

# **Memória Principal**

**Profa. Débora Christina Muchaluat Saade**

**debora@midiacom.uff.br**

**<http://www.ic.uff.br/~debora/fac>**

# Memória Principal

*Fundamentos de Arquiteturas de Computadores*

- ✓ **Capítulo 4 – Livro do Mário Monteiro**
- ✓ **Introdução**
- ✓ **Hierarquia de memória**
- ✓ **Memória Principal**
  - *Organização*
  - *Operações de leitura e escrita*
  - *Capacidade*

# Memória

- ✓ **Componente de um sistema de computação cuja função é armazenar informações que são manipuladas pelo sistema para que possam ser recuperadas quando necessário**
- ✓ **Na prática, a memória não é um único componente, mas um subsistema constituído de vários componentes de diferentes tipos e interligados**
  - *Hierarquia de memória*
- ✓ **Razões para existência de diferentes tipos de memória**
  - *Tempo de acesso*
  - *Capacidade de armazenamento*
  - *Armazenamento permanente do dados, mesmo na falta de energia*

# Subsistema de Memória

*Fundamentos de Arquiteturas de Computadores*

- ✓ **Memória principal**
  - *RAM – Random Access Memory*
- ✓ **Memória cache**
- ✓ **Registradores – dispositivos de armazenamento no interior dos processadores**
- ✓ **Memória secundária**
  - *Hard disks, CDs, DVDs, etc. (dispositivos de armazenamento)*

# Memória

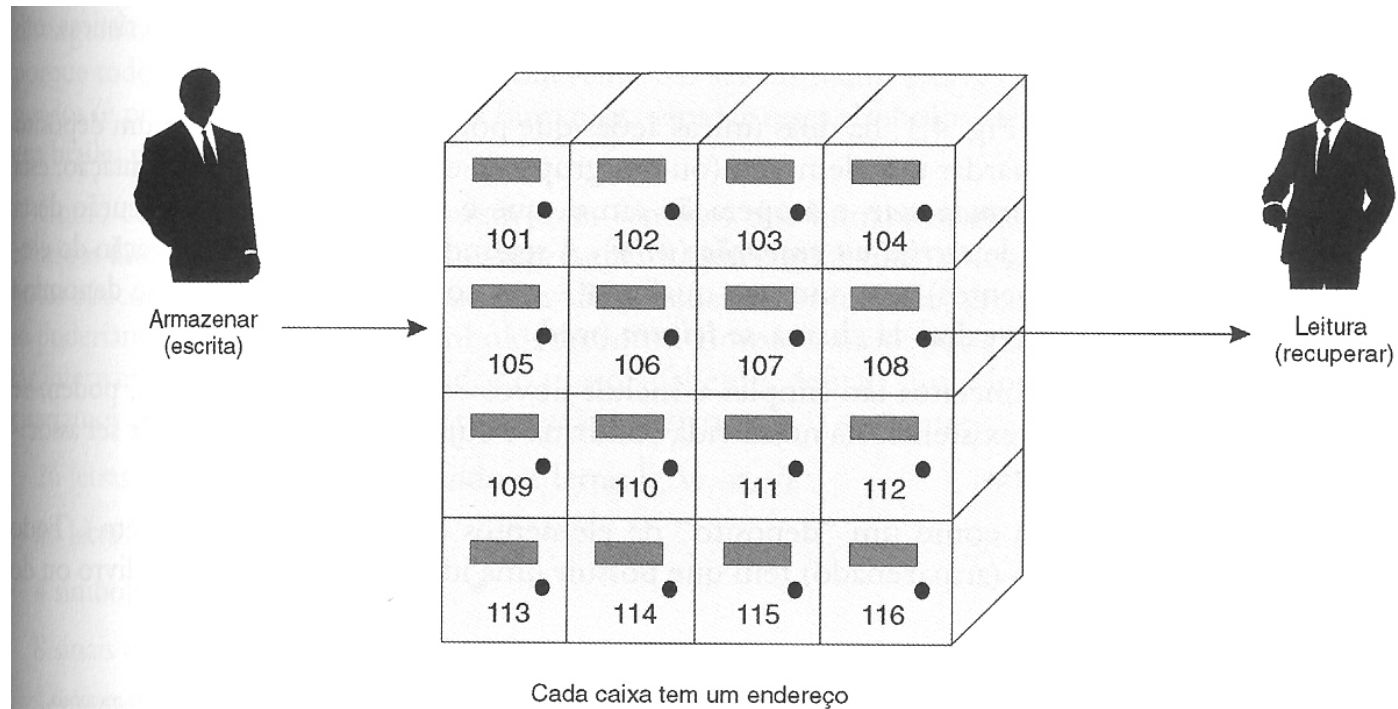


Figura 4.1 Exemplo de um típico depósito que funciona de modo semelhante a uma memória.

# Memória

- ✓ **2 únicas operações possíveis**
  - ***Armazenar***
    - Operação de escrita ou gravação (*write*)
  - ***Recuperar***
    - Operação de leitura (*read*)
- ✓ **Acesso a memória é feito através do endereço de cada informação (a ser) armazenada**

# Memória

- ✓ **Representação da informação**
  - *seqüência de bits*
- ✓ **Cada unidade de armazenamento**
  - *Grupo de bits tratado em conjunto pelo sistema*
    - Memória principal
      - *Célula (1 byte)*
    - Dispositivos de armazenamento
      - *Bloco, setor, cluster, etc.*

