Programação Imperativa

Assembly

Prof. Edson Alves

Faculdade UnB Gama

2020

Sumário

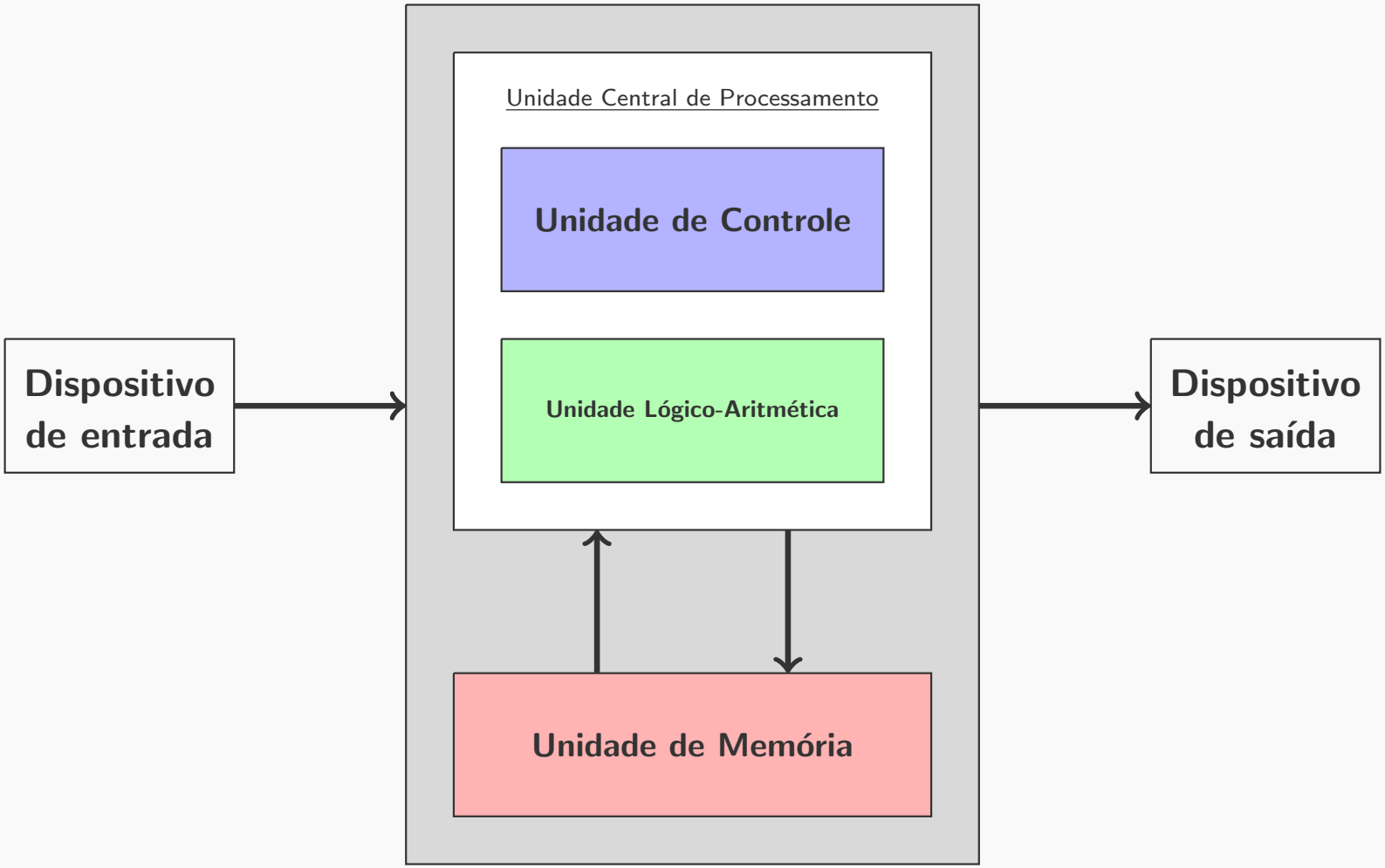
Máquinas idealizadas e máquinas reais

- As máquinas de Turing e os ábacos são máquinas idealizadas
- Algumas de suas características não podem ser traduzidas diretamente para máquinas reais, como o fato da fita ser infinita em um máquina de Turing, ou de um registrador de um ábaco armazenar um inteiro de tamanho arbitrário
- Além disso, o conjunto de instruções para estas máquinas idealizadas é mínimo, de modo que escrever programas, mesmo simples, se torna uma tarefa árdua e demorada
- Em 1945, um novo passo foi dado em direção da construção de máquinas reais, pelo matemático e físico John Von Neumann

