

1 Como Funciona um Computador

Carlos H. Morimoto e Thiago T. Santos

O objetivo dessa aula é apresentar uma breve descrição do funcionamento de um computador, para que você possa se familiarizar com alguns termos que serão muito utilizados ao longo do curso. Para descrições mais completas, você pode encontrar na Internet vários sítios que descrevem o funcionamento dessa máquina, como por exemplo <http://www.ime.usp.br/~macmulti/historico/>.

Ao final dessa aula você deve ser capaz de:

- Descrever as principais partes de um computador: Unidade Central de Processamento (microprocessadores), Memória e Dispositivos de Entrada e Saída.
- Descrever o que é software e hardware.
- Descrever o que são linguagens de alto nível e de baixo nível.
- Definir o que é um compilador.
- Descrever o que é um algoritmo e dar exemplos práticos.

1.1 As partes de um computador

A maioria dos computadores segue a arquitetura de von Neumann, que descreve um computador como um conjunto de três partes principais: a unidade central de processamento ou UCP (que por sua vez é composta pela unidade lógico-aritmética (ULA) e pela unidade de controle (UC)), a memória e os dispositivos de entrada e saída (E/S). Todas as partes são conectadas por um conjunto de cabos, o barramento. Esses componentes podem ser vistos na figura 1.1a.

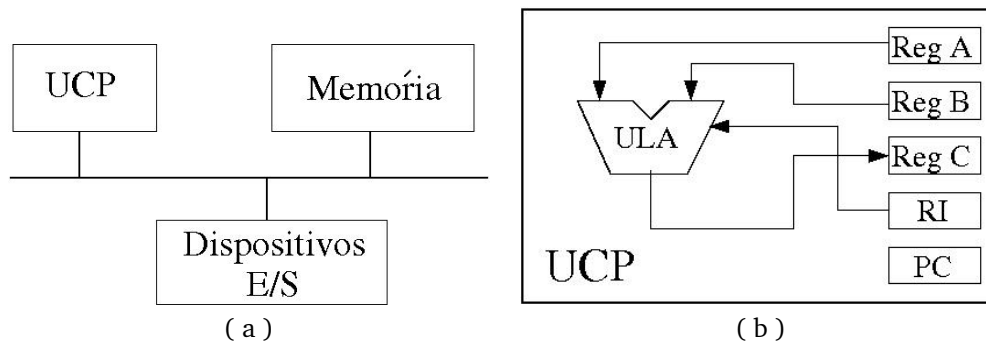


Figura 1: a) Componentes básicos de um computador e (b) elementos básicos da UCP.

1.1.1 Unidade Central de Processamento - UCP

A figura 1.1b mostra uma UCP em uma configuração muito simples. De forma geral, a UCP pode ser dividida em duas partes, a unidade lógica e aritmética (ULA) e a unidade de controle (UC). A ULA é capaz de desempenhar dois tipos de operações: operações aritméticas, como somas e subtrações, e comparações, como *igual a* ou *maior que*. A UC orquestra todo o resto. Seu trabalho é ler instruções e dados da memória ou dos dispositivos de entrada, decodificar as instruções, alimentar a ULA com as entradas corretas de acordo com as instruções e enviar os resultados de volta à memória ou aos dispositivos de saída. Um componente chave dos sistema de controle é um contador de programa (ou PC = program counter) que mantém o endereço da instrução corrente e que, tipicamente, é incrementado cada vez que uma instrução é executada, a não ser que a própria instrução

corrente indique onde se encontra a próxima instrução, permitindo assim que um conjunto de instruções seja repetido várias vezes. Desde a década de 1980, a ULA e a UC são inseridas em um único circuito integrado: o microprocessador.

Há vários fabricantes e modelos de microprocessadores, como o Pentium da Intel, o Athlon da AMD e o PowerPC da IBM. Cada microprocessador possui um conjunto de instruções finito, que são executadas a uma determinada frequência. As frequências comuns atualmente giram entre 1 e 3 GHz (Giga Hertz). O microprocessador apenas busca a próxima instrução (ou dados) na memória e a executa, em um ciclo infinito (ou até desligarem o computador). A figura 1.1b mostra a ULA, recebendo informações dos registradores¹ A e B e colocando o resultado no registrador C. O registrador de instruções (RI) define a operação a ser executada. Esses registradores fazem parte da unidade de controle. A UC é capaz de configurar seus recursos (como registradores e a ULA) para executar cada instrução.

1.1.2 Memória

Conceitualmente, a memória do computador pode ser vista como uma lista de células. Cada célula tem um **endereço** numerado sequencialmente que pode armazenar uma quantidade fixa e pequena de informação. Essa informação pode ser ou uma **instrução**, que diz ao computador o que fazer, ou **dados**, a informação que o computador deve processar utilizando as instruções.

