

# Arquitetura de Computadores

## Aula 02 - Processadores

# Apresentação

Nesta aula, iremos verificar quais as operações de transferência de dados e de controle são efetivamente executadas em processadores. Para tanto, primeiramente iremos verificar o que significa programar um processador e como este consegue – através de uma série de etapas – executar as operações. Essa lição é de fundamental importância no curso, uma vez que são os processadores que efetivamente executam os algoritmos em sistemas computacionais sendo, portanto, muitas vezes considerados o cérebro das máquinas digitais.

## Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Descrever como processadores são organizados em termos de suas arquiteturas.
- Identificar como essas organizações levam à execução de instruções e, por consequência, de algoritmos.

# O que são Conjuntos de Instruções?

Na aula anterior, vimos que processadores (os cérebros dos computadores) executam operações, com isso, conseguem executar algoritmos. A partir desta aula, vamos ver como isso efetivamente é realizado. Para tanto, primeiramente precisamos definir como os processadores entendem as operações. Isso é realizado através de conjunto de instruções, o que quer dizer que as operações citadas na lição anterior podem agora ser entendidas como instruções, as quais serão interpretadas por processadores para que possam ser executadas.

Define-se, então, conjunto de instruções como aquele conjunto de operações que um determinado processador é capaz de entender/interpretar e, por consequência, executar.

Aqui se emprega a noção de conjunto simplesmente porque o número de instruções que cada processador é capaz de executar é finito: quando o processador é projetado, os engenheiros que o concebem determinam quais as operações que irão fazer parte de seu conjunto de instruções.

## Isso quer dizer que determinados processadores não conseguem executar certas operações?

Na verdade, não. Em princípio, todo processador é capaz de executar qualquer operação de qualquer algoritmo; o que muda é a maneira como ela é executada: se uma determinada operação pertence ao conjunto de instruções do processador, então se diz que o processador a executa nativamente ou diretamente, ou seja, ele é capaz de decodificá-la diretamente (você verá o significado de decodificação de operações em aula posterior).

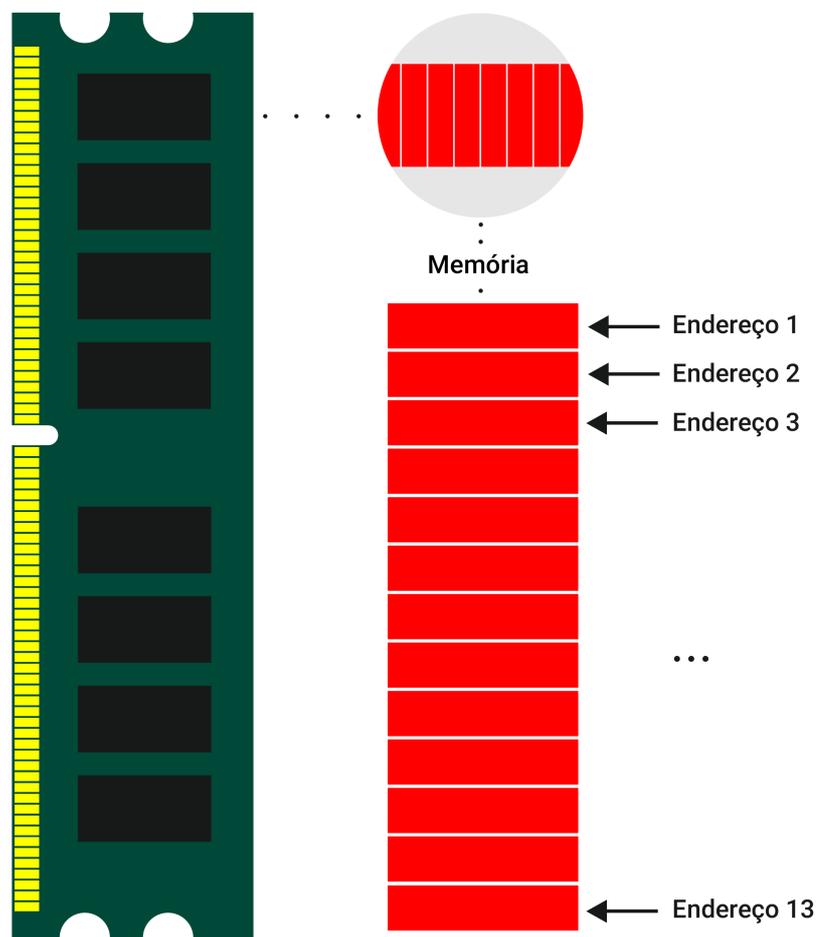
Se, no entanto, o processador precisar executar uma operação que não faz parte do seu conjunto de instruções, ele terá que utilizar diversas instruções para realizar exatamente o que aquela única operação deveria

