

Capítulo 1 - Conceitos Básicos

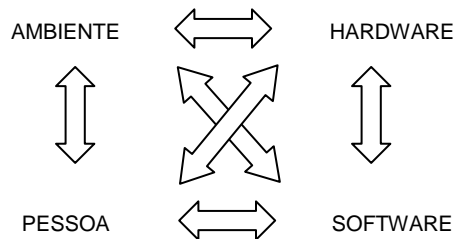
Objetivos

- Introduzir os conceitos básicos de processamento de dados;
- Apresentar um modelo e componentes lógicos de um computador;
- Mostrar o princípio de funcionamento de um computador.

Tipos de computador

- Computadores digitais
 - representam informações através de grandezas discretas;
 - maior precisão e maior capacidade de armazenamento de dados.
- Computadores analógicos
 - representam informações através de grandezas contínuas;
 - maior velocidade.
- Computadores híbridos
 - reúnem as características dos dois tipos acima.

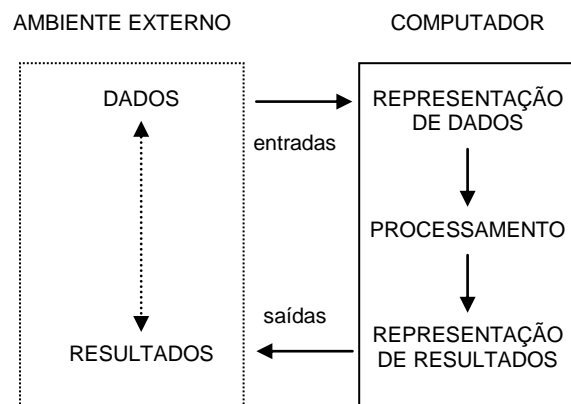
Sistema computacional



- **HARDWARE:** conjunto de componentes eletro-eletrônicos e/ou eletro-mecânicos com os quais são construídos os computadores e seus periféricos;
- **SOFTWARE:** conjunto de programas e sua documentação.

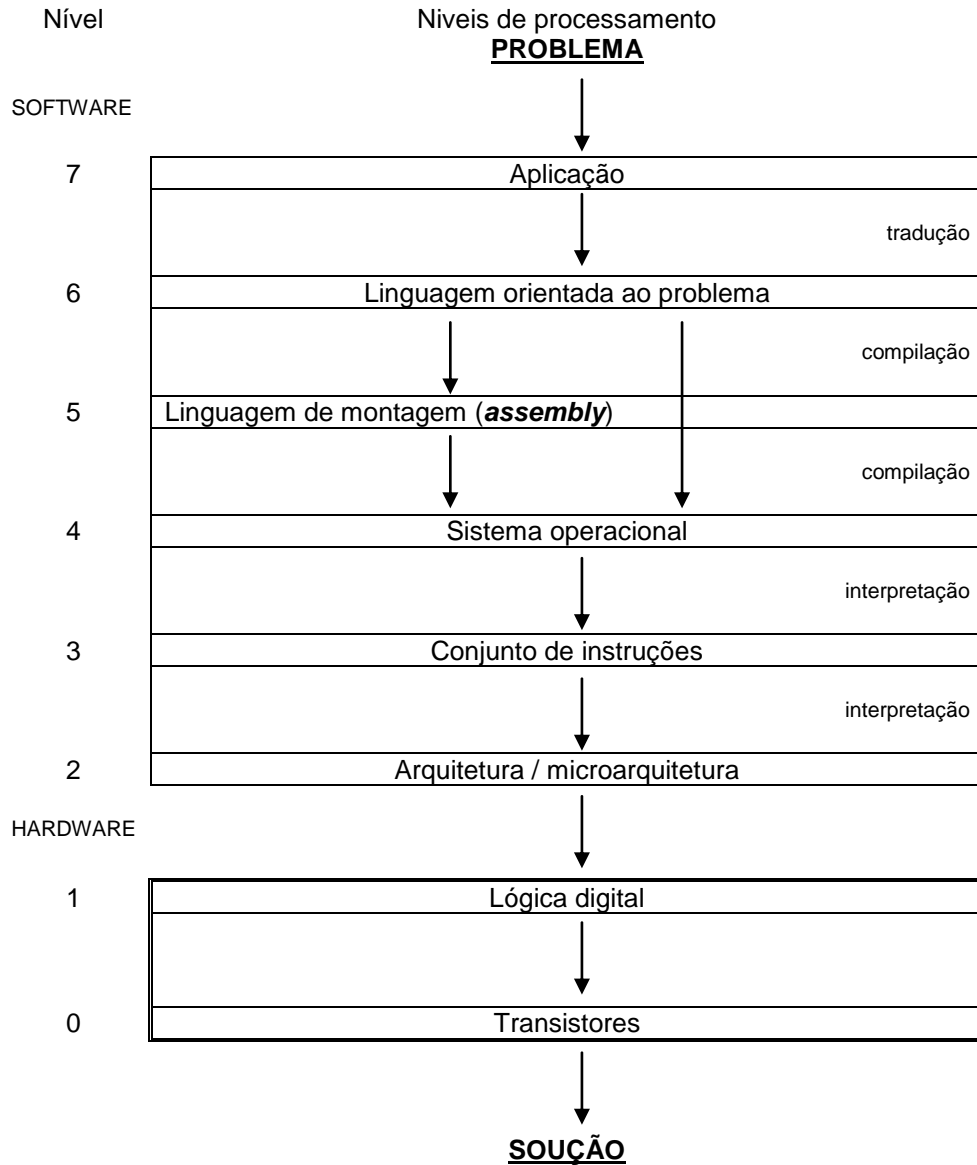
Processamento de dados

Os conceitos básicos de processamento de dados são os de codificar, armazenar e transformar de informação.



Modelo para o processamento de dados

O processamento de dados pode ser organizado em níveis para melhor se situar os componentes e ações envolvidas.



