

1.1 - INTRODUÇÃO



O computador digital surgiu em resposta à necessidade do homem quanto a maneiras mais rápidas e eficientes de realizar grandes computações numéricas. Tais computações originam-se em situações práticas, como na solução de problemas de projeto de engenharia, bem como no decorrer de tentativas teóricas, tal como a de procurar localizar números primos. Tarefas como estas podiam ser executadas sem o auxílio da tecnologia do computador, mas em muitos exemplos seus valores seriam negados pelos seus custos em homem-horas e em resistência humana.

A informática vem assumindo, a cada dia, uma parcela mais importante em praticamente todas as atividades da sociedade. Os computadores, que surgiram há muitos anos atrás como resultado do desejo do homem de realizar seus cálculos de forma automática, permitem hoje automatizar não apenas estes, mas uma parte significativa das tarefas do ser humano, seja para fins profissionais ou pessoais.

Qualquer pessoa que tenha vivido num período onde estas máquinas não eram assim tão populares consegue entender o quanto se evoluiu nesta área, atingindo-se um alto e crescente nível de automatização.

Este nível de desenvolvimento da informática tem permitido acelerar a realização de tarefas e torna possível a realização de atividades impensáveis há alguns anos atrás. A automação bancária, os equipamentos informatizados para a medicina, as redes de computadores, os sistemas multimídias, os videogames, são apenas alguns poucos exemplos de serviços e de alternativas de lazer que os computadores têm oferecido ao ser humano.

Neste capítulo, como forma de introdução à disciplina, será relatada uma parte da "aventura" que nos permitiu ter, nos dias as poderosas máquinas e aplicações que nos rodeiam, através de como evoluíram as arquiteturas de computadores, desde os primórdios da informática ou da Ciência da Computação.

1.2 - CONCEITOS



Mas o que seria um **computador** ? - este pode ser definido como sendo uma máquina capaz de sistematicamente coletar, manipular e fornecer os resultados da manipulação de informações para um ou mais objetivos. Também pode ser definido como sendo uma máquina cuja função é resolver problemas através da execução de instruções que lhe são fornecidas. É constituído basicamente de dispositivos eletrônicos e eletromecânicos que permitem transmitir, guardar e manipular informações. Daí também ser chamado de equipamento de processamento eletrônico de dados.

O **processamento de dados** consiste na realização, pelo computador, de um conjunto de atividades ordenadas com o objetivo de se obter um resultado útil. Em outras palavras, o computador realizará uma série de atividades de maneira ordenada, objetivando produzir um determinado arranjo de informações a partir de outras obtidas inicialmente. Tais atividades são realizadas sobre um conjunto de informações de entrada (dados) e produzem um novo conjunto de informações de saída (resultado), o qual pode vir a ser considerado dados de entrada de um novo

processamento. A figura ao lado ilustra as etapas básicas de um processamento de dados.

Dentro do contexto de computação, é importante diferenciar os termos dado e informação, embora, algumas vezes, eles possam ser tratados como sinônimos.

Dado é um conjunto de fatos ou valores medidos (numéricos ou não), sem significado próprio. Existem diferentes tipos de dados que podem ser processados por computador: numéricos (inteiros, real, etc.), alfanuméricos (nomes, endereços, etc.), gráficos (mapas, desenhos, etc.) e sonoros (música, voz, etc.). Por exemplo, na palavra "elefante" cada letra é um dado alfanumérico.

Informação é definida como o significado que se confere aos dados, que pode ser diferente conforme o contexto de aplicação dos mesmos. Ou seja, a informação é um conjunto de dados organizados com o objetivo de se tomar decisões com relação a um determinado processo. O símbolo "elefante" traz informações sobre um elemento animal (mamífero de grande porte, se alimenta de vegetais, etc).



Figura 1 - Etapas básicas.

Dados os conceitos de dado e informação, podemos novamente definir computador como sendo um sistema coordenado de procedimentos e equipamentos capazes de manipular e transformar dados segundo um plano determinado, produzindo resultados informativos a partir destes dados. Tais resultados são utilizados para tomada de decisões mais precisas acerca de pesquisas, planejamento e gerenciamentos.

