

**Sistemas de Informação**  
**Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores - 1º Período**  
**Professor: José Maurício S. Pinheiro**

**AULA 1: Evolução dos Computadores**

A evolução dos equipamentos conhecidos hoje como "computadores" pode ser dividida duas grandes etapas: uma, inicial, envolve os equipamentos mecânicos e eletromecânicos. A segunda, mais recente, envolve os equipamentos eletrônicos e de estado sólido. Esta segunda etapa apresentou tantas transformações que acabou sendo dividida em diversas fases ou gerações.

**1. Primeira Fase**

Foi apenas com a invenção do motor elétrico no fim do século XIX, que foi possível construir máquinas mecânicas muito mais complexas e "rápidas". Uma das primeiras máquinas deste tipo foi usada com o propósito de realizar a contabilização do censo dos Estados Unidos da América. Esta máquina foi projetada por Hermann Hollerith, fundador da IBM e também criador da máquina que realizava o cálculo do pagamento dos funcionários, produzindo um pequeno resumo de contabilidade que recebeu o seu nome, sendo chamado até hoje de "Olerite".

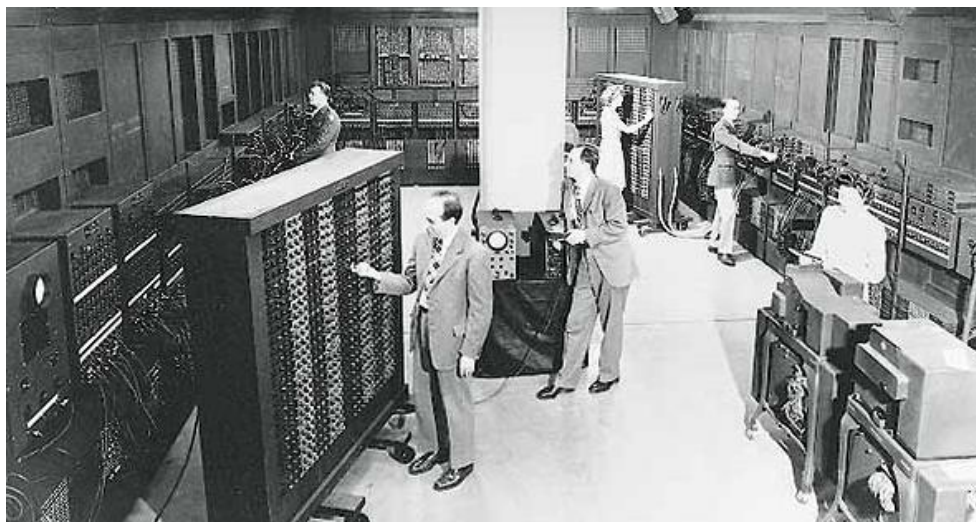
Como os equipamentos existentes até o fim do século XIX não eram adequados para resolver grandes problemas, os mais complexos precisavam ser solucionados por seres humanos. Os militares, por exemplo, que frequentemente precisavam de soluções sistematizadas para problemas como distribuir produtos ou para construir edificações, usavam profissionais específicos da área de cálculo e lógica, que compunham uma espécie de linha de produção de soluções de problemas. Havia os profissionais que, em tempos de guerra, estabeleciam a lógica de solução para os problemas de distribuição de armas e suprimentos; a atividade exercida por eles ficou conhecida como "Logística". Entretanto, os "logísticos" só descreviam os procedimentos de solução, que precisavam ter seus resultados computados para que pudessem ser postos em prática. Os profissionais que realizavam os cálculos eram chamados de "Computadores". Esta organização era suficiente para todas as necessidades até que, na segunda guerra mundial, os engenheiros alemães criaram máquinas complexas de criptografia de dados, chamadas "Enigma" (Fig.1).



