

Organização de Computadores

Professores:

Lúcia Maria de A. Drummond

Simone de Lima Martins

Organização de Computadores

Livro Texto:

"Introdução à Organização de Computadores"

Mário A. Monteiro

LTC editora

Aula 3

Professores:

Lúcia M. A. Drummond
Simone de Lima Martins

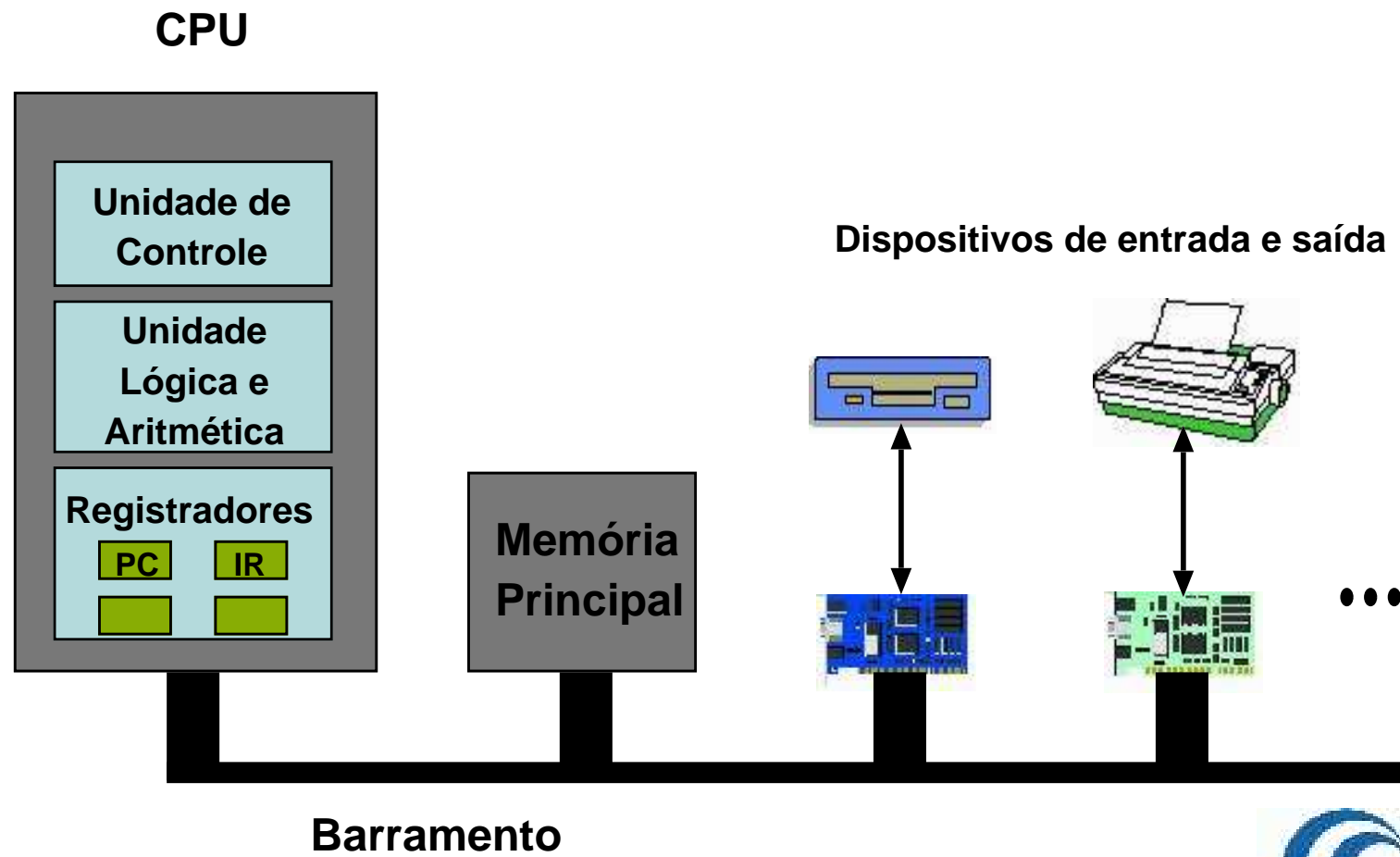
Conteúdo:

Unidade Central de Processamento 1

- Introdução
- Funções básicas da UCP
- Instruções de máquina

Introdução

Organização de um Computador



Introdução

- Unidade Central de Processamento
 - Responsável por computar, calcular e processar
 - Processadores atuais são fabricados em um único invólucro, denominado *chip*, contendo todos os elementos necessários à realização de suas funções

Introdução

- Características da Unidade Central de Processamento
 - Fabricante (Intel, AMD, Cyrix)
 - Velocidade do processador (MHz)
 - Tecnologia de fabricação
 - Quantidade de transistores
 - Largura do barramento de dados e endereço
 - Capacidade máxima de memória principal

Introdução

- Características da Unidade Central de Processamento
 - Tipo de soquete, encapsulamento e número de pinos do soquete
 - Cache (L1 e L2)
 - Processadores de inteiros
 - Processadores de ponto flutuante
 - Pipeline
 - Tamanho dos registradores (bits)

Funções básicas da UCP

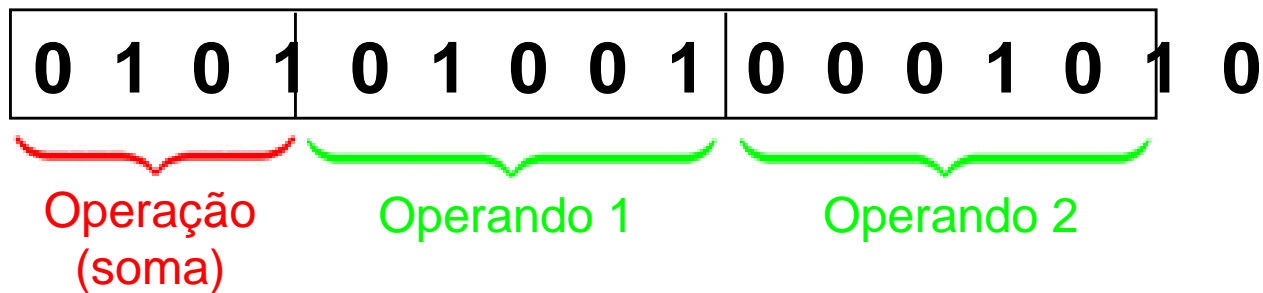
- Executar operações com dados
 - Somar ou subtrair dois números
- Controlar o funcionamento de todos os componentes do computador
 - Memória e dispositivos de entrada e saída

Funções básicas da UCP

- Executa operações primitivas
 - Somar
 - Subtrair
 - Mover dado de um local de armazenamento para outro
 - Transferir dado para um dispositivo de saída (monitor de vídeo, por exemplo)

Funções básicas da UCP

- Operações e a localização de dados que elas manipulam estão representados por uma seqüência de 0s e 1s (bits), denominada instrução de máquina

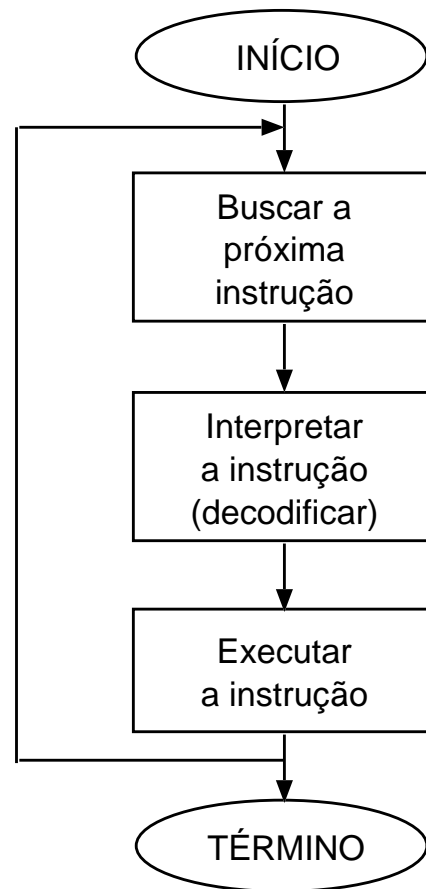


Funções básicas da UCP

- Um programa executável é constituído de um conjunto de instruções de máquina seqüencialmente organizadas
- Para iniciar execução de um programa:
 - As instruções devem estar armazenadas em células sucessivas da memória principal
 - O endereço da primeira instrução deve estar armazenado na UCP

