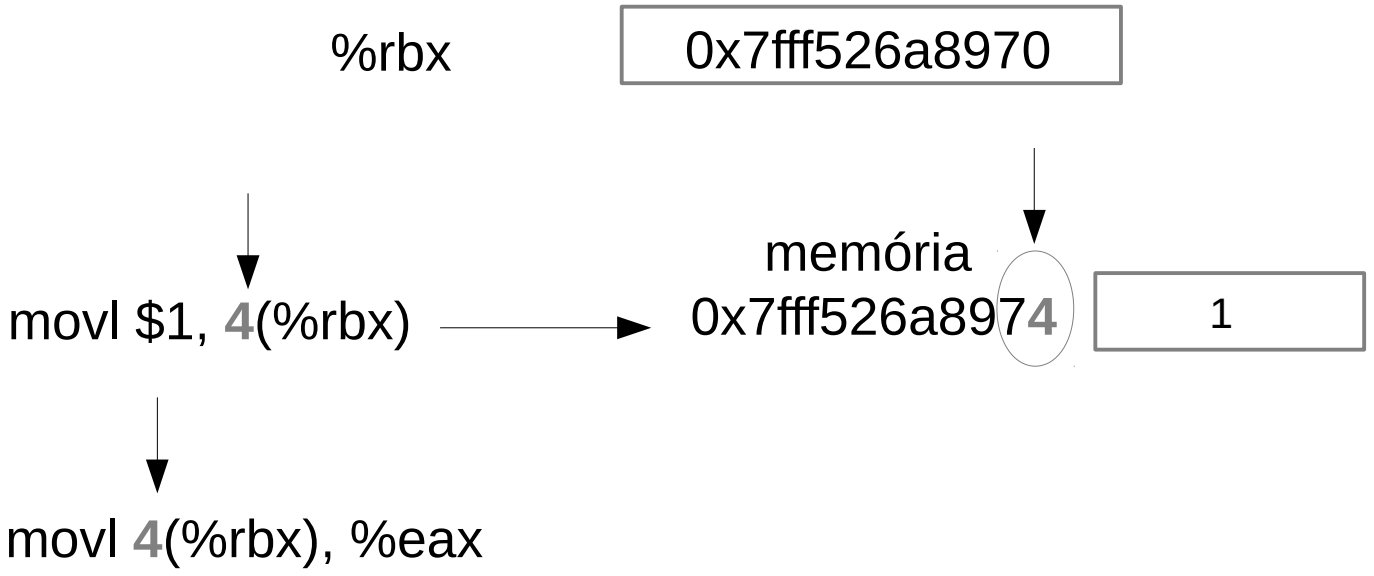
- ao endereço é somado um **deslocamento**



