Linguagem de Montagem

Registradores e Instrução MOV

Aula 03

Edmar André Bellorini

Ano letivo 2021

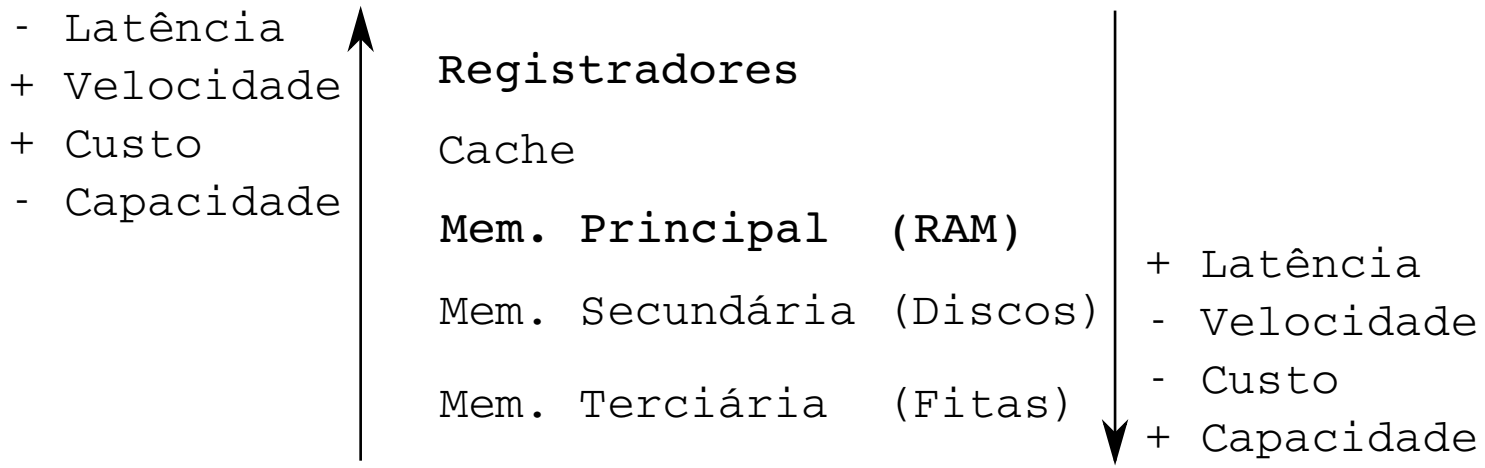
Dados Inicializados (.data) - Exemplos da Aula 02

```
1  ; Aula 02 - Estrutura dos Programas
2  ; arquivo: a02e01.asm
3  ; objetivo: dados inicializados
4  ; nasm -f elf64 a02e01.asm ; ld a02e01.o -o a02e01.x
5
6  section .data
7      v1: db    0x55                ; byte 0x55
8      v2: db    0x55,0x56,0x57      ; 3 bytes em sucessao
9      v3: db    'a',0x55            ; caracteres sao aceitos com aspas
10     v4: db    'hello',13,10,'$'   ; strings tambem
11     v5: dw    0x1234              ; 0x34 0x12
12     v6: dw    'a'                 ; 0x61 0x00
13     v7: dw    'ab'                ; 0x61 0x62
14     v8: dw    'abc'               ; 0x61 0x62 0x63 0x00 (string)
15     v9: dd    0x12345678          ; 0x78 0x56 0x34 0x12
```

code: a02e01.asm (parcial)

