

endereço. Dados são transferidos da e para a memória em grupos de bits chamados palavras” (FOROUZAN; MOSHARRAF, 2011, p. 93).

## Endereço

Na memória, cada palavra é identificada por um endereço, representado por números inteiros maiores que zero (não existem endereços com valores negativos). “O número total de localizações exclusivamente identificáveis na memória é chamado espaço de endereçamento” (FOROUZAN; MOSHARRAF, 2011, p. 94).

Vamos ver um exemplo? O espaço de endereçamento de uma memória com 64 kilobytes e um tamanho de palavra igual a 1 byte varia de 0 (zero) a 65.535.

Os endereços de memória armazenam números como padrões binários. “Assim, se um computador tem 64 kilobytes ( $2^{16}$ ) de memória com um tamanho de palavra igual a um byte, precisamos de um padrão binário de 16 bits para definir um endereço” (FOROUZAN; MOSHARRAF, 2011, p. 94).

Em outras palavras, temos estabelecido que (FOROUZAN; MOSHARRAF, 2011, p. 94):

- A primeira localização é o endereço 0000000000000000 (endereço 0).
- E a última localização é o endereço 1 1 1 11 11 1 11 11 11 11 (endereço 65.535).

## Tipos de memória

Você conhece ou já ouviu falar nas memórias RAM (*Random Access Memory* – memória de acesso aleatório) e ROM (*Read-Only Memory* – memória somente de leitura), não é mesmo? Elas são os principais tipos de memória, as quais vão ser descritas a seguir.

### Memória RAM

A memória RAM caracteriza-se pelo fato de poder ser lida e escrita durante o processamento. Pode ser de dois tipos:

1. **Estática – SRAM (*Static Random Access Memory*)** – memória muito rápida e volátil, cujo conteúdo é perdido quando o computador é desligado. Um tempo de acesso típico é



### Saiba mais

Em ciência da computação, uma palavra é um grupo de 8, 16, 32 ou 64 bits (e assim por diante). Uma palavra com 8 bits é chamada *byte*. Por exemplo, uma palavra de 32 bits tem 4 bytes.

da ordem de um nanossegundo ou menos. Por essa razão, é muito utilizada como memória cache (vamos apresentá-la mais adiante).

2. **Dinâmica – DRAM** (*dynamic random access memory*) – ao contrário da SRAM, é uma memória lenta. Cada uma de suas células contém um transistor e um pequeno capacitor. Os capacitores podem ser carregados ou descarregados, permitindo que zeros e uns sejam armazenados. Se um capacitor estiver carregado, o estado é 1; se descarregado, é 0. Como a carga elétrica tende a vazar, cada bit deve ser renovado (recarregado) com alguns milissegundos de intervalo para evitar que os dados desapareçam. A lógica externa é que efetua a renovação. Em razão disso, as RAMs dinâmicas precisam de uma interface mais complexa que as estáticas, embora em muitas aplicações essa desvantagem seja compensada pela capacidade dessa memória.

## Memória ROM

A memória ROM de um computador não pode ser alterada nem apagada. Os dados são inseridos durante sua fabricação. A única maneira de modificar o programa em uma ROM é substituindo o chip.

Esse tipo de memória é utilizado em produtos cujos programa e dados básicos devem permanecer armazenados, mesmo quando o fornecimento de energia for interrompido, como carros, eletrodomésticos e brinquedos.

A memória ROM pode ser de três tipos:

1. **PROM** (*Programmable Read-Only Memory – ROM programável*) – é como uma ROM, exceto pelo fato de poder ser programada uma vez em campo. Ou seja, ela vem vazia. O usuário do computador pode armazenar programas nesse dispositivo.
2. **EPROM** (*Erasable Programmable Read-Only Memory – ROM programável e apagável*) – é uma variação da PROM. Pode ser programada e apagada em campo. Contudo, a remoção deve ser física e, com isso, requer a reinstalação da EPROM.

3. **EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* – ROM eletricamente programável e apagável)** – é uma variação da EPROM. Pode ser programada e apagada sem ser removida do computador.

### **Hierarquia de memória**

Os usuários de computador precisam de muita memória, de preferência que seja muito rápida e de baixo custo. Porém, memórias velozes não são baratas – quanto mais rápida é uma memória, mais cara ela é.

O que você faria para que a instalação de memórias não ficasse muito cara? Utilizaria memórias de diferentes velocidades, não é? A solução tradicional para armazenar grandes quantidades de dados é lançar mão de uma hierarquia de memória, conforme ilustrado na Figura 1.6.



No topo da pirâmide apresentada na Figura 1.6, estão os registradores da CPU, que podem ser acessados à velocidade total da CPU. Em seguida, vem a memória cache, que está na faixa de 32 quilobytes a alguns megabytes. A memória principal vem logo abaixo, hoje com capacidades que vão de 1 gigabyte, em sistemas básicos, até centenas de gigabytes.

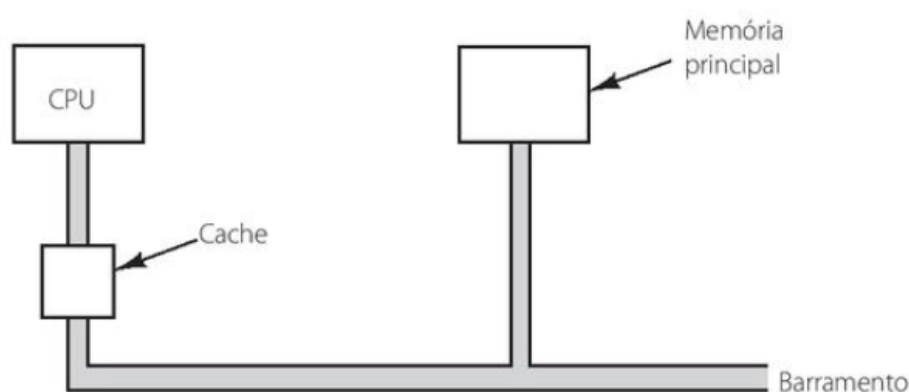
E quando se utiliza cada tipo de memória? Não pode ser uma escolha aleatória, não é mesmo? Segundo Forouzan e Mosharraf (2011, p. 96), devemos utilizar:

- Memória de alta velocidade somente quando a velocidade é um fator fundamental.
- Quantidade moderada de memória de média velocidade para armazenar dados que são acessados com frequência.
- Muita memória de baixa velocidade para dados que são acessados com pouca frequência.

### Memória cache

Trata-se de uma memória pequena e rápida cujo nome provém do francês *cache*, que significa “esconder”. Ela é mais rápida do que a memória principal e mais lenta que os registradores e a CPU, como ilustra a hierarquia de memória apresentada na Figura 1.6. Situa-se entre a CPU e a memória principal (Figura 1.7).

**Figura 1.7** Localização da memória cache.



Fonte: Tanenbaum e Austin (2013, p. 65).

A ideia básica de uma cache é simples: as palavras de memória utilizadas com mais frequência são mantidas nesse dispositivo. Quando a CPU precisa de uma palavra, ela examina primeiro a cache. Somente se a palavra não estiver ali é que ela recorre à memória principal. Se uma fração substancial das palavras estiver na cache, o tempo médio de acesso pode ser muito reduzido.

Esse procedimento pode acelerar operações: se a palavra estiver na cache, ela é acessada imediatamente; se não estiver, a palavra e um bloco completo são copiados para a cache. Uma vez que é provável que a CPU, em seu ciclo seguinte, precisará acessar as palavras seguintes à primeira palavra, a existência da cache acelera o processamento (FOROUZAN; MOSHARRAF, 2011, p. 97).