Arquitetura de Von Neumann

- A **arquitetura de Von Neumann** (ou arquitetura de Princeton), descreve a arquitetura básica para um computador digital eletrônico
- Ela é composta por um unidade lógico-aritmética (ALU) e registradores de processador, uma unidade de controle contendo um registrador de instrução e um contador de programa (PC), uma unidade de memória para armazenar o programa e as instruções, uma memória externa e mecanismos de entrada e saída de dados
- Esta arquitetura foi o alicerce que deu origem aos computadores modernos que, embora mais elaborados e sofisticados, em grande parte ainda seguem esta arquitetura básica

Visualização da arquitetura de Von Neumann



Fonte: Wikipédia, com adaptações.

Linguagem de Máquina

- As máquinas reais dispõem de dispositivos internos (sejam mecânicos, elétricos ou eletrônicos) que permitem a realização de tarefas básicas (somas, operações lógicas, etc)
- Nas primeiras máquinas reais, para montar um programa que resolvesse um problema específico era preciso reconfigurar fisicamente tais equipamentos
- A medida que estas máquinas foram evoluindo, códigos binários foram associadas à estas tarefas (instruções) básicas, de modo que era possível escrever novos programas sem modificar o hardware fisicamente, inserindo tais sequências de zeros e uns por meio de *switches*
- Estas códigos binários constituem a **linguagem de máquina** do hardware
- Mesmo com todo este avanço, escrever programas não eram muito mais fácil ou simples do que escrever programas para ábacos ou máquinas de Turing

Linguagem Assembly

- Logo os programadores entenderam que era mais fácil associar os códigos binários das instruções a mnemônicos
- Estes mnemônicos representavam tanto as instruções em si quanto as principais localizações de memória
- Assim foram desenvolvidas, a partir dos anos 1950, as linguagens Assembly
- A cada linguagem era criado um *assembler* (montador), que consistia em uma ferramenta de software que traduzia estes mnemônicos em linguagem de máquina
- Cada arquitetura e cada hardware em particular oferecia um conjunto distinto de instruções, de modo que para cada um deles era necessária uma linguagem Assembly distinta
- Embora elas representem um avanço considerável em relação aos ábacos, as linguagens Assembly carecem da abstração presente na notação matemática convencional

Registradores x86

- Um dos principais motivos do sucesso da linha de processadores x86 da Intel foi o fato de que eles foram desenvolvidos para serem sempre compatíveis com os seus antecessores
- Deste modo, eram minimizadas as alterações em hardware e software necessárias para que um software desenvolvido para um processador fossem portado e funcionasse em futuras iterações desta arquitetura
- Os concorrentes que optam por começar do zero em determinadas iterações (como a Motorola e a IBM com os chips PowerPC e a DEC com os processadores Alpha) acabaram não obtendo o mesmo sucesso a longo prazo
- O estudo dos registradores x86, neste sentido, ganha um aspecto histórico

Registradores 8080

- Os processadores 8080 foram os primeiros a serem produzidos em massa
- O primeiro computador pessoal (Altair, em 1975) utilizava um processador 8080
- Ele possuía 6 registradores de 8-*bits*: A, B, C, D, H, L
- Os endereços de memória e a transferência de dados também eram de 8-*bits*
- O registrador L (*low*) armazenava endereços de memória, e a memória era composta de 256-*bytes*, identificados pelos números de 0 a 255
- Este registrador poderia ser combinado com o registrador H (*high*) para compôr um endereço de 16-*bits*
- Quando este par era referenciado por uma instrução, ela utiliza a letra X (*extended*) para sinalizar este uso

