

Para uma História da Informática

© José Maria Fernandes de Almeida

1 - Alguns factos históricos

A utilização, pelo Homem, de *máquinas auxiliares* para Tratamento da Informação é conhecida há muitos séculos: o ábaco é usado, pelo menos desde o século VIII Antes de Cristo, para efectuar com facilidade adições e subtracções e, com alguma habilidade, multiplicações e divisões.

Blaise Pascal construiu, em 1642, uma máquina de calcular com engrenagens mecânicas que permitia efectuar as quatro operações aritméticas. Esta máquina ainda hoje sobrevive, na sua versão electromecânica, sob a forma de máquinas registadoras, facturadoras e de contabilidade.

Jacquard em 1801 inventa o cartão perfurado (metálico) sobre o qual são codificadas operações repetitivas (programa) que permitem o comando automático de teares.

Em 1822 Charles Babbage publica um trabalho intitulado *Differential Engine* ⁽¹⁾ em que enuncia os princípios a que deve obedecer a construção de uma máquina que possa efectuar operações algébricas: o *programa* deverá residir na própria máquina, os resultados intermédios do cálculo deverão ser *memorizados* no seu interior e deverão existir dispositivos que permitam a introdução dos dados e visualização dos resultados.

Samuel Morse descobre o telégrafo "*por fios*" em 1832 e inventa um código para transcrição de letras algarismos e símbolos sob a forma de impulsos eléctricos intermitentes.

Em 1854 G. Boole apresenta uma nova Álgebra (*Álgebra Booleana*) tendo por base a aplicação de operadores lógicos (E, OU, NÃO) a elementos algébricos.

Em 1873 Maxwell descobre o electromagnetismo e publica o *Tratado de electricidade e magnetismo*.

Graham Bell, em 1876, inventa o telefone permitindo a transmissão da voz à distância sob a forma de impulsos eléctricos analógicos.

Hollerit, em 1886, inventa um código para a transcrição de dados, letras algarismos e símbolos, sob a forma de perfurações realizadas sobre um cartão em papel e constrói máquinas electromecânicas (*tabuladoras*) que, mediante um programa armazenado internamente, realizam o Tratamento dos Dados de modo a obter resultados sob formas previamente determinadas. A utilização deste tipo de máquinas sofre grande expansão quando acopoladas a *calculadoras* electromecânicas (mais tarde electrónicas "*a válvulas*"), *interpretadoras*, *separadoras/intercaladoras* e *impressoras*. A construção e comercialização deste tipo de máquinas deu origem à criação de grandes Empresas nos U.S.A. que hoje são Multinacionais bem conhecidas.

Em 1903 é descoberta a válvula electrónica (díodo em 1903 e e tríodo em 1907) que vai permitir a construção de emissores e receptores rádio transmitindo a voz à distância, "*sem fios*", sob a forma de ondas hertzianas.

Frederick Taylor publica em 1911 o trabalho *The principles of scientific management* dando origem à primeira *Escola* de Administração e Gestão de Empresas.

(1) Não se sabe se a *Differential Engine* chegou a ser construída.

Em 1915 é descoberto o teleimpressor.

Henri Fayol publica em 1916 o trabalho *Administration industrielle e générale* segundo os princípios enunciados por Taylor aplicando-os à actividade Administrativa nas Empresas.

Em 1936 é descoberta a televisão comercial.

O Professor J. von Neumann publica, em 1946, um trabalho intitulado *Electronic Discrete Variable Automatic Computer* em que apresenta a arquitectura dos actuais computadores série: uma Unidade Central de Processamento que contem o Processador, a Memória e a Unidade Aritmética e Lógica e, exteriormente a esta UCP, um conjunto de dispositivos denominados genericamente Periféricos.

Oficialmente o primeiro computador electrónico foi concebido e construído em 1946 na Universidade de Pennsylvania, nos U.S.A. e denominado pela sigla ENIAC (Electronic Numeric Integrator and Computer).

Em 1947, Max Weber publica a sua obra *The theory of social and economic organization (Burocracia)* que constituiu o primeiro trabalho académico sobre Administração e Gestão de Empresas.

Em 1948, nos Laboratórios BELL nos U.S.A., é descoberto o transistor que contribuirá, a partir de 1960, para a miniaturização dos circuitos electrónicos e para a redução do volume físico dos Computadores.

Claude E. Shannon e Warren Weaver publicam em 1949 o trabalho intitulado *The mathematical theory of communication* dando origem à primeira *Escola* de comunicação.

A I.B.M. inventa, em 1950, a primeira linguagem simbólica para programação de computadores FORTRAN (**FOR**mula **TRAN**slator) destinada a ser usada por cientistas, físicos e matemáticos.

Em 1952 a transportadora aérea American Airlines dos U.S. desenvolveu um sistema automático de reservas de passageiros recorrendo ao uso conjugado do computador e das técnicas de telecomunicação.

A primeira linguagem simbólica para programação de computadores adequada ao tratamento da informação para gestão é desenvolvida a partir de 1958 e denominada COBOL 60 (**CO**mmon **B**usiness **O**riented **L**anguage).

Em 1962 é lançado para o espaço, exterior à Terra, o primeiro satélite artificial para telecomunicações (TELSTAR).

Philippe Dreyfus, em 1964, por fusão dos vocábulos *information* e *automatique*, criou o neologismo *INFORMATIQUE* o qual deu origem, em português, ao galicismo *INFORMÁTICA*.

Em Abril de 1966 a Academia Francesa afectou à palavra *INFORMATIQUE* (*INFORMÁTICA*) a definição:

Ciência do Tratamento racional da Informação, nomeadamente por meios automáticos, considerada como suporte dos conhecimentos e das comunicações nos domínios técnico, económico e social.

Em 1968, L. von Bertalanffy na sequência de trabalhos publicados desde 1956 publica a *General systems theory*, dando origem à *Escola* Sistémica para Gestão das Organizações.

Niklaus Wirth cria, em 1971, uma linguagem simbólica (PASCAL) tendo em vista o ensino das técnicas de programação e dá origem à técnica de *Programação Estruturada*.

Em 1974 Cyrus F. Gibson e Richard Nolan publicam um trabalho intitulado *Managing the four stages of EDP growth* em que enunciam quatro estados para o ciclo de desenvolvimento da Informática: **Iniciação**, **Expansão**, **Controlo** e **Integração** representando-o por uma curva:

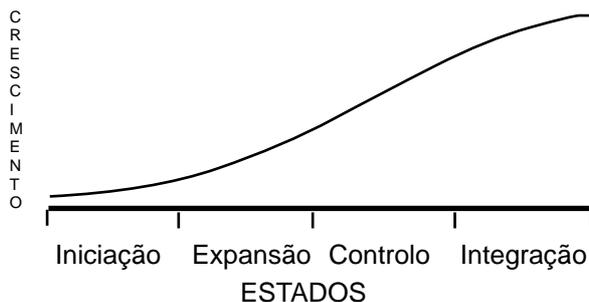


figura - 1 -

James Martin enuncia em 1976, no trabalho *Principles of Data-Base management*, a definição de Base de Dados e os princípios a que deve obedecer um Sistema de Gestão de Base de Dados criando o conceito de separação de dados e programas.

Em 1978 no "Relatório Nora-Minc" *l'informatisation de la société* surge um novo neologismo TELEMATIQUE com o significado literal de Informática à distância e reunindo, pela primeira vez, com um objectivo comum as Ciências Informática e das Telecomunicações.

Também em 1978 Jean-Louis Le Moigne no trabalho *La Théorie du Système d'Information Organisationel* enuncia uma definição de Informação: *objecto formatado (dotado de formas reconhecíveis) criado artificialmente pelo Homem a fim de representar um acontecimento percebido por ele no mundo real*, conduzindo à hipótese do Tratamento da Informação poder ser considerado com a transformação de objectos formatados noutros com forma adequada à cultura de quem deles se vai servir.