Funções básicas da UCP

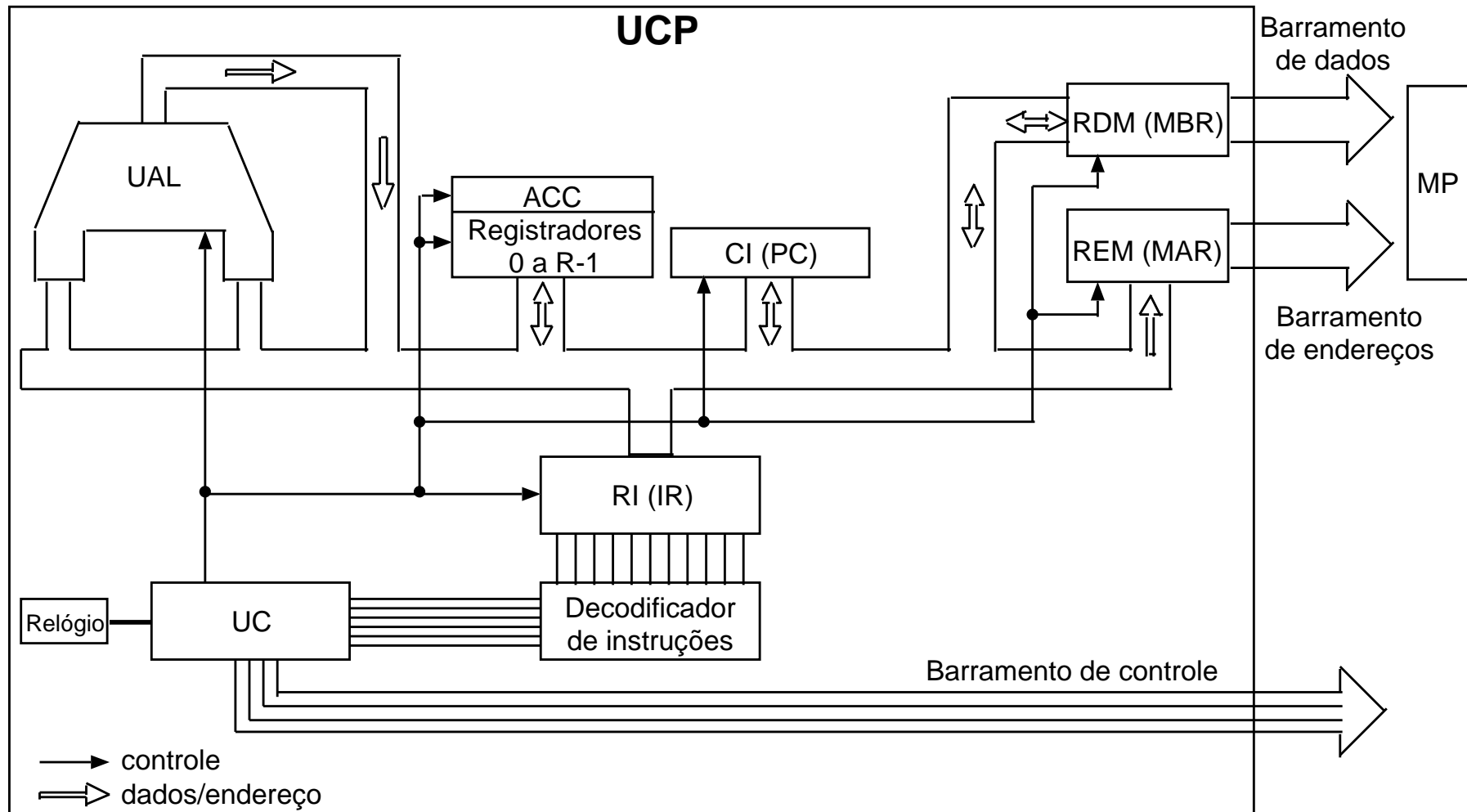
- A UCP executa indefinidamente o ciclo de instrução, até que o sistema seja desligado, ocorra algum erro ou seja executada uma instrução de parada



(Fig. 6.2 do livro texto)

Funções básicas da UCP

- Organização lógica de uma UCP simples que executa instruções de forma seqüencial



(Fig. 6.3 do livro texto)

- Processadores atuais realizam várias instruções de forma simultânea (pipelining)

Funções básicas da UCP

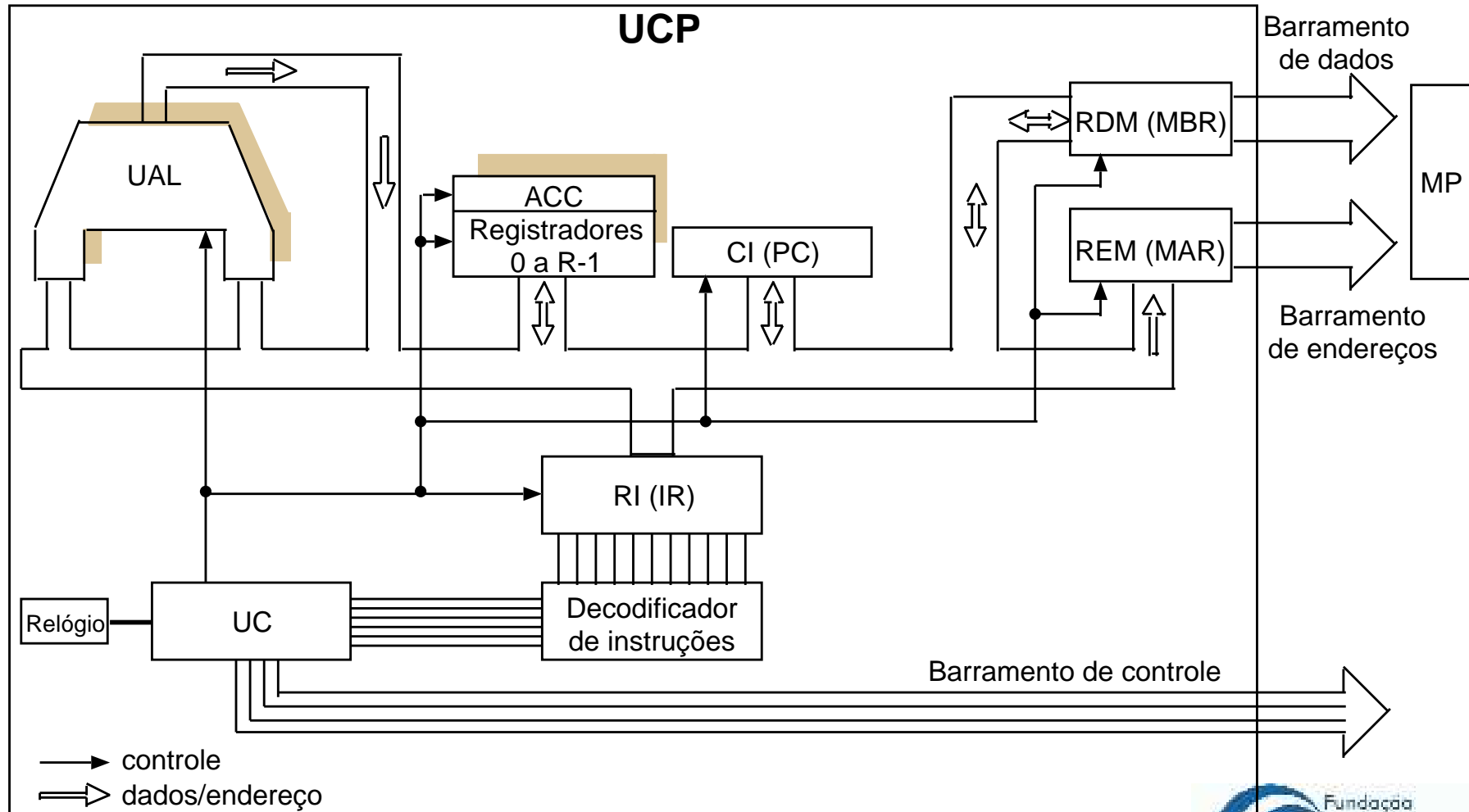
- As atividades da UCP podem ser divididas em duas grandes categorias funcionais:
 - Função processamento
 - Função controle

Funções básicas da UCP

- Função processamento de dados
 - Operações aritméticas (somar, subtrair, multiplicar e dividir)
 - Operações lógicas (and, or, xor)
 - Movimentação de dados (memória-UCP, UCP-memória, registrador-registrador)
 - Desvios (alteração de seqüência de execução de instruções)
 - Operações de entrada e saída

Funções básicas da UCP

- Função processamento de dados



(Fig. 6.4 do livro texto)

Funções básicas da UCP

- Unidade Aritmética e Lógica (UAL)
 - Executa as operações com os dados
 - Operações aritméticas (soma, subtração, multiplicação, divisão)
 - Operações lógicas (and, or, xor, complemento)
 - Deslocamento à direita e à esquerda
 - Incremento e decremento
 - Unidades que tratam de números inteiros e números fracionários

Funções básicas da UCP

- Registradores
 - UAL obtém dados de entrada dos registradores
 - Resultados da UAL são armazenados inicialmente em registradores
- UCP possui um certo número de registradores
- Arquiteturas mais antigas utilizavam o registrador acumulador (ACC) para transferência de dados com a UAL

Funções básicas da UCP

- Arquiteturas mais modernas possuem registradores especializados no armazenamento de dados, de endereços e de segmentos
 - Dados (AH, AL, BH, BL)
 - Endereços (IP)
 - Segmentos (CS, DS)
- Em geral, capacidade de armazenamento dos registradores é igual ao tamanho da palavra do processador
 - Intel 486, palavra de 32 bits, registradores de 32 bits

Funções básicas da UCP

- Registradores são utilizados para armazenar:
 - Dados
 - Instruções (Registrador de Instruções)
 - Endereços de instruções de um programa (Contador de Instruções)
 - Endereços de memória (REM)
 - Dados de memória (RDM)

Funções básicas da UCP

- Alguns processadores possuem registradores especiais de estado
- Bits indicam estado do processador
- Códigos de condição do Motorola 68000

N	Z	V	C	X
----------	----------	----------	----------	----------

N - Negative FLAG - Valor 1 se o resultado de uma operação aritmética for negativo.