Visualização do 8080

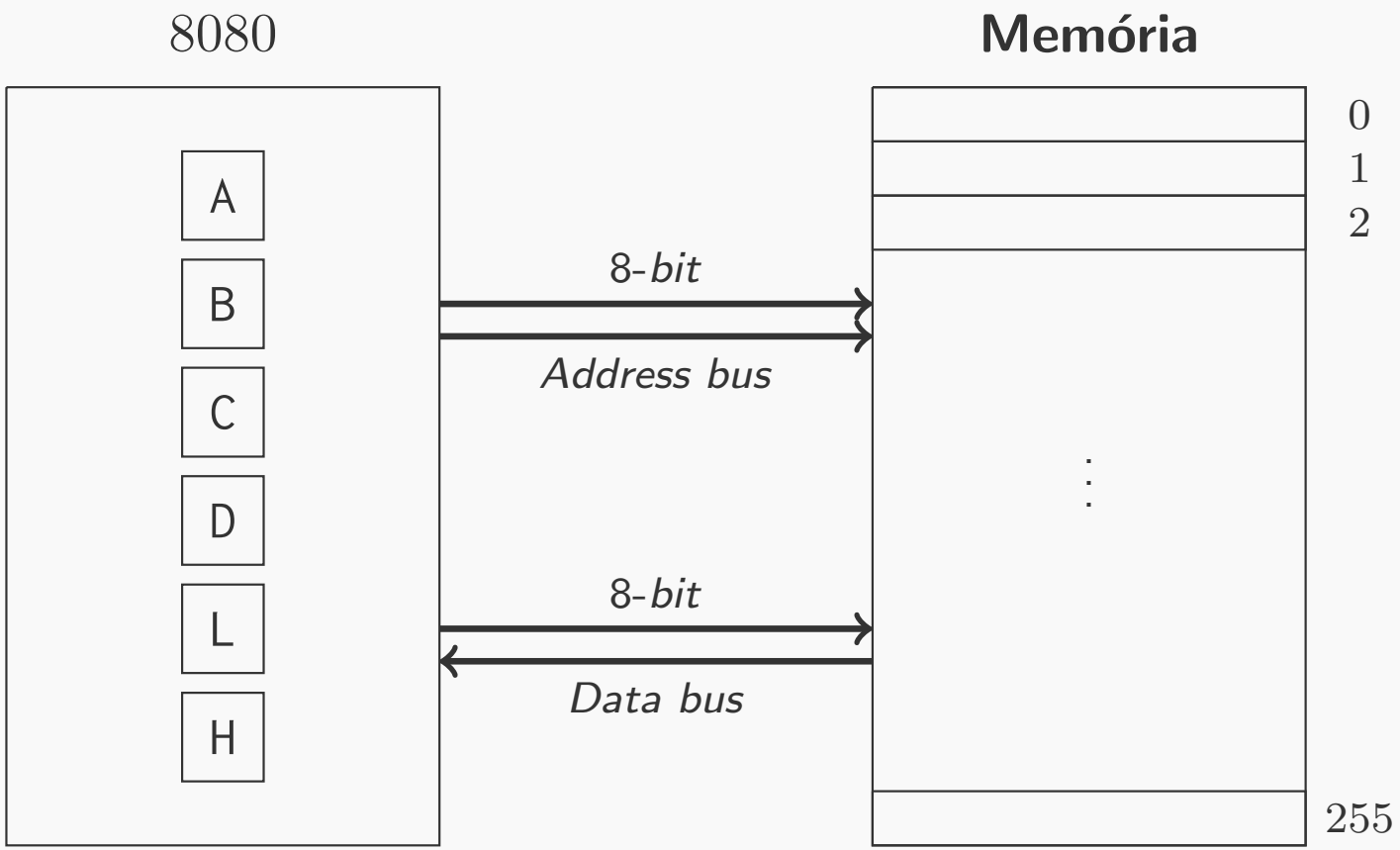


Figura: Visualização de um computador com processador 8080.[1]

[1] Fonte: **NEVELN**, Bob. *Linux Assembly Language Programming*, Open Source Technology Series, Prentice-Hall, 2000 (com adaptações).