Em 1979 Richard Nolan publicou um artigo sob o título *Managing the crisis in data processing* em que re-analisou os estados para o ciclo de desenvolvimento da Informática tendo constatado a existência de 6 estados:

Iniciação	instalação do computador na Empresa e introdução da automatização;
Expansão	rápida proliferação e crescimento dos Sistemas Computorizados na Empresa;
Controlo	intervenção da gestão no sentido de travar o crescimento rápido dos custos e de controlar o processamento de dados;
Integração	ponto de transição para uma fase de crescimento controlado e integração das diversas aplicações em Sistemas coerentes;
Administração de dados	conclusão do desenvolvimento e implantação de um Sistema integrado de base de Dados;
Maturidade	estado final do tratamento da informação na Empresa;

representando-o, graficamente, por uma curva:

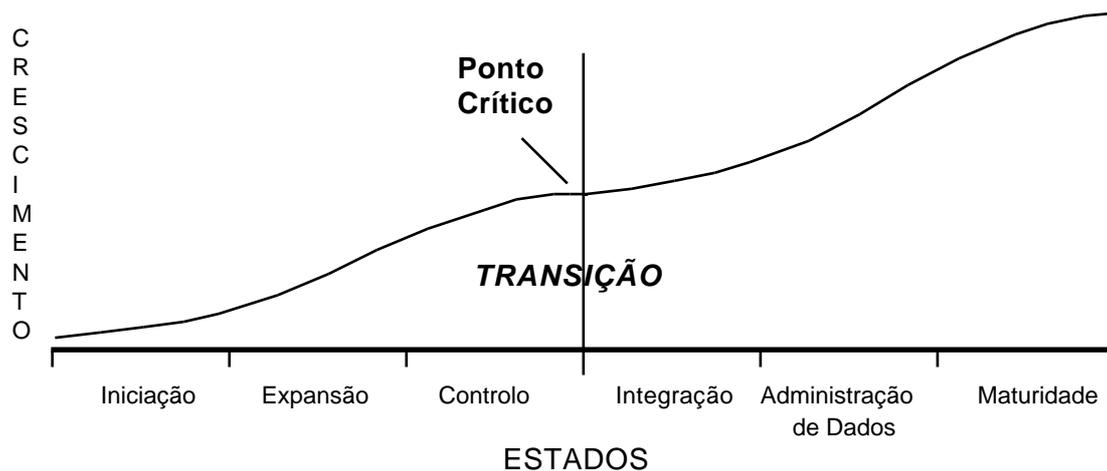


figura - 2 -

No final da década de 1970/80 John Sinclair, no U.K., concebeu um computador minúsculo que denominou ZX81 integrando na sua Unidade Aritmética e Lógica um interpretador para uma linguagem de programação (BASIC - **B**eginners **A**ll-purpose **S**ymbolic **I**nstruction **C**ode), utilizando como periféricos, para além de um teclado de membrana, um receptor de TV e um gravador de "cassettes" musical e que era vendido ao público por cerca de 100 libras esterlinas. A capacidade da memória deste computador era cerca de 8 vezes maior que a do ENIAC.

Paralelamente, Steven Jobs, nos U.S.A., concebe, segundo os mesmos princípios de miniaturização, facilidade de utilização e baixo preço, um computador que denomina Apple.

Vários construtores iniciam, nessa época, a produção em larga escala de computadores miniaturizados, de fácil utilização e baixo preço de venda. O computador transforma-se num **Bem para consumo**.

Na mesma época Bill Gates e Paul Allen criam, nos U.S.A., a MicroSoft, adquirem um Sistema Operativo à Seattle Computer (Q-DOS), repabtizam-no MS-DOS: (Microsoft Disc Operating System), celebram um contrato com a IBM para este tipo de computadores (Personal Computers) e banaliza-se o seu uso nas Empresas e no ambiente doméstico.

Dave Thomas, num artigo publicado em 1989, *Wath's in an Object?* considera que um *Objecto é uma imagem analógica, computerizada, de uma entidade existente no mundo real*, reactivando a definição de Informação enunciada por Le Moigne 11 anos atrás.

Também em 1989 Dave Thomas, Peter Wegner, Mahesh H. Donani, Charles E. Hughes, J. Michael Moshell e Tom Thompson, num conjunto de artigos publicados sob o título englobante *Object-Oriented Programming*, prevêem um novo processo para Informatização de Sistemas de Informação, incluindo as seguintes etapas:

- . identificação e classificação dos objectos existentes na Organização;
- . especificação das operações que os objectos proporcionam;
- . especificação do subsistema de comunicação entre objectos.

Os factos históricos enunciados contribuíram directamente para o desenvolvimento das Ciências Informática e das Telecomunicações e representam o esforço desenvolvido pelo Homem, ao longo dos séculos, para tornar mais eficazes e mais eficientes actividades que lhe são inerentes desde o seu nascimento:

- . a codificação de acontecimentos perceptíveis por ele no meio ambiente em que se insere;

- . a criação artificial de objectos que têm por finalidade representar aqueles acontecimentos;
- . a memorização dos objectos criados;
- . a transformação dos objectos criados noutros adequados à cultura de quem deles se irá servir;
- . a transmissão dos objectos criados, ou transformados, para terceiros.

Pode considerar-se que o Tratamento Automático da Informação já se realizava usando *tabuladoras* embora a definição de Informática só tenha sido enunciada em 1966. No entanto até data muito recente existia uma dupla denominação, para aquele tratamento:

- . **Electronic Data Processing (EDP);**
- . **Informatique;**

a primeira usada em trabalhos publicados nos U.S.A. e a segunda, traduzida para os respectivos idiomas nacionais, nos publicados na Europa.

Da análise dos factos históricos enunciados ressalta a aceleração do desenvolvimento da Informática a partir do ano de 1946 e o início da cooperação com as Telecomunicações, em 1952 nos U.S.A., pondo em comum recursos para Tratamento Automático e Transmissão da Informação. Esta cooperação é definida, em França, no ano 1978 sob a denominação *Télématique* embora já fosse designada por *Teleprocessing* nos U.S.A..

Considerando como origem para o Tratamento Automático da Informação a *tabuladora* de Hollerit e para a Transmissão da Informação o telégrafo "por fios" de Morse esta evolução pode representar-se graficamente:

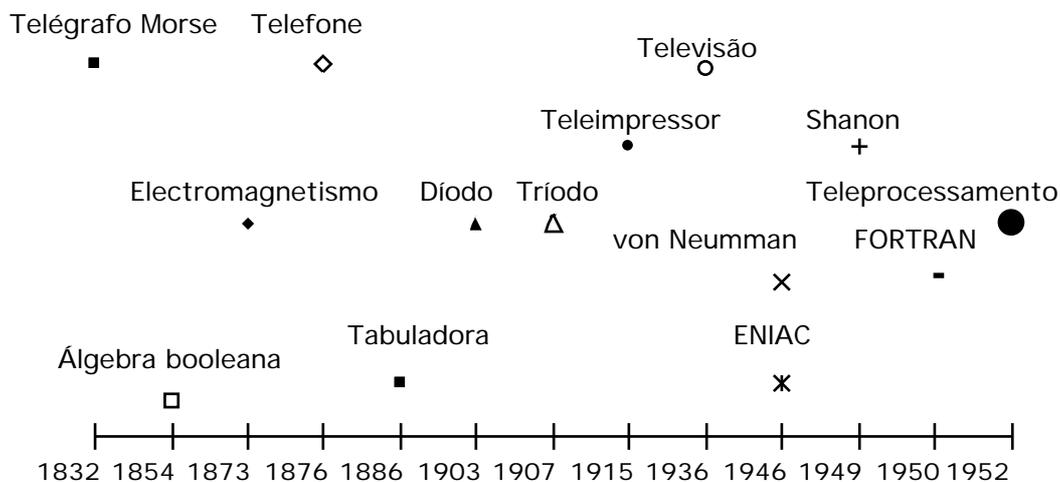


figura - 3 -

Para as Telecomunicações os primeiros trabalhos de análise e definição de conceitos são apresentados por Shannon e Weaver, nos U.S.A., em 1949, 73 anos depois do funcionamento do primeiro telefone.

Para o Tratamento Automático da Informação só em 1966, 87 anos após a invenção da *tabuladora*, é criada em França a definição de Informática.

A primeira análise sobre o Tratamento Automático da Informação é realizada por Nolan e Gibson em 1974 nos U.S.A., passados 22 anos sobre a entrada em exploração do primeiro sistema de teleprocessamento.

Os trabalhos *teóricos* sobre o Tratamento Automático da Informação e as Telecomunicações sucedem a implementação técnica que decorre da investigação experimental.

Embora a actividade de gestão das organizações seja inerente ao Homem há milhões de anos o primeiro trabalho sobre Administração e Gestão de Empresas só é publicado em 1911.

A Teoria Geral dos Sistemas é enunciada em 1968 mas, só 10 anos mais tarde se formaliza, em *La Théorie du Système d'Information Organisationel*, a relação entre Sistema, Organização e Informação.

Onze anos após o enunciado da definição de Informação como objecto, em *La Théorie du Système d'Information Organisationel*, é formulado, no trabalho *Object-Oriented Programming*, o "velho Tratamento Automático de Dados" como Tratamento Automático da Informação.

Embora a denominação Informática de Gestão (sintaticamente incorrecta) faça parte do vocabulário corrente só muito recentemente se começa a "sedimentar" uma disciplina Informática, fundamentada em experimentação, análise, formulação de hipóteses e sua verificação, aplicada à Gestão das Organizações para cujo desenvolvimento contribuíram, principalmente, a Matemática, a Física, a Engenharia e a Administração e Gestão de Empresas.