**Figura 1 - Enigma**

As forças militares aliadas, incluindo o exército norte-americano, eram capazes de captar as mensagens transmitidas pelos alemães, mas como estas estavam codificadas, não era possível compreendê-las. Percebendo que era fundamental decifrar tais mensagens para a vitória e, verificando que a decodificação pelos computadores humanos era impossível, engenheiros foram chamados para que fossem propostas máquinas capazes de decifrar as mensagens codificadas pelo Enigma. Das pesquisas nesta área, deu-se início aos primeiros equipamentos eletrônicos de computação, substitutos dos computadores humanos.

A primeira fase (ou primeira geração) dos computadores ocorreu aproximadamente durante o período entre 1940 e 1955, quando surgiram os primeiros computadores digitais usados durante a segunda guerra mundial. O ENIAC (Eletronic Numerical Integrator and Computer) foi o primeiro computador de propósito geral, desenvolvido para cálculo de balística e apresentava uma capacidade de processamento em torno de 5000 adições por segundo, valor este muito inferior ao de uma calculadora científica (Fig. 2).



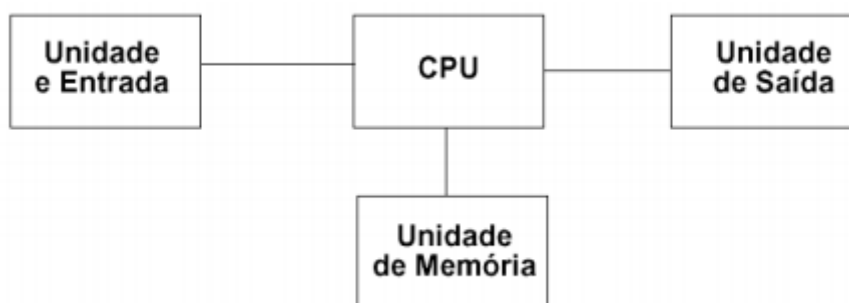
**Figura 2 - ENIAC**

Outro computador desenvolvido à mesma época foi o Colossus, este de propósito específico: decodificar as mensagens criadas pela máquina Enigma (e posteriormente Enigma 2) dos Alemães.

Estes primeiros computadores eram baseados em válvulas e programados com o método chamado *wire-up*, isto é, conectando fisicamente, com fios, diversos polos, fechando bits de forma a construir um programa. A programação era, assim, feita diretamente em linguagem de máquina e o equipamento não oferecia qualquer recurso para facilitar este trabalho de programação. Outros grandes computadores construídos na época incluem o EDVAC, o IAS e o UNIVAC I, construído pela IBM para a computação do censo americano de 1950.

Uma mudança radical na construção de computadores só foi possível com a criação dos transistores, que permitiram a eliminação das válvulas e, com elas, a redução do tamanho dos equipamentos. Entretanto, o transistor, por si só, não eliminava uma das principais limitações destes equipamentos: a programação física através de fios. Como a memória dos computadores eletrônicos era muito pequena, apenas os dados do processamento eram armazenados nela.

Com a possibilidade de memórias maiores - seja pelo uso de transistores ou pelas novas "fitas magnéticas", este problema foi resolvido com o conceito de software, isto é, um programa armazenado em memória, conforme descrito por John Von Neumann. Na proposta de Von Neumann, todo equipamento de computação deveria possuir quatro componentes: memória, unidade de processamento, dispositivos de entrada e dispositivos de saída, conforme apresentado na Figura 3. Adicionalmente, um certo conjunto de dados armazenado na memória deve ser interpretado pela CPU como instruções, eliminando a necessidade de fios para a programação do equipamento.



**Figura 3 - Modelo de Von Neumann**

## **2. Segunda Fase**

A segunda fase da evolução dos computadores ocorreu entre 1955 e 1965. A grande inovação foram os transistores que permitiram a redução no tamanho dos equipamentos e aumento de sua velocidade, além do aumento da confiabilidade do processamento. Também é desta época o surgimento das memórias magnéticas, que permitiram um aumento na capacidade e velocidade do armazenamento (Figura 4).