Registradores 8086

- Quando o processador de 16-*bits* 8086 foi desenvolvido, a letra X foi usada para designar os novos registradores de 16-*bits*: AX, BX, CX e DX
- Estes novos registradores são pares de registradores de 8-*bits*: $AL, AH, BL, BH, CL, CH, DL$ e DH
- Os demais registradores de 16-*bits*, a saber: SP, BP, SI e DI, não são pares, e não trazem a letra X em sua nomenclatura
- A transferência de dados é feita em 16-*bits*
- Contudo, o endereçamento de memória é feito em 20-*bits*, porém sem uma forma eficiente de usar todos estes *bits* de uma só vez

Visualização parcial do 8086

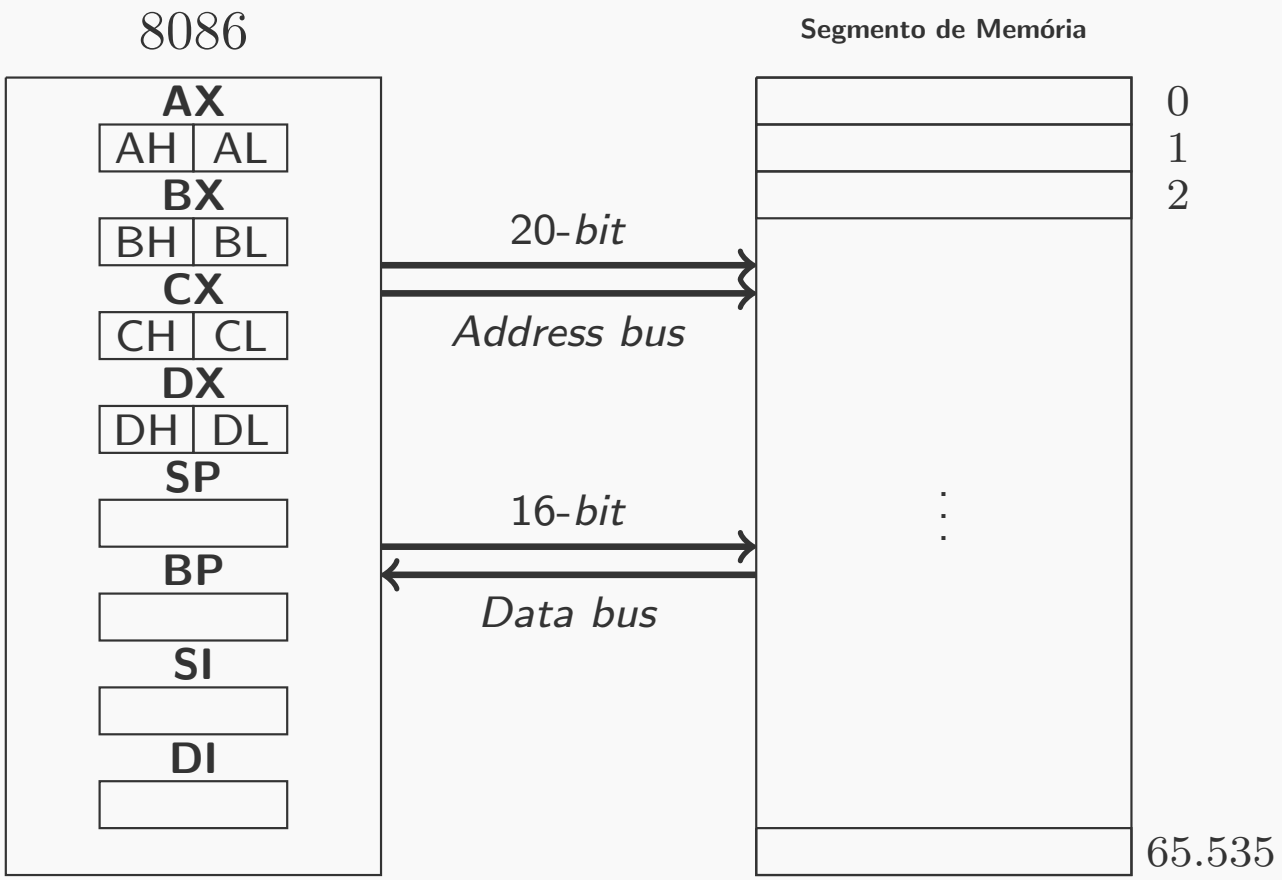


Figura: Visualização parcial de um computador com processador 8086.[2]

[2]Fonte: **NEVELN**, Bob. *Linux Assembly Language Programming*, Open Source Technology Series, Prentice-Hall, 2000 (com adaptações).