realizar. É isto mesmo que você está pensando! É possível sim que uma única operação seja transformada em diversas instruções.



### Vídeo 01 - Conjunto de Instruções

Cada instrução ou dado é armazenado na memória. Normalmente a memória é separada em espaços de tamanho fixo e cada um destes espaços possui um endereço associado. Tipicamente, os endereços são representados por números. Assim, quando se deseja alguma informação (instrução ou dado) da memória, basta solicitar o conteúdo de algum endereço de memória. Veja a Figura abaixo.



**Figura 1** - Memória e endereços de acesso  
**Fonte:** Autoria própria.

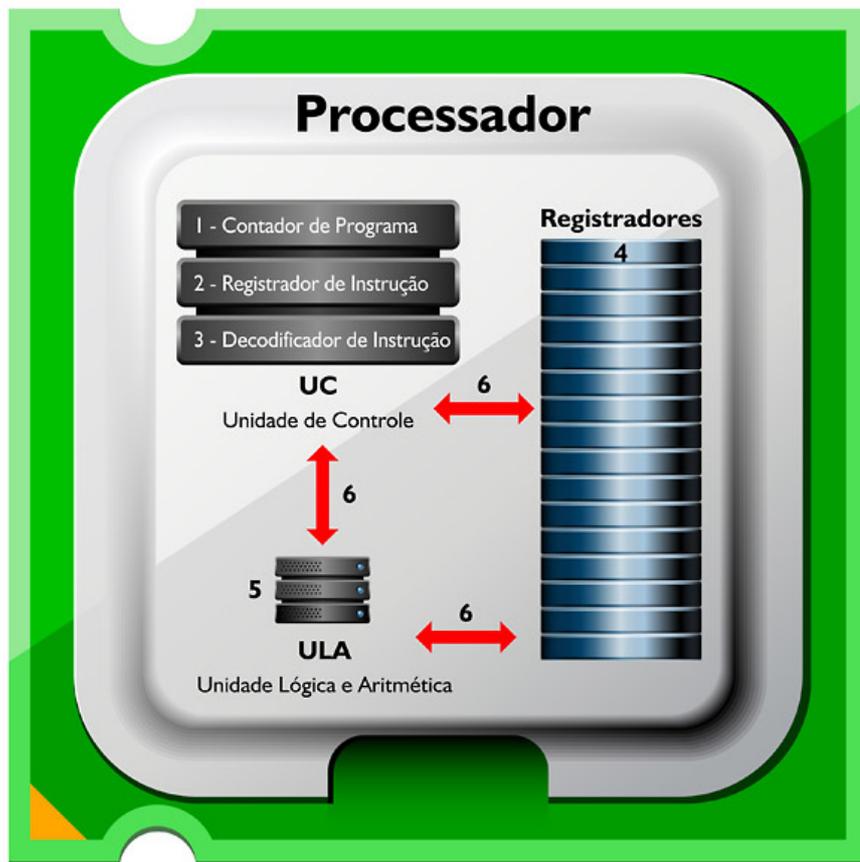
# Qual a Estrutura interna de um Processador?

Você se lembra que dissemos que o processador é o cérebro do computador? Pois bem, isso ocorre porque um processador é o circuito responsável por executar as operações de nossos algoritmos.

A execução de operações de algoritmos em processadores ocorre através de uma organização criada por Von Neumann (Um dos grandes cientistas contemporâneos. Saiba mais em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40141996000100017&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40141996000100017&script=sci_arttext). Acesso em: 25 Mar. 2015.). Nessa organização, são especificados todos os elementos/componentes necessários para que processadores possam ser programados e, por consequência, executem operações.