Funcionamento do computador

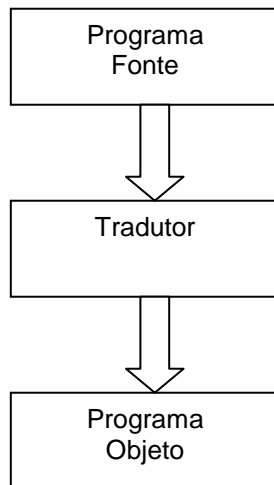
O computador, seguindo instruções colocadas em sua memória, pode receber dados (por meio de unidades de entrada, ligadas às interfaces de entrada); armazená-los em sua memória principal; transformá-los através de operações aritméticas e decisões lógicas, e colocar os resultados obtidos em unidades de saída de dados (ligadas às interfaces de saída).

As ligações entre unidades são feitas através das vias (ou *barramento*), por onde passam as informações relativas ao conteúdo (*dados*) ou de sua localização (*endereços*); e da via de controle, por onde passam as informações relativas ao comando das unidades.

A sequência de instruções colocada na memória do computador que serve para manipular os dados é denominada *programa*, que é a tradução de um algoritmo mediante uso de uma linguagem de programação.

Conceitos importantes

- **BIT** (“*Binary digiT*” - dígito binário)
 - unidade de informação tem somente pode receber os valores "0" ou "1";
- **BYTE** (“*Binary Term*” - termo binário)
 - conjunto de bits que serve para representar os números, as letras, os sinais de pontuação etc.;
- **Palavra (WORD)**
 - conjunto de bytes que pode ser tratado como uma unidade
- **Algoritmo**
 - conjunto de instruções que atendem a um objetivo definido
- **Linguagens de programação**
 - Linguagem de máquina
 - Linguagens simbólicas
 - Linguagem de montagem (ASSEMBLY – ou de máquina)
 - Linguagem algorítmica (programador)
- **Tradutor (compilador/interpretador)**
 - programa que traduz outro, escrito em uma linguagem de programação (*programa fonte*), para um terceiro, escrito em linguagem de máquina, ou outra qualquer (*programa objeto*)



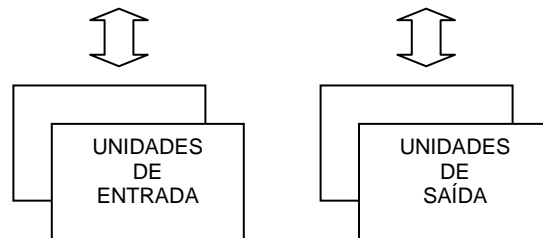
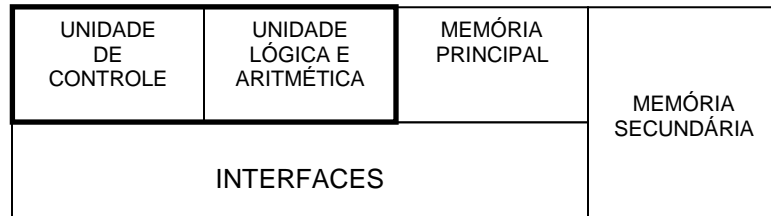
- o processo de tradução pode ser feito por:

- **COMPILAÇÃO:**
 - cada comando é convertido em uma série de instruções em linguagem da máquina-objetivo, em uma série de etapas. Executa a decodificação uma só vez para cada comando, mas tem que guardar todo o código gerado. Pode otimizar o código gerado; e tem depuração mais complexa
- **INTERPRETAÇÃO:**
 - cada comando da linguagem é diretamente executado, produzindo um resultado imediato. Economiza memória, mas a rapidez de execução é comprometida; e tem depuração mais simples

Modelo de computador de arquitetura sequencial

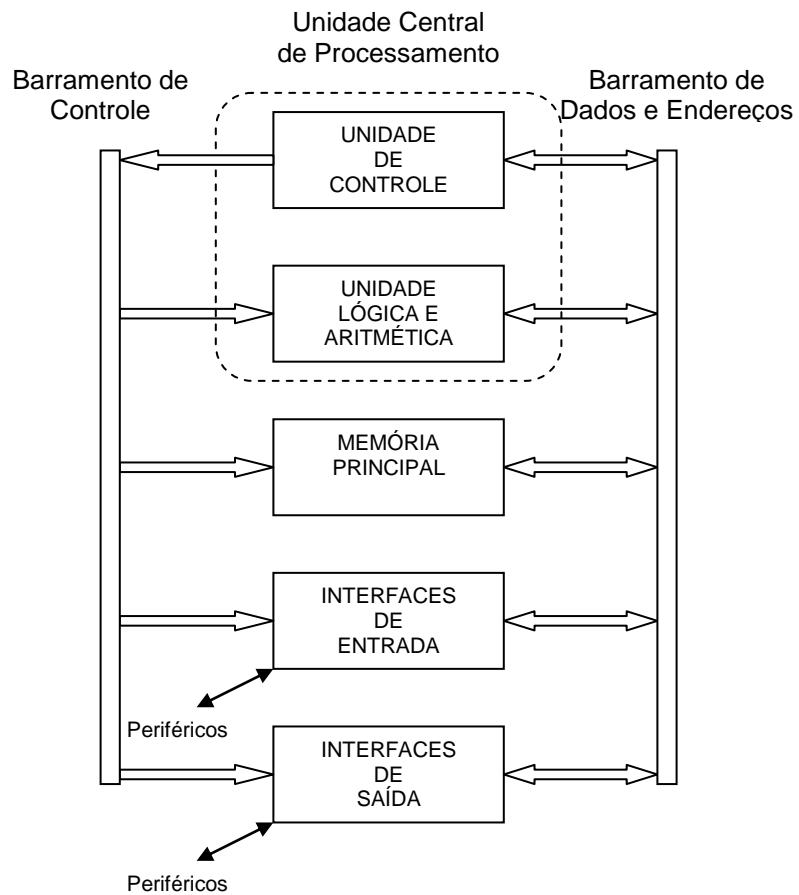
MODELO DE COMPUTADOR

Unidade Central de Processamento



PERIFÉRICOS

As unidades funcionais se comunicam através de vias (ou *barramentos*) de dados e endereços, de controle e pelas interfaces de entrada ou saída com componentes periféricos.