Valores em Memória: base-deslocamento

Um registrador tem um **endereço** de memória

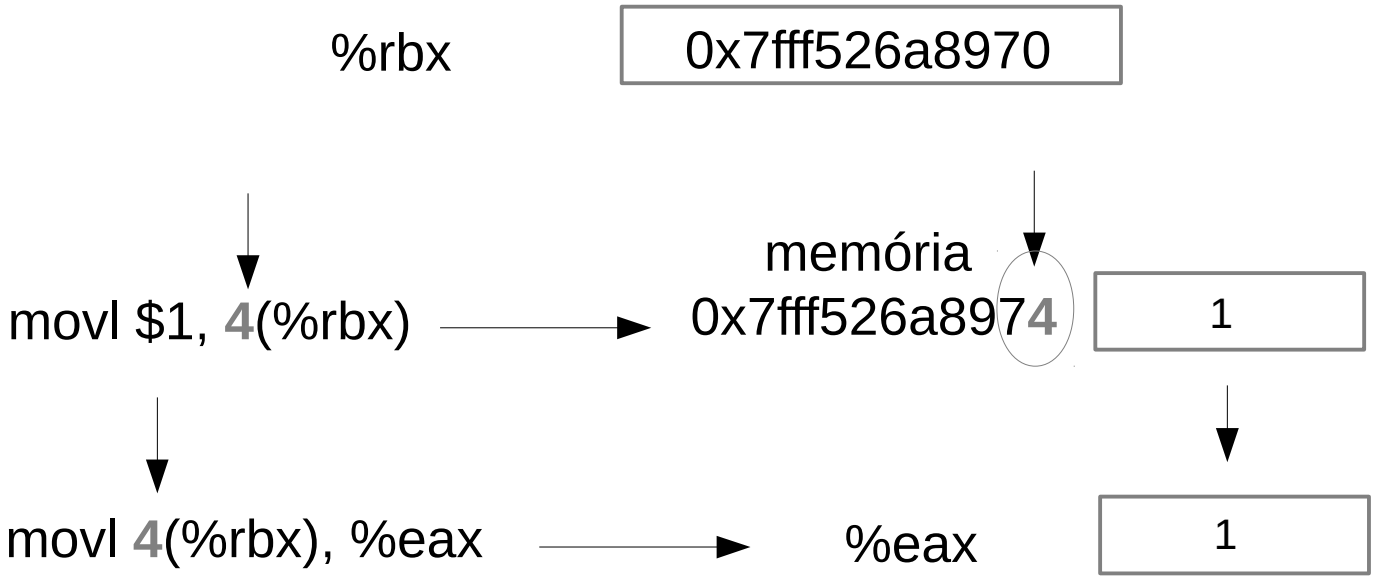
- ao endereço é somado um **deslocamento**



Valores em Memória: base-deslocamento

Um registrador tem um **endereço** de memória

- ao endereço é somado um **deslocamento**



Valores em Memória: modo absoluto

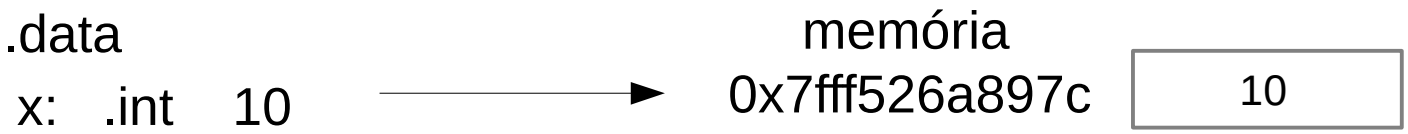
O **endereço** de memória é especificado por uma **constante** ou rótulo (***label***)

- não existe o conceito de variável!

Valores em Memória: modo absoluto

O **endereço** de memória é especificado por uma **constante** ou rótulo (***label***)

- não existe o conceito de variável!



Valores em Memória: modo absoluto

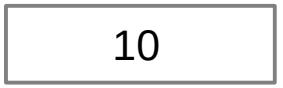
O **endereço** de memória é especificado por uma **constante** ou rótulo (***label***)

- não existe o conceito de variável!

```
.data
x:   .int    10

movl x, %eax
```