Z - Zero FLAG - Valor 1 se o resultado for igual a zero.

V - Overflow FLAG - Valor 1 se ocorrer overflow.

C - Carry FLAG - Valor 1 se ocorrer "vai 1" para fora do número.

X - Extend FLAG - Semelhante ao FLAG C, porém pouco usado.

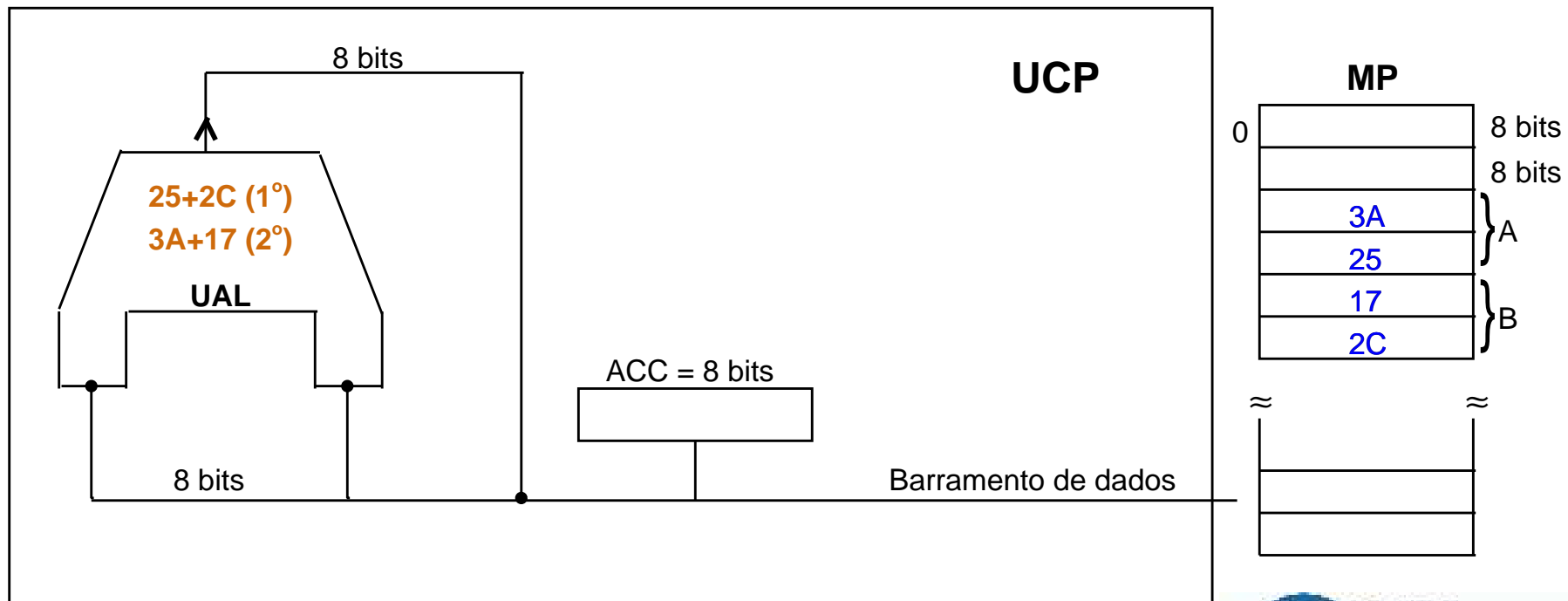
(Fig. 6.9(b) do livro texto)

Funções básicas da UCP

- Tamanho da palavra
 - Número de bits manipulados de uma vez pela UAL
 - Capacidade de armazenamento dos registradores
- Barramentos de dados possuem tamanho mínimo igual ao tamanho da palavra
- Tamanho da palavra pode influenciar desempenho do processador

Funções básicas da UCP

- Exemplo de influência do tamanho da palavra
 - Somar dois valores $A=3A25$ e $B=172C$
 - Sistema 1 possui memória principal com 64K células com 8 bits em cada uma e palavra de 8 bits
 - Tempo para efetuar a operação igual a T_1



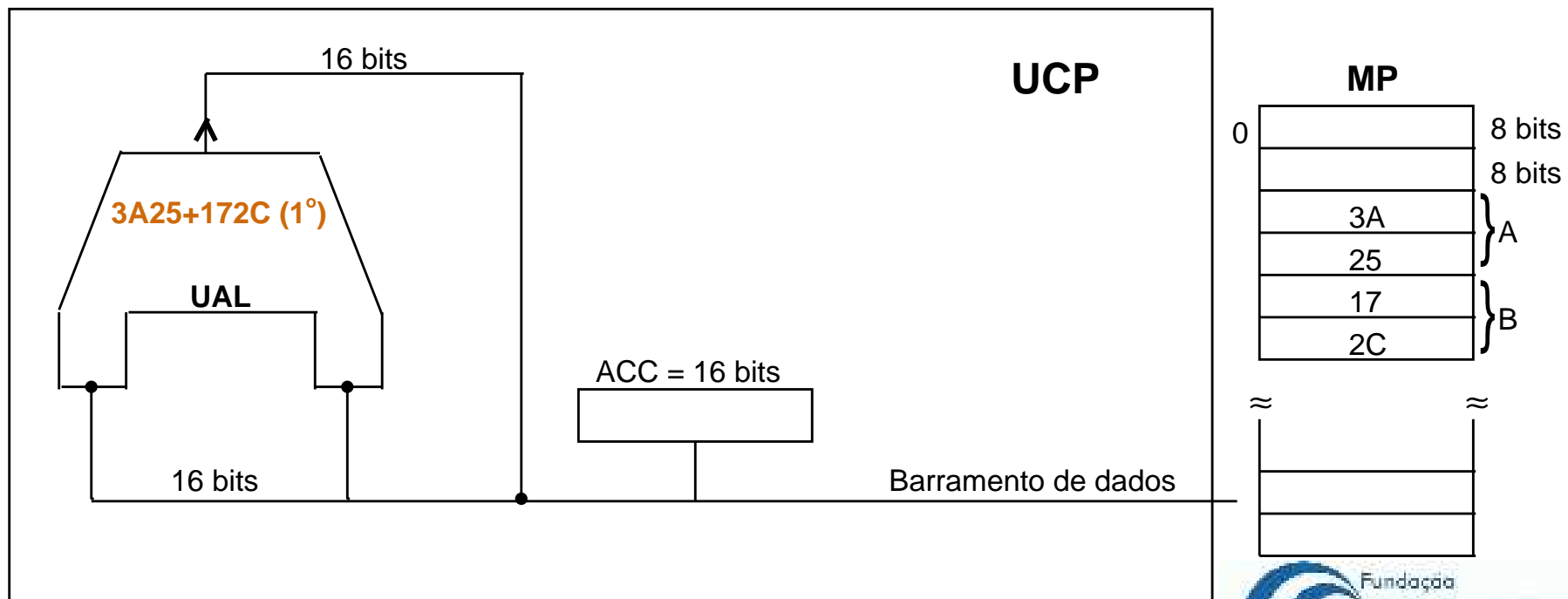
(Fig. 6.10 do livro texto)

Exemplo

Voltar

Funções básicas da UCP

- Exemplo de influência do tamanho da palavra
 - Somar dois valores $A=3A25$ e $B=172C$
 - Sistema 2 possui memória principal com 1M células com 8 bits em cada uma e palavra de 16 bits
 - Tempo para efetuar a operação igual a T_2



(Fig. 6.11 do livro texto)

Funções básicas da UCP

- Exemplo de influência do tamanho da palavra
 - $T2 \approx T1/2$
- Influência do tamanho da palavra:
 - Tempo de execução das instruções
 - Barramento de dados deve ter tamanho mínimo igual ao tamanho da palavra
 - Implementação física da memória
 - Possibilidade de acessar mais de uma célula em um único ciclo de memória (células de 8 bits, palavra de 32 bits, 4 células devem ser acessadas)

Funções básicas da UCP

- Função de controle
 - Instruções de máquina que compõem um programa em execução devem estar armazenadas seqüencialmente na memória principal e na cache
 - Como funciona uma instrução de máquina ?
 - Como a instrução é movida da memória para UCP ?
 - Onde a instrução é armazenada na UCP ?
 - Como é identificada e controlada a operação que deve ser realizada ?