Para que processadores possam operar instruções, no entanto, diferentes componentes precisam estar presentes em sua arquitetura. A organização desses componentes permite a execução das instruções através de uma série de etapas chamadas de microinstruções. A execução de uma sequência de microinstruções acaba por determinar as instruções dos algoritmos que os processadores executam. Observe que as microinstruções precisam executar em sequência, pois uma depende da outra.

Na Figura 2, são mostrados os principais componentes internos de um processador.



**Figura 2** - Componentes internos de um processador  
**Fonte:** autoria própria.

Agora, vamos explicar o que cada componente – as estruturas marcadas pelos números de 1 a 6 – representa para o processador.

### 1. Contador de programa

Trata-se de uma pequena memória que guarda o endereço de memória da próxima instrução a ser executada. A instrução que está no endereço que corresponde ao conteúdo do contador de programa é a próxima instrução que o processador irá executar.

### 2. Registrador de instruções

É uma pequena memória que armazena as instruções que serão executadas pelo processador. Como inicialmente todas as instruções estão na memória de instruções, estas precisam ser armazenadas internamente no processador para execução.

### **3. Decodificador de instruções**

É um circuito que decodifica, ou seja, descobre o que é a instrução (o que ela faz) e quais os seus operandos.

### **4. Banco de registradores**

Registradores podem ser entendidos como pequenas memórias que se localizam internamente em processadores. Os registradores que armazenam as variáveis dos algoritmos são chamados de banco de registradores. Existem registradores para armazenar também palavras de instrução (item 2 anterior) e algumas informações de controle para o processador como, por exemplo, se uma instrução resultou em resultado negativo. Os processadores possuem tipicamente entre 8 e 128 registradores.

### **5. Unidade Lógica e Aritmética (ULA)**

É a unidade executora do processador. A ULA é composta por uma série de circuitos que executam as operações lógico-aritméticas dos processadores: todas as instruções que o processador possui em seu conjunto de instruções devem poder ser executadas na sua ULA. Por exemplo, se o processador possuir uma instrução de multiplicação no seu conjunto de instruções, a ULA deve possuir um circuito multiplicador.

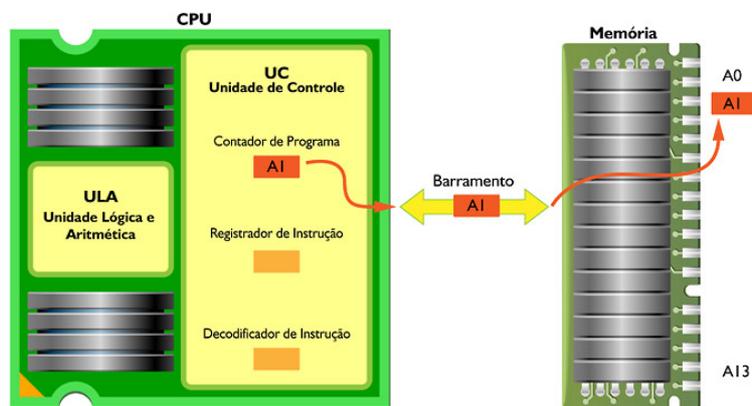
### **6. Barramentos de comunicação internos**

São os canais de comunicação que existem internamente na arquitetura do processador. Estes canais permitem que os componentes internos do processador consigam se comunicar, o que é essencial para a execução de instruções, como pode ser visto na Figura 2, onde é mostrada a execução de uma instrução através de microinstruções. Observe também que cada microinstrução executa sobre um componente interno do processador (de acordo com as figuras que serão vistas a seguir). Dessa forma, se pode perceber a importância de cada um desses componentes para que a instrução possa ser executada.

# Microinstruções de um Processador

As principais microinstruções presentes em qualquer processador são:

- 1. Endereçamento da próxima instrução a ser executada:** a instrução é endereçada através do envio do conteúdo do Contador de Programa (PC), que está localizado na Unidade de Controle (UC), para a memória de instruções. Esse conteúdo representa o endereço da próxima instrução a ser executada. Esses passos são observados na Figura 3.



**Figura 3** - Envio da instrução do PC para a memória

Fonte: Autoria própria.

Você também pode visualizar esses passos na animação a seguir.