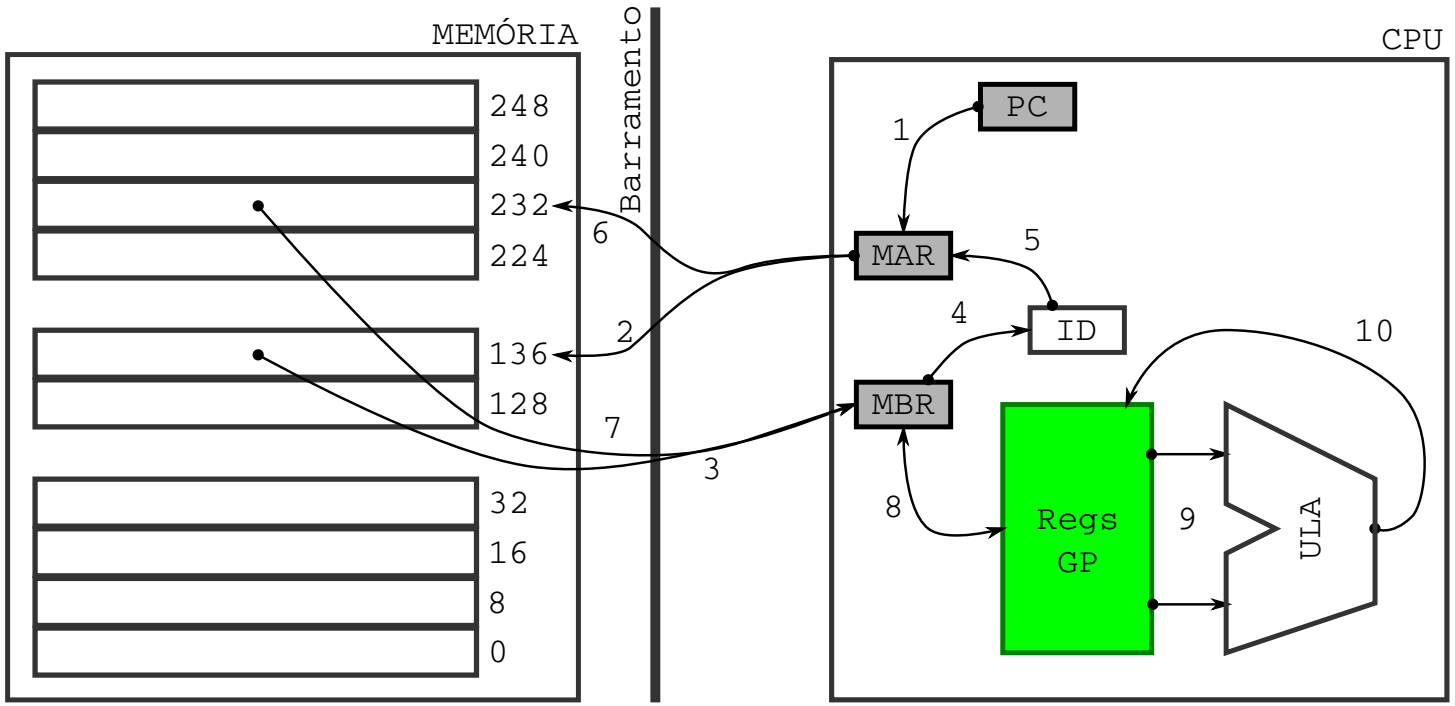
Dados em memória

- Hierarquia das Memórias
  - Agrupar memórias de grande capacidade, baixo custo, porém lentas com memórias rápidas, porém de alto custo e baixa capacidade
  - Melhor estudado na disciplina de Organização e Arquitetura de Computadores (3ª Série)



Registradores

- É o tipo de memória mais rápida encontrada nos sistemas computacionais
- Faz parte do núcleo dos processadores



Classificação dos Registradores

- Visíveis ao usuário (programador)
  - São usados pelos programadores (ou montadores) para reduzir o acesso à memória e otimizar códigos
  - Ex.: Registradores de Propósito Geral (Reg GP)
- Não Visíveis
  - Controla o fluxo de operações internas e podem ser acessados somente por alguns programas privilegiados do S.O.
  - Ex.:
    PC (*Program-Counter*),
    MAR (*Memory Address Register*) e
    MBR (*Memory Buffer Register*)