O que diferencia o computador de outras máquinas é o fato de não ter sua utilização pré-estabelecida em seu projeto, sua função é estabelecida conforme os procedimentos considerados para se alcançar determinados objetivos. Tais procedimentos controlam os equipamentos, sendo a parte lógica de um sistema de computação, o que é denominado software (soft: leve, intangível; ware: equipamentos). A parte física, visível de um computador (seus equipamentos eletromecânicos e circuitos eletrônicos) é denominada hardware (hard: duro, sólido e ware: equipamento). O hardware sozinho não funciona sem instruções (software) sobre o que e quando fazer.

Um software compõem-se de idéias e instruções formalizadas, que são introduzidos na máquina para fazê-la trabalhar, passo a passo, e produzir algum resultado. Ele dá vida ao computador, fazendo com que suas partes elétricas, eletrônicas e mecânicas possam funcionar. Pode ser imaginado como uma música, cuja mídia (música em disco, fita ou papel) pode ser tocada, mas não o produto intelectual em si. É constituído por um programa ou conjunto de programas.

Um programa é formado por um conjunto de instruções, as quais executadas passo a passo realizam uma determinada ação (uma operação aritmética, uma transferência de dados, um desenho, etc.). Para realizar uma determinada ação,

um computador necessita de instruções precisas, completas e finitas sobre cada passo a executar. Por exemplo, para um computador calcular a área do círculo usando a fórmula $\pi \cdot r^2$, com um valor numérico para o raio do círculo (r) como dado de entrada, temos os seguintes passos:

1. Ler o valor numérico para o raio do círculo e armazená-lo na memória.
2. Calcular o valor da área usando a fórmula $\pi \cdot r^2$ e armazená-lo na memória.
3. Imprimir (e/ou mostrar no vídeo) os valores dos raios e áreas correspondentes.
4. Parar

Os passos ordenados constituem o que é denominado **algoritmo**. Um algoritmo é "uma descrição de um padrão de comportamento expresso em termos de um repertório bem definido e finito de ações "primitivas", as quais damos por certo que podem ser executadas" (Guimarães/Lages). Os passos de um algoritmo são as instruções que serão executadas pelas máquinas, as quais devem ser colocadas em uma linguagem que o computador "entenda". Assim, "um programa é a formalização de um algoritmo em linguagem inteligível pelo computador" (Guimarães/Lages).

A linguagem de um computador é baseada em impulsos elétricos (desligado (0) e ligado (1)). É uma linguagem de difícil manipulação e entendimento pelo ser humano, foram desenvolvidas linguagens de programação mais próximas do estilo de linguagem humano (Pascal, Fortran, C). Estas linguagens apresentam uma sintaxe rígida sobre a qual são construídas as descrições de cada passo de um algoritmo e são denominados linguagens de alto nível. As linguagens de alto nível são transformadas em linguagem de computador (linguagem de baixo nível ou de máquina) por programas interpretadores ou tradutores.

Programas tradutores substituem cada instrução da linguagem de maior nível por uma sequência equivalente de instruções em linguagem de baixo nível. O computador então executa o novo programa em linguagem de baixo nível em vez do programa em uma linguagem de maior nível. **Programas interpretadores** recebem os programas escritos em linguagem de maior nível como dados de entrada e efetuam a execução examinando uma instrução de cada vez e executando a sequência equivalente de instruções em linguagem de baixo nível diretamente.

1.3 - HISTÓRICO



Figura 3 - Ábaco

Embora o conhecimento histórico da evolução dos computadores não seja essencial para compreender seu funcionamento, é interessante que o aluno possa ter oportunidade de acompanhar historicamente seu desenvolvimento.

É comum encontrar em livros sobre o assunto uma divisão histórica da evolução dos computadores segundo o elemento eletrônico básico de sua organização: válvulas, transistores, circuitos integrados, pastilhas de alta e altíssima integração (VLSI) e segundo os marcos históricos.