**Conteúdo interativo, acesse o Material Didático.**

- 2. Leitura da instrução da memória de instruções:** a memória faz a leitura de uma palavra de instrução. A Figura 4 representa essa etapa.

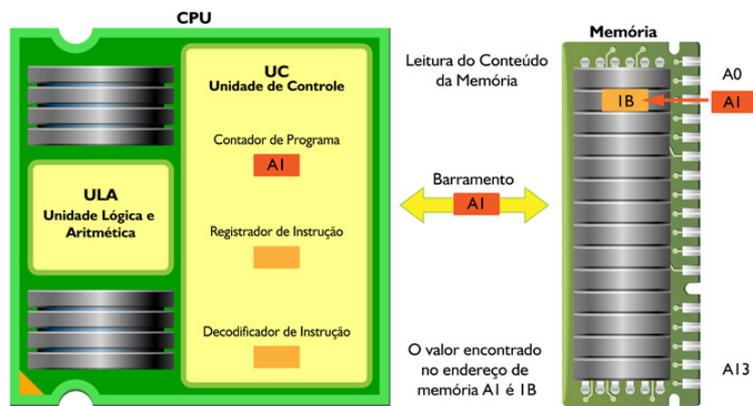


Figura 4 - Leitura da instrução

Fonte: Autoria própria.

Outra forma de observar a leitura na memória é encontrada a seguir.

**Conteúdo interativo, acesse o Material Didático.**

3. **Escrita da instrução no registrador de instruções:** a instrução lida é escrita dentro do processador no registrador de instruções. No nosso exemplo, o valor da instrução lida é 1B (Figura 5).

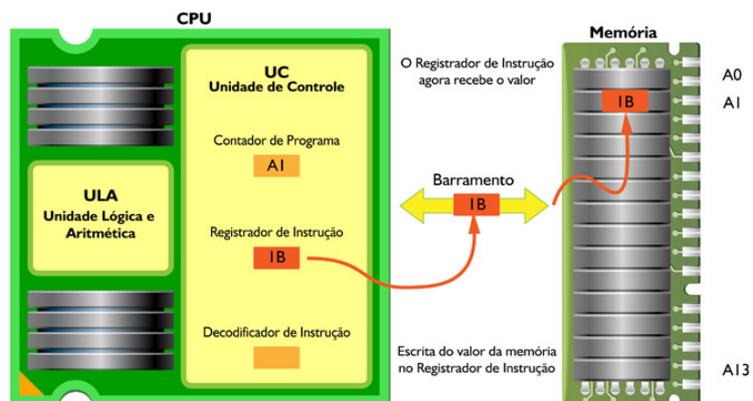


Figura 5 - Escrita da instrução

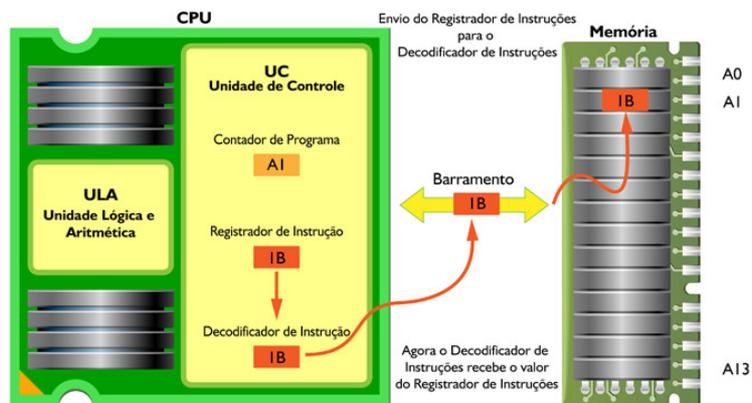
Fonte: Autoria própria.

Podemos também encontrar essa sequência de passos a seguir.

**Conteúdo interativo, acesse o Material Didático.**

4. **Decodificação dos operandos:** a instrução é decodificada, ou seja, o processador passa a conhecer qual é a instrução (que

operação ela executa) e quais são os operandos. Esse passo pode ser visualizado na Figura 6.