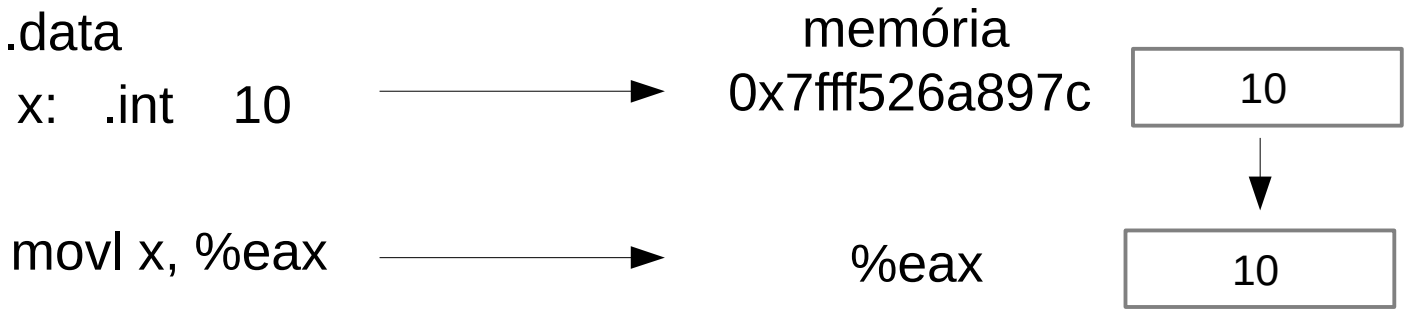

memória
0x7fff526a897c



Valores em Memória: modo absoluto

O **endereço** de memória é especificado por uma **constante** ou rótulo (***label***)

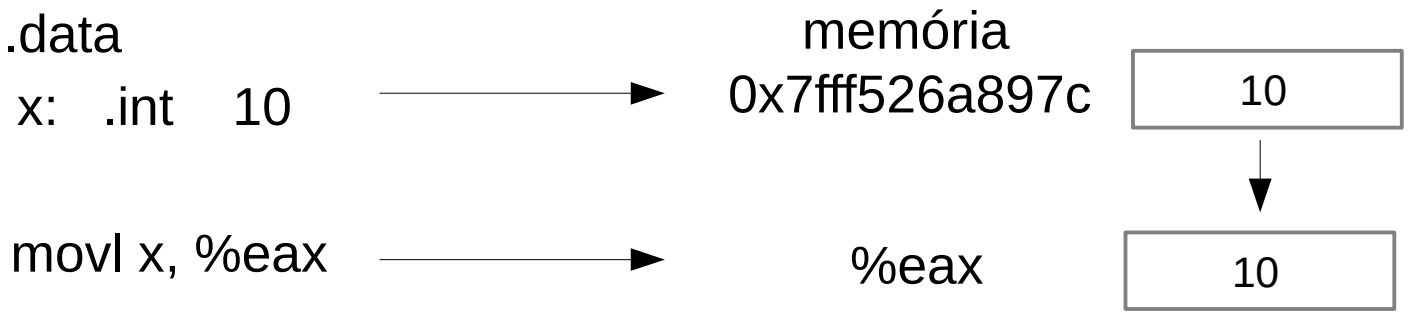
- não existe o conceito de variável!



Valores em Memória: modo absoluto

O **endereço** de memória é especificado por uma **constante** ou rótulo (***label***)

- não existe o conceito de variável!

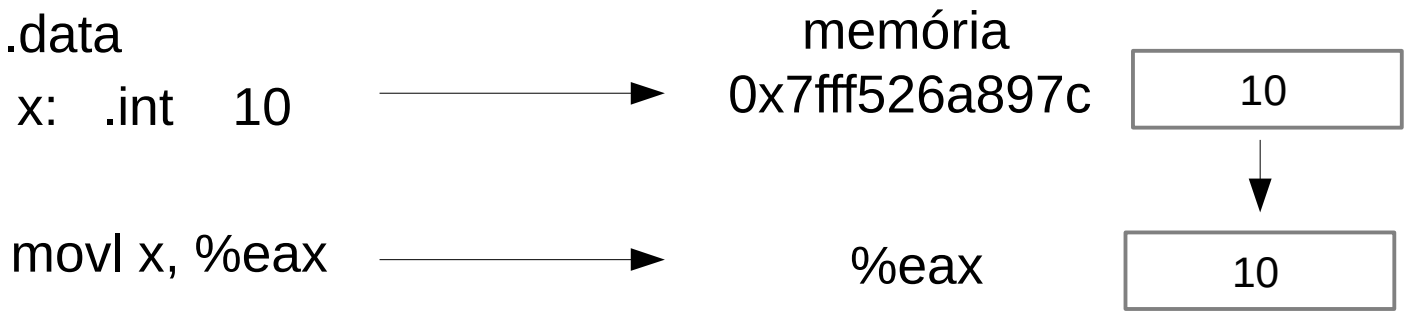


$x é uma constante (é o **endereço** associado a x)

Valores em Memória: modo absoluto

O **endereço** de memória é especificado por uma **constante** ou rótulo (***label***)

- não existe o conceito de variável!