1.3.1 - PRINCIPAIS MARCOS HISTÓRICOS

O homem sempre tentou desenvolver meios que facilitassem o processamento dos dados. Num passado muito distante, se contava os objetos, os animais, etc., através de pedras ou de riscos como, conforme a história, eram feitos nas paredes das cavernas.

- 3000 a.c.: Ábaco. Possivelmente inventado pelo povo babilônico e que são utilizados até hoje no oriente. Na China recebe o nome de SUAN PAN e no Japão é conhecido como SOROBAN. É uma calculadora manual feita de fileiras de bolinhas que são digitadas empurrando-as para cima. As fileiras representam as unidades, dezenas, centenas e milhares. Esse dispositivo permitia a contagem de valores, tornando possível aos comerciantes babilônicos registrar dados numéricos sobre suas colheitas. Também os romanos se serviram muito dos ábacos, para efetuar cálculos aritméticos simples.
- **1642:** Blaise Pascal, com o intuito de ajudar seu pai, construiu um contador mecânico que realizava operações aritméticas de soma e subtração através de rodas e engrenagens dentadas. Este instrumento consistia em seis engrenagens dentadas, com um ponteiro indicando o valor decimal escolhido ou calculado. Cada engrenagem continha 10 dentes que, após efetuarem um giro completo, acarretavam o avanço de um dente de uma segunda engrenagem, exatamente o mesmo princípio de um odômetro de automóvel e base de todas as calculadoras mecânicas. A máquina, embora rudimentar, era eficaz para sua época, sendo inteiramente mecânica e não automática (funcionava por comando de uma manivela acionada manualmente).



Figura 4 - Calculadora de Pascal

1694: Gottfried Leibnitz construiu uma calculadora mais completa que a de Pascal, porque realizava as quatro operações aritméticas, e não apenas a adição e subtração da de Pascal. O calculador mecânico de Leibnitz era uma duplicata do calculador de Pascal acrescido de dois conjuntos adicionais de rodas, as quais permitiam a realização de multiplicação e divisão por meio de um processo de operações sucessivas. Ambas as máquinas, a de Pascal e a Leibniz, eram manuais.



Figura 5 - Calculadora de Leibnitz

1801: Primeira utilização prática de dispositivos mecânicos para computar dados automaticamente. Joseph Jacquard produziu com sucesso um retrato em tecelagem, cuja produção foi inteiramente realizada de forma mecânica e controlada automaticamente por instruções registradas em orifícios em cartões perfurados. Aí começa o conceito de armazenamento. Mas a missão de Jacquard não foi fácil porque tal processo despertou o temor pelo desemprego.



- Figura 6 - Tear de Joseph Jacquard

- 1823: Um dos últimos e mais importantes trabalhos pioneiros em computação por processos mecânicos foi realizado pelo inglês Charles Babbage. Ele projetou dois tipos de máquina: a máquina diferencial e a máquina analítica. A primeira delas (assim chamada devido ao nome do processo matemático de cálculo utilizado - diferenças finitas), foi idealizada para gerar tabelas de navegação para a Marinha britânica. Na época, as tabelas de navegação eram escritas manualmente por diversos funcionários, que eram contratados para:
 - Realizar sucessivas e repetitivas operações de adição e multiplicação e
 - Imprimir os resultados, escrevendo-os.

Devido a fadiga, sempre ocorriam erros. Já no segundo tipo de máquina, a analítica, consistia em um dispositivo de cálculo mais sofisticado. A máquina era, na realidade, um computador mecânico capaz de armazenar 1.000 números de 20 algarismos e que possuía um programa que podia modificar o funcionamento da máquina, fazendo-a realizar diferentes cálculos. Pode-se dizer que esta máquina foi a precursora dos primeiros computadores eletrônicos, inclusive no seu método de introduzir instruções por cartões perfurados (muito usado nas primeiras gerações de computadores eletrônicos). Embora inteiramente mecânica, a máquina analítica de Charles Babbage essencialmente possuía os mesmos componentes que um computador atual: memória formada de rodas dentadas de contagem; processador com uma unidade capaz de realizar as quatro operações aritméticas, unidade de controle constituída de cartões perfurados convenientemente para realizar esta ou aquela operação e saídas para uma impressora ou para um dispositivo perfurador de cartões. O programa criado para fazer a máquina funcionar foi desenvolvido por uma moça chamada Ada Augusta, que pode ser, então, considerada a primeira programadora de computador da história.