Nesta fase surgiram as primeiras linguagens e compiladores e, pela primeira vez, surgiu o conceito de sistema operacional como um software para automatizar todas as tarefas repetitivas utilizadas por diversos softwares e que, até então, eram realizadas manualmente (processamento batch). Originalmente, sempre que se desejava executar um programa, o programador deveria inserir este programa no equipamento (através de um cartão perfurado), este programa seria executado e finalmente o resultado seria impresso. Em geral este processamento demorava e era comum que se passassem horas até alguém perceber que o processamento havia finalizado. Nesta geração foi possível introduzir diversos programas e o "sistema operacional" existente era capaz de executá-los em sequência, ou seja, assim que um terminava, ele iniciava o seguinte e assim por diante, eliminando o problema da ociosidade.

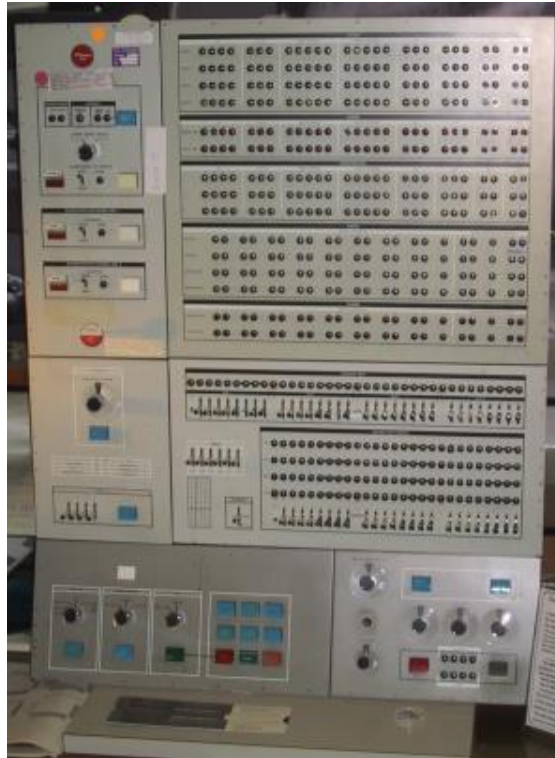


**Figura 4 - Exemplo de Mainframe e memórias de fitas magnéticas**

### **3. Terceira Fase**

Esta fase ocorreu no período compreendido entre 1965 a 1980, e foi marcada pela utilização dos circuitos integrados, que reduziram ainda mais o tamanho e os custos de produção de computadores, ampliaram a capacidade de armazenamento, processamento e confiabilidade dos computadores. Nesta época surgiu o conceito de família de processadores (IBM Série 360), em que vários equipamentos, com dispositivos diferentes conectados, eram compatíveis entre si (Fig. 5).





**Figura 5 - IBM 360**

Com o aumento dos recursos computacionais, os novos sistemas operacionais (como o OS/360) traziam novas possibilidades de gerência de processamento, permitindo que, enquanto um programa esperava pela entrada de dados do usuário, outro fosse processado. Esta tecnologia ficou conhecida como multiprogramação e é uma técnica básica envolvida na multitarefa cooperativa. Nesta geração também passou a existir uma "interação online"; foram criados os primeiros terminais de vídeo e teclados para comunicação com o software durante sua execução.

Ainda nesta geração, a multiprogramação evoluiu de maneira a melhorar os tempos de resposta na interação com os usuários desenvolvendo o conceito de time-sharing, isto é, cada processo compartilha a CPU por um intervalo de tempo. Surgiu nesta fase o sistema operacional UNIX, concebido inicialmente para o computador PDP-7, desenvolvido em Linguagem C, e tornou-se bastante conhecido por sua portabilidade.

Outras grandes novidades desta época foram os computadores de 8 bits da Apple e o sistema operacional CP/M (Control Program Monitor). Vale ressaltar que, nesta geração, houve a criação do padrão POSIX (Portable Operating System IX), que definiu uma interface mínima que sistemas UNIX devem suportar.