FACTOS HISTÓRICOS

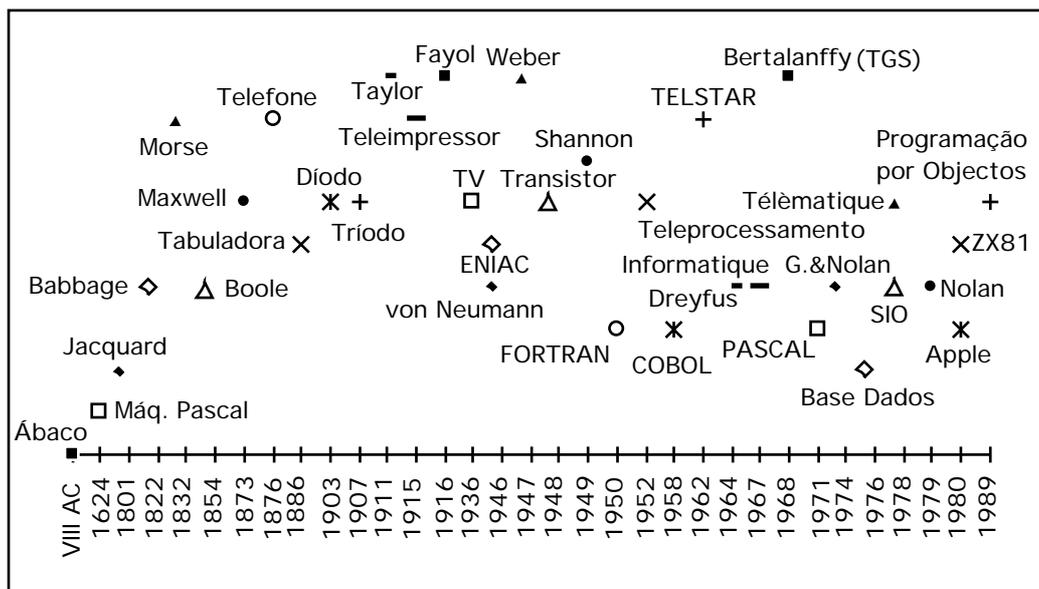


figura - 4 -

2 - Hardware e Software

A distinção entre Hardware e Software só tem sentido a partir da construção do ENIAC. Anteriormente o programa para comando da *máquina* era, na maior parte dos casos, constituído por um conjunto de peças metálicas (*cavaletes*) que se inseriam, em posições previamente determinadas, numa *barra* móvel e que "disparavam", à sua passagem, comutadores eléctricos que accionavam dispositivos electromecânicos em sequência; o retorno da *barra* móvel à sua posição inicial, sem accionar qualquer comutador, assegurava, na passagem seguinte, a repetição das operações.

Programar uma *tabuladora* era construir circuitos eléctricos sobre um painel (*painel de programação*) que asseguravam, segundo regras previamente definidas, a execução das operações. Cada *painel* correspondia a um programa e o lançamento de um novo programa correspondia à paragem da *tabuladora*, retirada do *painel*, inserção de novo *painel* e arranque da *tabuladora*.

Existiam equipamentos especializados em determinadas operações, por exemplo a *separadora/intercaladora*, que possuíam programas fixos. Para ordenar por ordem ascendente, segundo um código de 5 algarismos, um bloco de cartões perfurados era necessário repetir a operação 5 vezes: uma vez para cada coluna perfurada.

A introdução de programas na memória de um computador, como o ENIAC, realizava-se através do posicionamento de comutadores eléctricos integrados num painel de programação e o accionamento de outros que permitiam avançar o *endereço* (memory address) na memória.

Este procedimento era fastidioso e cedo se começaram a *escrever os programas* sobre papel e a transcrevê-los para cartões perfurados em 80 colunas que eram *lidos* (read) para a memória *carregando* (load) assim o programa onde ficava *armazenado* (store).

As *instruções* (command) eram redigidas em código binário. A *codificação* (code) em binário era fastidiosa e realizada por especialistas. Cedo esses especialistas construíram programas que lhe permitissem ler as instruções escritas utilizando mnemónicas e traduzi-las para a codificação binária. A par dos componentes dos computadores (Hardware) surgem os conjuntos de programas que, por oposição, se passam a denominar Software.

2.1 - Evolução do Hardware

As *tabuladoras* concebidas por Hollerit eram máquinas electromecânicas com reduzida capacidade para a realização de operações de cálculo, pelo que lhe eram acoplados dispositivos, também electromecânicos, que, com relativa rapidez, efectuavam o cálculo utilizando dados codificados em binário por impulsos eléctricos intermitentes sobre circuitos *lógicos* construídos segundo os princípios enunciados por Boole na sua Álgebra. Os electro-ímans foram substituídos por válvulas electrónicas após a sua descoberta.

Ao primeiro computador electrónico digital⁽²⁾ oficialmente construído, o ENIAC, sucederam-se vários (EDSAC, ILLIAC, FLAC, MIDAC, UNIVAC, ORDVAC, OARAC, MANIAC, OBADAC, CYCLONE, ...) todos concebidos segundo a arquitectura enunciada por von Neumann e apresentando cada um deles ligeiras melhorias em relação ao anterior. Eram equipamentos volumosos, com grande consumo de energia eléctrica⁽³⁾, elevada difusão de calor e o custo do seu fabrico era elevado.

⁽²⁾ Há época distinguia-se computador electrónico digital de analógico. No primeiro a representação de uma quantidade variável não tem um formato contínuo sendo substituída por uma variável quantificada cujo valor é substituído por um número, normalmente, codificado num sistema binário. No segundo existia uma grandeza física, normalmente uma diferença de potencial eléctrico, que varia em função da variação contínua da quantidade que se pretende representar.

⁽³⁾ O ENIAC consumia 150 KWH de energia eléctrica. Um computador pessoal actual tem um consumo mil vezes menor: cerca de 100 WH.

A descoberta das propriedades do germânio e a construção, nos Laboratórios Bell, do transistor permitiu a construção, segundo a mesma arquitectura, de computadores menos volumosos, com consumo de energia eléctrica reduzido, fraca difusão de calor e custo de fabrico menor que o dos anteriores. A estes computadores, que rapidamente começaram a ser comercializados, foi atribuída a denominação de *segunda geração* deduzindo-se que a anterior seria a *primeira* e teria tido uma existência de cerca de 12 anos (1946 - 1958).

A descoberta das propriedades dos *cristais de silicium* que permitiram construir circuitos integrados sobre um cristal ao invés de utilizar fios de cobre e transistores reduziu a duração da *segunda geração* de computadores a quatro anos (1960 - 1964).

Após a *terceira geração* de computadores este tipo de denominação passou a ser utilizada com fins comerciais e perdeu a sua credibilidade.

A aplicação das descobertas, realizadas pela investigação laboratorial em Física, Química e Electrónica, na construção dos computadores provocou a sua miniaturização volumétrica, a redução do consumo de energia eléctrica para quantitativos ínfimos e a dissipação de calor tornou-se, praticamente, nula.

A miniaturização volumétrica permitiu aumentar a capacidade de memorização interna e a velocidade de execução das operações. No entanto, continua a ser utilizada na construção de computadores a arquitectura concebida por von Neumann embora tenham sido enunciados outros tipos de arquitectura, nomeadamente, a paralela. Existem computadores construídos segundo uma arquitectura paralela⁽⁴⁾ mas, são, até à data, utilizados em ambientes especializados e restritos.

A memória interna de um *grande* computador de *segunda geração* tinha uma capacidade de armazenagem de 32K (32.000 caracteres), era construída com "ferrites" (toros de óxido de ferro), ocupava um volume de cerca de meio metro cúbico e o ciclo de base (tempo durante o qual se realizava uma instrução simples) era, aproximadamente, de 10 microsegundos (0,00001 s). Actualmente numa superfície de 2,5 mm x 2,5 mm sobre um *cristal de silicium* é possível armazenar 256K (256.000 caracteres) e o ciclo de base, num *Personal Computer*, pode atingir 40 nanosegundos (0,00000004 s).

A capacidade da memória interna dos computadores era e continua a ser insuficiente para armazenar o quantitativo de dados e programas que se utilizam, correntemente, num só computador. De início as *memórias externas* (Backing Memory) eram constituídas pelos conjuntos de cartões perfurados ou pelos rolos de fita de papel perfurada, uns e outros denominados *Ficheiros* (File) e identificados por um nome, a maior parte das vezes, mnemónico.