Funções básicas da UCP

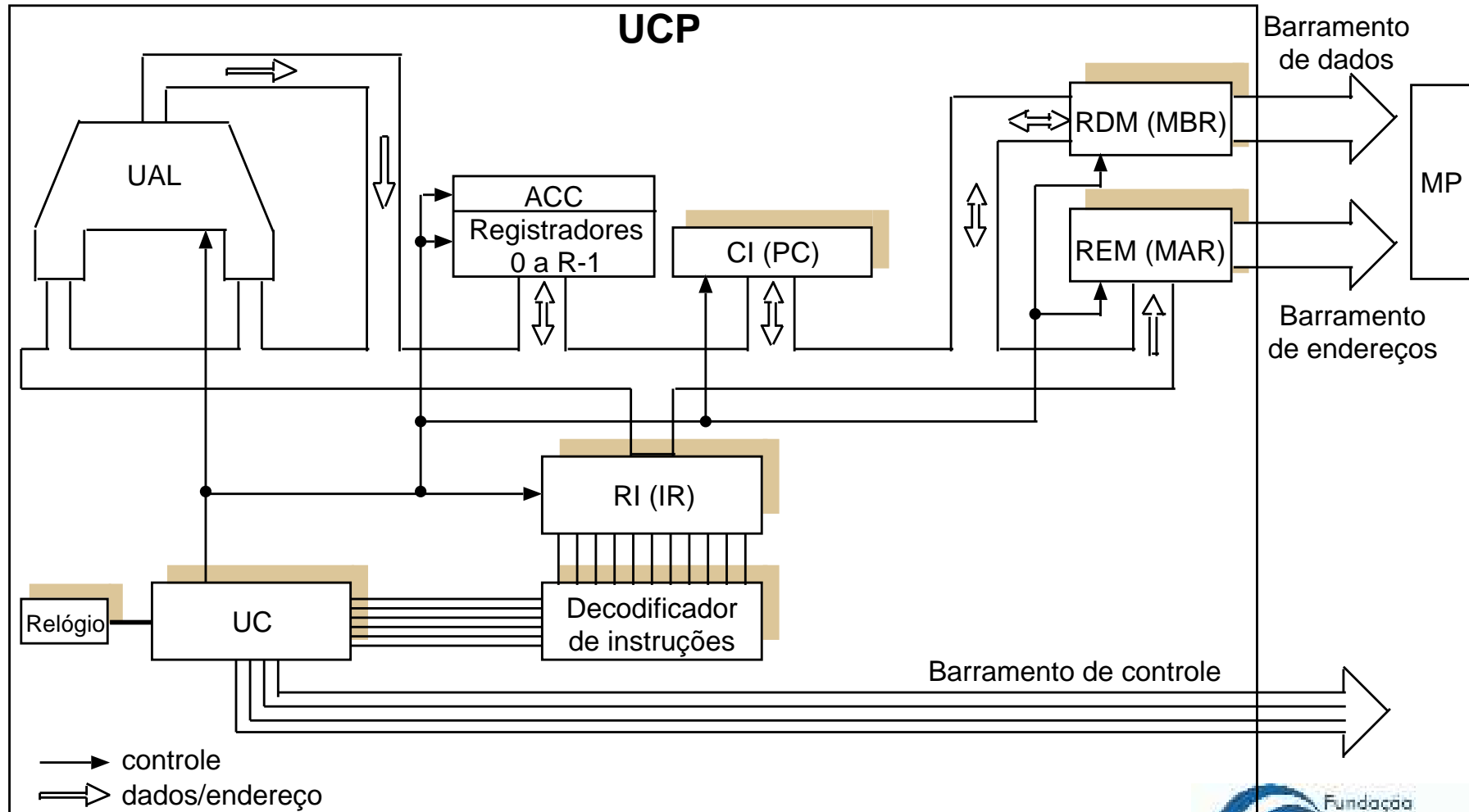
- A área de controle de uma UCP é a parte funcional que realiza as atividades do ciclo de instrução
 - Ciclo de instrução = Ciclo de busca + Ciclo de execução
 - Ciclo de busca
 - Busca da instrução na memória e armazenamento em um registrador
 - Interpretação das ações a serem desencadeadas para executar a instrução
 - Ciclo de execução
 - Geração dos sinais de controle para UAL, memória ou E/S

Funções básicas da UCP

- Dispositivos básicos para realizar a função de controle
 - Unidade de controle
 - Relógio
 - Registrador de Instrução (RI)
 - Contador de Instrução (CI)
 - Decodificador
 - Registradores de endereço de memória (REM) e de dados da memória (RDM)

Funções básicas da UCP

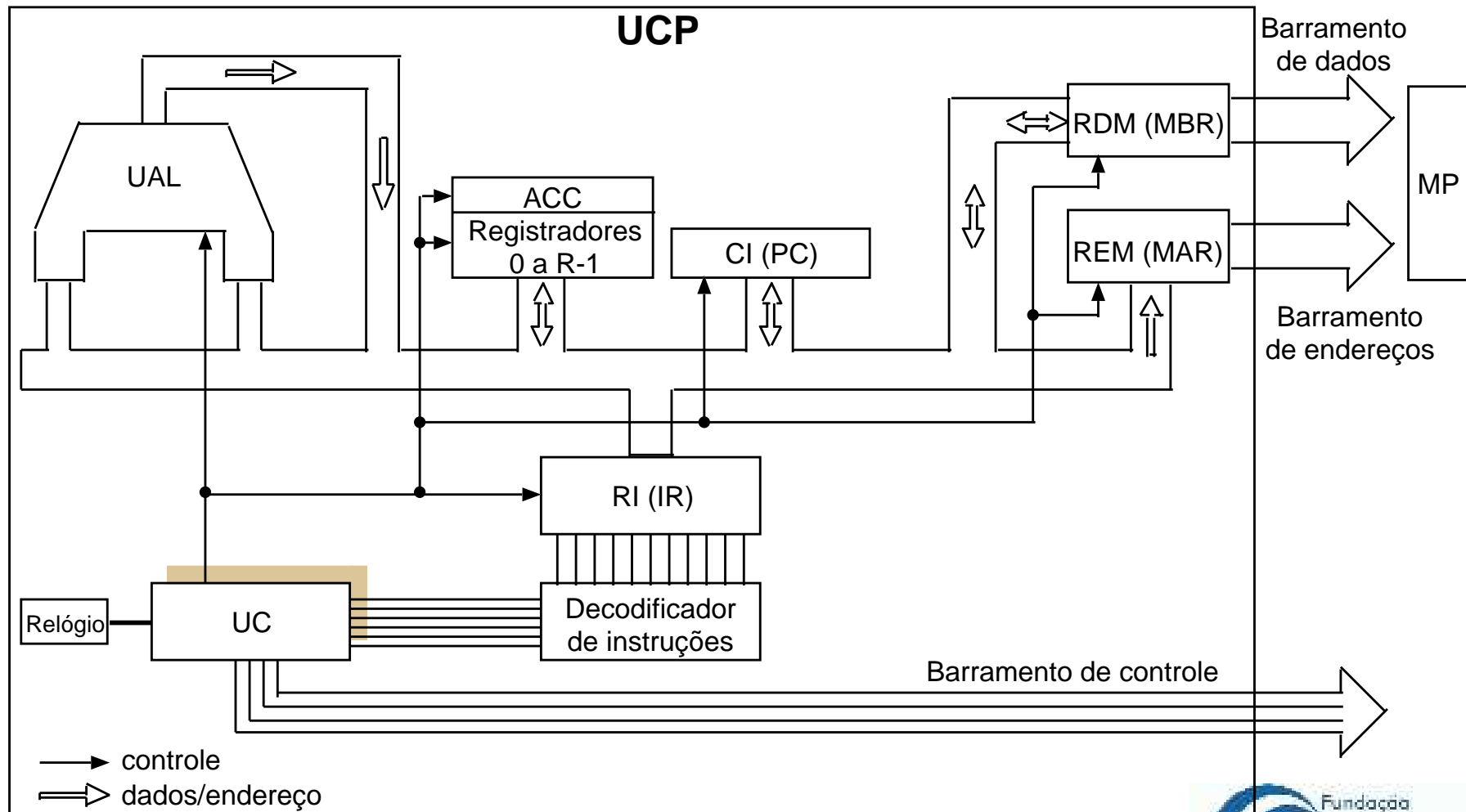
- Dispositivos básicos para realizar a função de controle