Arquiteturas de computadores

As arquiteturas típicas de computadores podem ser agrupadas em três tipos:

- arquiteturas sequenciais
- arquiteturas com paralelismo em baixo nível
- arquiteturas paralelas

Classificação segundo Flynn para fluxos de dados e instruções:

- SISD (**S**ingle **I**nstruction **S**ingle **D**ata stream)
- SIMD (**S**ingle **I**nstruction **M**ultiple **D**ata stream)
- MISD (**M**ultiple **I**nstruction **S**ingle **D**ata stream)
- MIMD (**M**ultiple **I**nstruction **M**ultiple **D**ata stream)
 - com memória compartilhada
 - programação mais simples com compartilhamento de recursos
 - limitações (barramento/memória cache)
 - com memória distribuída
 - programação mais complexa (múltiplos usos/usuários)
 - limitações devido às necessidades de comunicação entre componentes

Separação segundo o conjunto de instruções:

RISC (<i>Reduced Instruction Set Computer</i>)	CISC (<i>Complex Instruction Set Computer</i>)
conjunto simples e pequeno de instruções	conjunto numeroso e variado de instruções
múltiplos conjuntos de registradores (256)	conjunto único de registradores (16)
altamente paralelizado (<i>pipeline</i>)	fracamente paralelizado
quase o mesmo tempo de execução	tempos de execução diferentes
instruções de único ciclo	instruções com múltiplos ciclos
instruções com tamanho fixo	instruções com tamanho variado
instruções típicas com 3 operandos	instruções típicas com 1 ou 2 operandos
complexidade no compilador	complexidade no código
acesso à memória por poucas instruções	acesso à memória por várias instruções
poucos modos de endereçamento	múltiplos modos de endereçamento
controle embutido no <i>hardware</i>	controle microprogramado

Combinações dos tipos acima constituem arquiteturas híbridas e servem:

- para possibilitar melhor compatibilidade entre *hardware* e *software*;
- para possibilitar a construção e uso de diferentes linguagens;
- para aumentar a capacidade de processamento.

Unidades de entrada e saída

- Unidade de fita magnética (DAT)
- Unidade de disco magnético (rígido ou flexível)
- Unidade de disco ótico (CD-ROM, CD-RW, DVD-ROM, DVD-RW, Blue-Ray)
- Leitora e perfuradora de cartões
- Leitora e perfuradora de fita de papel
- Terminal de apresentação visual ("vídeo")
- Leitora ótica e leitora de caracteres magnéticos
- Impressora
- Tabletes e mesa digitalizadora
- Manipuladores (*gamepad, joystick, touchpad, mouse, trackball, pen*)
- Unidade de fotocomposição
- Unidade de captura e processamento de som/voz
- Unidade de captura e processamento de imagens
- Unidade de captura de movimentos
- Sensores
- Atuadores

Unidade aritmética e lógica

É a unidade encarregada de realizar operações aritméticas e lógicas elementares.

Unidade de controle

É a unidade encarregada de coordenar os diversos componentes.

Memória principal

É a unidade encarregada de guardar os dados recebidos das unidades de entrada para imediato processamento. Um dado a ser processado pelo computador pode ser colocado na memória na hora de se executar as ações de transformação e, também, um resultado de uma transformação pode ser armazenado antes que passe para as unidades de saída.

A memória é considerada um meio temporário de armazenamento de dados, que permanecem ali durante o tempo em que estiverem sendo processados.

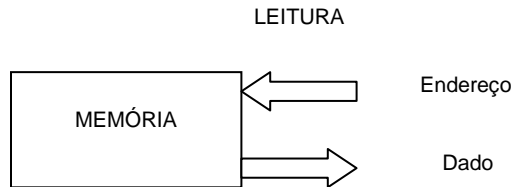
Tipos de memória

- RAM (Random Access Memory)
 - leitura e gravação
- ROM (Read-Only Memory)
 - apenas leitura
- PROM (Programmable Read-Only Memory)
 - ROM programável pelo usuário
- EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory)
 - PROM apagável por luz ultra-violeta
- EAPROM (Electrically Alterable Read-Only Memory)
 - PROM apagável eletricamente

Transferência de dados

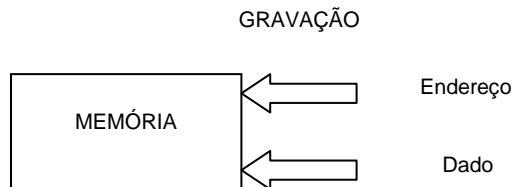
Em qualquer computador dados são transferidos entre a unidade de armazenamento (*memória*) e as outras unidades. O esquema de seleção de dados a serem transferidos para (ou da) memória é conhecido como *endereçamento*.

Se for desejado saber um conteúdo de memória, o processador coloca o endereço correspondente no *barramento* de endereços e a memória responde colocando no *barramento* de dados uma cópia da palavra contida naquela posição.



Se for desejado guardar um conteúdo na memória, o processador coloca o endereço correspondente no *barramento* de endereços e o dado no *barramento* de dados.

Vários sinais de controle são usados para controlar a direção e a temporização das transferências.



Memória secundária

A memória secundária pode ser composta por vários tipos de dispositivos capazes de ampliar a capacidade de armazenamento da memória principal. Essas memórias auxiliares podem armazenar grandes quantidades de dados e programas, permitindo que sejam solicitados diretamente pela memória principal quando necessários.