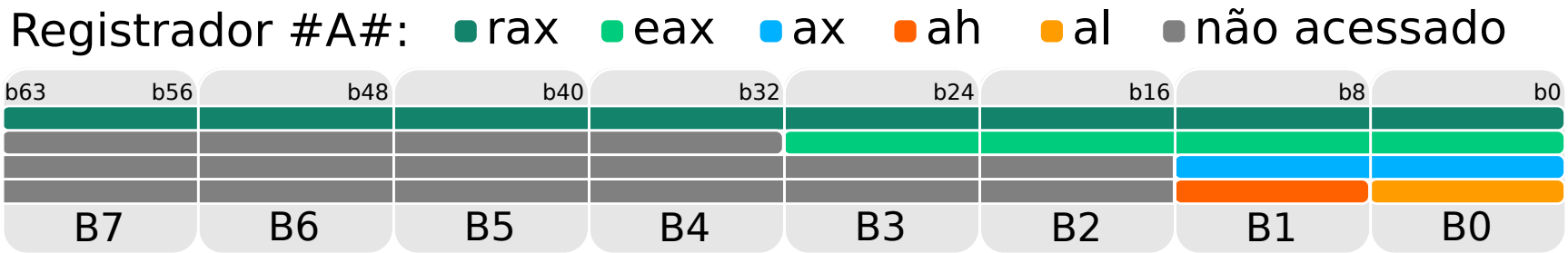
Registradores Visíveis

- de Propósito Geral
  - Armazenam dados e endereços usados nas operações lógicas e aritméticas
  - Usados diretamente pelo usuário
- de Controle
  - Flags (condicionais) e ponteiros para segmentos/pilha
  - Normalmente não são usados diretamente pelo usuário

Registradores de Propósito Geral

- Máquinas de 32 bits (x86)
  - Gerais: EAX, EBX, ECX, EDX
  - Segmentos: ESI, EDI, EBP, ESP
- Máquinas 64 bits (x86_64)
  - Gerais: RAX, RBX, RCX, RDX, R8 até R15
  - Segmentos: RSI, RDI, RBP, RSP
- Acesso aos dados de um registrador
  - Importante: o Registrador é um único espaço físico
    4B (x32) ou 8Bytes (x86_64)
  - Acesso realizado em palavras de 1B, 2B, 4B ou 8Bytes (x86_64)

Exemplo de Registrador: RAX



- O acesso ao registrador pode ser realizado de diversas formas
  - `rax`: acessa os 64 bits
  - `eax`: 32 bits menos significativos de RAX (0 até 31)
  - `ax`: 16 bits menos significativos de RAX (0 até 15)
  - `al`: 8 bits menos significativos de RAX (0 até 7)
  - `ah`: 8 bits mais significativos de AX (8 até 15)
- Essa forma de acesso também vale para RBX, RCX e RDX

Exemplo de acesso ao registrador RAX

- Programa de 64 bits

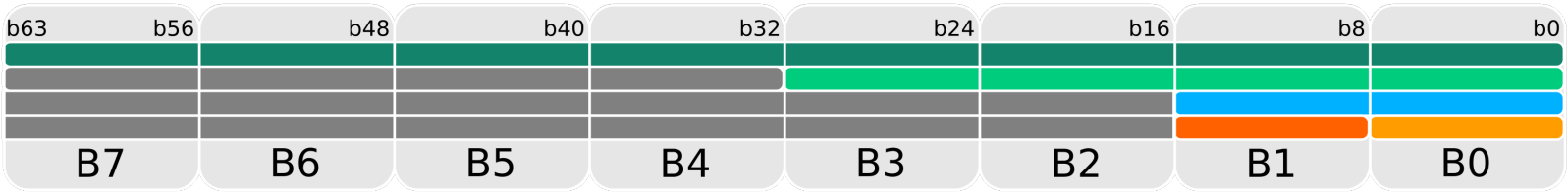
```
6   section .data
7       num: dq 0x7766554433221101
8
9   section .text
10      global _start
11
12  _start:
13      mov rax, [num]
14
15  fim:
16      mov rax, 60
17      mov rdi, 0
18      syscall
```