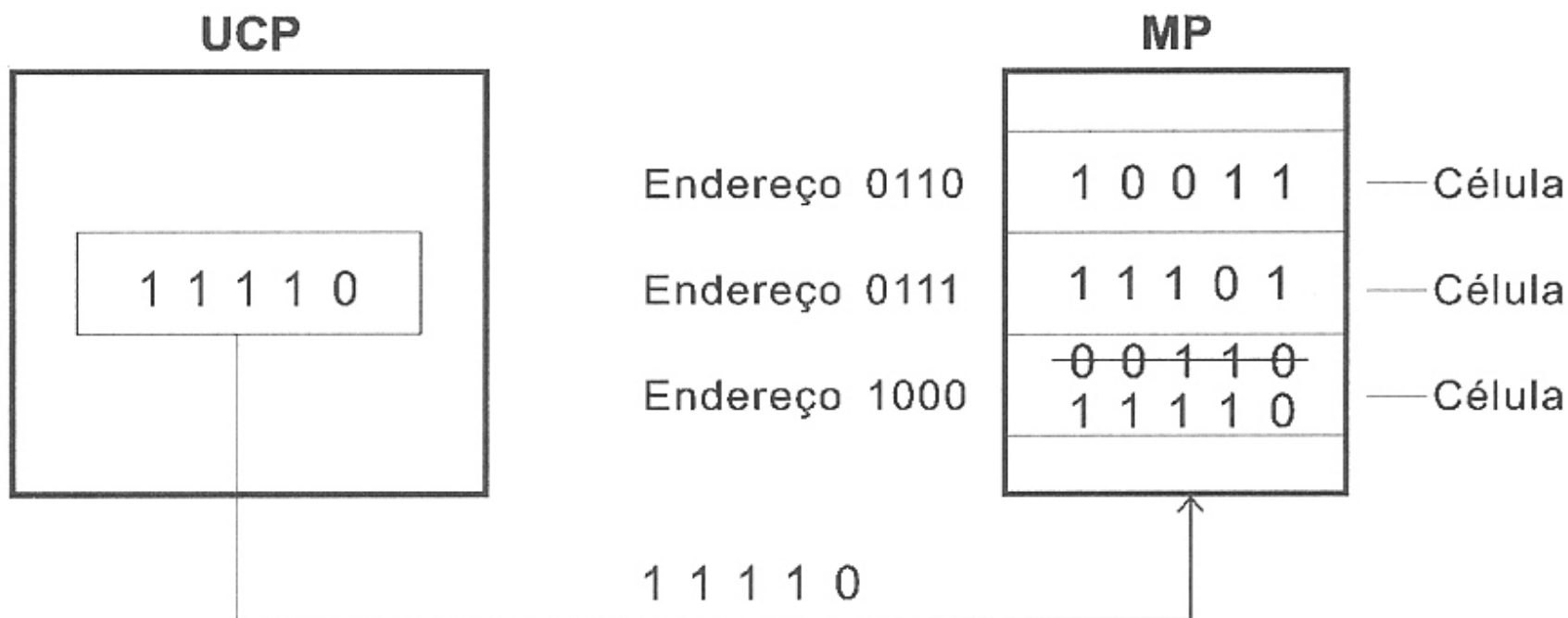
# Memória

- ✓ Cada célula é identificada por um endereço
- ✓ Memória é organizada sequencialmente a partir do endereço (0) até o endereço (N-1)
- ✓ Os endereços não são fisicamente gravados na memória, somente as informações armazenadas em cada célula
  - *Os endereços são enviados pelo processador a memória pelo BE – barramento de endereços*
- ✓ Processadores com palavra de 32 bits (ex. Pentium) possuem endereços de 32 bits podendo endereçar até 4G células (de um byte cada)
  - *$2^{32} = 4GB$*



# Operações de Leitura e Escrita

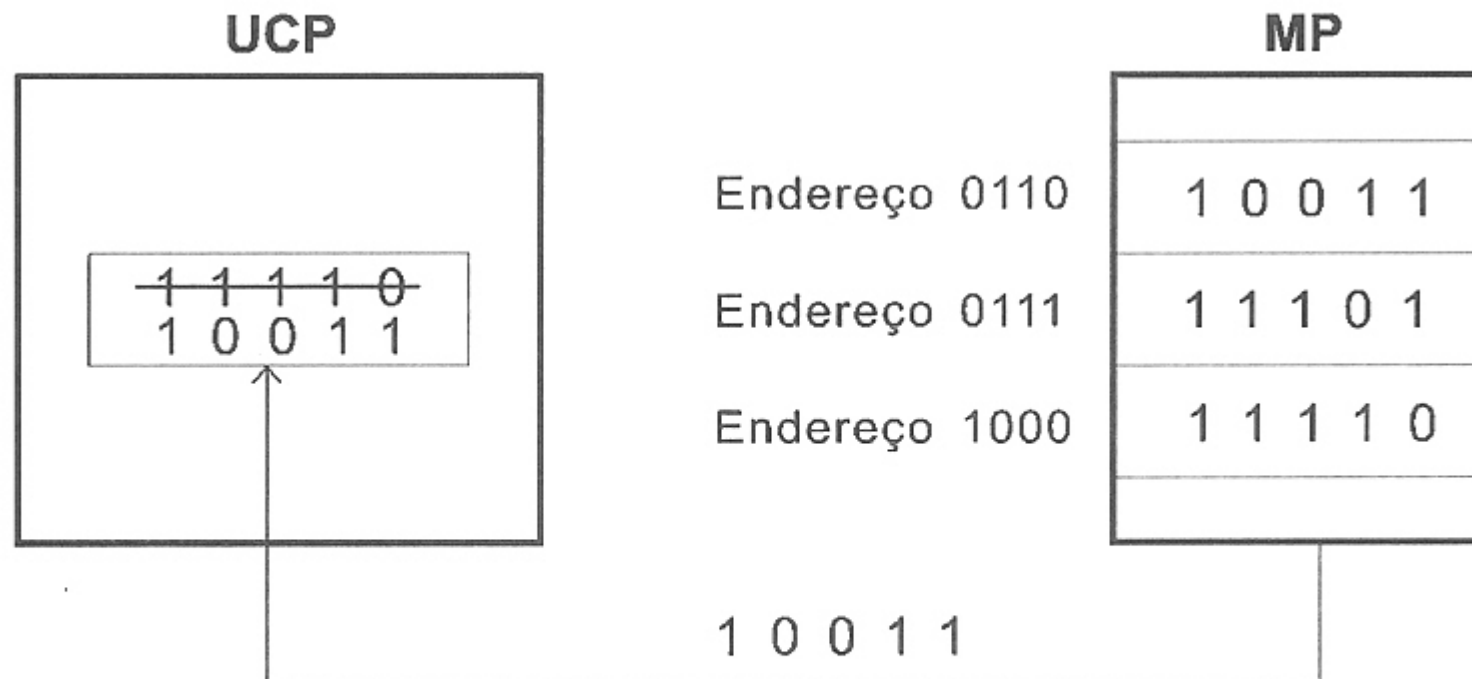
- ✓ Operação de escrita é naturalmente destrutiva
  - *Armazena o novo conteúdo sobre o conteúdo anterior*



(a) Operação de escrita — O valor 11110 é transferido (uma cópia) da UCP—para a MP e armazenado na célula de endereço 1000, apagando o conteúdo anterior (00110).

# Operações de Leitura e Escrita

- ✓ Operação de leitura não é destrutiva
  - *Copia o valor do local de origem, sem modificá-lo*