A *actualização* (update) de um Ficheiro, normalmente denominado *Ficheiro Mestre* (Master File), realizava-se pela adição de novos cartões perfurados (totalmente *novos* New, ou a partir da reprodução parcial de um antigo a que se acrescentava uma *modificação* (Modify) de conteúdo) e pelo *abate* (Delete) dos cartões que tinham deixado de ser utilizados. Para a fita de papel o processo era semelhante no entanto, a execução das operações era mais complicada e exigia a criação de todo um rolo de fita novo a partir do anterior. Este procedimento clássico envolvia a intervenção de três Ficheiros: o anterior, normalmente denominado *Father*, o que continha as actualizações, denominado *Mother*, e o actualizado, denominado *Son*. O procedimento era denominado na gíria por *Father-Son*.

O material utilizado nas *memórias externas* era perecível e não reutilizável. A alternativa disponível era a utilização de material plástico revestindo a sua superfície com uma substância magnetizável. Assim, foram construídas fitas-magnéticas, enroladas em bobinas, e cartões-magnéticos que substituíam com vantagem a fita e cartões de papel perfurado. Na mesma época (anos 1960) foram construídos outros suportes magnéticos

⁽⁴⁾ Na arquitectura von Neumann um único processador comanda e controla a execução das operações, uma de cada vez sobre um único conjunto de dados. Na arquitectura paralela vários processadores comandam e controlam a execução de uma mesma operação sobre vários conjuntos de dados ou de várias operações sobre conjuntos de dados de natureza diversa.

tendo por finalidade consubstanciar as *memórias externas*: tambores (Cilindros de revolução), discos e fichas de papel com "tarja" magnética.

Apenas a fita e o disco magnético sobreviveram até à data. No entanto, a indústria não cessou de aperfeiçoar os processos de fabrico destes suportes e a sua capacidade de armazenagem⁽⁵⁾, fiabilidade, duração e resistência à deformação provocada pela velocidade a que são submetidos são muito superiores às disponíveis inicialmente.

Recentemente, a tecnologia Lazer permitiu construir novos suportes sob a forma de disco, denominado "disco óptico" (CD-ROM Compact Disc Read Only Memory), utilizáveis como *memórias externas* com elevada capacidade de armazenagem⁽⁶⁾ em relação aos seus homónimos magnéticos. No entanto, à data, não é conhecido o processo de reutilização do disco óptico pelo que não constitui uma alternativa ao magnético.

Tem sido desenvolvidos outros tipos de suporte para construção de *memórias externas*, nomeadamente "estáticas", isto é o registo e pesquisa da informação é realizado sem o recurso a movimento mecânico. A capacidade de armazenagem destes suportes é muito elevada quando comparada com a sua dimensão física no entanto em valor absoluto é ainda inferior à de uma *diskette* magnética.

Inicialmente os únicos meios para comunicação entre o Homem e a Unidade Central de Processamento de um computador eram através de comutadores eléctricos ou cartão e fita de papel perfurado. Os dados e programas eram transcritos para cartão ou fita e, através de *unidades de entrada* (Input), armazenados na memória interna e externas. Com o posicionamento correcto dos comutadores desencadeava-se a execução do programa e os resultados eram obtidos sob a forma de cartão ou fita perfurados em *unidades de saída* (Output).

A utilização destes meios era incómoda e cedo, nos anos 1960, se começaram a acoplar directamente à UCP máquinas de escrever, teleimpressores e impressoras de impacto onde eram impressos os resultados. Os dispositivos munidos de teclado (máquinas de escrever e teleimpressores) permitiam também a introdução de comandos mnemónicos que desencadeavam a execução do programa, substituindo assim o uso dos comutadores eléctricos.

A possibilidade de utilizar os teleimpressores e máquinas de escrever como unidades de *entrada/saída* (Input/Output) permitiu estabelecer uma primeira forma de diálogo entre o Homem e a Unidade Central de Processamento denominada utilização conversacional ou interactiva. No entanto, os teleimpressores eram muito ruidosos e lentos o que conduziu a que, ainda nos anos 1960, a parte da unidade de saída fosse substituída por ecrãs de raios catódicos (Televisores).

A transcrição dos dados para cartão ou fita perfurada era uma operação fastidiosa, repetitiva e demorada tendo sido construídos, também nos anos 1960, equipamentos para leitura óptica de caracteres (OCR - Optical Character Recognition), leitura de caracteres magnéticos (MICR - Magnetic Ink Character Recognition) e para reconhecimento da voz.

Todo estes dispositivos e equipamentos têm vindo a ser aperfeiçoados no sentido de um mais rápido funcionamento, melhor qualidade na execução da função e redução do preço de fabrico.

O quantitativo e variedade de periféricos que podem ser acoplados à Unidade Central de Processamento de um computador sobrecarregam o processador com um conjunto de tarefas apreciável, algumas das quais são de execução muito lenta em relação às que têm lugar na UCP (por exemplo: a impressão de resultados). Actualmente cada periférico é equipado com a sua própria UCP (Processador, Memória e UAL - Unidade Aritmética e Lógica) à qual o Processador Central envia os dados a processar e "passa" o comando e controlo das operações mantendo-se em comunicação apenas para "tomar

⁽⁵⁾ A primeira *diskette* comercializada tinha 5" 1/4 de diâmetro e podia armazenar 128 K; uma actual de 3" 1/2 de diâmetro pode armazenar 2,8 MB.

⁽⁶⁾ Um disco magnético de 5" 1/4 tem uma capacidade máxima de 720 K; num disco óptico com a mesma dimensão podem armazenar-se 800 MB.

conhecimento" do final da execução; entretanto comanda e controla outras operações que podem ser realizadas em simultâneo com a(s) que se executa(m) no(s) periférico(s).

Embora a arquitectura utilizada na sua construção seja a enunciada em 1946 por von Neumann o computador actual é um Sistema constituído por partes semelhantes entre si.

2.2 - Evolução do Software

Para computadores como o ENIAC a redacção dos programas era feita em *linguagem máquina* pelos seus próprios inventores, por cientistas ou técnicos e a programação constituía um prolongamento do Hardware intimamente ligada à operação e manutenção dos equipamentos. O primeiro programa que se redigia era conhecido na gíria por *boot strap loader* (boot) e tinha como única função preparar o computador para poder reconhecer caracteres, segundo um código previamente definido, e carregar na memória pequenos procedimentos para a execução de operações elementares.

A estrutura de uma *instrução máquina* era rígida e apresentava-se com a forma:

Endereço de Memória	Código Operatório	Endereço do 1º Operando	Endereço do 2º Operando
---------------------	-------------------	-------------------------	-------------------------

para um processador de dois endereços, ou

Endereço de Memória	Código Operatório	Endereço do 1º Operando	Endereço do 2º Operando	Endereço do 3º Operando
---------------------	-------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

para um processador de três endereços. No primeiro caso o resultado da operação era armazenado no endereço de memória afecto ao segundo operando pelo que este era destruído. A instrução, também denominada comando, era redigida em código binário e cada célula da estrutura dispunha de uma capacidade fixa para a inserção dos dígitos binários (BIT). A presença ou ausência de um dígito binário, isto é, a representação codificada 1 ou 0 correspondia à permissão ou inibição de passagem de corrente eléctrica num determinado circuito electrónico.

Alguns programas foram, logo no início da construção de computadores, *hardwerizados* isto é, construídos sob a forma de circuitos electrónicos fixos incorporados na UAL dos quais é exemplo o adicionador/subtraídor. O adicionador/subtraídor permitia, para além da execução das operações de soma e subtracção sobre dois números, determinar pela observação do resultado se um número era menor, igual ou maior que outro (negativo=menor, zero=igual, positivo=maior). Como os caracteres também eram codificados em binário, a utilização do mesmo circuito permitia determinar a posição relativa de dois caracteres numa tabela de codificação⁽⁷⁾

O computador dispunha, normalmente, apenas de um circuito electrónico adicionador/subtraídor implantado na UAL o qual não tinha aptidão directa para a execução das operações aritméticas multiplicação e divisão. No entanto, o algoritmo para a sua execução, respectivamente por somas e subtracções sucessivas, era conhecido há milhares de anos. Assim, os primeiros programas de cálculo que foram redigidos destinavam-se a permitir realizar a multiplicação e divisão de dois números.

A utilização de periféricos conectados à UCP desencadeou a necessidade de criar programas que permitissem reconhecê-los e comandassem as operações específicas que lhes eram inerentes. Por exemplo, para um leitor de cartões perfurados era necessário comandar o arranque do motor eléctrico que arrastava cada cartão sobre uma unidade de leitura; verificar se estava algum cartão presente; ler um carácter; decodificar o carácter; verificar se o código correspondia ao início de um cartão; se o código correspondia ao

⁽⁷⁾ Nas tabelas actuais os algarismos precedem os caracteres maiúsculos e estes os minúsculos.

início de um cartão reposicionar o endereço de memória; se não, verificar se o código correspondia ao fim de ficheiro; se correspondia parar a operação; se não, armazenar o código num dado endereço da Memória; avançar de uma unidade o endereço da Memória; repetir a sequência anterior.