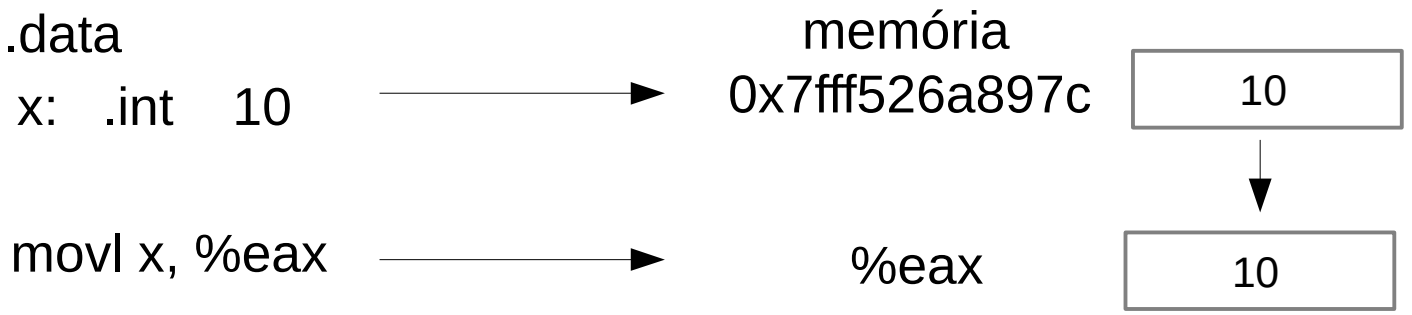
$x é uma constante (**endereço** associado a x)

```
movq $x, %rbx
```

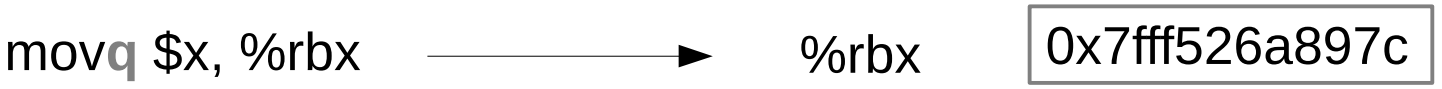
Valores em Memória: modo absoluto

O **endereço** de memória é especificado por uma **constante** ou rótulo (***label***)

- não existe o conceito de variável!



$x é uma constante (**endereço** associado a x)



Valores em memória: movimentação

Movimento de dados sempre

CPU ↔ memória

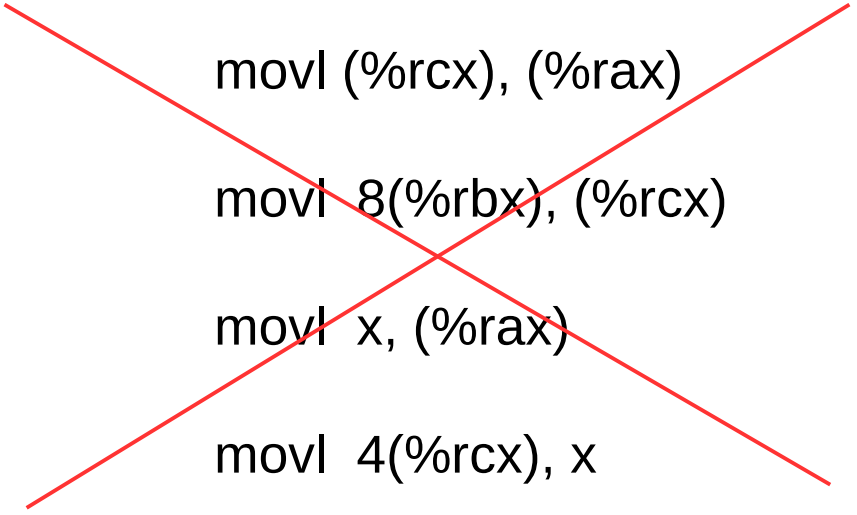
Nunca dois operandos em memória !!!