#### **4. Quarta Fase**

Nesta fase, que durou toda a década de 1980, a integração em larga escala (LSI e VLSI) permitiram uma redução substancial no tamanho e no preço dos equipamentos. Com isso houve o surgimento de computadores de menor tamanho, porém mais eficientes (variando desde os mais simples como o MSX

até os mais poderosos IBM-PCs), ambiente no qual surgiu o DOS (Disk Operating System), base dos "computadores pessoais" do período. Estes equipamentos tinham processamento relativamente limitado e, portanto, o DOS não suportava muitas das características de multiprogramação, time-sharing e outros.



**Figura 6 - MSX e IBM-PC**

No campo dos computadores de grande porte, surgiu o sistema VMS (*Virtual Machine System*) que, implementando todos os recursos concebidos até então, criou oficialmente o conceito de multitarefa em um sistema monousuário. Nesta fase surgiram os computadores capazes de multiprocessamento, com várias CPU's em paralelo, e os primeiros sistemas capazes de lidar com este tipo de característica também surgiram. Ocorreu ainda o desenvolvimento das redes de computadores, com o surgimento de diferentes protocolos de comunicação.

## **5. Quinta Fase**

A quinta fase marca a década de 1990 com o aumento da capacidade de processamento e armazenamento em proporções não previstas anteriormente, possibilitando aplicação de inteligência artificial, bancos de dados e multimídia em praticamente qualquer tipo de aplicação, tornando-as muito mais complexas. O conceito de processamento distribuído passou a fazer parte e a multitarefa veio para os computadores pessoais.

### **5.1 - Lei de Moore**

A lei de Moore surgiu em 1965 através de um conceito estabelecido por Gordon Earl Moore, fundador da Intel. Esta lei dizia que o poder de processamento dos computadores (entenda computadores em geral, não somente os computadores domésticos) dobraria a cada 18 meses (Fig. 7). Nas últimas duas últimas transições de tecnologia dão a entender que a nova cadência está mais próxima de 2,5 anos do que dos 18 meses citados originalmente por Moore, mas isso não desacredita a teoria.



A sexta fase teve início juntamente com o século XXI até o presente. As inovações são conhecidas pela maioria das pessoas, como a ubiquidade do acesso à rede, com redes sem fio e internet, com um aparente limite físico estabelecido da capacidade de processamento de uma unidade central de processamento e o multiprocessamento chegando aos computadores pessoais a baixos preços. A quantidade de memória e velocidade de comunicação das redes permitem que grandes massas de dados sejam processadas e transmitidas, possibilitando videoconferência a um baixo custo.