(Fig. 6.12 do livro texto)

Funções básicas da UCP

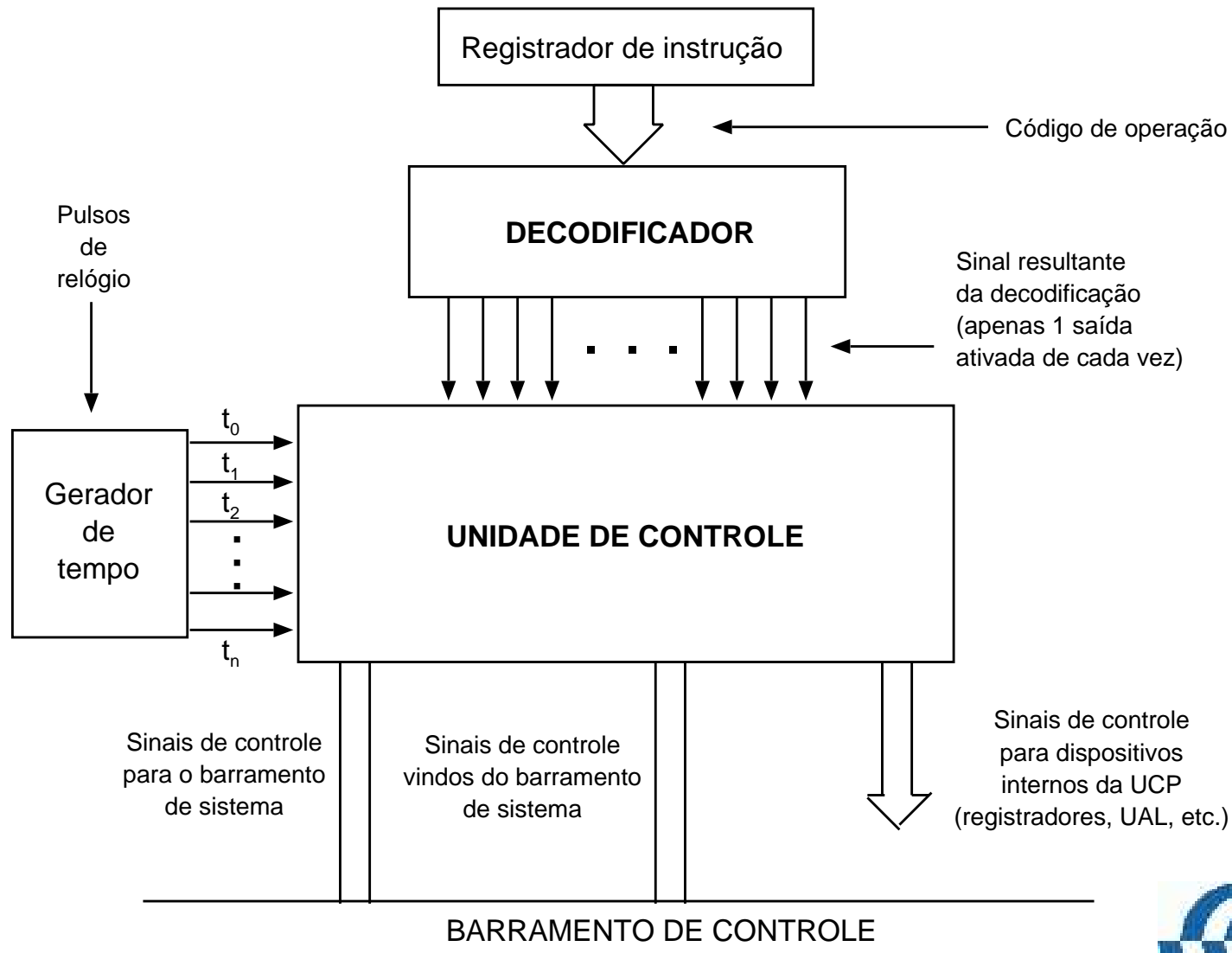
- A **unidade de controle (UC)** possui a lógica necessária para realizar a movimentação de dados e de instruções de e para a UCP, através de sinais de controle emitidos em instantes de tempo programados



(Fig. 6.12 do livro texto)

Funções básicas da UCP

- Diagrama simplificado da **unidade de controle (UC)**



(Fig. 6.13 do livro texto)

Funções básicas da UCP

- A execução de cada instrução de máquina é composta de microeventos, cuja execução é comandada pela unidade de controle segundo dois princípios de arquitetura:
 - Microprogramação
 - Programação prévia diretamente no hardware
- Exemplo de microeventos de um ciclo de busca:

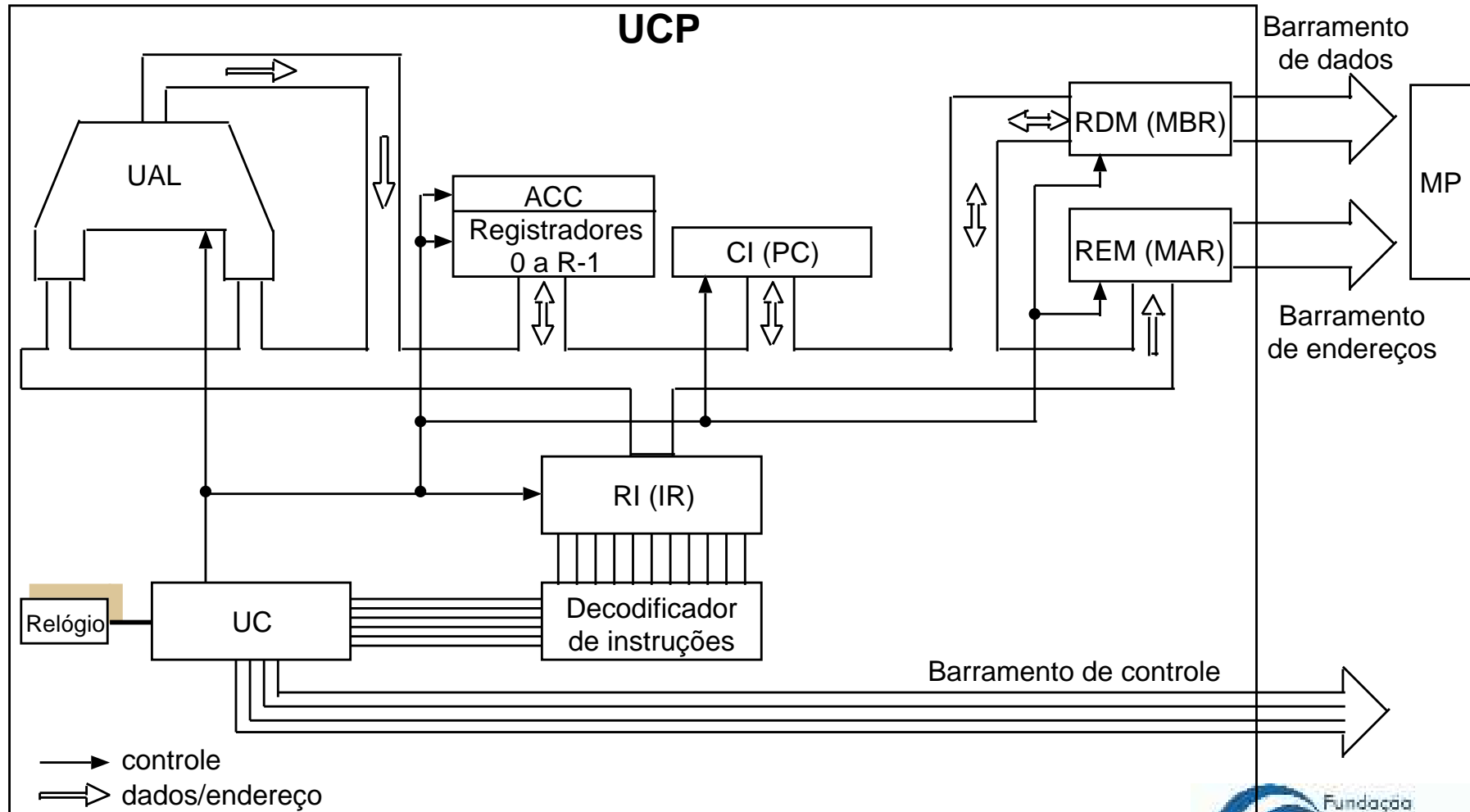
t_0 : REM ← (CI)
 t_1 : CI ← CI + N
 RDM ← M(REM)
 t_2 : RI ← RDM

Funções básicas da UCP

- Modos de execução das instruções:
 - Execução exclusivamente seqüencial
 - Execução concorrente (pipeline)
 - Execução paralela
 - Execução vetorial