code: a03e01.asm

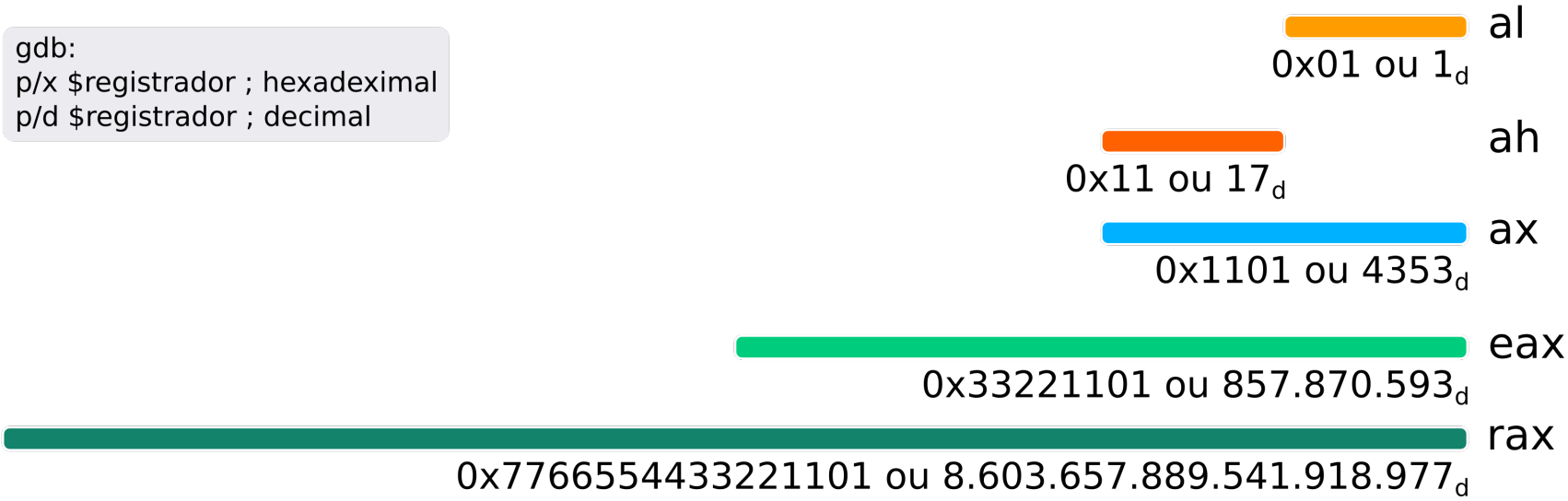
Exemplo de acesso ao registrador RAX

mov rax, [num] ; rax = 0x776655443322110 1

Registrador #A#: rax eax ax ah al não acessado



gdb:
p/x $registrador ; hexadeximal
p/d $registrador ; decimal



Debugger

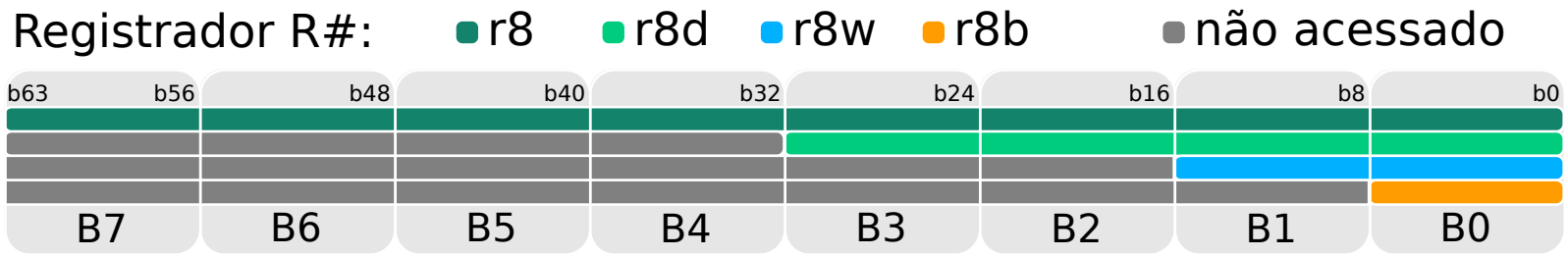
bellorini@SS-Note-Mint-EAB: ~/Unioeste/2021/LM/Etapa 01/Aula 03/codes

Arquivo Editar Ver Pesquisar Terminal Ajuda

```
Starting program: /home/bellorini/Unioeste/2021/LM/Etapa 01/Aula 03/codes/a03e01.x

Breakpoint 1, 0x0000000000401008 in fim ()
(gdb) p/x $al
$1 = 0x1
(gdb) p/c $al
$2 = 1 '\001'
(gdb) p/x $ah
$3 = 0x11
(gdb) p/d $ah
$4 = 17
(gdb) p/x $ax
$5 = 0x1101
(gdb) p/d $ax
$6 = 4353
(gdb) p/x $eax
$7 = 0x33221101
(gdb) p/d $eax
$8 = 857870593
(gdb) Quit
(gdb) p/x $rax
$9 = 0x7766554433221101
(gdb) p/d $rax
$10 = 8603657889541918977
(gdb)
```