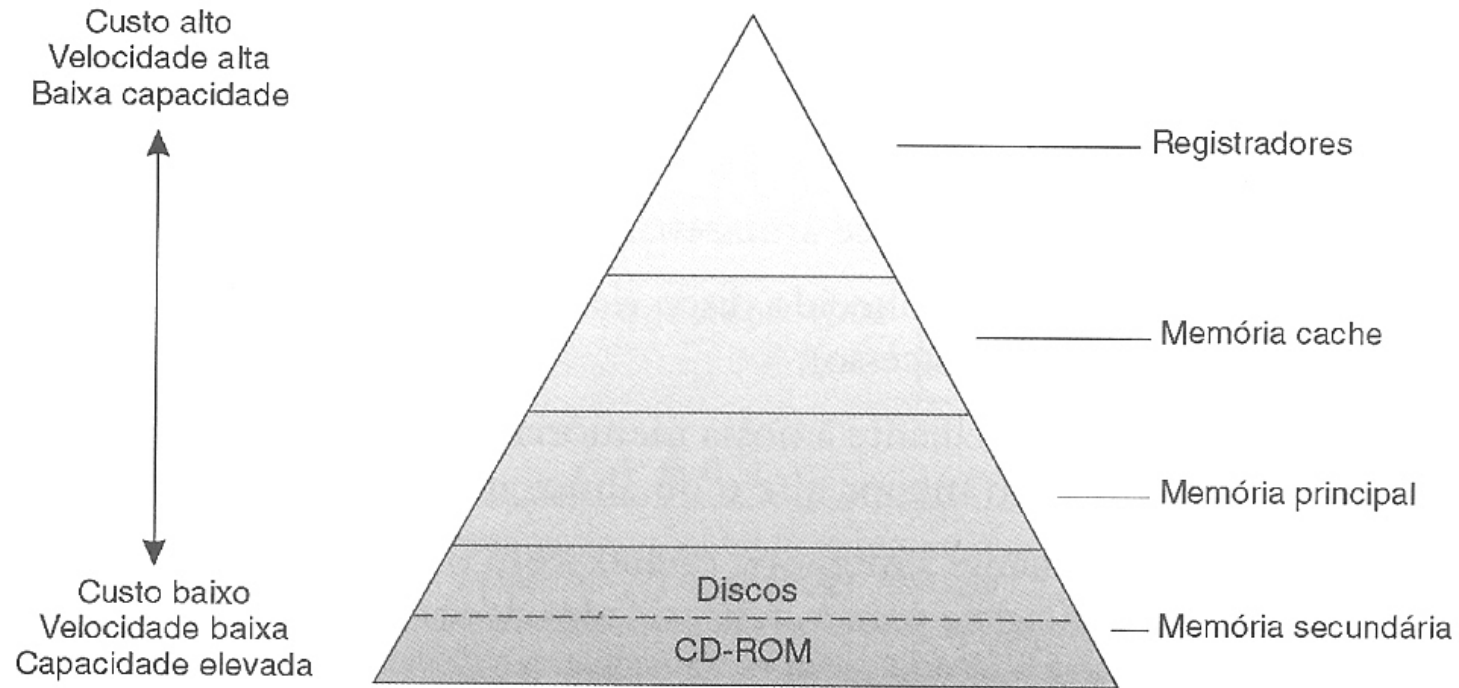
(b) Operação de leitura — O valor 10011, armazenado no endereço da MP 0110, é transferido (cópia) para a UCP, apagando o valor anterior (11110) e armazenando no mesmo local.

# Hierarquia de Memória

- ✓ Um subsistema de memória é organizado hierarquicamente e composto de vários tipos de componentes de memória, cada um com suas características próprias (tempo de acesso, capacidade, aplicabilidade, etc.)
  - *Registradores*
  - *Memória cache*
  - *Memória principal*
  - *Memória secundária*
    - discos rígidos (HDs), CD, DVDs, etc.

# Hierarquia de Memória

*Fundamentos de Arquiteturas de Computadores*



**Figura 4.4 Hierarquia de memória.**

# Características dos Componentes de Memória

*Fundamentos de Arquiteturas de Computadores*

- ✓ **Tempo de acesso**
- ✓ **Capacidade**
- ✓ **Volatilidade**
- ✓ **Tecnologia de fabricação**
- ✓ **Custo**

# Características

## ✓ Tempo de acesso

- *Indica o tempo que leva para a memória colocar a informação no barramento de dados depois da posição ter sido endereçada*
  - Tempo de acesso para leitura
- *Aumenta em direção à base da hierarquia*
- *Depende da tecnologia de fabricação*
  - Poucos nanossegundos para memória tipo RAM (dispositivos eletrônicos)
    - *Tempo independe da distância física entre locais de acesso consecutivos*
  - Dezenas de milissegundos para memória secundária (dispositivos eletromecânicos)
    - *Tempo depende da distância física entre locais de acesso consecutivos*

# Características

## ✓ Tempo de acesso

- *Em algumas memórias eletrônicas, consideramos ainda o tempo decorrido entre duas operações consecutivas a memória*
  - Ciclo de memória = tempo de acesso + tempo para atividades internas do sistema
- *Algumas memórias não requerem tempo adicional entre acessos*
  - Ciclo de memória = tempo de acesso

# Características

## ✓ Capacidade

- *Quantidade de informação que pode ser armazenada em memória*
  - medida em bytes
  - Quantidade de células capaz de armazenar
- *Aumenta em direção à base da hierarquia de memória*



# Características

## ✓ Volatilidade

- *Capacidade de reter ou não a informação quando a energia elétrica é desligada*
  - Memória volátil – não retém a informação
    - *Registradores, memórias cache e principal (RAM)*
  - Memória não-volátil – retém a informação
    - *Memória ROM (read only memory) e memória secundária*

# Características

## ✓ Tecnologia de fabricação

- *Memórias de semicondutores (memórias eletrônicas)*
  - Registradores, memórias cache e principal, ROM
  - Mais caras
- *Memórias de meio magnético*
  - Usadas em discos rígidos (*hard disks* – HDs)
  - Não-volátil e mais baratas
- *Memória de meio ótico*
  - CDs, DVDs
  - Usa-se um feixe de luz para marcar o valor de cada bit

# Características

## ✓ Custo

- *Preço por byte armazenado*
- *Memória secundária é bem mais barata que memória principal, por isso sua capacidade de armazenamento é bem maior*
  - HD interno 1TB – R\$ 300,00
    - *Custo de 1 byte –  $300 / 2^{40}$*
  - 2GB RAM – R\$ 103,00
    - *Custo de 1 byte –  $103 / 2^{31}$*

# Registradores

- ✓ **São internos ao processador**
  - *Guardam instruções (registrador de instrução) e dados que estão sendo manipulados em cada operação executada pelo processador*
- ✓ **Construídos com a mesma tecnologia do processador**
  - *Tempo de acesso – um ciclo de memória (1 a 2 ns)*
  - *Capacidade – poucos bits em cada um*
    - Ex.: Pentium – registrador de dados (inteiros) e endereços de 32 bits, registradores para armazenar números em ponto flutuante (64 bits)
  - *Voláteis*
  - *Memória de semicondutores*

# Memória Cache

- ✓ **Podem ser internas ou externas ao processador**
  - *cache L1 (level 1 ou nível 1) ou L2 interna*
    - Encapsulada no mesmo chip
  - *cache L2 externa*
    - Chip separado instalado na placa-mãe
- ✓ **características**
  - *Tempo de acesso – um ciclo de memória (5 a 20 ns)*
  - *Capacidade*
    - Ex.: cache L1 (4 a 256KB) e cache L2 (4MB)
  - *Voláteis*
  - *Memória de semicondutores, chamadas estáticas (SRAM)*
  - *Custo alto*

# Memória Principal

## ✓ Características

- *Tempo de acesso – um ciclo de memória (50 a 80 ns)*
- *Capacidade superior à memória cache, porém limitada pela*
  - arquitetura do processador e pelo dispositivo de controle da memória (chipset da placa-mãe)
  - endereços de 32 bits permitem até 4GB de RAM
- *Voláteis*
  - Parte não-volátil (ROM) – instruções que são executadas quando computador é ligado
- *Memória de semicondutores, chamadas dinâmicas (DRAM)*
- *Custo mais baixo que o da memória cache*

# Memória Secundária

## ✓ Características

- *Tempo de acesso*
  - HDs – 8 a 30 ms
  - CDs – 120 a 300 ms
- *Alta capacidade*
  - Até TB
- *Não-voláteis*
- *Memória de meio magnético ou ótico*
- *Custo bem mais baixo que o da memória principal*

# Memória Principal (MP)

- ✓ **Programas são armazenados sequencialmente em memória e processador busca instruções na memória principal**