A memória pode ser classificada em 2 grupos, as memórias voláteis e não voláteis (ou permanentes). As memórias voláteis (memórias do tipo RAM - Random Access Memory) precisam de energia para manter seu conteúdo (ou seja, só funcionam quando o computador está ligado). Quando desligamos o computador, as informações importantes são armazenadas nos dispositivos de memória não voláteis (como o disco rígido ou HD - Hard Drive). Os dispositivos de memória volátil são mais caros e de menor capacidade, porém são muito mais rápidos, tornando possível ao computador realizar o processamento de forma mais eficiente. Tipicamente, um computador pessoal hoje tem 1GB a 4GB de RAM e 80GB a 250GB de HD.

1.1.3 Dispositivos de Entrada e Saída - E/S

Os dispositivos de E/S definem como o computador recebe informação do mundo exterior e como ele devolve informação para o mundo exterior. Teclados, mouses, *scanners*, microfones e câmeras são dispositivos comuns de entrada enquanto monitores e impressoras são dispositivos comuns de saída. Discos rígidos e placas de rede, que permitem conexões entre computadores, podem atuar como dispositivos tanto de entrada quanto de saída.

1.2 Linguagem de programação

Vimos que o processador executa uma instrução por vez, e que as instruções são bastante simples. Um programa pode ser definido como uma sequência de instruções, que ficam armazenadas na memória. Na prática, é muito difícil trabalhar diretamente com instruções da máquina. Durante o curso você aprenderá como solucionar problemas computacionais usando uma linguagem de alto nível como C. Um programa escrito em uma linguagem de alto nível é mais fácil de escrever e entender, porém não pode ser executado diretamente pelo microprocessador. É necessário converter o programa em linguagem de alto nível (conhecido como programa fonte) para um programa em linguagem de máquina (ou linguagem de baixo nível), que possa ser executado pelo computador. Essa conversão é realizada por um programa chamado de **compilador**.

E como instruções e dados podem ser utilizados para produzir algo útil? Imagine uma cozinha, contendo armários com diversos ingredientes, utensílios de cozinha, um forno e... um padeiro. O padeiro segue uma receita para obter, a partir dos ingredientes e com o auxílio do forno e dos utensílios, um bolo. Cada receita produz um tipo de bolo diferente, ou seja, mudando a receita, muda-se o bolo.

¹Registradores são elementos de memória utilizados dentro da UCP

No computador-cozinha, os ingredientes constituem a entrada, os recipientes que o padeiro utiliza para armazenar os ingredientes (e talvez misturá-los) enquanto prepara o bolo são as variáveis e o bolo é a saída desejada. A receita constitui um algoritmo. Este conjunto forma o software. Já os utensílios, o forno e o próprio padeiro constituem as ferramentas necessárias no processo: o hardware.

Uma mesma receita pode ser escrita de várias formas diferentes. O algoritmo é uma entidade abstrata que define uma idéia. Sua realização, na forma de uma receita escrita, é semelhante a um programa de computador: um conjunto de instruções que, seguidas corretamente e ordenadamente, produzem o resultado desejado a partir das informações fornecidas.

Você já viu alguns algoritmos reais antes de chegar na universidade, como o algoritmo de divisão de inteiros. Mas como ensinar um computador a dividir, quando a linguagem disponível é muito limitada, por exemplo, quando só podemos realizar somas e subtrações?

Uma possível solução para se dividir um inteiro a pelo inteiro b usando apenas somas e subtrações é a seguinte:

- 1) Carregue os valores a e b nos registradores (ou posições de memória) RA e RB ;
- 2) Carregue o valor zero em RC ;
- 3) enquanto $RA > RB$ repita:
 - 3.1) Incremente o valor em RC : $RC = RC + 1$;
 - 3.2) Subtraia o valor b de RA : $RA = RA - RB$;
- 4) imprima o valor em RC ;
- 5) fim.

Por exemplo, seja $a = 12$ e $b = 5$. O resultado em RC recebe inicialmente o valor zero. Como 12 é maior que 5, o resultado é incrementado ($RC = 1$), e o valor do dividendo é atualizado ($RA = 12 - 5 = 7$). Como a condição $RA > RB$ ainda é verdadeira, as instruções 3.1 e 3.2 são repetidas mais uma vez, resultando em $RC = 2$ e $RA = 2$. Nesse instante, a condição $RA > RB$ se torna falsa, e então a instrução 4 é executada, sendo o valor 2 impresso como resultado da divisão $12/5$.

Essa é uma maneira simples de se calcular a divisão entre números inteiros, e que embora seja apropriada para ser implementada em computadores, não é muito adequada para uso humano. Esse talvez seja o maior desafio desse curso, aprender a resolver problemas de forma computacional, que não são necessariamente "naturais" para nós. Outro problema é descrever o problema em uma forma que o computador possa executar.