- **1889:** Herman Hollerith desenvolveu o cartão perfurado para guardar dados (sempre o cartão perfurado, desde Joseph Jacquard) e também uma máquina tabuladora mecânica, acionada por um motor elétrico, que contava, classificava e ordenava informações armazenadas em cartões perfurados (figura 1.3). Por causa desta invenção, a máquina tabuladora foi utilizada na apuração de dados do censo de 1890. O censo foi apurado em dois anos e meio, ao invés de 10 anos de processamento manual. Devido a este sucesso, Hollerith fundou a Tabulating Machine Company, onde mais tarde deu origem à IBM - International Business Machines, pelas mãos de Thomas Watson.



Tal máquina funcionava da seguinte maneira:

- Utilizava cartões onde cada coluna representava uma pergunta.
- Furo em determinada coluna do cartão representava a resposta àquela pergunta.
- Os cartões eram lidos por um dispositivo que consistia em uma tábua de pequenos pinos montados sobre molas e que conduziam eletricidade.
- Quando eles entravam em contato com o cartão, somente os pinos que estivessem sobre os furos passavam.

- Cada um desses que passava tocava uma pequena cavidade com mercúrio fechando um circuito elétrico.
- Cada cavidade estava ligada a um contador que era acionado cada vez que um pulso elétrico era transmitido.
- **1937:** Howard Aiken, desenvolveu um "computador", o Mark 1, utilizando os princípios básicos da máquina de Babbage com engrenagens decimais mas com estrutura computacional baseada em relés eletromecânicos. O projeto, que foi financiado pela IBM, era capaz de armazenar 72 números, e as instruções de dois operandos eram introduzidas na máquina por meio de uma fita de papel perfurado. Ao ser completado em 1944, o Mark 1 podia realizar uma soma em seis segundos e uma divisão em 12 segundos (Charles Babbage imaginava que sua máquina analítica poderia realizar uma adição em um segundo). No entanto, a eletrônica já começava a substituir elementos eletromecânicos por dispositivos muito mais rápidos, as válvulas, o que já tornava o Mark 1 (Algumas de suas características: 2,5 metros de altura; 18 metros de comprimento; 30 toneladas; 700 quilômetros de cabos) obsoleto antes de operar comercialmente em escala, e o seu sucessor, o Mark II, nem chegou a ser concluído.