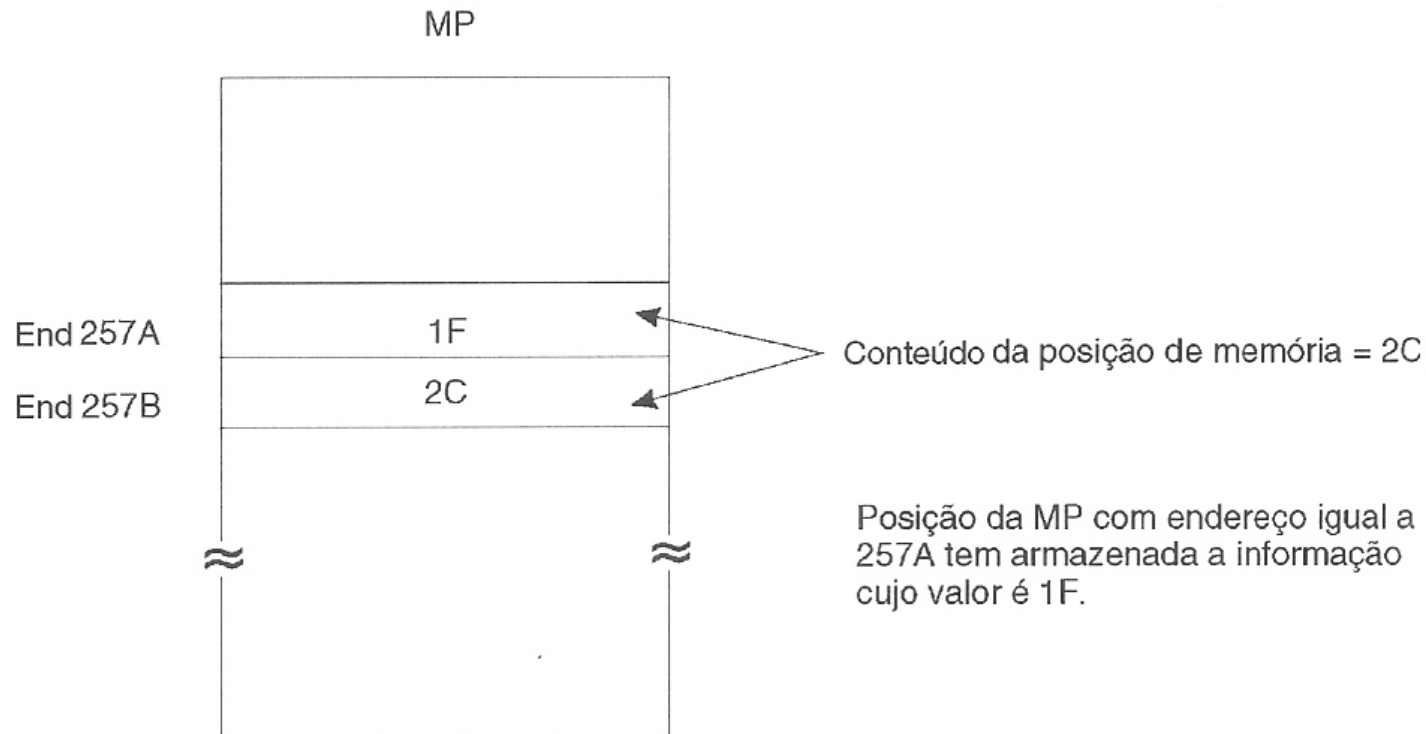


Figura 4.7 Significado dos valores de endereço e conteúdo na MP.



# Organização da Memória Principal

- ✓ Organizada como conjunto de  $N$  células sequencialmente dispostas
- ✓ Cada célula armazena  $M$  bits

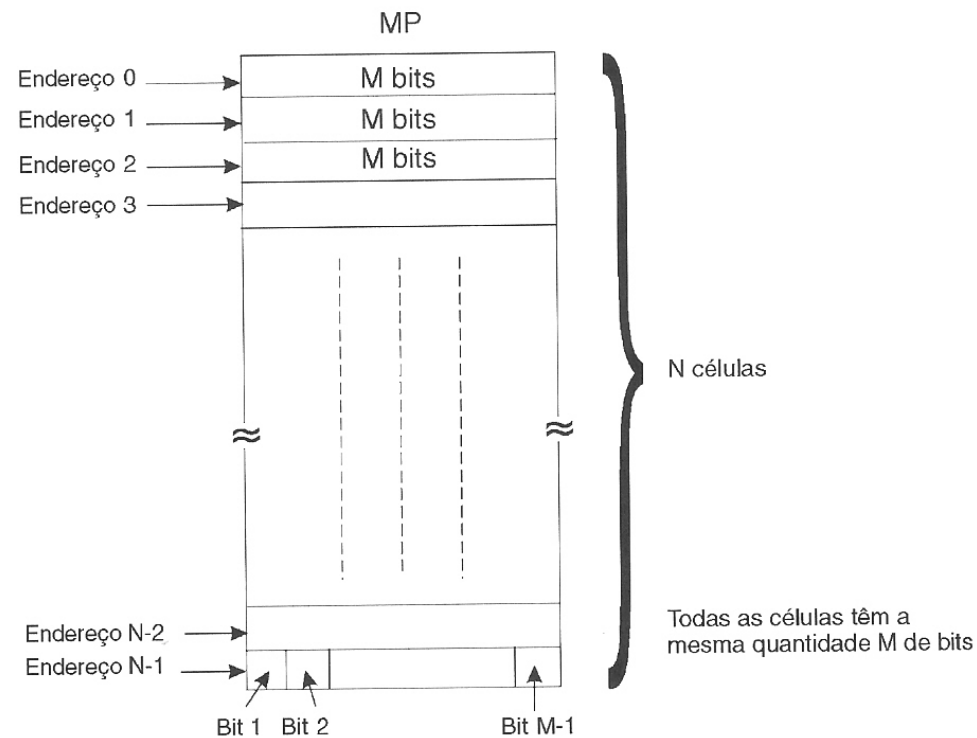
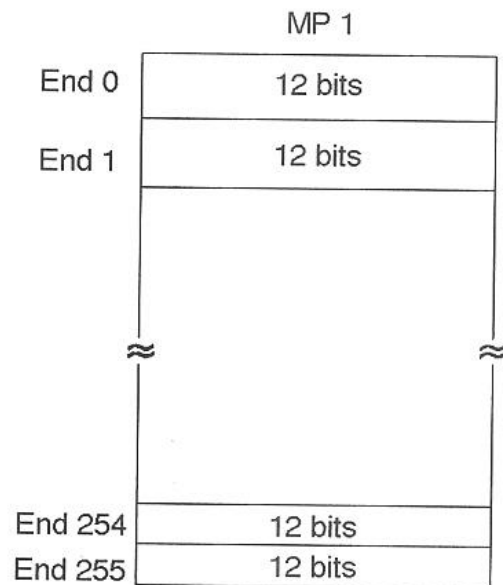


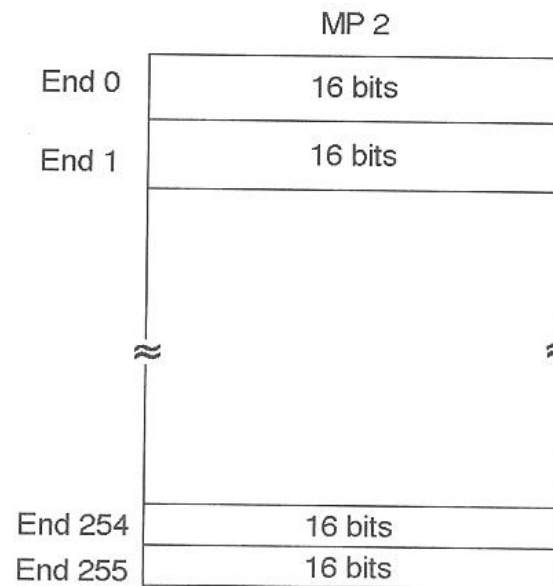
Figura 4.8 Organização básica da MP.