Programas deste tipo estavam a ser constantemente utilizados pelo que sob a denominação de *rotinas* (procedures) passaram a ser carregados sistematicamente na memória do computador aquando do seu arranque. Este conjunto de programas começou por ser denominado Monitor ou Sistema Executivo. A satisfação de uma necessidade cria sempre uma nova necessidade. Assim, o quantitativo de programas que constituem o conjunto aumenta continuamente e a sua denominação actual é *Sistema Operativo* (OS - Operating System).

O conjunto de *rotinas*, redigidas em código binário, era apreciável e os especialistas conceberam uma forma de as escrever sob a forma mnemónica e as juntar (Assemble), segundo as suas necessidades, às instruções isoladas de modo a construir um programa. Como consequência deste procedimento surgiu a denominação ASSEMBLER para uma linguagem mnemónica de programação.

Efectivamente o ASSEMBLER não era uma linguagem de programação mas um programa que reconhecia as mnemónicas utilizadas e as transformava em linguagem máquina ou intercalava as *rotinas* correspondentes, conforme regras previamente estabelecidas. O programa resultante, que era executável no computador, passou a denominar-se *programa objecto* (Object). Por oposição à denominação programa *objecto* surgiu a denominação programa *fonte* (Source) atribuída ao redigido sob forma mnemónica. No entanto, o programa *fonte* era redigido segundo uma estrutura rígida, directamente derivada da da *instrução máquina*:

Endereço de Memória	Código Operatório	Endereço 1º Operando	Endereço 2º Operando
------------------------	----------------------	-------------------------	-------------------------

Nesta fase de desenvolvimento do Software os utilizadores não tinham participação activa no processo de programação; limitavam-se a definir em termos genéricos a informação que pretendiam e os especialistas construíam os algoritmos para tratamento, normalmente do tipo matemático. Dos primeiros "desentendimentos" entre utilizadores e especialistas surgiu a necessidade de inventar a primeira linguagem simbólica para programação de computadores o FORTRAN destinada a ser usada directamente por cientistas, físicos e matemáticos.

O FORTRAN continúa, no entanto, a ser uma linguagem de programação mnemónica com uma estrutura de instrução menos rígida que o ASSEMBLER:

Número de da instrução	ordem	Redacção da Instrução segundo regras bem definidas
---------------------------	-------	--

em que as mnemónicas são palavras completas:

FORMAT, READ, PRINT, IF, THEN, ...

ou expressões:

$FUNF(T)=SQRTF(ABSF(T))+5.0*T**3$

onde as mnemónicas SQR e ABS têm por significado raiz quadrada e valor absoluto e os caracteres * e ** multiplicação e potência.

A utilização deste tipo de linguagem de programação só foi possível porque os especialistas criaram programas específicos para cada conjunto linguagem simbólica - ASSEMBLER - linguagem máquina que liam, controlavam a semântica e a sintaxe e interpretavam as instruções simbólicas, compilavam as instruções e rotinas ASSEMBLER que correspondiam à sua execução. Numa fase seguinte, estando o programa simbólico

"livre de erros"⁽⁸⁾, geravam o programa objecto correspondente que era executável num dado computador. Estes programas foram denominados *Compiladores* (Compilers).

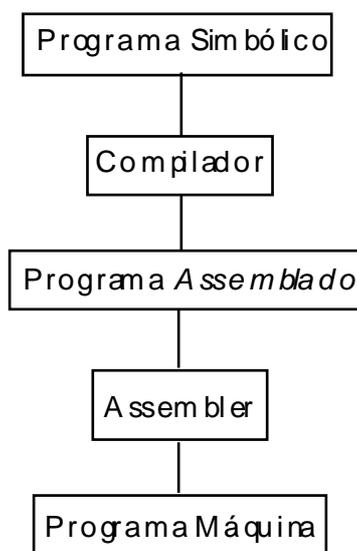


figura - 5 -

À denominação Compilador seguia-se a designação da linguagem simbólica respectiva, por exemplo: Compilador FORTRAN. Os *Compiladores* não eram nem são universais isto é, para cada computador e seu Sistema Operativo existe um e um só para cada linguagem simbólica, embora a sua denominação seja idêntica.

Embora o FORTRAN permitisse a criação de algoritmos de programação para a resolução da maioria dos problemas de cálculo não possuía qualquer aptidão para a manipulação de Ficheiros, actividade básica nos procedimentos comerciais.

Tendo por base o sistema de programação utilizado nas *tabuladoras*, a IBM criou um sistema de codificação denominado RPG (**R**eport **P**rogram **G**enerator) que, parcialmente, satisfazia as necessidades sentidas na resolução de procedimentos comerciais.

Em 1958 e 1959 são lançados vários projectos para criação de linguagens simbólicas de programação, um deles encomendado pelo DoD (Department of Defense dos USA) dá origem ao COBOL e um outro, internacional, dá origem a uma linguagem de programação, baseada em regras gramaticais e notação rigorosa e formal, denominada ALGOL (**ALGO**rithmic **L**anguage).

O ALGOL era uma linguagem que continha, entre outros, os seguintes aspectos fundamentais: era uma linguagem algorítmica, imperativa, compreendia duas unidades básicas para a computação, o bloco e o procedimento, era dotada de uma estrutura e acompanhada de um compilador. Apesar das suas características *revolucionárias* para a época não teve sucesso e caiu em desuso por os construtores de computadores, nomeadamente a IBM, terem mostrado o seu desinteresse. No entanto, ainda hoje constitui uma referência para a criação de novas linguagens simbólicas de programação.

Estas três linguagens simbólicas de programação são a origem genealógica de várias outras⁽⁹⁾ nomeadamente: APL (1960), PL/1 (1963), BASIC (1965), FORTH (1969), PASCAL (1970), C (1972), ADA (1979). Cada uma destas linguagens de programação tem sido aperfeiçoada o que se traduz na adunção de um sufixo à sua sigla constituído pelos dois últimos algarismos do ano em que se comercializou a nova versão

⁽⁸⁾ De semântica e sintaxe. Erros lógicos, detectados ou não, existem em todos os programas.

⁽⁹⁾ Algumas tiveram vida efémera.

(por exemplo: ALGOL 60), por um número em notação romana (por exemplo: FORTRAN V), por símbolos (por exemplo C++) ou outro identificador.

Para algumas destas linguagens de programação foram construídos programas específicos, semelhantes ao compilador, que actuam instrução a instrução e desencadeiam de imediato a sua execução, se semântica e sintaticamente correcta. Estes programas foram denominados *Interpretadores* (Interpreters).



figura - 6 -

A popularidade dos *Interpretadores* foi tal que conduziu à sua *hardwerização* isto é, à sua construção sob a forma de circuito electrónico integrado na UAL⁽¹⁰⁾ da maioria dos denominados *Personal Computers*.

O COBOL introduziu o novo conceito da descrição dos dados ser feita numa secção (FILE DIVISION) separada da dos procedimentos (PROCEDURE DIVISION) e independentemente do computador usado. Este conceito conduziu directamente aos Sistemas de Gestão de Bases de Dados.

James Martin, em 1976 no trabalho *Principles of Data-Base management*, consagra definitivamente o conceito de separação de dados e programas propondo a criação de dois tipos de linguagem, o DDL (**D**ata **D**escription **L**anguage) e o DML (**D**ata **M**anipulation **L**anguage). Todos os SGBD (**S**istemas de **G**estão para **B**ases de **D**ados ou DBMS - **D**ata **B**ase **M**anagement **S**ystem) desde então comercializados respeitaram rigorosamente este princípio que também foi adoptado pelo CODASYL (Comité de Normalização da linguagem de programação COBOL).

Vários SGBD têm sido comercializados, utilizáveis quer em *Mainframes* quer em *Personal Computer*. De entre o DL1, SIMBAD, TOTAL, SQL, DATAEASE, e outros o DBASE⁽¹¹⁾ atingiu uma grande popularidade.

O PASCAL, concebido para o ensino da programação, integrou as facilidades já existentes noutras linguagens de programação e introduziu os conceitos de estrutura de dados e de organização modular dos comandos. Estes conceitos conduziram directamente aos princípios da programação Estruturada e programação Modular.