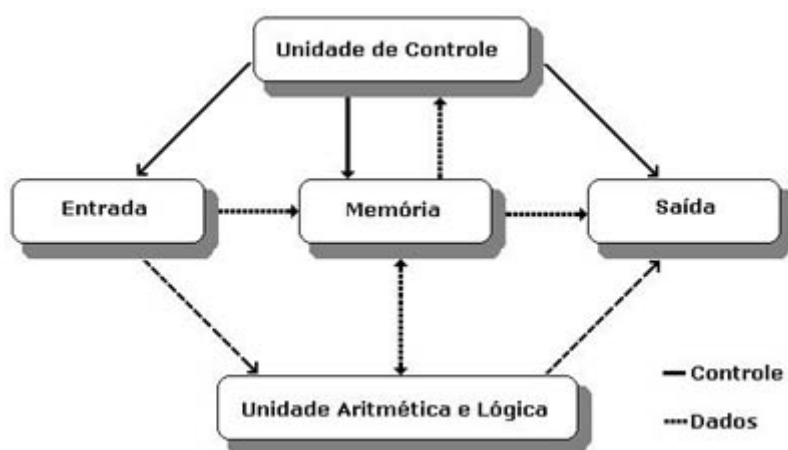


- **1939:** John Vincent Atanasoff projetou uma máquina calculadora para resolver equações lineares. Esta possuía capacitores elétricos para a memória que eram periodicamente refrescados para evitar que se descarregassem. Devido a tecnologia de hardware de seu tempo, a invenção apenas ficou registrada historicamente, sem que a intenção de seu inventor, de que a máquina se tornasse um dispositivo de emprego geral, fosse realizada.
- **1943:** Alan Turing, desenvolveu uma máquina com componentes eletrônicos utilizado para decodificar códigos militares. Sua grande desvantagem residia no fato de não ser uma máquina de emprego geral, pois não podia resolver outros problemas a não ser a quebra de códigos militares. Ela era, então, um sistema de computação com programa único. Turing é bastante conhecido pela teoria de computação que desenvolveu e conhecida como máquina de Turing, e que consistia na definição pela qual uma máquina poderia simular o comportamento de qualquer máquina usada para computação, se fosse adequadamente instruída para tal (isto é, se recebesse instruções através de uma fita de papel perfurado).

1945-1955: O primeiro computador eletrônico e digital é construído no mundo para emprego geral, isto é, com programa de instruções que podiam alterar o tipo de cálculo a ser realizado com os dados, foi denominado ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) e foi projetado por John Mauchly e John P. Eckert, inspirado no projeto de Atanasoff e com a contribuição de John Von Neumann. Von Neumann, juntamente com seus companheiros aperfeiçoou a lógica dos circuitos e estabeleceu um modelo estrutural de computador onde os dados e também o programa (instruções) eram armazenados na memória. Estes conceitos foram utilizados no EDVAC (Eletronic Discrete Variable Automatic Computer). O modelo estabelecido por Von Neumann no relatório "First Draft of a Report on the EDVAC" estabelecia um modelo de computador com uma memória simples para armazenamento de dados e instruções, uma unidade lógica e aritmética para processamento de dados e dispositivos de E/S.



Conforme pode ser observado na figura 10, este modelo ainda é o utilizado nos computadores convencionais atuais, sendo que estes evoluíram em velocidade, capacidade de armazenamento, miniaturização, consumo de energia e calor, e outras inovações, mas a arquitetura básica permaneceu, apresentando um processamento de dados inerentemente sequencial baseado em ciclos de instruções sequenciais divididos em subciclos de busca e execução. A primeira comercial construído com esta arquitetura foi o UNIVAC 1.



1.3.2 - EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

De acordo com a tecnologia da época, temos os computadores classificados em gerações:

1.3.2.1 – Geração zero: Computadores Mecânicos (1642 – 1945)

Eram computadores que operavam com engrenagens mecânicas e eletromecânicas com baixa velocidade de processamento e falta de contabilidade devido ao seu armazenamento e movimento ser baseado em engrenagens incapazes de executar o mesmo movimento e com desgaste ao longo do tempo. São exemplos desta geração as máquinas de [Pascal](#), [Leibnitz](#), [Babbage](#), etc.

1.3.2.2 - Primeira Geração: Válvulas (1945 – 1955)

O estímulo para o computador eletrônico foi a Segunda guerra Mundial. Os computadores tinham o funcionamento baseado à válvulas. A função básica de uma válvula é controlar o fluxo da corrente, amplificando a tensão que recebe de entrada simulando os efeitos que se espera de portas de circuitos lógicos. Utilizavam cerca de 20000 válvulas. Quebravam após algum tempo de uso contínuo, resultando-se em uma falta de confiabilidade, principalmente nos resultados finais. Eram máquinas grandes com alto consumo de energia, dispositivos de E/S primitivos (programação através da comutação de chaves no console e posteriormente, por linguagem de máquina). Exemplos: [ENIAC](#) (Tinha como características: Reduziu para 30 segundos os cálculos de trajetórias de mísseis que antes levavam cerca de 1000 segundos; às vezes era 1000 vezes mais rápido que o MARK I; 170 metros quadrados; 30 toneladas; 18000 válvulas e não trabalha por muitos minutos seguidos sem que alguma não se queimasse; 10000 capacitores; Programação era feita através da ligação de fios e por isso demorava semanas; Consumia cerca de 200 KW), EDVAC (Usava 10% do volume de equipamento do ENIAC; Tinha 100 vezes mais memória que o ENIAC), UNIVAC I (foi o 1º a utilizar os conceitos de VON NEUMANN; possuía em torno de 20 metros quadrados; pesava 5 toneladas; foi o 1º a ser produzido em escala comercial; foram comercializados 15 computadores), IBM-série 700.