# Organização da Memória Principal

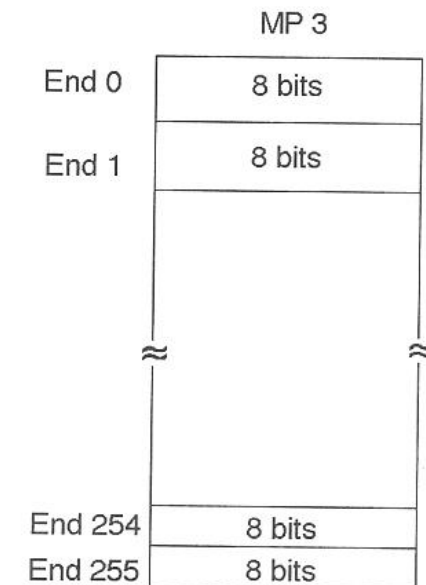
- ✓ **Relação endereço x conteúdo de um célula**
- ✓ **Ex.:MPs com mesma quantidade de células (256), porém de larguras diferentes**



(a)



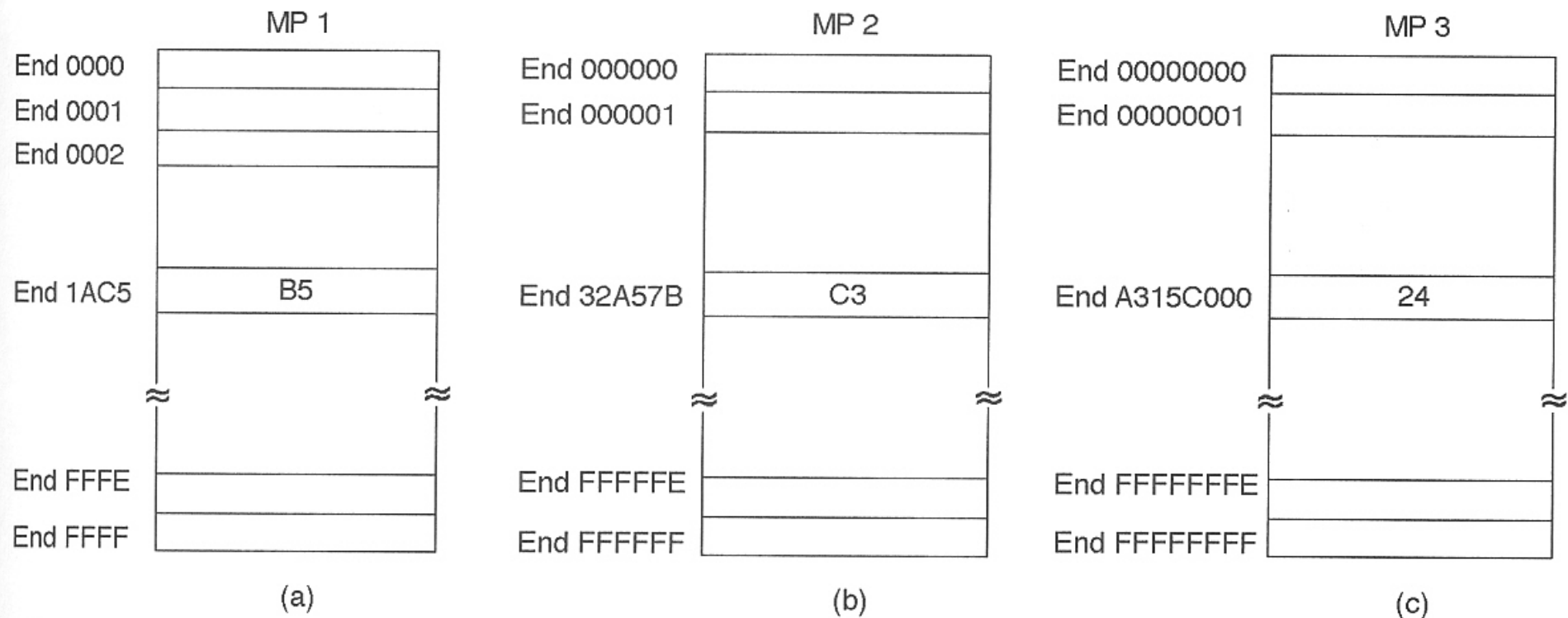
(b)



(c)

# Organização da Memória Principal

- ✓ **Relação endereço x conteúdo de um célula**
- ✓ **Ex.: MPs com diferentes quantidades de células de mesma largura (1 byte)**



# Operações do Processador com a MP

- ✓ Operações de leitura (*read*) e escrita (*write*)
- ✓ Elementos que são utilizados nas operações do processador com a MP
  - *Barramento do sistema (barramentos de dados, de endereços, de controle - BD, BE, BC)*
  - *Registradores de dados e endereços de memória*
    - RDM – registrador de dados de memória (MBR – *memory buffer register*)
    - REM – registrador de endereços da memória (MAR – *memory address register*)
  - *Controlador da memória*