Valores em memória: movimentação

Movimento de dados sempre

CPU ↔ memória

Nunca dois operandos em memória !!!



Movimentação com Extensão

Extensão com sinal (movs) ou com zeros (movz)

movs[bw][bl][bq][wl][wq][lq]

movz[bw][bl][bq][wl][wq] → não existe movzlq !

Movimentação com Extensão

Extensão com sinal (movs) ou com zeros (movz)

movs[bw][bl][bq][wl][wq][lq]

movz[bw][bl][bq][wl][wq] → não existe movzlq !

```
movsbl (%r12), %eax
movzbl %al, %ebx
movslq %ebx,%rcx
```

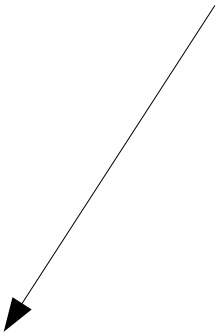
Movimentação com Extensão

Extensão com sinal (movs) ou com zeros (movz)

movs[bw][bl][bq][wl][wq][lq]

movz[bw][bl][bq][wl][wq] → não existe movzlq !

```
movsbl (%r12), %eax
movzbl %al, %ebx
movslq %ebx,%rcx
```



Instruções que escrevem um valor em registrador de 32 bits **zeram** a parte alta do registrador de 64 bits correspondente ...

Operações Aritméticas: um operando

inc <dest>

dec <dest>

neg <dest>

} registrador ou memória

Operações Aritméticas: um operando

inc <dest>

dec <dest>

neg <dest>

} registrador ou memória

```
incl %eax    /* %eax = %eax + 1 */
incl (%rdx) /* (%rdx) = (%rdx) + 1 */
decl  %eax   /* %eax = %eax – 1 */
negl  %ebx   /* %ebx = -%ebx */
```

Operações Aritméticas: dois operandos

add <s>,<d>

sub <s>,<d>

imul <s>,<d>

d = d [+ - *] s

nunca memória com memória !

Operações Aritméticas: dois operandos

add <s>,<d>

sub <s>,<d>

imul <s>,<d>

d = d [+ - *] s

nunca memória com memória !

```
addl %ebx, %eax      /* %eax = %eax + %ebx */
addq $4, %rbx        /* %rbx = %rbx + 4 */
addl 4(%r12), %eax   /* %eax = %eax + 4(%r12) */
subl %ebx, %eax      /* %eax = %eax - %ebx */
imull %ebx, %eax     /* %eax = %eax * %ebx */
```

Operações Lógicas (bit a bit)

and <s>,<d>

or <s>,<d>

xor <s>,<d>

d = d [& | ^] s

nunca memória com memória !

Operações Lógicas (bit a bit)

and <s>,<d>

or <s>,<d>

xor <s>,<d>

d = d [& | ^] s

nunca memória com memória !

```
andl $0x7FFFFFFF,%eax /* %eax = %eax & 0x7FFFFFFF */
andl %ebx,%eax        /* %eax = %eax & %ebx */
orl  (%rcx),%eax      /* %eax = %eax | (%rcx) */
xorl  %eax,%ebx       /* %ebx = %ebx ^ %eax */
```

Deslocamento (shift)

shl <i>,<d>

shr<i>,<d>

sar <i>,<d>

d = d << i
d = d >> i (lógico)
d = d >> i (aritmético)

Deslocamento (shift)

shl <i>,<d>

shr<i>,<d>

sar <i>,<d>

d = d << i
d = d >> i (lógico)
d = d >> i (aritmético)

```
shll $2,%eax      /* %eax = %eax << 2 */
shrl $16,%eax     /* %eax = %eax >> 16 (lógico) */
sarl $3,%ebx      /* %ebx = %ebx >> 3 (aritmético) */
```