Funções básicas da UCP

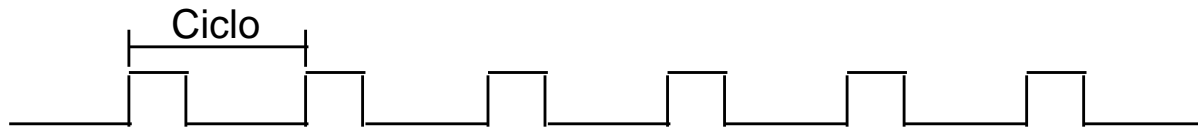
- As atividades da UCP são sincronizadas com o **relógio** da máquina



(Fig. 6.12 do livro texto)

Funções básicas da UCP

- O **relógio** é um dispositivo gerador de pulsos
 - A duração de um pulso é denominada ciclo de relógio



- O número de vezes que o pulso se repete é denominado frequência e é medido em Hertz (Hz)
 - 1 Hz significa 1 ciclo por segundo
- O ciclo de relógio está relacionado à realização de uma operação elementar

Funções básicas da UCP

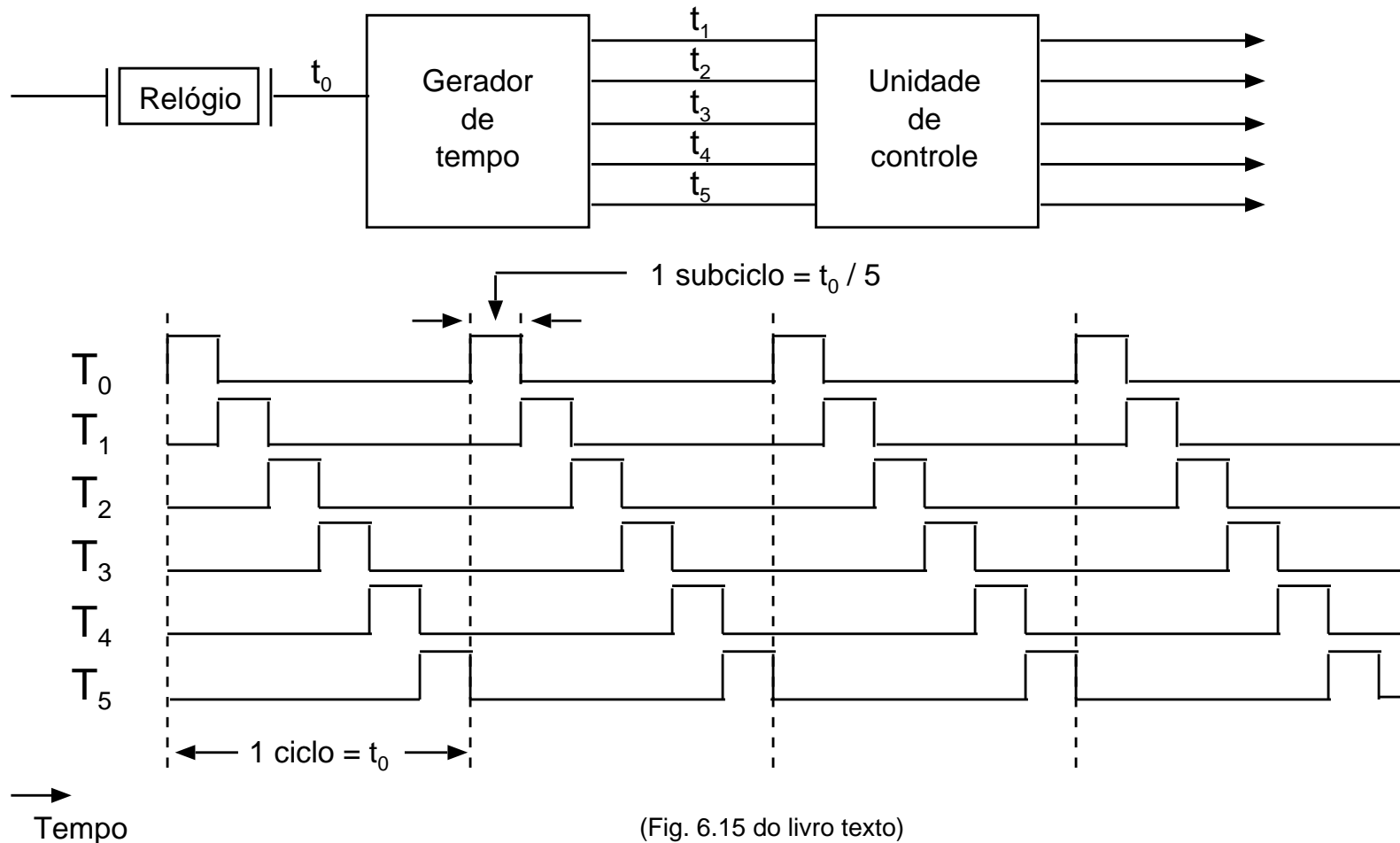
- Suponha que cada instrução de máquina necessite do tempo de um ciclo de relógio para executar
 - M1 com relógio de frequência de 25 MHz
 - Período igual a $1/25.000.000 = 40 \times 10^{-9} = 40$ nanosegundos
 - M2 com relógio de frequência de 400 MHz
 - Período igual a $1/400.000.000 = 2,5 \times 10^{-9} = 2,5$ nanosegundos

Funções básicas da UCP

- Instruções executarão mais rapidamente em M2 do que M1 ?
 - Não necessariamente
 - Outros fatores influenciam desempenho, por exemplo:
 - Estágios de pipelining
 - Memória cache maior

Funções básicas da UCP

- Instrução elementar é realizada em vários passos
- Ciclo do relógio é dividido em ciclos menores

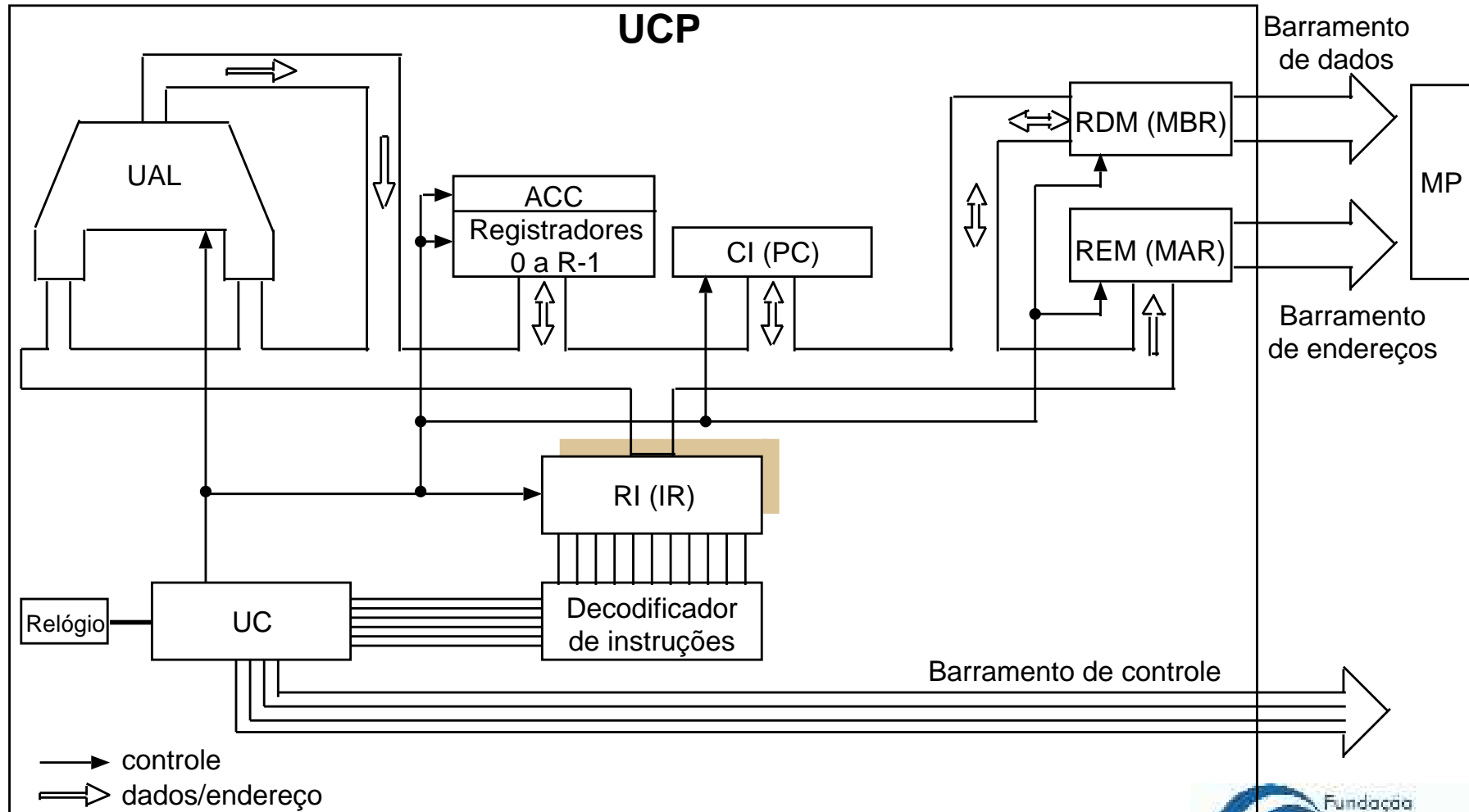


(Fig. 6.15 do livro texto)

t_0 : REM \leftarrow (CI)
 t_1 : CI \leftarrow CI + N
 RDM \leftarrow M(REM)
 t_2 : RI \leftarrow RDM