Registradores 80386

- A arquitetura dos processadores 8086 foi aperfeiçoada nos novos processadores 80386
- Os oito registradores que iniciam com a letra E (*extension*) são extensões dos registradores do 8086
- Cada registrador tem 32-*bits*, e seus 16-*bits* menos significativos correspondem ao registradores do 8086
- A transferência de dados e o endereçamento de memória são feitos em 32-*bits*
- Os processadores 80486 e Pentium também são computadores de 32-*bits*

Visualização parcial do 80386

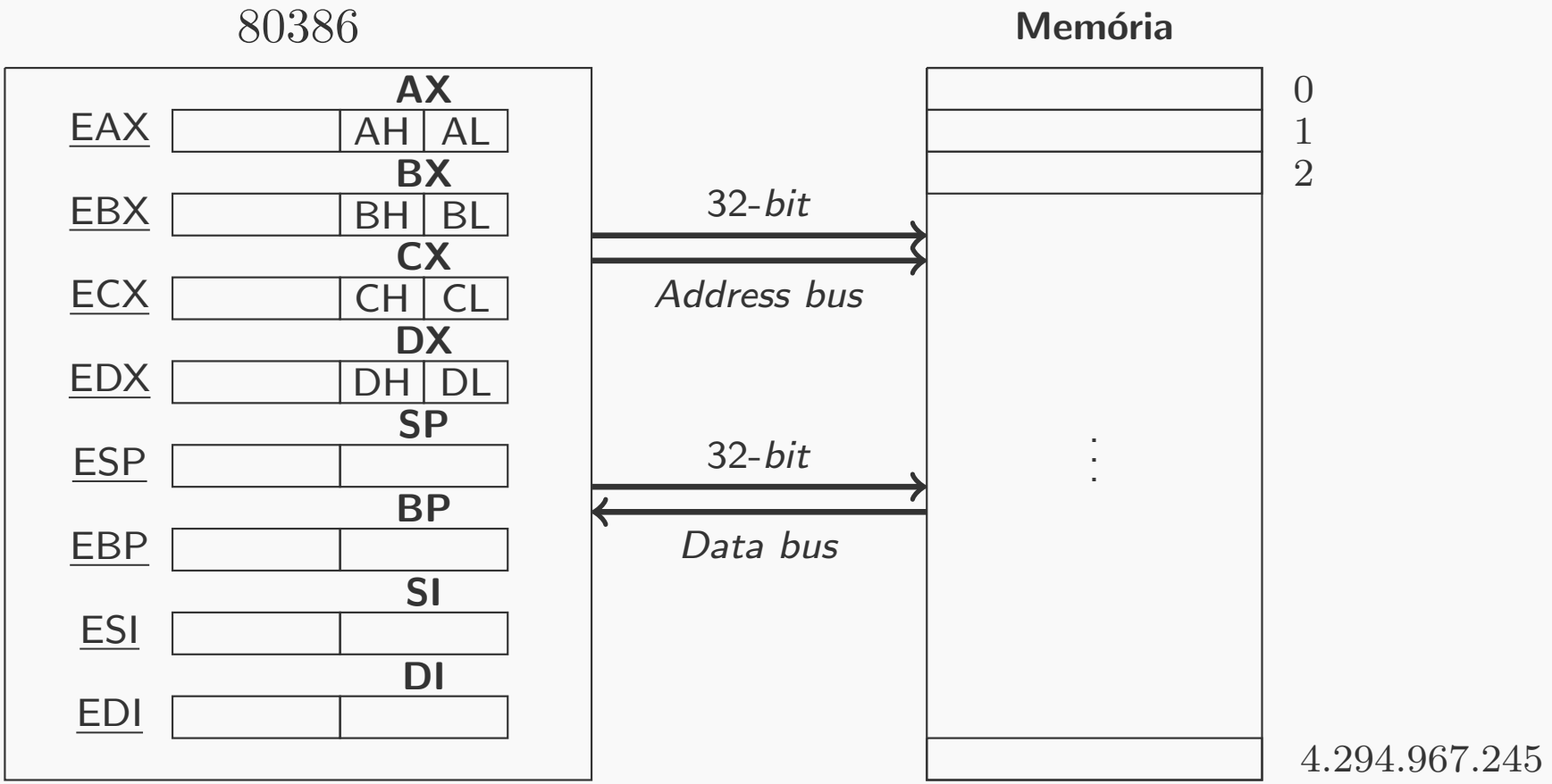


Figura: Visualização parcial de um computador com processador 80386.[3]

[3]Fonte: **NEVELN**, Bob. *Linux Assembly Language Programming*, Open Source Technology Series, Prentice-Hall, 2000 (com adaptações).

NASM

- The Netwide Assembler, ou NASM, é um montador (*assembler*) de código livre, que roda em plataforma DOS e Linux
- Desde a versão 2.07, o NASM está sobre a licença BSD (*Simplified (2-clause)*)
- Ele foi desenvolvido inicialmente por Simon Tatham e Julian Hall, sendo mantido atualmente por um time liderado por H. Peter Anvin
- O NASM tem suporte para todas as arquiteturas x86
- Em distribuições Linux com suporte ao apt, ele pode ser instalado com o comando

```
$ sudo apt-get install nasm
```

Teste do ambiente

- Como os programas serão escritos para rodar em ambiente Linux, estes códigos devem levar em conta as características deste ambiente operacional
- Isto porque será o sistema operacional o responsável pela interface com os periféricos
- Assim, o código *assembly* não tem acesso direto ao hardware
- As interações com os hardwares serão feitas por meio dos *drivers* do sistema Linux, através de chamadas de sistema (*syscalls*)
- O menor código possível simples retorna a execução para o sistema operacional, com código 0 (zero), indicando sucesso

Menor código *assembly*

```
1 ; Menor programa assembly possível com interação com ambiente Linux