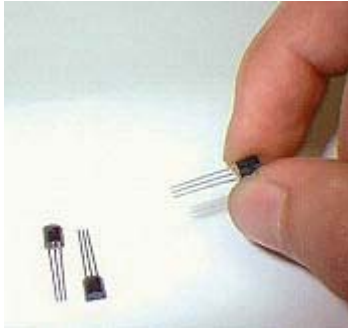
1.3.2.3 - Segunda geração - transistores (1955-1965)

O transistor revolucionou os computadores, e no final dos anos 50 os computadores a válvula estavam obsoletos.

Os computadores baseados em transistores eram mais compactos, rápidos e com gasto menor de energia que as válvulas. Desta forma, os computadores desta geração eram máquinas menores, com consumo menor de energia, não precisavam de tempo para aquecer sendo mais rápidas e confiáveis que as gerações anteriores. Exemplo clássico foi o IBM-1401, além do Dec-PDP-1, CDC-6000.

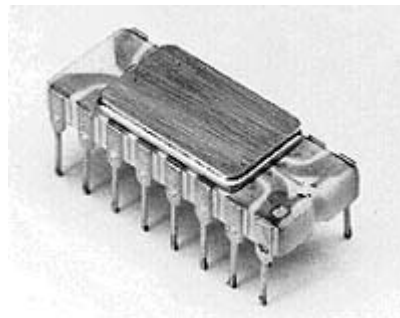
Nesta época, apareceram as primeiras linguagens de programação de alto nível.

OBS.: Em 1961, chega oficialmente o 1º computador ao Brasil. Era um UNIVAC 1105 ainda com válvulas e foi para o IBGE.



1.3.2.4 - Terceira geração - Circuitos Integrados (1965-1980)

A utilização crescente dos transistores levou a uma pesquisa sobre como construir uma pastilha equivalente a vários transistores, o que levou a construção dos circuitos integrados (CI.). Circuitos integrados são componentes eletrônicos colocados em uma pastilha de silício agrupando funções de vários transistores. Este encapsulamento tornou possível construir computadores menores, mais rápidos e mais baratos que seus predecessores transistorizados. Na terceira geração a tecnologia permitiu a construção de circuitos integrados de pequena (SSI), média (MSI) e larga (LSI) escala (Small, Medium e Large Scale Integration). As inovações foram o conceito de família de computadores, multiprogramação. Exemplo: IBM 3090.



1.3.2.5 - Quarta geração - Circuitos VLSI e computadores pessoais (1975 em diante)

Nos anos 80, a VLSI (Very Large Scale Integration, ou seja, Integração em Escala Muito Grande) tornou possível colocar dezenas de milhares, depois centenas de milhares, e finalmente milhões de transistores em uma única pastilha. Este desenvolvimento levou a computadores menores e mais rápidos. Até então, os computadores eram tão grandes e caros que as companhias e universidades tinham que ter departamentos especiais, denominados centros de computação para operá-los. Com o advento do minicomputador, um departamento podia comprar seu próprio computador. Por volta de 1980, os preços tinham caído tanto que era possível a uma pessoa física possuir seu próprio computador. A era do computador pessoal tinha começado. Exemplos de representantes: PCs Intel, Macintoshs, Pentium, Alpha AXP, Power PC, Ultrasparc, Cray-1 e 2, IBM-Scalable Power.