Funções básicas da UCP

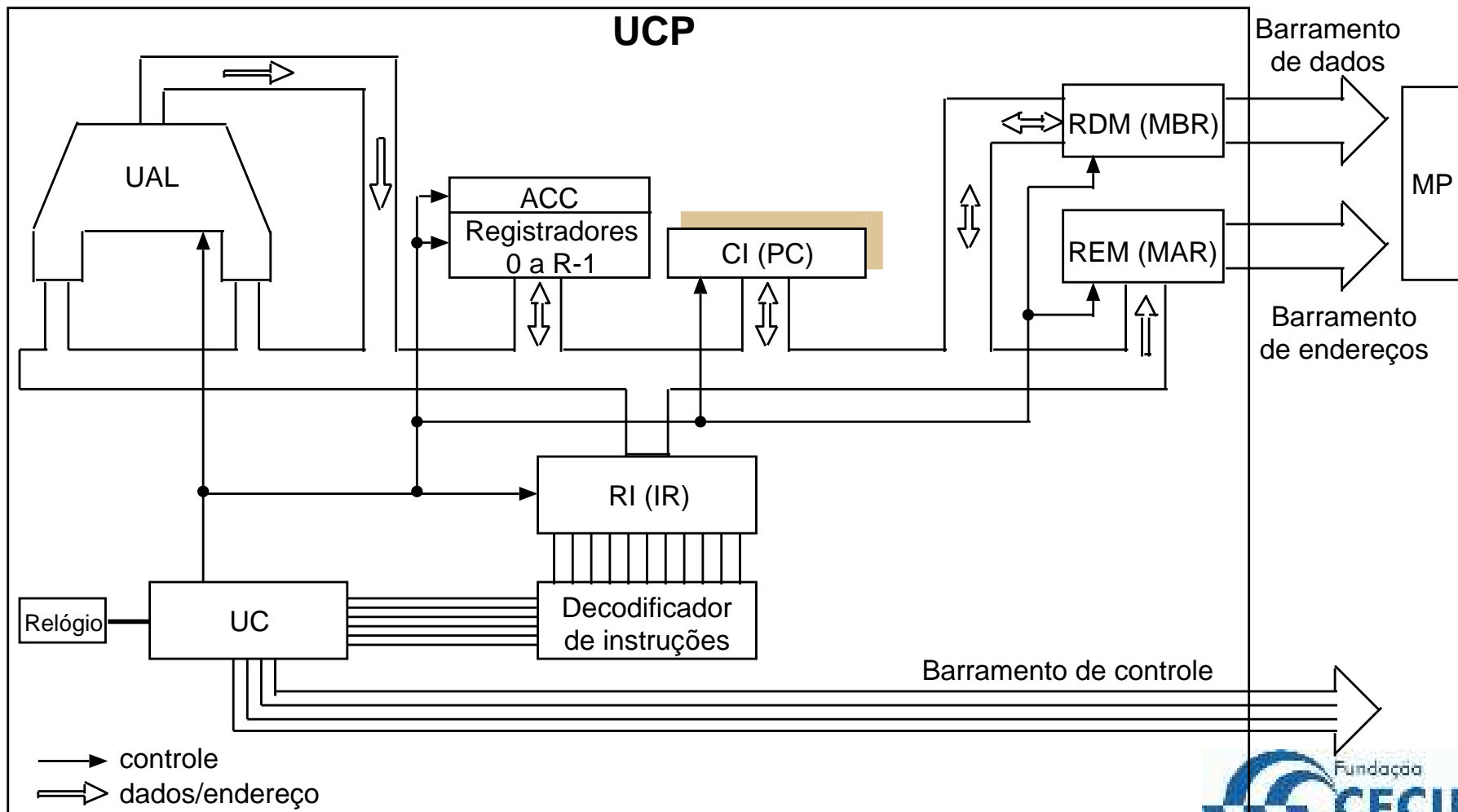
- O **registrador de instrução** (RI) tem a função específica de armazenar a instrução a ser executada pela UCP



(Fig. 6.12 do livro texto)

Funções básicas da UCP

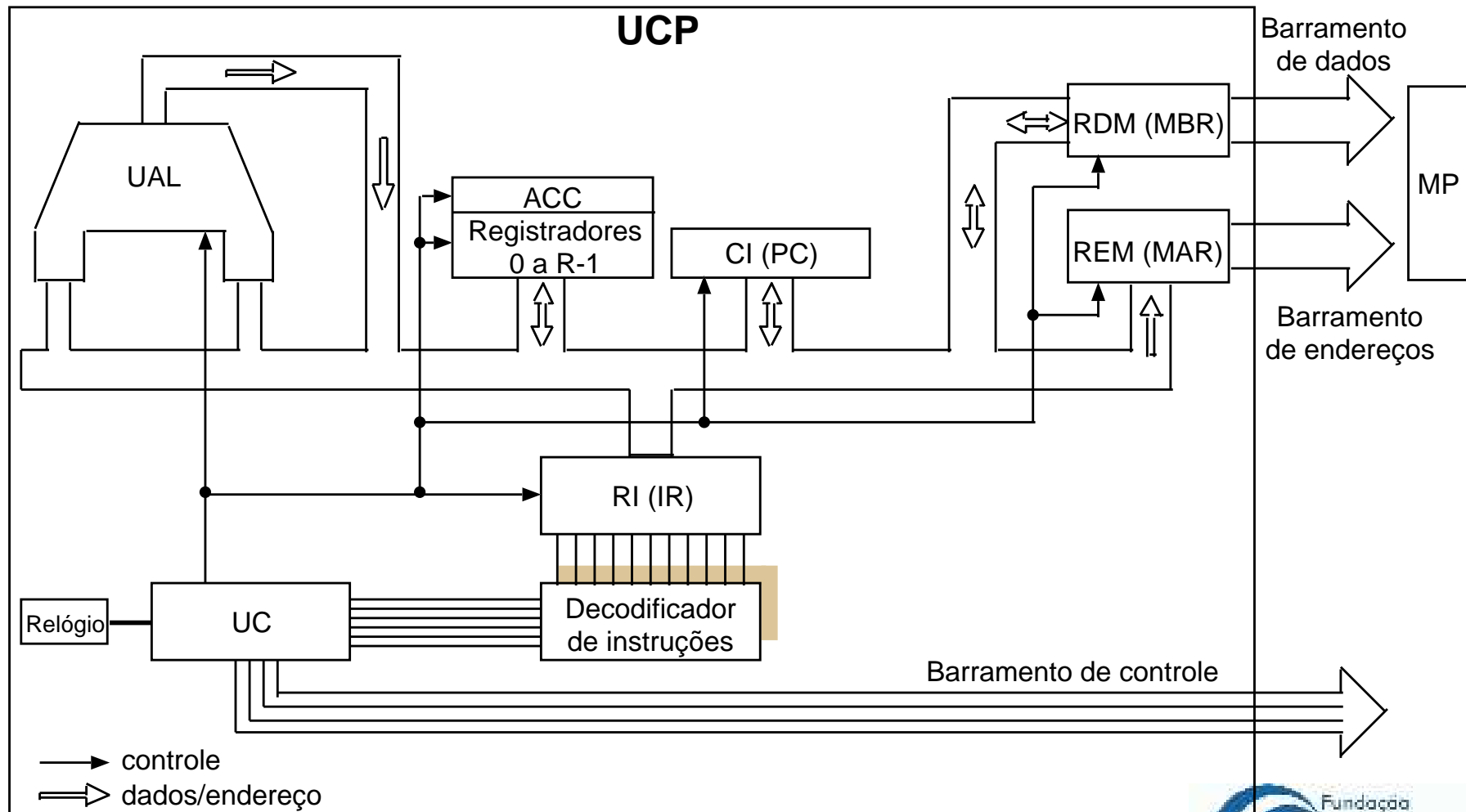
- O **contador de instrução** (CI) tem a função específica de armazenar o endereço da próxima instrução a ser executada pela UCP
- Ao se buscar uma instrução, conteúdo de CI é modificado para armazenar endereço da próxima instrução



(Fig. 6.12 do livro texto)