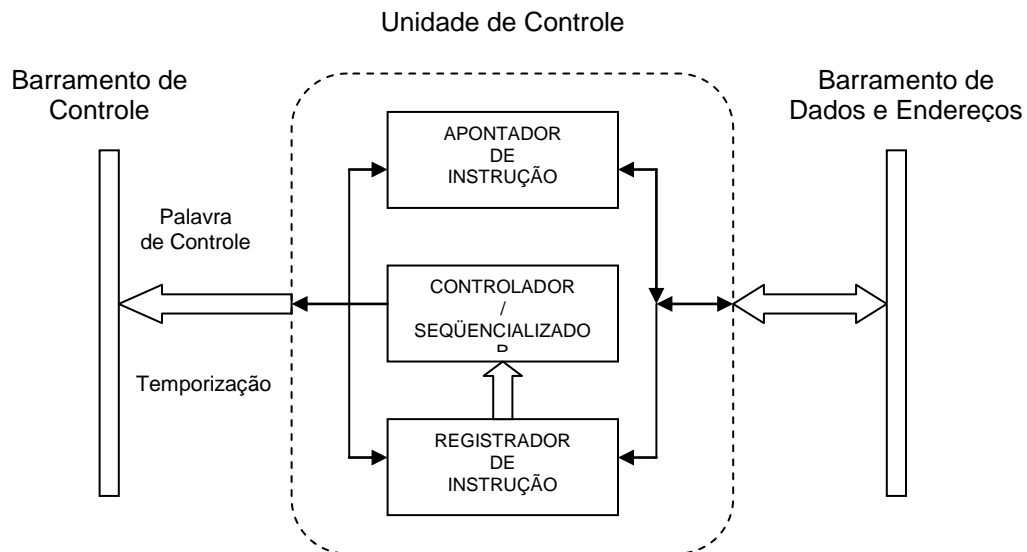
Outra função da memória secundária é oferecer expansão virtual da memória principal.

Componentes básicos

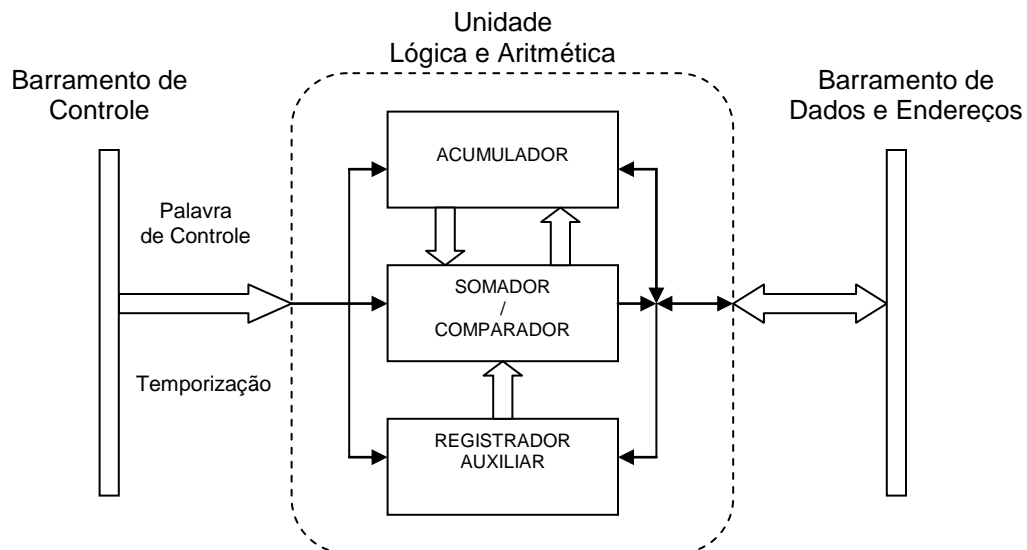
Os registradores são os blocos básicos com os quais são construídos os computadores. Qualquer computador pode ser entendido como um conjunto de registradores e linhas de comunicação (vias ou barramentos) entre eles.

Exemplos:

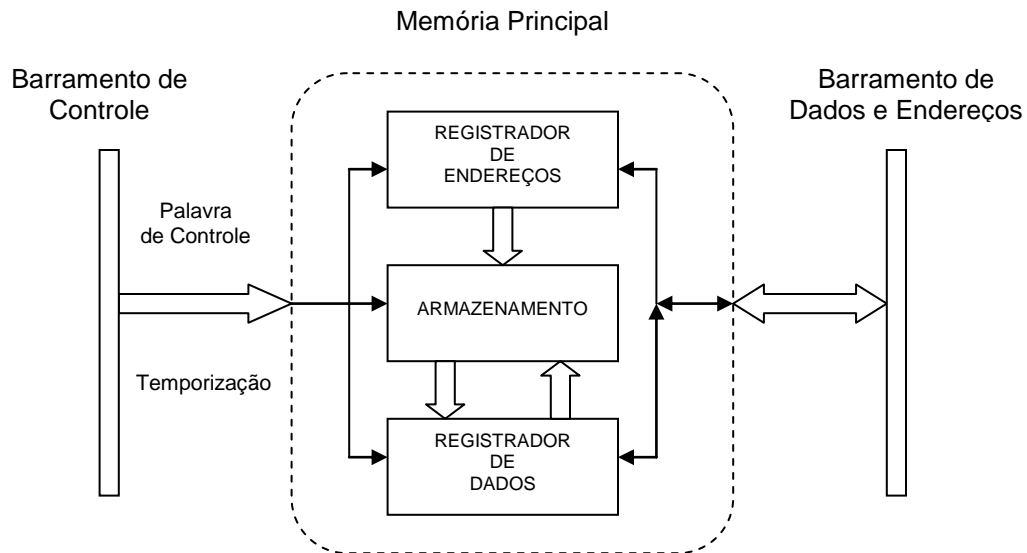
- para controle:
 - apontador de instrução (Ai / PC - *Program Counter*)
serve para guardar o endereço da instrução que vai ser executada;
 - registrador de instrução (RI / IR - *Instruction register*)
serve para guardar uma cópia da instrução que vai ser executada



- para operações:
 - registrador principal (acumulador)
 - registrador auxiliar



- para armazenamento e organização do acesso à memória:
 - registrador de endereço (REM / IR - *Index Register*)
 - registrador de dados (RDM / DR - *Data Register*)



- Instruções

Tipos de instrução:

- carga e armazenamento
- lógico-aritméticas
- teste e desvio

- Instruções

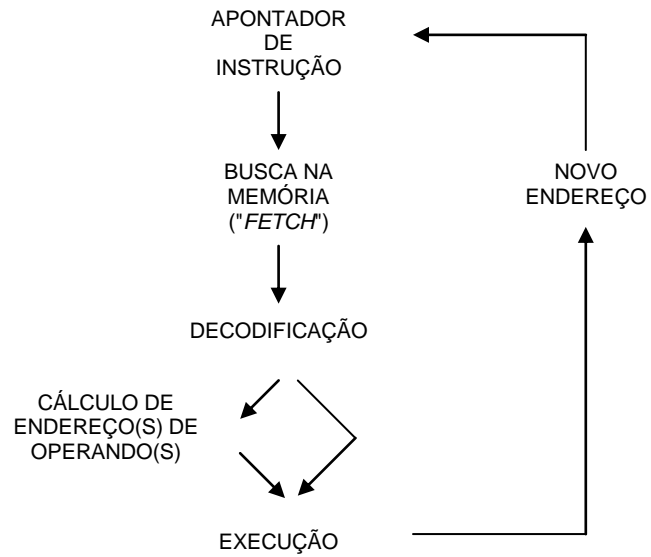
Tipos de instrução:

- carga e armazenamento
- lógico-aritméticas
- teste e desvio

Formatos de instrução

código da operação			
código da operação	endereço de	operando	(ou instrução)
código da operação	endereço de operando	endereço de operando	(ou instrução)
código da operação	endereço de operando	endereço de operando	endereço do resultado (ou instrução)

Ciclo básico de execução de uma instrução:



Ciclo de memória:

Tempo requerido para uma operação elementar.

- Tamanho de palavra
É o número de bits de informação (instrução ou dado) que um registrador ou posição de memória é capaz de armazenar.

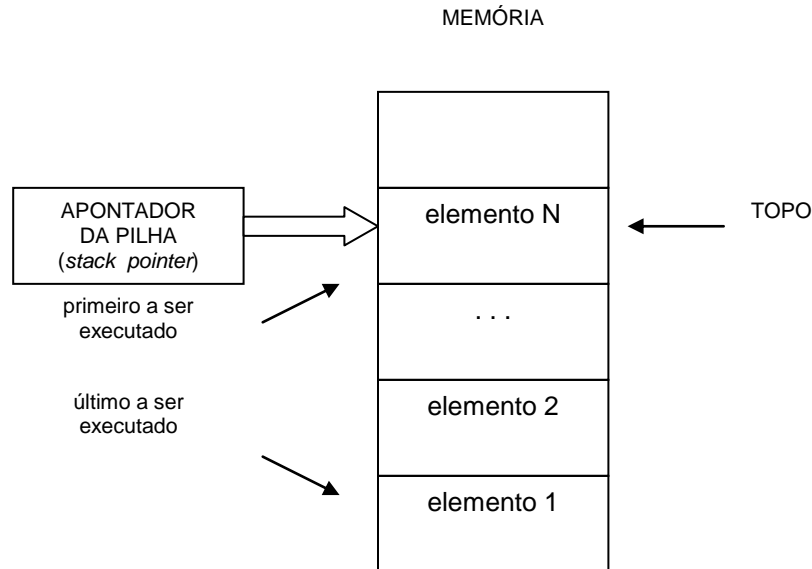
Exemplos:

Computadores com palavras de:

- 08 bits - baseados no microprocessador Zilog Z80
- 16 bits - baseados no microprocessador Intel 8086
- 32 bits - baseados no microprocessador Intel 80386
- 64 bits - baseados no microprocessador Intel Itanium
- 52 bits - UNISYS B6910

- Pilha

A pilha em um computador é uma parte da memória usada também por subrotinas e para tratar interrupções. O conceito é simples: a cada vez que um dado é colocado na pilha (*push*), ele é posto em cima de outros já armazenados. Só o topo da pilha é acessível a cada momento e pode ser retirado (*pop*). Quando isto acontece, o dado é removido da pilha, e o dado imediatamente abaixo desse seerá indicado como o topo. A vantagem da pilha é o acesso rápido ao conteúdo.



- Capacidade de endereçamento

Refere-se a quantidade de memória que o computador é capaz de endereçar.

Exemplo:

Se um apontador de instrução tem 16 bits, nenhum programa pode usar mais de 65536 posições de uma só vez.

- Velocidade

Depende de dois fatores: número de ciclos gastos em uma instrução e da velocidade de operação geral do computador.

Exemplo:

Se um computador opera a 1 Ghz, o tempo de um ciclo de instrução é 1 nanossegundo.

- Programação

Exemplo:

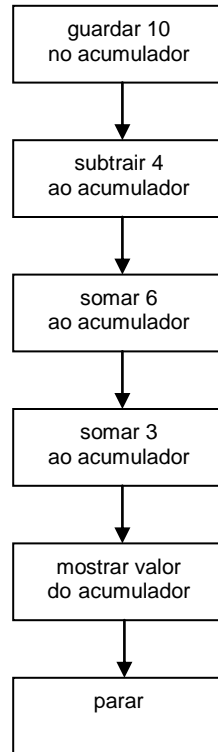
Supor para o modelo de computador descrito acima as seguintes instruções:

Mnemônico	Código	Significado
nop	0000 0000	passar adiante, não fazer nada
out	0001 0000	copiar o conteúdo do acumulador para o registrador de saída
inc	0010 0000	incrementar de uma unidade o valor no acumulador
dec	0011 0000	decrementar de uma unidade o valor no acumulador
load [xx]	0100 xxxx	carregar o acumulador com o conteúdo da memória na posição xxxx
store xx	0101 xxxx	carregar o conteúdo do acumulador na memória na posição xxxx
add [xx]	0110 xxxx	carregar o registrador B com o conteúdo da memória na posição xxxx, e somá-lo ao acumulador
sub [xx]	0111 xxxx	carregar o registrador B com o conteúdo da memória na posição xxxx, e subtraí-lo do acumulador
not	1000 0000	complementar o conteúdo do acumulador
or	1001 0000	disjunção do acumulador com o conteúdo da memória na posição xxxx
and	1010 0000	conjunção do acumulador com o conteúdo da memória na posição xxxx
xor	1011 0000	disjunção exclusiva do acumulador com o conteúdo da memória na posição xxxx
jump xx	1100 xxxx	carregar o apontador de instrução como endereço da posição xxxx e executar a instrução que ali estiver
jumpS xx	1101 xxxx	testar se o sinal do acumulador é negativo; se for, saltar para a instrução na posição xxxx; senão, executar a próxima instrução
jumpZ xx	1110 xxxx	testar se o acumulador é igual a zero; se for, saltar para a instrução na posição xxxx; senão, executar a próxima instrução
halt	1111 0000	parar a execução

Aplicação 1:

Escrever um programa capaz de calcular: $10 - 4 + 6 + 3$.