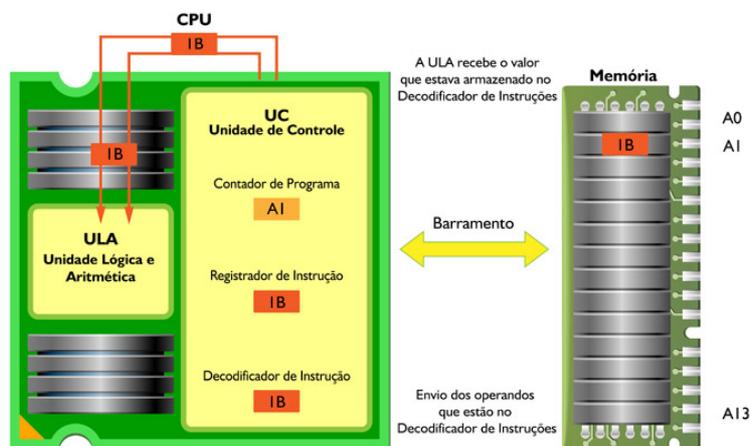
**Figura 6 - Decodificação dos operandos**

Fonte: Autoria própria.

Você também pode verificar esse processo de outra forma, como é apresentada a seguir.

**Conteúdo interativo, acesse o Material Didático.**

**5. Leitura dos operandos da memória ou dos registradores:** os operandos fonte (dados que serão utilizadas para efetuar a operação na ULA) são lidos da memória ou dos registradores e colocados nas entradas da ULA (Figura 6).



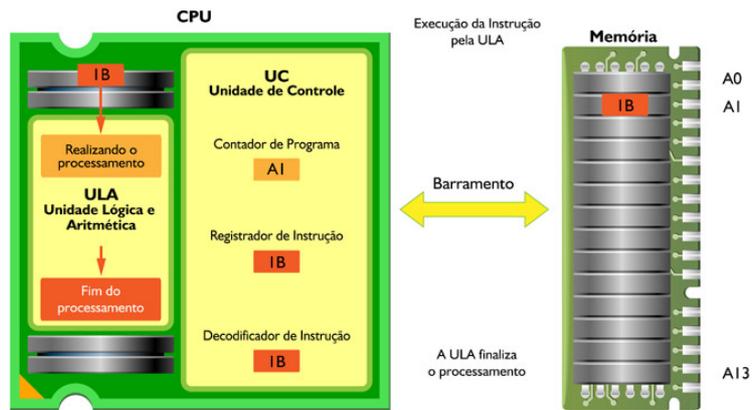
**Figura 7 - Leitura dos operandos**

Fonte: Autoria própria.

Esse processo pode ser também visualizado a seguir.

**Conteúdo interativo, acesse o Material Didático.**

6. **Execução da instrução:** quando a ULA recebe os operandos fonte, então o próximo passo será a execução da operação através da ULA, como pode ser visto na Figura 8.

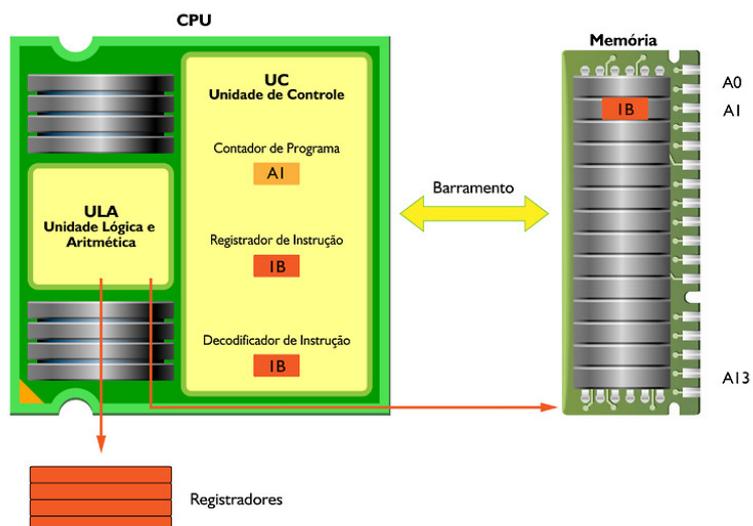


**Figura 8 - Execução da instrução**  
**Fonte:** Autoria própria.

Podemos observar esses passos de acordo com a animação a seguir.