2
3 SECTION .text
4 global  _start
5
6 _start:
7     mov ebx, 0  ; Move o código de retorno (zero) para EBX
8     mov eax, 1  ; Move o código de SYS_EXIT (opcode 1) para EAX
9     int 80h     ; Executa a syscall, encerrando o programa com sucesso
```

Compilação, linkedição e execução

- Para compilar (montar) um código *assembly* (extensões `.asm` ou `.s`), é preciso invocar o NASM, indicando o formato do objeto a ser criado:

```
$ nasm -f elf main.s
```

- No processo de linkedição é preciso também indicar, por meio da opção `-m`, que a arquitetura alvo é de 64 *bits*:

```
$ ld -m elf_i386 main.o -o main
```

- A opção `-o` indica o nome do executável a ser gerado
- Para rodar o executável criado, basta usar os mesmo mecanismos disponíveis em Linux para invocar um programa como, por exemplo, indicar seu caminho:

```
$ ./main
```

Script para compilação, linkedição e execução

```
#!/bin/bash

#####################################################################
# Monta o código assembly indicado no parâmetro de entrada e executa  #
# o programa de mesmo nome.                                           #
#####################################################################
if [ "$#" -lt 1 ]; then
    echo "Usage: $0 {source.s}"
    exit
fi

source=$1
output=${source%.*}

# Compila (monta) o códig com o NASM
nasm -f elf $source

# Linka o código para sistemas de 64 bits
ld -m elf_i386 $output.o -o $output

# Executa o programa gerado
./$output
```

Referências

1. asmtutor.com. Learn Assembly Language, acesso em 16/01/2020.
2. NASM. Site Oficial, acesso em 16/01/2020.
3. **NEVELN**, Bob. *Linux Assembly Language Programming*, Open Source Technology Series, Prentice-Hall, 2000.
4. ScienceDirect. Security in embedded systems, acesso em 16/01/2020.
5. **SHALOM**, Elad. *A Review of Programming Paradigms Througout the History – With a Suggestion Toward a Future Approach*, Amazon, 2019.