# Operações do Processador com a MP

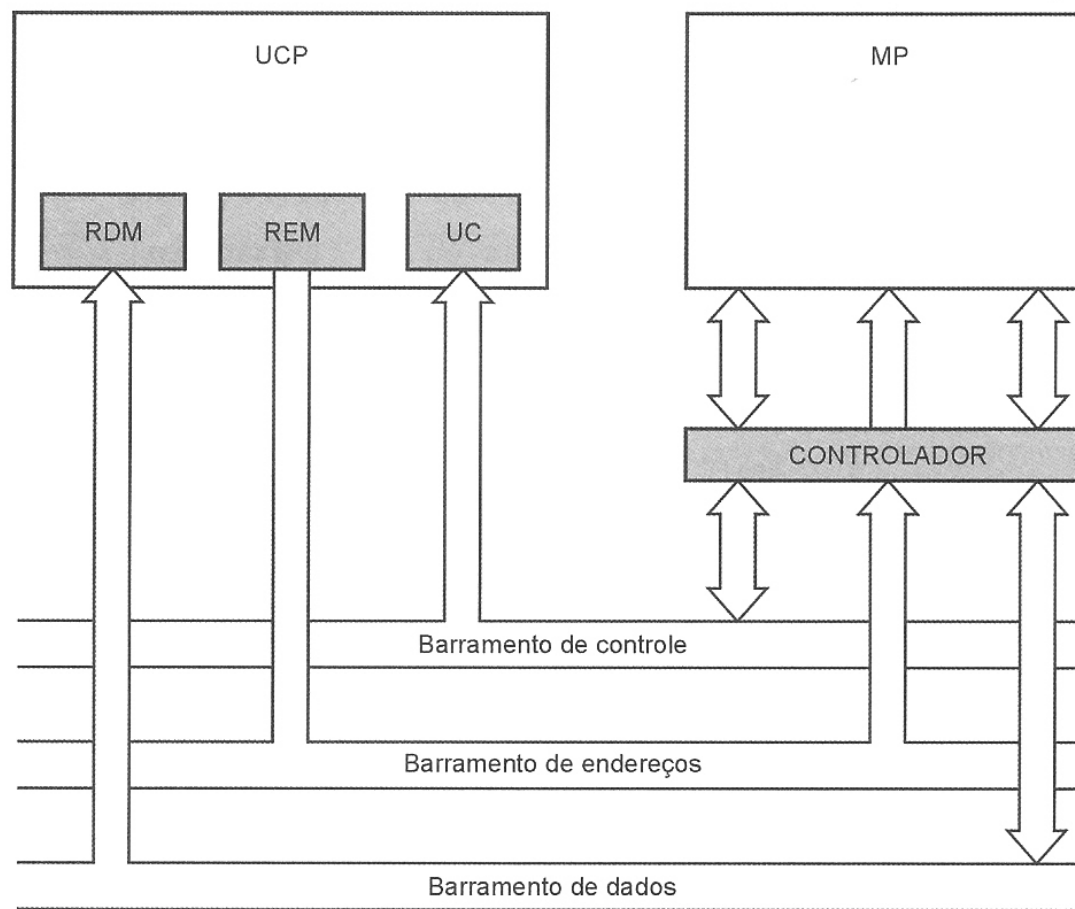


Figura 4.11 Estrutura UCP/MP e a utilização de barramento para comunicação entre eles.

# Operações do Processador com a MP

*Fundamentos de Arquiteturas de Computadores*

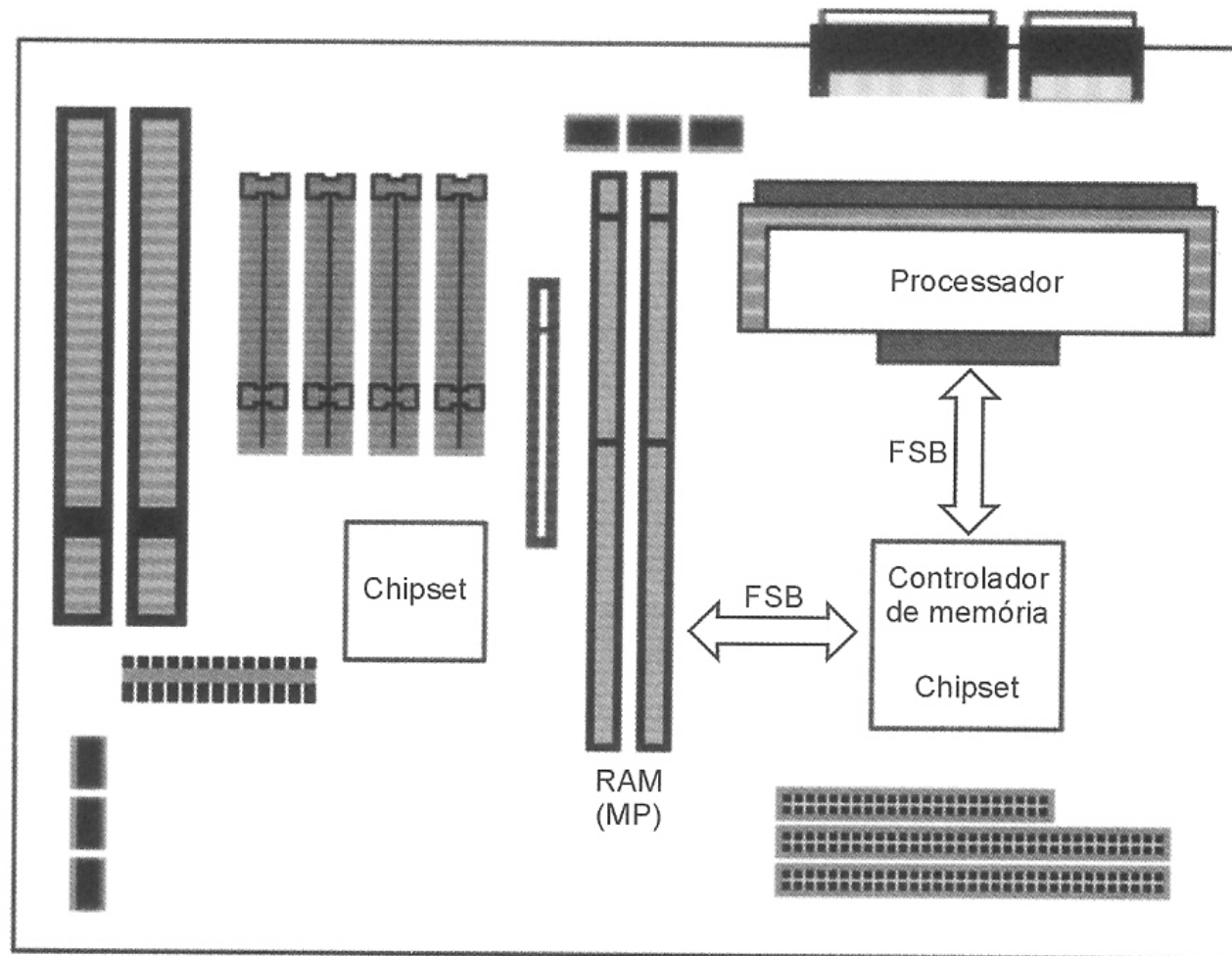


Figura 4.12 Exemplo de placa-mãe com componentes do sistema de memória.

# Operações do Processador com a MP

- ✓ **Convenções da *Register Transfer Language* (Linguagem de Transferência entre Registradores - LTR)**
  - ***Seta indica transferência de conteúdo entre registradores e MP***
    - (REM)  $\leftarrow$  (CI): conteúdo do registrador CI é copiado para registrador REM
    - (RDM)  $\leftarrow$  (MP(REM)): conteúdo da célula da MP cujo endereço está em REM é copiado para RDM

# Operação de Leitura

## ✓ Passos Simplificados:

- *REM* ← outro registrador do processador (CI contador de instruções)
  - Endereço é colocado no BE
- *Sinal de leitura no BC*
  - Controlador de memória decodifica endereço e localização da célula
- *RDM* ← *MP(REM)* através do *BD*
- *Outro registrador do processador* ← *RDM*