**Conteúdo interativo, acesse o Material Didático.**

7. **Escrita do resultado:** a saída da ULA, que contém o resultado da operação que acabou de ser executada, é escrita no operando destino, que pode estar em algum registrador ou na memória. Esse passo é demonstrado na Figura 9.



**Figura 9 - Escrita do resultado**  
**Fonte:** Autoria própria.

Essa etapa de armazenamento do resultado pode ser conferida a seguir.

**Conteúdo interativo, acesse o Material Didático.**



**Vídeo 02 - Processadores**



**Vídeo 03 - Microinstruções**



**Vídeo 04 - Microinstruções (cont.)**

Agora, pare um pouco e resolva a Atividade 1 para testar seus conhecimentos.

## Atividade 01

1. Após a visualização dessas etapas, observe a figura encontrada no slide 7 do link <http://rossano.pro.br/fatec/cursos/sistcomp/apostilas/organizacao-computadores-processadores.pdf> e descreva quais as semelhanças e diferenças que você pode encontrar.
2. Após a leitura do link e da aula até o momento, explique resumidamente quais os principais passos que ocorrem para que uma instrução seja executada.

## Então, o processador é programável?

Lembre-se que em aula anterior foi perguntado por que os sistemas computacionais podem ser considerados programáveis. Pois bem, isso agora fica bem mais claro quando estudamos a execução de instruções internamente na arquitetura dos processadores através das microinstruções. Como as instruções a serem executadas estão na memória, para cada instrução que o processador for executar, é necessário que se faça a sua busca e decodificação (microinstruções 1 a 4 citadas anteriormente). No entanto, a busca, a decodificação e a execução de instruções independem de qual é a instrução a ser executada. Isto quer dizer que, independente da instrução que tiver na memória, basta que o contador de programas aponte para ela para que possa ser executada no processador, sem que para isso, sejam necessárias mudanças em sua arquitetura.

Isso torna o processador programável, pois qualquer algoritmo pode ser programado no processador, bastando, para isso, que se mudem as instruções na memória de instruções. Por isso que sistemas computacionais dotados de processadores programáveis conseguem executar diferentes algoritmos como, por exemplo, editores de texto, jogos, planilhas eletrônicas, tocadores de música, browsers para acesso à internet, leitores de e-mail etc.

Nesta aula, é importante que você consiga ter a visão geral de como problemas do mundo real podem ser transformados em algoritmos e como estes podem ser executados automaticamente em uma determinada arquitetura de processadores programáveis ou de propósitos gerais.

Verifique se você conseguiu entender a importância das etapas necessárias à execução de instruções e como estas se relacionam para que possam ser executadas através da programação de processadores.

Veja também se você compreendeu bem o conceito de programação e que os processadores possuem, em suas arquiteturas, todos os componentes que permitem que eles sejam programáveis, ou seja, executem qualquer algoritmo.

# Resumo

Nesta aula, você estudou os componentes internos de processadores ditos de propósito geral. Nesse contexto, você viu como se pode caracterizar um processador em termos de sua programação e como a arquitetura do processador é organizada de modo a conseguir executar instruções. Assim, algoritmos podem ser executados e problemas do mundo real automatizados em sistemas computacionais.

## Autoavaliação

1. Quais os principais componentes internos de um processador?
2. Quais as principais microinstruções presentes em um processador?
3. Explique a importância de as microinstruções executarem em sequência.
4. Explique qual a relação que existe entre a execução de microinstruções e o fato de processadores serem programáveis.

# Referências

ARQUITETURA de Von Neumann. Disponível em:  
<http://www.das.ufsc.br/gia/computer/node12.html>. Acesso em: 23 dez.  
2009.

PINTO, Rossano Pablo. **Introdução à organização de computadores**.  
2007. Slides. Disponível em:  
<http://rossano.pro.br/fatec/cursos/sistcomp/apostilas/organizacao-computadores-processadores.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2009.

SILVA, Jacson R. C. **O conjunto de instruções do processador**. cap. 4. p.  
26-52. Disponível em: [http://jeiks.net/web\\_documents/instrucoes.pdf](http://jeiks.net/web_documents/instrucoes.pdf).  
Acesso em: 23 dez. 2009.

TANEMBAUM. **A organização estruturada de computadores**. São  
Paulo: Prentice-Hall, 2006.