Pág. 7/9

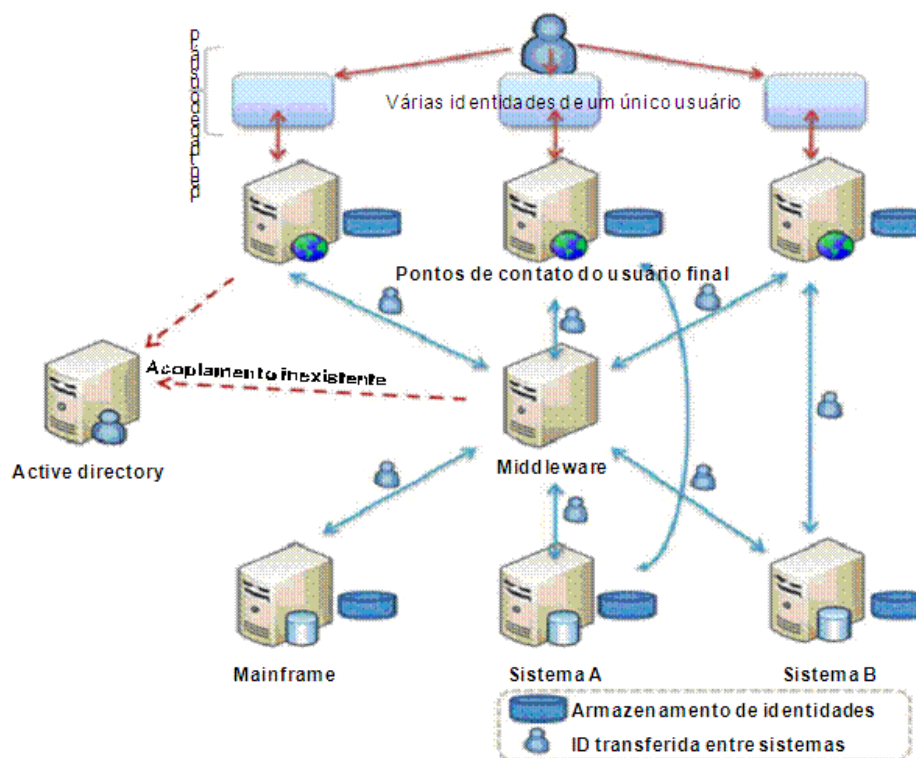


Figura 8 - Exemplo de processamento distribuído

## 7. Conceituando Arquitetura e Organização de Computadores

Uma questão comum que surge quanto ao funcionamento dos computadores é que tipo de processo está acontecendo dentro de um computador quando lhe damos uma instrução ou comando? O que acontece dentro dele?

A arquitetura de um sistema computacional estabelece o modelo da organização e funcionamento de um sistema de processamento (Fig. 9), com todas suas partes, divididas em seções, interagindo entre si. Os componentes e suas relações são representados através de sistemas hierárquicos, o que se mostra ideal para o estudo de conjuntos complexos e que atuam em diferentes níveis.

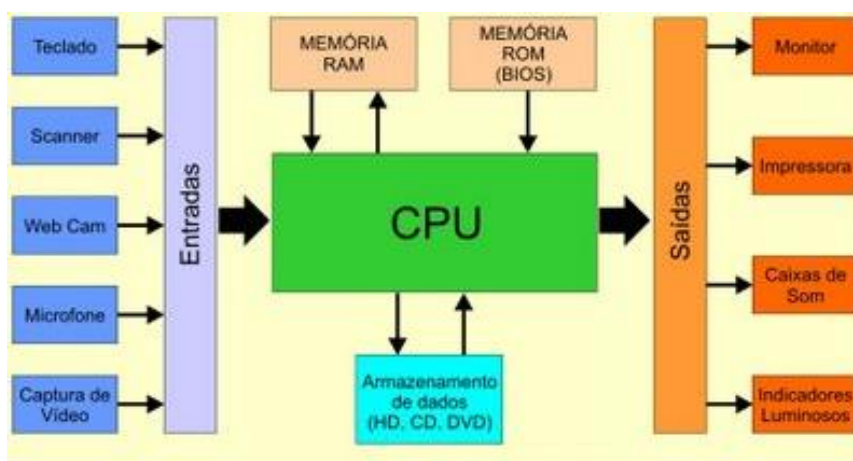


Figura 9 – Modelo organizacional do computador



## **7.1 - Arquitetura**

A arquitetura de computadores está direcionada à estrutura e comportamento do computador conforme a visão do seu usuário. Ela inclui os formatos da informação, o conjunto de instruções e técnicas para endereçamento da memória. Trata-se da teoria por detrás do desenho de um computador.

A arquitetura observa a estrutura e a organização do hardware, ou seja, refere-se ao funcionamento interno do computador. Preocupa-se com a estrutura e comportamento dos vários módulos funcionais de um computador, e como eles interagem para atender às necessidades de processamento do usuário, referindo-se aos atributos (conjunto de instruções, número de bits, mecanismos de E/S etc.), que são visíveis para o programador, ou seja, os atributos que tem impacto direto na execução do programa.

## **7.2 - Organização**

A organização de computadores diz respeito a forma com o que o hardware do computador opera e a forma com o que os seus dispositivos são interconectados para formar o sistema computacional. Supõe-se que os vários componentes estão nos seus devidos lugares, e a tarefa é investigar a estrutura organizacional a fim de se verificar que as partes do computador operam conforme deveriam.

Assim, a organização de computadores está focada na forma como os componentes de hardware estão interconectados para formar um sistema computacional. Diz respeito às unidades operacionais e suas interconexões que implementam as especificações de sua arquitetura, ou seja, como as características da arquitetura será implementada. São considerados atributos como sinais de controle, tecnologia de memória, tecnologia de transistores etc.