# Operação de Leitura

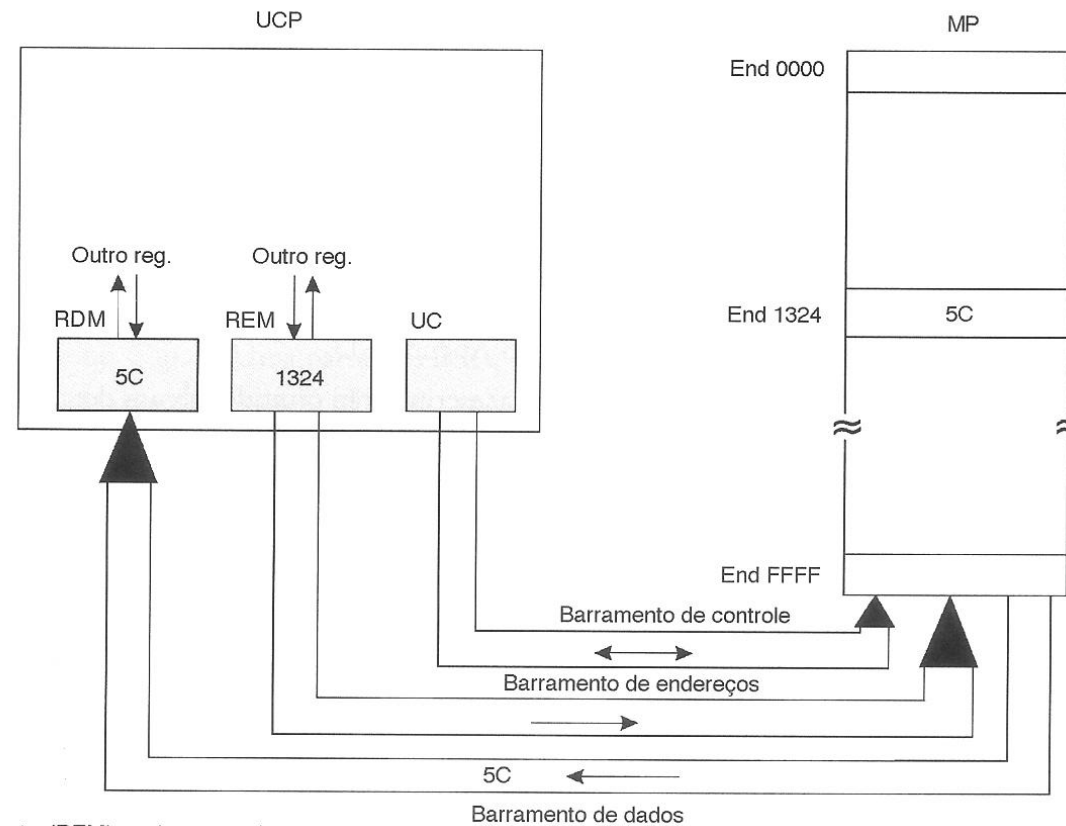


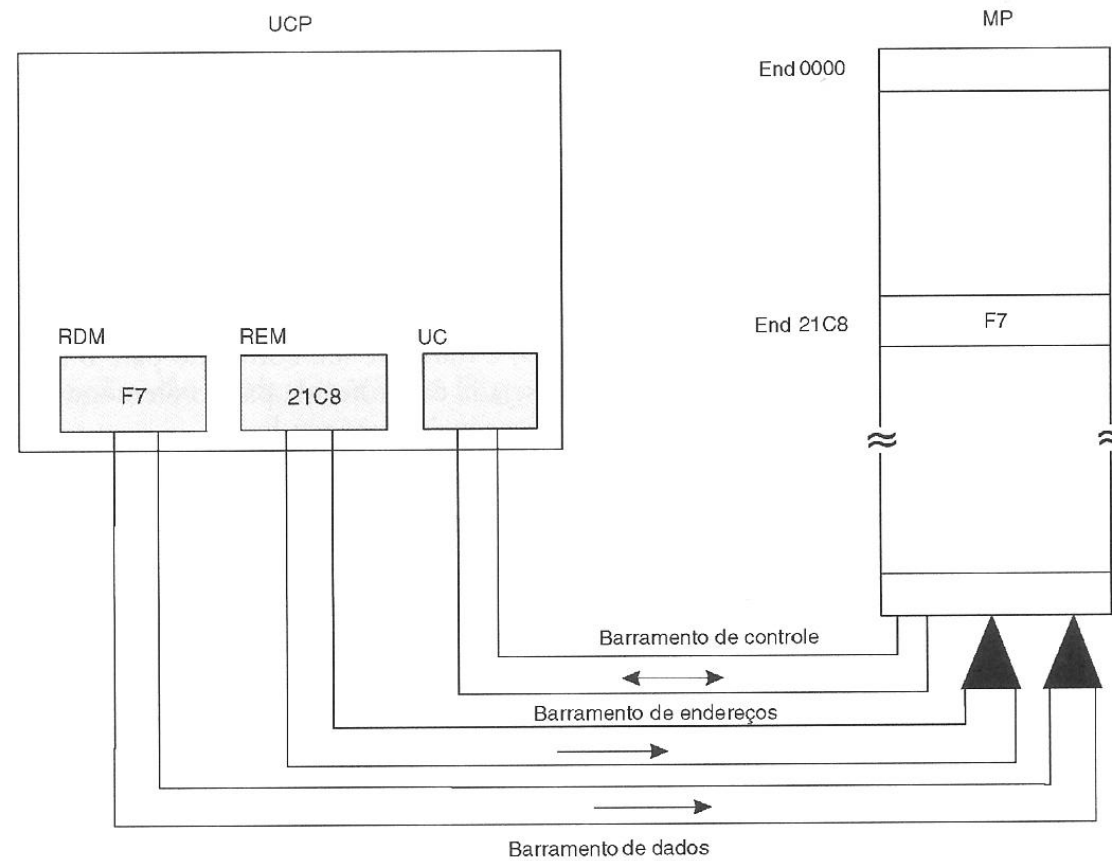
Figura 4.13 Exemplo de operação de leitura.

# Operação de Escrita

## ✓ Passos Simplificados:

- *REM* ← outro registrador do processador (CI contador de instruções)
  - Endereço é colocado no BE
- *RDM* ← outro registrador do processador
  - Dado é colocado no BD
- *Sinal de escrita no BC*
  - Controlador de memória decodifica endereço e localização da célula
- *MP(REM) ← RDM através do BD*

# Operação de Escrita



O valor F7 é escrito no endereço 21C8 (valor antigo = 3A)

Figura 4.14 Exemplo de operação de escrita.

# Capacidade da MP

- ✓ MP é um conjunto de  $N$  células, onde cada uma armazena  $M$  bits
- ✓ MP tem  $N$  endereços =  $2^E$
- ✓ total de bits
  - $T = N \times M = 2^E \times M$
- ✓ Exemplo: MP tem espaço de endereçamento de 2K e cada célula armazena 16 bits. Qual a capacidade da MP e o tamanho de cada endereço?
  - $2K = 2^{11} \rightarrow$  endereços de 11 bits
  - $2^{11} \times 16 = 2^{11} \times 2^4 = 2^{15} =$  capacidade de 32K bits

# Exemplo

- ✓ Um processador possui um BE com capacidade de transferir 33 bits de cada vez. Sabe-se que o BD permite a transferência de 4 palavras em cada acesso e que cada célula da MP armazena 1/8 de cada palavra. Considerando que a MP pode armazenar no máximo 64G bits, responda:
  - *Qual a quantidade de células da MP?*
  - *Qual o tamanho do REM e do BD?*
  - *Qual o tamanho de cada célula e cada palavra?*

# Exemplo

- ✓ **BE = 33 bits; BD = 4 palavras; célula – 1/8 palavra; T = 64G bits**
- ✓  **$N = 2^{33} = 8G$**
- ✓  **$T = N \times M$ ;  $M = 64G / 8G = 8$  bits (célula)**
- ✓ **Palavra = 64 bits**
- ✓ **BD = 256 bits**
- ✓ **Qual a quantidade de células da MP?**
  - *8G células*
- ✓ **Qual o tamanho do REM e do BD?**
  - *REM = 33 bits; BD = 256 bits*
- ✓ **Qual o tamanho de cada célula e cada palavra?**
  - *Célula de 8 bits e palavra de 64 bits*