RExemplo de Registrador: R8



- O acesso ao registrador pode ser realizado de diversas formas
  - `r8`: acessa 64 bits
  - `r8d`: 32 bits menos significativos de R8 (0 até 31)
  - `r8w`: 16 bits menos significativos de R8 (0 até 15)
  - `r8b`: 8 bits menos significativos de R8 (0 até 7)
    use `r8l` quando for debuggar no gdb
- Esta forma de acesso também vale para R9 até R15

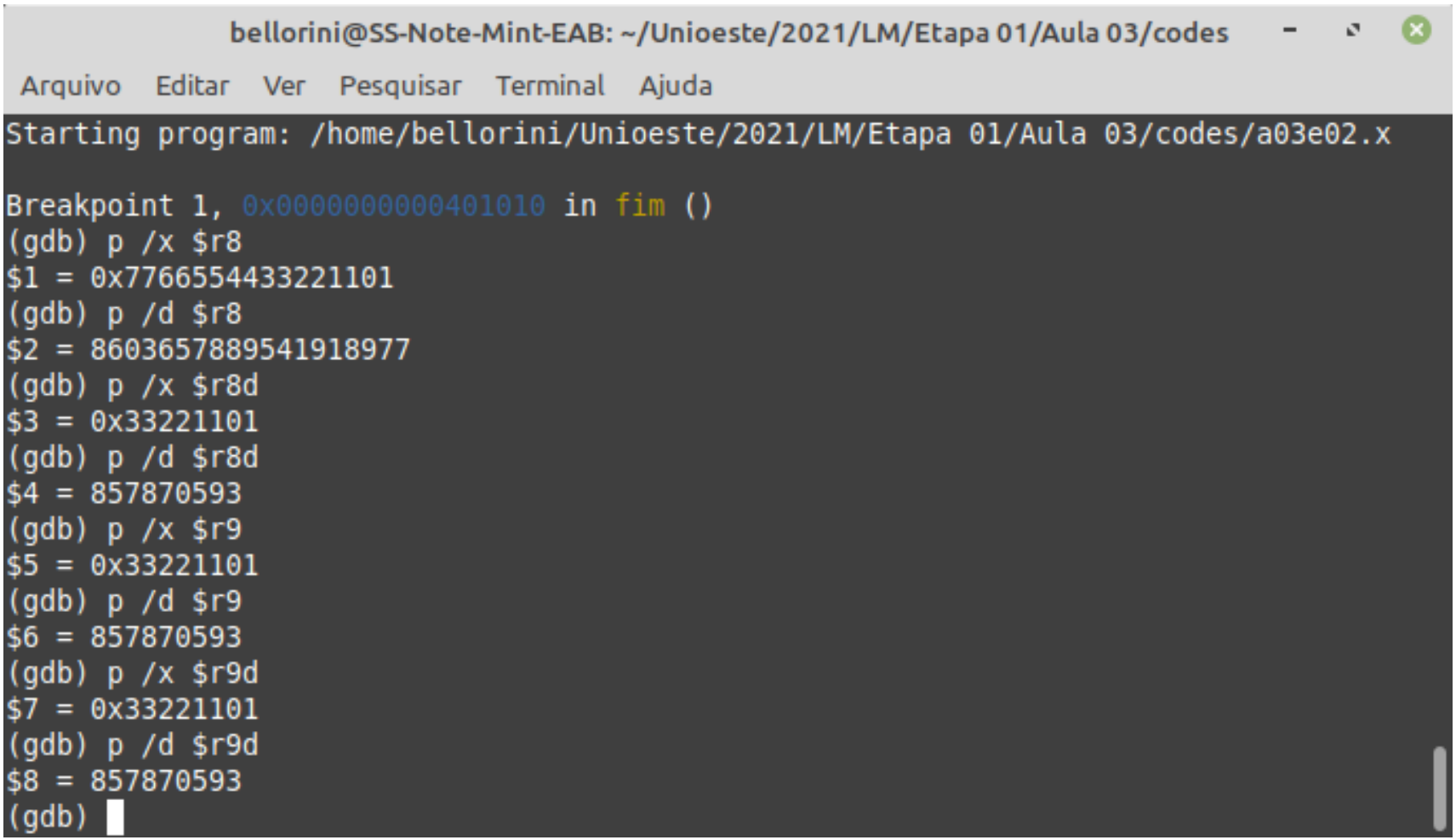
Exemplo para registradores de 64bits R8 até R15