⁽¹⁰⁾ O ZX81 incorporava um *interpretador* para linguagem BASIC na sua UAL. A *hardwerização* do Software tem vindo progressivamente a ser implementada para procedimentos que, entretanto, se transformaram numa *Norma* (Standard). Esta técnica liberta espaço na memória da UCP, reduz a *carga* do processador e confere uma maior velocidade de execução relativamente à do mesmo procedimento não *hardwerizado*.

⁽¹¹⁾ Concebido e comercializado pela Ashton Tate.

A difusão e banalização da utilização de linguagens de programação *normalizadas* conduziu ao desenvolvimento de uma nova actividade, até então desconhecida, de construção de Aplicações Informáticas "pronto a usar" (Packages) em configurações Hardware/Software previamente determinadas e que evitavam o esforço de desenvolvimento "a feitiço" realizado pelas equipas de análise e programação. Algumas dessas packages tiveram um grande sucesso pela facilidade de manipulação directa que ofereciam ao utilizador. São exemplo desse sucesso, entre outras, as denominadas *Folha de Cálculo* (Spread Sheet), a que o SUPERCALC e o MULTIPLAN⁽¹²⁾ deram origem genealógica, sendo o LOTUS 123 o *produto software* com maior volume de vendas em todo o mundo.

A normalização das linguagens de programação conduziu à construção de geradores de aplicações informáticas que a partir da descrição detalhada dos dados e dos procedimentos criavam automaticamente as descrições dos Ficheiros e os programas para tratamento de dados. Esses geradores eram, normalmente, utilizáveis em computadores de *grande porte* (Mainframe) e foram denominados comercialmente por *LAG* (Linguagens de quarta geração). Alguns, entre os quais o PROTÉE e MARK IV, conheceram sucesso, no início da década de 1970.

Os conceitos aplicados nas *LAG* tiveram aplicação directa nos Sistemas CASE (Computer Assisted Software Engineering), comercializados no final da década de 1980, em que a descrição, segundo uma metodologia de análise previamente determinada, dos Sistemas Informacionais é realizada directamente, pelo analista, num computador. Terminada a descrição, um conjunto de programas, incluído no CASE, verifica a sua coerência e validade, edita a documentação e gera os programas que constituirão a Aplicação Informática.

As linguagens simbólicas de programação derivadas directamente do FORTRAN, COBOL E ALGOL são imperativas isto é, permitem descrever a resolução de um problema através de uma sequência de tarefas elementares traduzidas por comandos que o computador pode "compreender" e executar e foram profundamente influenciadas pela arquitectura von Neumann.

Outras linguagens simbólicas de programação foram construídas com outros paradigmas. O LISP (1959) e o APL (1960) são funcionais ou aplicativas isto é, permitem descrever um problema através da declaração de funções e o resultado é obtido pela aplicação recursiva ou por composição dessas funções. O PROLOG (1972) é uma linguagem de programação lógica isto é, o problema é descrito em função de afirmações e de regras sobre os objectos e cabe ao Interpretador ou ao Compilador encontrar os processos para resolução dos problemas. Linguagens como o SIMULA (1967) e SMALLTALK(1972) permitem a Programação Orientada por Objectos isto é, a informação é organizada em função dos objectos, os quais contêm os dados e as instruções. A resolução do problema é conseguida pela construção de objectos maiores a partir dos mais pequenos e da comunicação entre estes.

O fraco quantitativo de computadores com arquitectura paralela construídos até à data não tem fomentado o desenvolvimento destes outros tipos de linguagem de programação.

Têm sido desenvolvidos esforços no sentido de recorrer à linguagem natural para comunicação directa entre o utilizador final e o computador. No entanto, o sistema que tem obtido maior sucesso tem por base a utilização de ícones num Sistema de Apresentação e Comunicação de que são exemplos os utilizados no computador Macintosh⁽¹³⁾ e no ambiente Windows⁽¹⁴⁾.

Entretanto, a utilização de processadores normalizados nos *Personal Computer* conduziu os construtores de Software a conceber e comercializar Sistemas Operativos

(12) Comercializados no final da década de 1960.

(13) Apple Computer, Inc.

(14) Microsoft Corporation

Padrão. O CP/M (Control Program Monitoring) comercializado pela Digital Corporation para processadores de 8 bit (Zilog Z80), o MS-DOS (Microsoft Disc Operating System) comercializado para processadores de 16 bit (Intel 8088) e UNIX comercializado pela AT&T (American Telegraph and Telephone Company) para processadores de 32 bit (Motorola 68000).

Esta situação veio dar maior ênfase à necessidade de utilização de Sistemas Abertos (Open Systems) isto é, qualquer Sistema (Hardware + Software) deve poder comunicar e trocar informação com qualquer outro de um modo convival e sem constrangimentos; embora a AT&T tenha desenvolvido um grande esforço no sentido do "seu Sistema Operativo" ser considerado padrão a solução está muito longe de ser obtida.

3 - Evolução das Telecomunicações

A dispersão do Homem sobre o planeta Terra e a necessidade de se sentir acompanhado conduziu à invenção de meios de comunicação à distância.

Na Pré-história o Homem não dispunha senão da voz para comunicar à distância. Depressa se constatou que o alcance da voz era muito reduzido e lançou-se mão da percussão do tambor, segundo um código simples, perdendo qualidade na transmissão mas ganhando um alcance maior. A utilização de fogueiras permitia a comunicação a distâncias superiores a 20 quilómetros mas, o código era muito elementar e o conteúdo da mensagem era muito incipiente. Uma solução de compromisso entre qualidade e alcance foi conseguida pela utilização de estafetas.

Em 1794 Chappe inventa o telégrafo óptico que, utilizando um código elaborado, permitiu a ligação telegráfica regular entre Paris e Lille transmitindo mensagens completas num intervalo de tempo relativamente curto se não houvesse nevoeiro, se não fosse noite e se o encarregado do posto de retransmissão estivesse presente e não se enganasse.

A descoberta da electricidade permitiu a Samuel Morse inventar o telégrafo "*por fios*" em 1832. A mensagem completa era transmitida, segundo um código binário (impulsos longos e curtos = *traços* e *pontos*), denominado *alfabeto Morse*, a grandes distâncias e instantaneamente. A recepção da mensagem apenas dependia da presença do telegrafista de serviço junto do aparelho receptor. O quantitativo de erros estava directamente correlacionado com a aptidão profissional de cada um dos telegrafistas que actuavam como emissor e receptor da mensagem.

Em 1844 é construída a primeira linha telegráfica conectando Baltimore e New York. Em 1850 realiza-se uma tentativa para lançar um cabo teleográfico submarino entre a França e a Inglaterra e, em 1866, a Nova Inglaterra e a Irlanda são conectadas através de um cabo teleográfico submarino "encurtando-se" assim a distância entre o continente Americano e a Europa.

Em 1876, Graham Bell, inventa o telefone permitindo a transmissão da voz à distância sob a forma de impulsos eléctricos analógicos. Os utentes passam a emissores e receptores de mensagens em alternância sobre uma linha telefónica. Cedo se verificou que a distância a que se podia estabelecer a comunicação telefónica era inferior à disponível no telégrafo de Morse. Esta restrição era devida a fenómenos de auto-indução eléctrica e geração de correntes parasitas que, progressivamente, foram sendo eliminados pela utilização de novas técnicas.

A popularidade do telefone conduziu à necessidade de comutação de circuitos que permitissem conectar qualquer utente a qualquer utente. As primeiras centrais de comutação eram manuais isto é, a comutação de circuitos era realizada por telefonistas que introduziam e retiravam "cavilhas" num painel terminal de linhas telefónicas. Surgiu assim o conceito de Rede telefónica e Nó, correspondendo este a uma central de comutação.

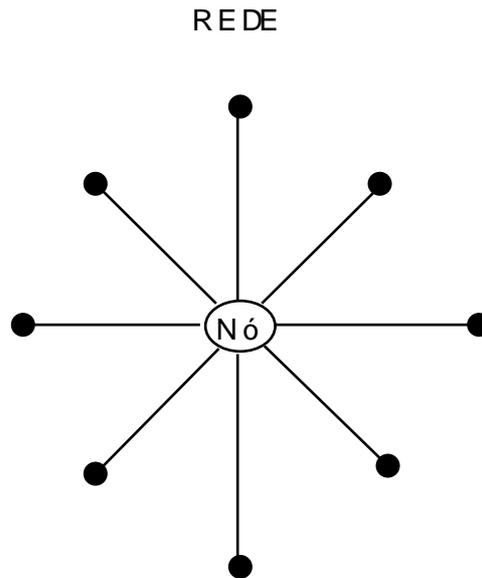


figura - 7 -

Conectando as Centrais de comutação entre si alargava-se o espaço geográfico coberto pelas Redes e um maior quantitativo de utentes podia estabelecer comunicação entre si.