# Tipos e Nomenclatura da MP

- ✓ Fluxo de bits para processamento a partir do armazenamento permanente

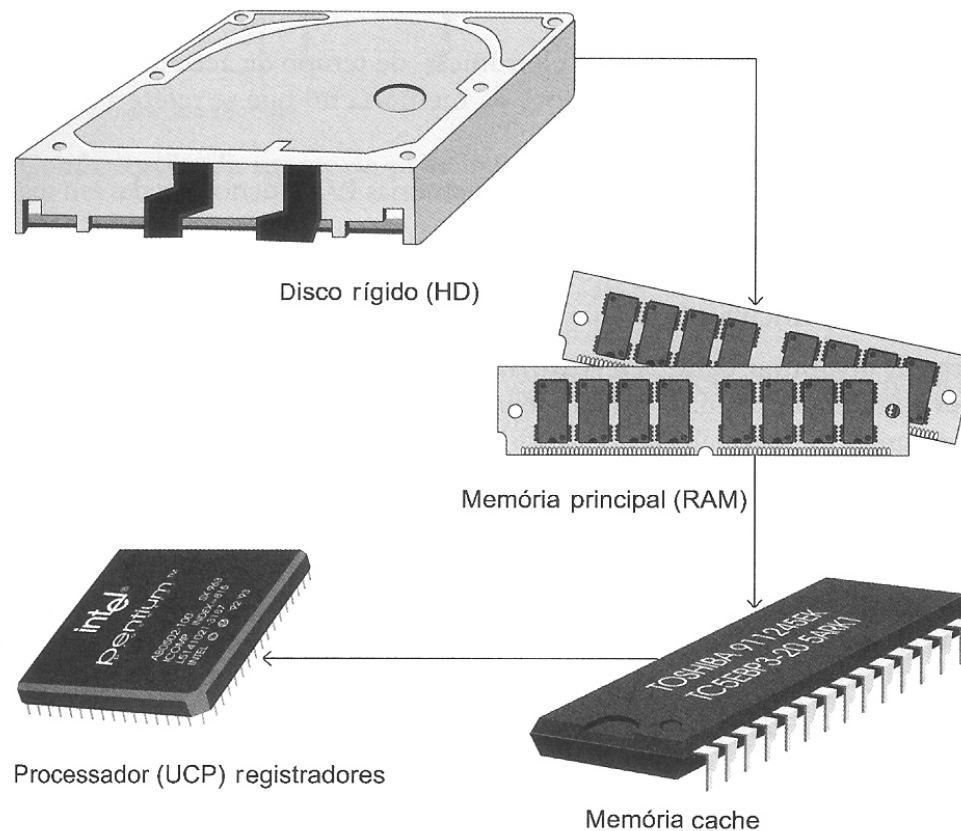


Figura 4.16 Fluxo de bits para um processamento.

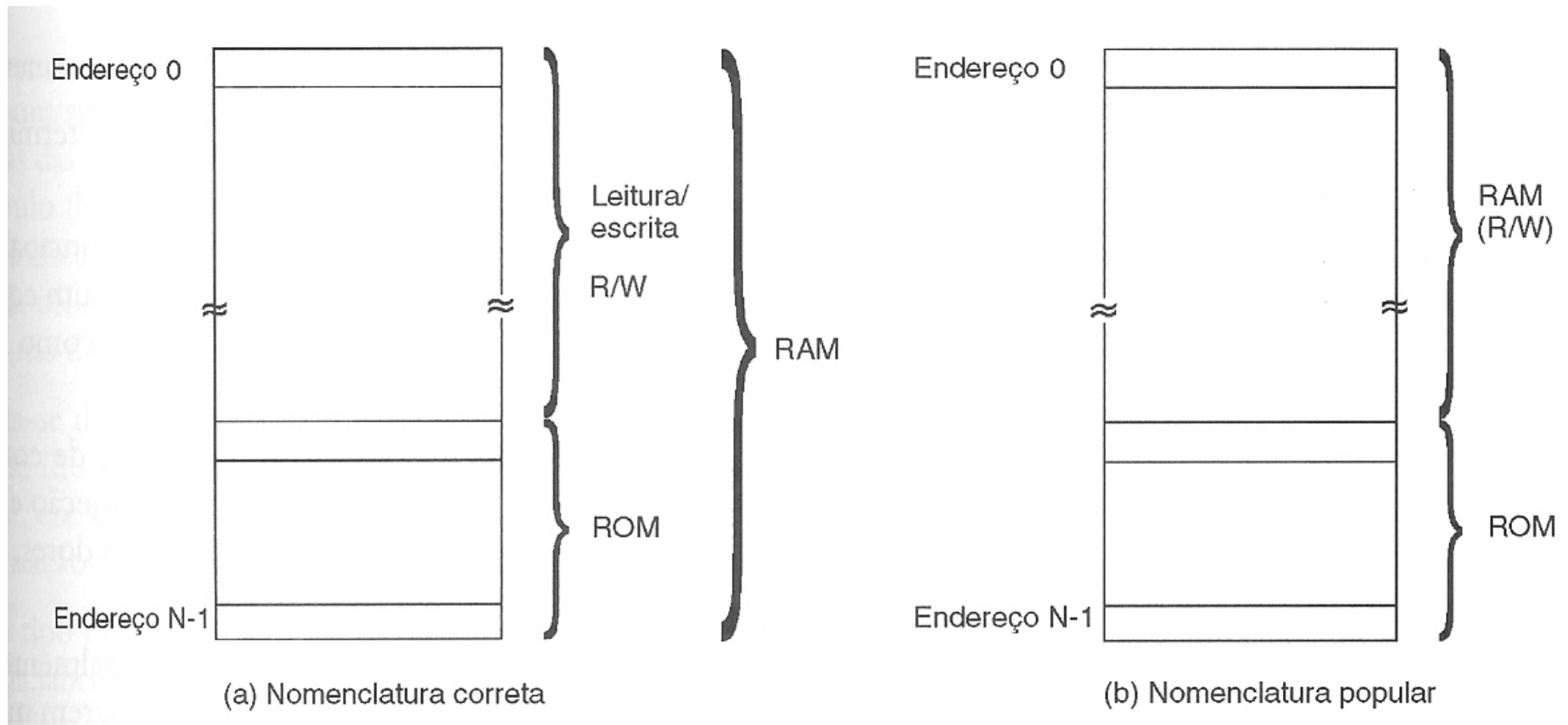
# Tipos e Nomenclatura da MP

- ✓ **Tipo de RAM (*Random Access Memory*)**
  - ***SRAM (Static RAM)***
    - Mais rápido e de custo mais elevado
    - Usado na construção de memória cache
  - ***DRAM (Dynamic RAM)***
    - Usado na construção da MP
- ✓ **RAM**
  - ***Memória para ler e escrever (R/W memory)***
    - Memória volátil
  - ***Memória de leitura somente (ROM - Read Only Memory)***
    - Memória não-volátil usada para armazenar operações para inicialização do sistema (*boot*)



# Tipos e Nomenclatura da MP

## ✓ Memória principal de um microcomputador PC



# Tipos e Nomenclatura da MP

- ✓ **RAM – Random Access Memory**
- ✓ **ROM – Read Only Memory**
  - ***EPR**OM- Erasable Programmable ROM*