- Programa de 64 bits

```
6   section .data
7       num: dq 0x7766554433221101
8
9   section .text
10      global _start
11
12  _start:
13      mov r8, [num]
14      mov r9d, [num]
15
16  fim:
17      mov rax, 60
18      mov rdi, 0
19      syscall
```

code: a03e02.asm

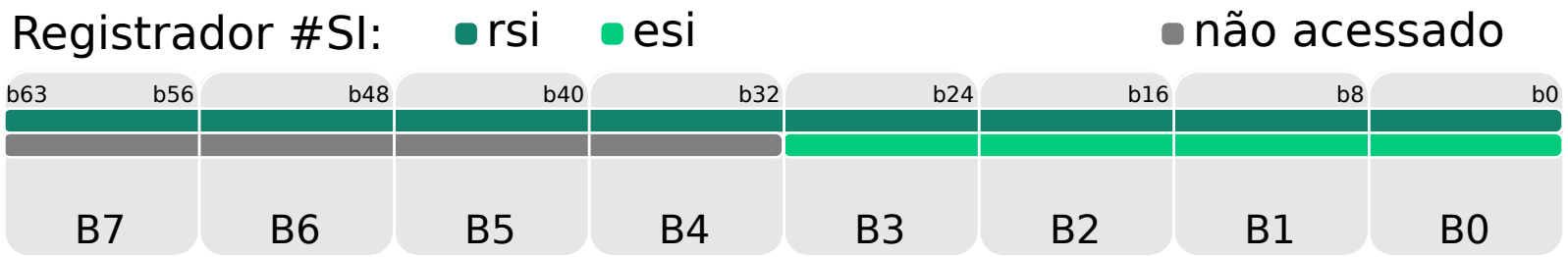
Debugger


bellorini@SS-Note-Mint-EAB: ~/Unioeste/2021/LM/Etapa 01/Aula 03/codes
Arquivo Editar Ver Pesquisar Terminal Ajuda
Starting program: /home/bellorini/Unioeste/2021/LM/Etapa 01/Aula 03/codes/a03e02.x
Breakpoint 1, 0x0000000000401010 in fim ()
(gdb) p /x $r8
$1 = 0x7766554433221101
(gdb) p /d $r8
$2 = 8603657889541918977
(gdb) p /x $r8d
$3 = 0x33221101
(gdb) p /d $r8d
$4 = 857870593
(gdb) p /x $r9
$5 = 0x33221101
(gdb) p /d $r9
$6 = 857870593
(gdb) p /x $r9d
$7 = 0x33221101
(gdb) p /d $r9d
$8 = 857870593
(gdb)

Registradores de segmentos

- RSI e RDI
  - Registradores de fonte e destino para algumas instruções
  - A princípio, podem ser usados como propósito geral para instruções básicas
- RBP e RSP
  - São registradores especiais (ponteiros) para estrutura do programa
  - RBP pode ser usado para propósito geral, porém é altamente não recomendado
  - RSP pode ser usado para propósito geral, porém normalmente é fatal para a aplicação

Exemplo para registradores de segmento: RSI



- O acesso ao registrador pode ser realizado de duas forms
  - RSI: acessa 64 bits
  - ESI: 32 bits menos significativos (0 até 31)
- Vale também para RDI, RBP e RSP
  - 8 bits: SIL, DIL, BPL e SPL
  - 16 bits: SI, DI, BP e SP
- A função destes registradores será melhor estudada em aulas futuras

Instrução de movimentação de dados: MOV

- MOV: movimento (cópia) de dados da fonte para destino

```
MOV destino, fonte
```

- Para os exemplos, considere:

```
6   section .data
7       v1: dq 0x1111111122334455
8       v2: dq 0x0000000000000000
9       v3: dq 0x0000000000000000
10
```

code: a03e03.asm (parcial)

Sintaxe MOV - pt1

- Sintaxe
  - Cópia de dados da memória para registrador

```
MOV reg8 , r/m8
MOV reg16, r/m16
MOV reg32, r/m32
MOV reg64, r/m64
```