Ações a serem processadas



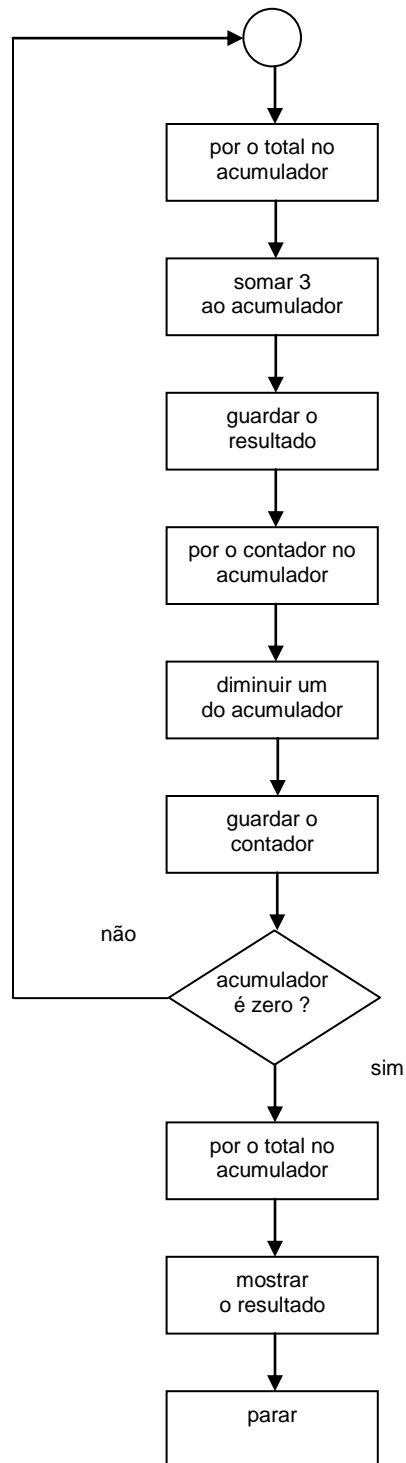
Mapeamento das ações na memória:

	Endereços	Conteúdo	Significado	Descrição
00	0000	0100 1100	load [12]	guardar 10
01	0001	0111 1101	sub [13]	subtrair 4
02	0010	0110 1110	add [14]	somar 6
03	0011	0110 1111	add [15]	somar 3
04	0100	0001 0000	out	mostrar resultado
05	0101	1111 0000	halt	parar
06	0110	0000 0000	nop	
07	0111	0000 0000	nop	
08	1000	0000 0000	nop	
09	1001	0000 0000	nop	
10	1010	0000 0000	nop	
11	1011	0000 0000	nop	
12	1100	0000 1010	[10]	valor = (10)
13	1101	0000 0100	[04]	valor = (04)
14	1110	0000 0101	[06]	valor = (06)
15	1111	0000 1000	[03]	valor = (03)

Aplicação 2:

Escrever um programa capaz de calcular: 3×5 .

Ações a serem processadas



Mapeamento das ações na memória:

	Endereços	Conteúdo	Significado	Descrição
00	0000	0100 1111	load [15]	pegar o total
01	0001	0110 1100	add [12]	somar 3
02	0010	0101 1111	store 5	guardar resultado
03	0011	0100 1101	load [13]	pegar contador (5)
04	0100	0111 1110	sub [14]	diminuir 1
05	0101	0101 1101	store 13	guardar contador
06	0110	1110 1000	jumpZ 08	testar se é zero
07	0111	1100 1001	jump 00	se não for, voltar a [00]
08	1000	0100 1111	load [15]	pegar o total
09	1001	0001 0000	out	mostrar resultado
10	1010	1111 0000	halt	parar
11	1011	0000 0000	nop	
12	1100	0000 0011	(03)	parcela a somar
13	1101	0000 0101	(05)	vezes a somar
14	1110	0000 0001	(01)	unidade
15	1111	0000 0000	(00)	total (valor inicial)

Modelos de arquiteturas de computadores

Há três modelos de projeto de arquiteturas que se destacam:

- *o de von Neumann*, com uma unidade central de processamento (CPU) e uma unidade de armazenamento (memória) para dados e instruções; usado nos primeiros computadores como o Mark I, ENIAC, EDSAC e ENIAC;
- *o de Harvard*, com unidades de armazenamento separadas para dados e instruções; geralmente empregado em processadores de sinais (DSP) e microcontroladores (PIC);
- *o de Harvard Modificado* com uma só unidade de armazenamento, mas com a capacidade da CPU acessar concorrentemente dois ou mais barramentos de dados. Inclui dispositivos separados (caches) para acessar dados (como no modelo de von Neumann) e instruções (como no modelo de Harvard). Empregado nas famílias de processadores x86 e ARM.

Histórico dos principais microprocessadores

A partir do início dos anos 1960, fabricantes de componentes eletrônicos começaram a colocar vários transistores em pastilhas de silício com 1/4" de área (*circuito integrado*), aumentando progressivamente o número de elementos por pastilha (circuitos integrados em larga escala). Esses circuitos foram os modelos para a maioria dos microprocessadores modernos.