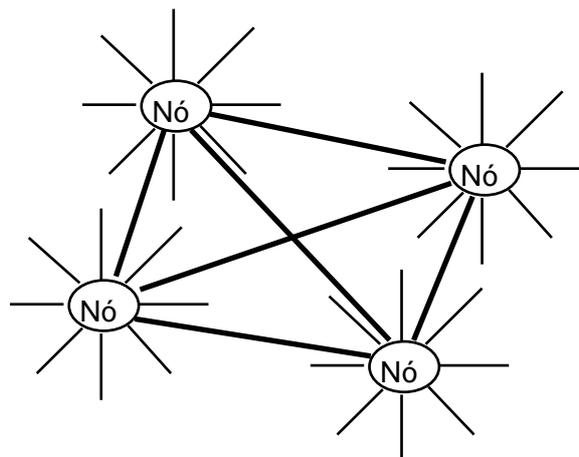


figura - 8 -

As tarefas executadas pelas telefonistas eram fastidiosas, não eram isentas de erro e não existia confidencialidade na comunicação telefónica; qualquer telefonista podia "escutar" a comunicação entre dois utentes.

Em 1888, em Kansas City, Almon Strowger inventou um selector automático de comutação telefónica que substituíra com vantagem a actividade da telefonista. O selector era electromecânico e, com alguns aperfeiçoamentos, sobreviveu até à actualidade.

A invenção do selector automático de comutação telefónica permitiu inaugurar, em 1892, a primeira Central Telefónica Automática conectando 100 assinantes da localidade de La Porte no Estado de Indiana nos U.S.A. Em 1908 a Siemens instalou em Berlim a primeira Central Telefónica Automática Europeia conectando 400 assinantes. Em 1960 a

comutação electromecânica começou a ser substituída pela electrónica, tendo a primeira Central sido instalada no Illinois pela Bell Telephone Company.

A expansão das Redes Telefónicas Nacionais não cessou: em 1915 foi realizada a primeira comunicação telefónica transcontinental entre New York e San Francisco e em 1928 foi inaugurado um serviço transatlântico entre New York e London.

Por outro lado, em 1887 Henrich Hertz, baseado nos trabalho de Maxwell, descobre as ondas electromagnéticas e, em 1894, Marconi consegue realizar uma transmissão "sem fios" de um sinal para um receptor a 7 metros de distância do emissor; em 1895 já conseguia transmitir a 1 milha de distância e em 1901 consegue transmitir sinais telegráficos entre as duas costas do Oceano Atlântico (U.S.A. e Irlanda).

A descoberta, em 1907 por Lee de Forest, do tríodo que podia produzir correntes eléctricas de alta frequência, amplificá-las e detectá-las possibilitou a realização de ligações hertzianas sobre todo o mundo, dando origem à emissão e recepção por TSF (Telefonia Sem Fios).

Em 1936 a primeira Televisão comercial inicia a transmissão simultânea de imagens e som tendo por suporte ondas hertzianas.

A saturação dos canais⁽¹⁵⁾ de transmissão conduziu ao aperfeiçoamento dos métodos utilizados nomeadamente através da transmissão múltipla por divisão de frequência ou por divisão do tempo e da utilização de satélites artificiais como difractores de ondas hertzianas (TELSTAR em 1962)⁽¹⁶⁾.

Para além do fio de cobre as ondas hertzianas passaram a ser um suporte utilizado para a transmissão de sinais telegráficos, telefónicos e imagem. A estes suportes vem juntar-se a Fibra Óptica⁽¹⁷⁾ que é utilizada pela primeira vez em 1977 como linha telefónica entre Coy Beach e Artesia na Califórnia.

O desenvolvimento das telecomunicações realizou-se, fundamentalmente, com a finalidade de transmitir som, nomeadamente o produzido pela voz humana, tendo como suporte sinais analógicos e não foi senão muito recentemente (1952) que a Informática e as Telecomunicações cooperaram entre si.

No entanto, a teletransmissão de textos (serviço telex em 1931, construído com base no teleimpressor descoberto em 1915) e de fotografia (facsimile em 1935) recorria às infraestruturas telegráficas existentes que suportavam a transmissão de sinais digitais.

Esta dicotomia levou a que quando se pretendeu teletransmitir sinais entre um computador e um equipamento terminal fosse necessário criar um dispositivo que interpretasse os sinais digitais emitidos pelo computador, os transformasse em sinais analógicos e os lançasse na Rede Telefónica, quando em situação de emissor. O mesmo dispositivo realizava a recepção de sinais analógicos na Rede Telefónica e efectuava a operação inversa no sentido do computador. Este dispositivo recebeu a denominação de MODEM (MODulator DEMODulator).



figura - 9 -

No entanto, a utilização em larga escala de dispositivos electrónicos nas centrais de comutação telefónica que, no seu estado de desenvolvimento actual, são computadores do tipo mainframe "inverteu" a situação. Os sinais que circulam sobre a maioria das redes são digitais e o som, os textos e imagens são sujeitos a um processo de codificação,

(15) Este termo na gíria das telecomunicações significa um suporte físico que conecta um emissor a um receptor.

(16) O TELSTAR permitia a execução de 60 chamadas telefónicas simultâneas.

(17) Descobertas por Narinder S. Kapany do Imperial College of London, em 1955.

denominado na gíria *digitalização*, num sistema binário para poderem circular sobre a rede. Um processo inverso restitui, no dispositivo terminal, a forma original emitida.

Esta *inversão* conduziu a uma situação em que sobre uma rede podem circular simultaneamente, a grande velocidade, sons, imagens e textos transformando-se as "clássicas" Companhias Telefónicas em transportadores e distribuidores de Informação.

A redução dos custos de produção dos componentes electrónicos de uma central permitiu a sua utilização em perímetros fechados de volumetria reduzida, por exemplo num edifício, dando origem à construção de Redes Locais⁽¹⁸⁾ com suporte em fio de cobre ou fibra óptica sobre o qual circulam, simultaneamente, sons, textos e imagens.

A conexão deste tipo de redes a outras abrangendo uma maior área geográfica⁽¹⁹⁾ e a conexão destas entre si com suporte, normalmente, em ondas hertzianas permite conectar entre si dois utentes, sejam indivíduos ou organizações, colocados geograficamente em qualquer ponto do planeta Terra ou fora dele.

4 - Evolução do Tratamento dos Dados

Considerando como origem para o Tratamento dos Dados a utilização das *tabuladoras*, construídas em plena *Revolução Industrial*, o processo utilizado era do tipo produtivo isto é, um conjunto de dados, sob a forma de cartões perfurados, (Input) era introduzido no sistema, submetido a operações simples e repetitivas (Batch Processing⁽²⁰⁾) e o conjunto de resultados, igualmente sob a forma de cartões perfurados ou impressos em papel, (Output) era obtido após o termo do último ciclo de operações executado sobre o último dado introduzido. Esquemáticamente:



figura - 10 -

Este tipo de procedimento satisfazia as necessidades para efectuar os cálculos que foram submetidos ao primeiro computador. Por vezes os resultados obtidos eram reintroduzidos em novo ciclo e cada cientista esperava, ordeiramente, a sua vez para utilizar o computador.

Os resultados eram obtidos em tempo diferido e não era vital a sua utilização imediata.

A postura na utilização das *tabuladoras* em actividades administrativas e comerciais era diferente, não sendo rara a duplicação ou triplicação dos equipamentos de modo a que um mesmo ou diferentes processamentos pudessem ser realizados em simultâneo.

A utilização generalizada de computadores que se começou a verificar a partir do ano de 1960 suscitou de imediato a necessidade de criar processos que permitissem a realização simultânea de diferentes processamentos.

Embora a velocidade de execução das operações fosse elevada, o custo de um computador também o era quando comparado com os das *tabuladoras* pelo que não era economicamente viável a duplicação dos equipamentos. Foram inventadas duas técnicas para solucionar o problema.

Uma tinha por base a atribuição da totalidade dos recursos da UCP a cada processamento durante um intervalo de tempo calculado por divisão numa unidade (Time-Sharing), previamente fixada, pelo quantitativo de processamentos activos. Esquemáticamente:

(18) LAN -Local Area Network.

(19) WAN - Wide Area Network.

(20) Processamento por Lotes.

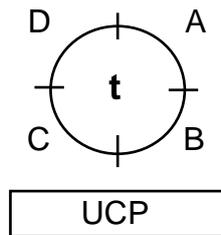


figura - 11 -

cada processamento interrompido era transferido (SWAP)⁽²¹⁾ para disco magnético onde aguardava o próximo "ciclo" que lhe tinha sido atribuído.