  - Exemplo

```
MOV al , [v1] ;  8 bits de conteudo de v1 para al
MOV ebx, [v1] ; 32 bits de conteudo de v1 para EBX
MOV rcx, [v1] ; 64 bits de conteudo de v1 para RCX
```

Sintaxe MOV - pt2

- Sintaxe
  - Cópia de dados de registrador para memória

```
MOV r/m8 , reg8
MOV r/m16, reg16
MOV r/m32, reg32
MOV r/m64, reg64
```

  - Exemplo

```
MOV [v2], al  ;  8 bits de al  para conteudo de v2
MOV [v2], ebx ; 32 bits de EBX para conteudo de v2
MOV [v2], rcx ; 64 bits de RCX para conteudo de v2
```

Sintaxe MOV - pt3

- Sintaxe
  - Cópia de dados de imediato para registrador

```
MOV reg8 , imm8
MOV reg16, imm16
MOV reg32, imm32
MOV reg64, imm64
```

  - Exemplo

```
MOV al , 0x10                ;  8 bits para al
MOV ebx, 0x20202020          ; 32 bits para EBX
MOV rcx, 0x3030303030303030 ; 64 bits para RCX
```

Sintaxe MOV - pt4

- Sintaxe
  - Cópia de dados de imediato para memória

```
MOV r/m8 , imm8
MOV r/m16, imm16
MOV r/m32, imm32
```

  - Exemplo

```
MOV byte  [v3], 0x10
    ;  8 bits para conteudo de v3
MOV word  [v3], 0x1515
    ; 16 bits para conteudo de v3
MOV dword [v3], 0x20202020
    ; 32 bits para conteudo de v3
```

  - Identificador de tamanho de palavra é requerido
  - NASM não suporta movimentação de imediato de 64 bits para memória

MOV vs LEA

- Aula 01 - hello.asm
  - na linha 16 foi usado a instrução lea rsi, [strOla] .
  - e depois alterado para mov rsi, strOla
    Qual foi o resultado?

  - uso de [strOla] indica conteúdo strOla
  - uso de strOla indica endereço de strOla

- Instrução LEA - Load Effective Address
  - Realiza cálculos de endereçamento com base em um operando, sem movimentar efetivamente o operando
  - Utilizada para encontrar endereços de operandos em memória antes de buscá-los na memória
    - Alguns operandos, como vetores, matrizes e estruturas, requerem algum tipo de cálculo antes de seu acesso
  - Muito utilizada pelo compilador para otimizar códigos (tópico avançado)

Introdução à instrução LEA - exemplo

```
6   section .data
7       ; int vetorInt[10] = {42,1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9};
8       vetorInt : dd 42, 1, 2, 3, 4, 96, 6, 7, 8, 9
9
10  section .text
11      global _start
12
13  _start:
14      ; ponteiro para o vetorInt
15      ; *vetorInt
16      ; cuidado: x86_64 contem endereços de 8 bytes
17      lea r8, [vetorInt]
```

code: a03e04.asm (parcial)

Atividades

- Escreva um código funcional (montável e linkável) que realize todas as 15 formas de movimentação de dados.
  - Considere a seguinte seção para seu código

```
1   section .data
2     pt1r8  : db 0x10                ; parte 1
3     pt1r16 : dw 0x2020
4     pt1r32 : dd 0x30303030
5     pt1r64 : dq 0x4040404040404040
6
7     pt2m8  : db 0x00                ; parte 2
8     pt2m16 : dw 0x0000
9     pt2m32 : dd 0x00000000
10    pt2m64 : dq 0x0000000000000000
11
12    ; parte 3 nao contem variaveis
13
14    pt4m8  : db 0x00                ; parte 4
15    pt4m16 : dw 0x0000
16    pt4m32 : dd 0x00000000
```

Atividades

- É necessário debuggar para confirmar os valores em memória e registradores
- Use breakpoints
  p /d $reg para conteúdo de registrador em decimal
  p /x $reg para conteúdo de registrador em hexadecimal
  x /d &end para conteúdo de memória em decimal
  x /[bhwg]d &end para alterar o tamanho do dado
- Uso de LEA é opcional