Funções básicas da UCP

- O **decodificador** é um dispositivo utilizado para identificar a operação a ser realizada



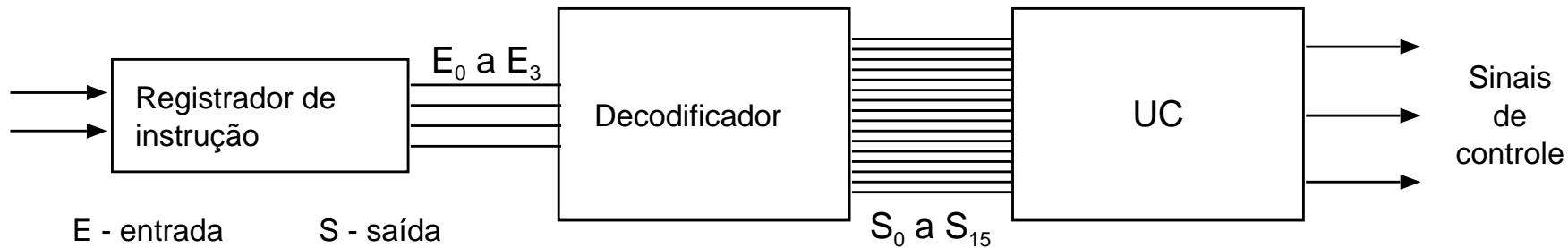
(Fig. 6.12 do livro texto)

Funções básicas da UCP

- **Decodificador** com 4 bits de entrada e 16 saídas
- Código de operação igual a 4 bits
 - 0000-soma
 - 0001-subtração
 - 0010-multiplicação
 - 0011-divisão
 - 0100-operação AND

Funções básicas da UCP

- Decodificador** com 4 bits de entrada e 16 saídas

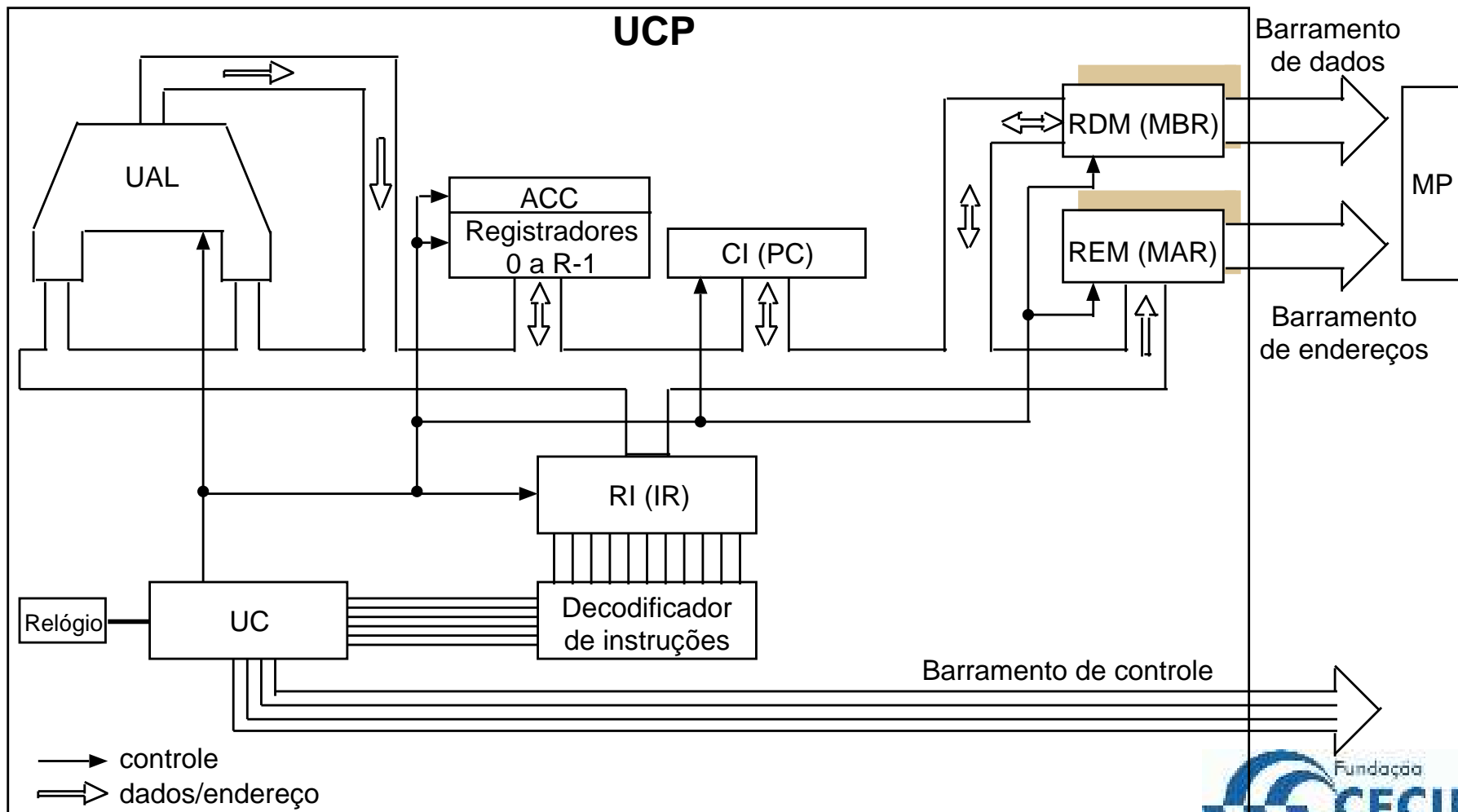


E ₀	E ₁	E ₂	E ₃	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₁₄	S ₁₅
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

(Fig. 6.16 do livro texto)

Funções básicas da UCP

- **Registrador de dados de memória** (RDM) possui um tamanho igual ao do barramento de dados
- **Registrador de endereços de memória** (REM) possui um tamanho igual ao dos endereços de memória



(Fig. 6.12 do livro texto)

Funções básicas da UCP

- Instrução de máquina
 - É a formalização de uma operação básica (ou primitiva) que o hardware é capaz de realizar diretamente
 - UAL pode somar ou multiplicar dois números
 - Instrução em linguagem de alto nível $X = A + B * C$ deve ser decomposta em $T = B * C$ e $X = A + T$
 - Quem decompõe as instruções ?

Funções básicas da UCP

- Projeto do processador:
 - Definir o conjunto de instruções de linguagem de máquina
 - Formato
 - Tamanho
 - Operações
 - Implementar os componentes do processador em função da definição deste conjunto de instruções

Funções básicas da UCP

- Tecnologia de processadores
 - Sistemas com conjunto de instruções complexo (CISC-Complex Instruction Set Computers)
 - Sistemas com conjunto de instruções reduzido (RISC-Reduced Instruction Set Computers)
- Intel 8080 possuía 78 instruções
- Intel 80486 possuía 286 instruções
- Intel Pentium II possui 217 instruções
- MIPS R2000 possui 110 instruções

Funções básicas da UCP

- Formato das instruções
 - Grupo de bits dividido em duas partes:
 - A primeira parte é constituída de um só campo que identifica a operação a ser executada (*código de operação*)
 - A segunda parte pode ter um ou mais campos que se referem aos dados que devem ser manipulados pela operação (*operando(s)*)

Funções básicas da UCP

- Código de operação
 - Campo da instrução cujo valor binário identifica a operação a ser realizada
 - Um processador que possua o campo de código de operação com 8 bits pode ser fabricado contendo um número máximo de instruções igual a $2^8 = 256$
- Operandos
 - Campos da instrução cujo valor binário identifica a localização dos dados que serão manipulados durante a realização da operação

Funções básicas da UCP

- Formatos de instruções

C. Op	Operando 1	Operando 2	Operando 3
-------	------------	------------	------------

$(\text{Operando 3}) \leftarrow (\text{Operando 1}) + (\text{Operando 2})$

C. Op	Operando 1	Operando 2
-------	------------	------------

$(\text{Operando 1}) \leftarrow (\text{Operando 1}) + (\text{Operando 2})$

C. Op	Operando
-------	----------

$(\text{ACC}) \leftarrow (\text{ACC}) + (\text{Operando})$

Funções básicas da UCP

- Formatos de instruções serão vistos com mais detalhes adiante
- Campo do operando indica onde o operando se localiza
 - Modos de endereçamento

Funções básicas da UCP

- Códigos de operação podem ter tamanho:
 - Fixo
 - Mais simples de manipular e implementar
 - O tamanho deve ser o suficiente para acomodar todos os códigos necessários
 - Variável
 - Permitem codificar uma quantidade maior de instruções com menor quantidade de bits

Bibliografia adicional:

- Organização e Projeto de Computadores,
A Interface Hardware/Software -
David A. Patterson; John L. Hennessy- LTC, 2000
- Arquitetura e Organização de Computadores -
W. Stallings - Prentice Hall