Em 1971, a INTEL Co. apresentou o primeiro microprocessador de 4 bits - o 4004. Em 1973, foi lançado o de 8 bits - o 8008. Em seguida apareceram no mercado microprocessadores como o INTEL 8080 e INTEL 8085, o ZILOG Z-80 e o MOTOROLA 6800.

Essas linhas de produtos evoluíram naturalmente para os microprocessadores de 16 bits como: os INTEL 8088, 8086, 80186, 80286, o ZILOG Z-8000 e o MOTOROLA 68000.

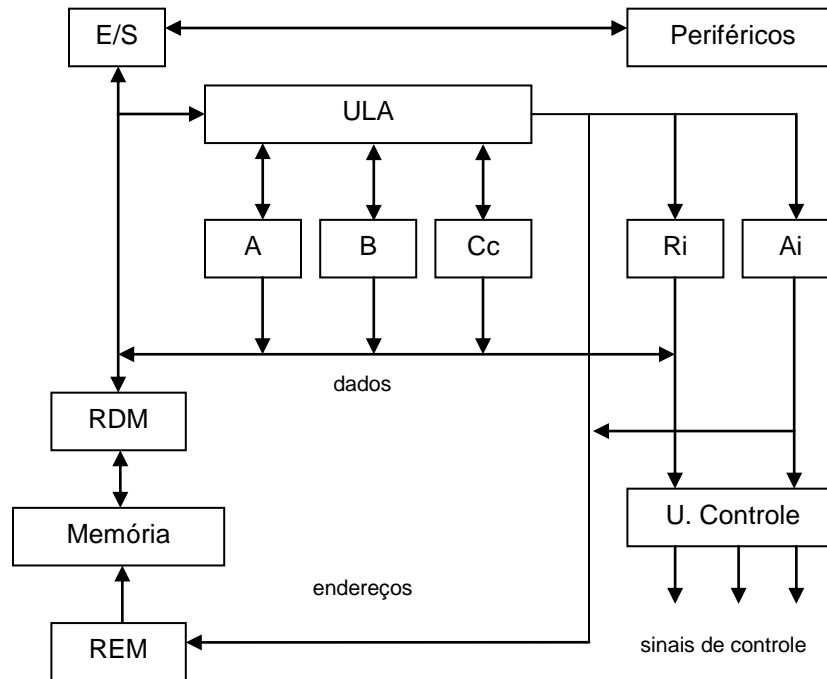
Em seguida surgiram os microprocessadores de 32 bits: os INTEL 80386, 80486 e Pentium, o INTEL i860, e a família MOTOROLA 680xx; e os de 64 bits, como a família Alpha da DEC, Ultra da Sun, Itanium da Intel e Opteron da AMD.

Nos últimos anos, têm sido introduzidos microprocessadores, cada vez mais rápidos e mais complexos que seus predecessores, bem como arranjos de multiprocessadores: Intel Dual-Core, Core Duo, Quad Core; e AMD Turion e Fusion.

Isso se reflete diretamente na capacidade de endereçamento de memória, na rapidez de execução e na complexidade de funções desempenhadas.

Organização básica de um computador digital (*von Neumann*):

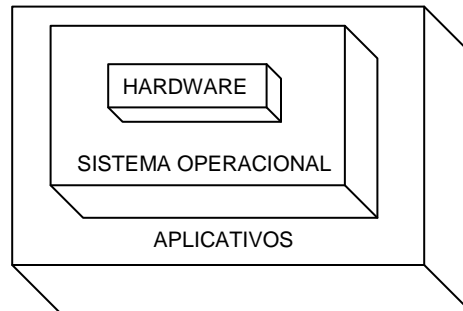
Usa a máquina para guardar dados e os códigos de uma sequência de operações (*instruções*) que atuam sobre dados que representam a solução algorítmica do problema (*programa*).



A	Acumulador ou registrador A Dedicado às tarefas de cálculo e manipulação de dados.
B	Registrador B Auxiliar para operações com dois operandos.
Ai	Apontador de instrução Guarda o endereço da posição de memória que contém o código da próxima instrução a ser executada. Após a execução dessa, ele passará a indicar a próxima.
Ri	Registrador de instrução Guarda uma cópia da instrução a ser decodificada e interpretada pela Unidade de Controle.
Cc	Códigos de condição (ZERO, NEGATIVO, CARRY, OVERFLOW) Registra ocorrências excepcionais (<i>flags</i> ou <i>status</i>).
REM	Registrador de Endereços da Memória Guarda o endereço da palavra a ser manipulada.
RDM	Registrador de Dados da Memória Guarda cópia do conteúdo de um endereço da memória.

Sistemas operacionais

Sistema operacional é o programa (ou a coleção de programas) responsável pela supervisão dos processos computacionais em progresso em um computador digital de uso geral.



Funções:

- tornar a comunicação do homem com a máquina mais natural e inteligível, apresentando ao usuário uma máquina mais flexível para programar;
- possibilitar o uso eficiente e controlado dos seus diversos componentes. É o principal responsável pela alocação e controle dos recursos físicos, de modo a homogeneizar e compatibilizar as diferentes velocidades de operação, permitindo ao computador funcionar na sua capacidade máxima, ou próximo a ela;
- possibilitar o uso compartilhado e protegido dos diversos componentes, ainda eficiente, e que os usuários possam se beneficiar do trabalho conjunto de outros, e cooperando entre si na execução de projetos complexos.

A sua comunicação com o usuário se faz através de uma *linguagem de controle* - declarações ou comandos simples - que levam o sistema operacional a executar uma ação específica.

Classificação:

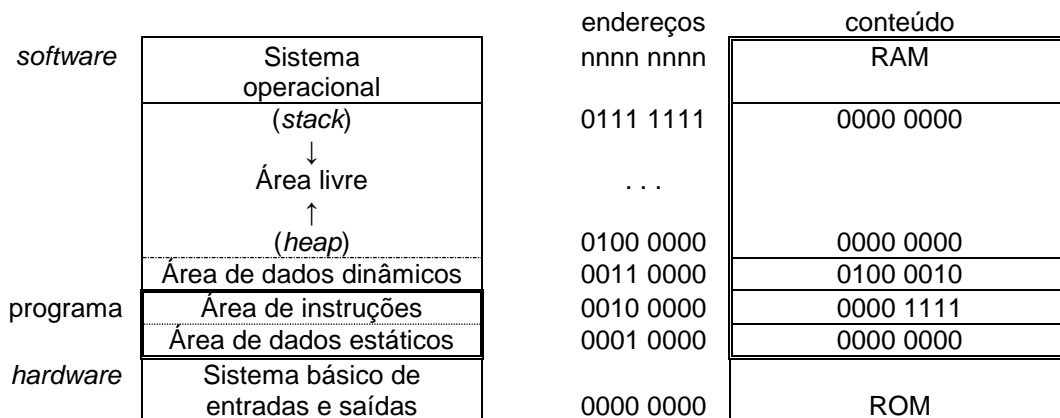
- Sistemas do tipo lote (*batch*):
Neste sistema, as tarefas (atividades computacionais solicitadas de uma só vez por um usuário externo, através de uma seqüência de comandos) são agrupadas fisicamente e processadas seqüencialmente. Têm por objetivo maximizar o número de tarefas processadas por unidade de tempo, e minimizar o tempo médio de espera para execução de cada tarefa.
- Sistemas de tempo compartilhado (*time-sharing*):
Neste sistema, há várias tarefas ativas, que devido ao tempo relativamente longo entre comandos (*think time*), são atendidas por intervalos de tempo definidos, suspensas, e colocadas à espera de um novo ciclo, ou ao atendimento de prioridades. Devem ter um tempo de resposta por comando dentro de limites aceitáveis.
- Sistemas de tempo real (*real-time*):
Semelhantes ao de tempo repartido, mas com um intervalo de tempo prefixado para a resposta, após o qual poderá haver perda de informação, ou operação incorreta, e até catastrófica sobre o objeto monitorado.

- Sistemas monousuário:
Podem atender apenas a um usuário por vez.
- Sistemas multiusuário:
Podem atender vários usuários simultaneamente.
- Sistemas com monoprogramação (monotarefa):
Permitem a execução de apenas uma tarefa de cada vez.
- Sistema com multiprogramação (multitarefa):
Permitem a execução de duas, ou mais tarefas, concorrentemente. Realizam uma única tarefa, de cada vez, em termos de processamento.
- Sistemas com monoprocessoamento:
Possuem apenas uma unidade central de processamento ativa todo o tempo.
- Sistemas com multiprocessoamento:
Possuem mais de uma unidade central de processamento ativa ao mesmo tempo

Modelo de memória com sistema operacional e espaço de trabalho

O modelo abaixo procura situar uma possível localização relativa de elementos de um sistema operacional e o espaço de trabalho de um programa, incluindo suas áreas de dados estáticos e dinâmicos, bem como a área livre cujo uso poderá ser compartilhado por ambos. Sobre essa área livre poderão atuar estruturas gerenciadoras de espaço chamadas de **stack e heap**.

Parte da memória poderá ser apenas para leitura de dados (ROM), e outra parte poderá servir para se escrever e ler dados (RAM). Quer sejam dados ou instruções, as representações desses conteúdos serão feitas por valores em binário associados, cada um, a endereços. A quantidade de bits usados nessas representações poderá variar de acordo com a arquitetura do sistema computacional.



Paralelismo

Tipos de paralelismo

Há quatro tipos básicos de paralelismo:

- ao nível de bits: o qual se obtém pelo aumento da palavra do processador, permitindo-se executar operações com dados maiores que o comprimento da mesma;
- ao nível de instrução: o qual se obtém otimizando os passos básicos para o tratamento de uma instrução: busca (IF – **instruction fetch**), decodificação (ID – **instruction decode**), execução (EX – **execute**), acesso à memória (MEM) e reescrita (WB – **writeback**).

Subescalar

IF	ID	EX	MEM	WB					
					IF	ID	EX	MEM	WB

Superescalar

IF	ID	EX	MEM	WB					
	IF	ID	EX	MEM	WB				
		IF	ID	EX	MEM	WB			
			IF	ID	EX	MEM	WB		
				IF	ID	EX	MEM	WB	

- de dados: o qual se obtém distribuindo-se dados entre diversos nodos computacionais para que sejam processados em paralelo;
- de tarefas: o qual se obtém executando-se processamentos diferentes sobre um mesmo conjunto de dados ou sobre diferentes conjuntos de dados.

Tipos de computadores paralelos

Os tipos mais comuns de computadores paralelos são: com vários núcleos (**multicore**); simétricos (vários processadores com uma mesma memória compartilhada); distribuídos (conectados por rede: **cluster**, massivamente paralelos; **grid**); e os especializados (reconfiguráveis, de uso geral, específicos para aplicações e vetoriais).

Exercícios propostos

1. O que significa *endereçamento de memória* ?
2. Para que serve um *registrador* ?
3. Quais os dois principais tipos de memória ?
4. Relacionar os itens abaixo:
 - (a) PROGRAMA () unidade de informação
 - (b) PALAVRA () unidade de representação
 - (c) BIT () unidade de tratamento interno
 - (d) DADO () conjunto de instruções
 - (e) BYTE () conjunto de informações
5. Diferenciar *compilador* de *interpretador*.
6. Qual o tamanho de uma memória com 16 bits de endereço ?
7. Qual a velocidade de processamento de um computador que trabalha a 2 GHz ?
8. Descrever o que acontece na fase de busca de instrução.
9. Escrever um programa capaz de calcular: $3 \times 5 - 4$
10. Citar as principais funções de sistemas operacionais.
11. Relacionar, pelo menos, 03 sistemas operacionais atuais.
12. Procurar definições para:

CONNECTIVITY	DOWNSIZING
OUTSOURCING	RIGHTSIZING
DBMS	RESIZING
LAN	WAN
TOP-DOWN	BOTTOM-UP