A outra tinha por base a afectação física de partes da Memória (Partitions) a cada processamento e a reserva de uma zona comum para controlo da execução das operações. Esquemáticamente:

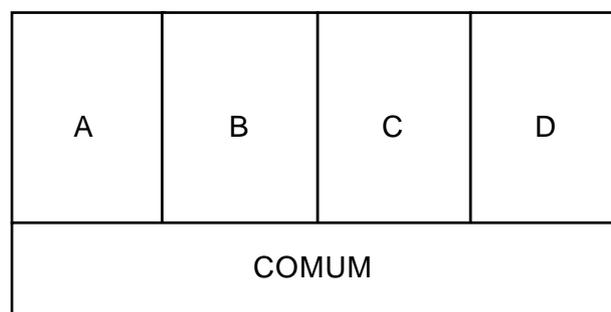


figura - 12 -

a atribuição dos recursos a cada processamento era efectuada por um programa específico residente na zona comum. Aparentemente a execução dos processamentos era simultânea. Na realidade o programa de controlo atribuía os recursos a um processamento quando outro interrompia a sua utilização.

A solução *Time-Sharing* satisfazia melhor a execução "simultânea" de processamentos que contivessem um grande quantitativo de operações de cálculo (operações rápidas) e um pequeno inerente à manipulação de dados em ficheiros (operações lentas).

A solução *por partições*, por seu lado satisfazia melhor a execução "simultânea" dos processamentos com características inversas isto é, grande quantitativo de operações inerentes à manipulação de dados em ficheiros e pequeno quanto à execução de cálculos.

Tendo por finalidade satisfazer, de modo adequado, estes dois tipos de processamento foram criadas soluções mistas em que uma ou mais *partições* de Memória era afectada a *Time-Sharing*. Esquemáticamente:

(21) Para o disco magnético é transferido não só o conteúdo total da memória como os registos de estado das operações em curso.

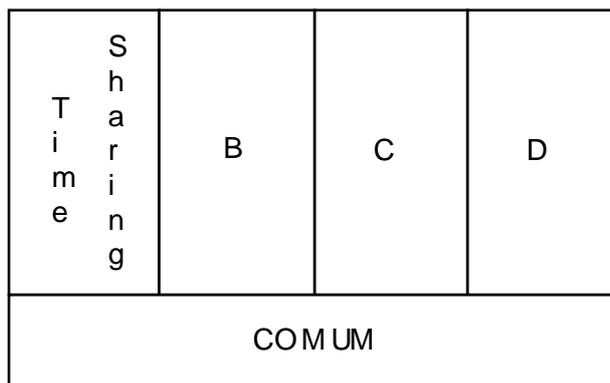


figura - 13 -

As características dos processamentos efectuados em *Time Sharing* conduziram à concepção e construção de programas simples que, quase imediatamente, apresentavam os resultados da aplicação de um algoritmo a um conjunto de dados de pequena dimensão. Este tipo de programas adoptou a denominação de transacção (transaction) e o processamento, por semelhança, a de *transaccional*.

A conexão directa de teleimpressores à UCP do computador que funcionavam como unidade de entrada/saída (Input/Output) onde o utilizador digitava os dados e recebia impressos os resultados (substituindo os cartões, fitas de papel e impressoras) conduziu à denominação *processamento on-line*.

O uso dos teleimpressores permitia ao utilizador, após análise dos resultados obtidos, modificar os dados, submetê-los ao algoritmo de programação e obter novos resultados. Este tipo de utilização adoptou a denominação *processamento conversacional* ou *inter-activo*.

A denominação *processamento em Tempo Real* (Real Time), com o significado de obtenção dos resultados em tempo útil que permitia actuar sobre os factos que deram origem aos dados, acabou por absorver as restantes denominações impondo-se como o oposto a *processamento Batch* (Batch Processing) em que os resultados eram obtidos em tempo diferido.

Embora as denominações do tipo de processamento tenham estabilizado na dicotomia *Batch* e *Tempo Real* a capacidade de Memória da UCP dos computadores era limitada e as soluções inventadas não satisfaziam o crescimento do quantitativo de utilizadores do computador.

De modo a tentar disponibilizar o computador para um maior quantitativo de utilizadores/processamentos foi inventada uma nova solução que consistia, basicamente, em considerar os discos magnéticos⁽²²⁾ como extensões da Memória. Surgiu assim a denominação Memória Virtual (VS - Virtual Storage).

A Memória Virtual não é apenas um espaço disponível em disco mas, uma associação entre esse espaço e um algoritmo de programação que analisa estatisticamente qual o grau de utilização das partes dos programas e lhe atribui, de modo dinâmico, uma localização na Memória da UCP ou em *páginas* no disco magnético, as quais são agrupadas em *blocos*. As partes menos usadas dos programas só serão colocadas na Memória da UCP quando necessárias, ocupando o espaço de outras que o não sejam no momento.

A gestão da Memória Virtual é realizada por um programa específico muito elaborado. Se o quantitativo de processamentos em execução "simultânea" for muito elevado tem lugar um fenómeno denominado na gíria por *overhead* (ultrapassagem dos limites) e, na prática, há lugar a um bloqueio total do computador.

⁽²²⁾ A capacidade de armazenagem das "memórias periféricas" é muito maior que a da CPU e pode ser aumentada utilizando técnicas pouco dispendiosas.

Nenhuma das soluções inventadas tinha em conta o quantitativo e especificidade dos recursos utilizados por cada processamento. Assim, existiam processamentos que sub-utilizavam os recursos que lhe eram atribuídos e outros necessitavam de mais.

Recorrendo à utilização da grande capacidade de armazenagem dos discos magnéticos foi inventada uma solução que consistia, basicamente, em definir para cada processamento o tipo de computador adequado e registar a sua configuração no disco. Cada um dos computadores assim configurados era virtual (VM - **V**irtual **M**achine) podendo assumir o modo de funcionamento do *computador real* que lhe correspondia. Com esta solução a utilização dos recursos disponíveis é otimizada e um só computador pode comportar-se, dentro de determinados limites, como vários. O Sistema VM não é apenas constituído pelo registo da configuração dos computadores virtuais em disco magnético. Aos registos está associado um conjunto de programas muito elaborados que gerem todo o Sistema constituído pelo Hardware e Software do computador real e a actividade conjunta dos computadores virtuais.

De modo semelhante à situação já descrita para a solução Memória Virtual, se o quantitativo de computadores virtuais em actividade "simultânea" for muito elevado tem lugar um fenómeno denominado na gíria por *overhead* (ultrapassagem dos limites) e, na prática, há lugar a um bloqueio total do computador.

As soluções inventadas para optimização da utilização dos recursos de um computador (*mainframe*) não são suficientes para resolver todos os problemas que surjem no processamento de dados quando estes são em quantitativo apreciável. Assim, a gestão da Função Informática nas Organizações opta, por vezes, por utilizar vários computadores construindo uma estrutura distribuída onde se executam processamentos idênticos ou diferentes. Esta opção de gestão conduziu às denominações processamento de dados *Centralizado* e *Distribuído*. No entanto, não existe qualquer causa técnica que determine a opção.

Para o utilizador, que apenas vê *a ponta do icebergue*, o processamento decorre em *Batch* ou em *Tempo Real* e é-lhe indiferente se as operações estão a ser executadas num local geográfico que lhe esteja próximo ou afastado desde que as suas necessidades sejam satisfeitas. De facto, a utilização das redes de comunicação de dados (LAN ou WAN) permitem que um utilizador execute processamentos em *Tempo Real* a partir de um terminal conectado a um computador que lhe esteja próximo ou afastado. De modo idêntico poderá introduzir dados e desencadear (RJE - **R**emote **J**ob **E**ntry) um processamento em modo *Batch* num computador que lhe esteja próximo ou afastado.

Nenhuma das soluções inventadas apresenta aptidão para o processamento de dados quando a sua ocorrência é aleatória, a sua duração é curta e a sua execução depende de um acto humano voluntário. Apenas a construção dos Computadores Pessoais e Software específico e a sua difusão contribuíram para a solução do problema.

BIBLIOGRAFIA

- Sousa, António - *Introdução à Gestão - Uma abordagem sistémica* - Editorial Verbo - 1990
- Fernandes de Almeida, J.M. - *Introdução à Informática em Gestão* - Universidade de Évora - 1987
- Fernandes de Almeida, J.M. - *O papel dos "técnicos de Informática" face à evolução tecnológica* - Jornal Informática Hoje ! - NOV 1985
- Coelho, Helder - *Problemas e Linguagens de Programação* - L.N.E.C. Laboratório Nacional de Engenharia Civil - 1984
- Manchester, Phil - *Changing Role of Programmers* - Revista Data Processing - May 1983
- Fernandes de Almeida, J.M. - *A "Velha" e a "Nova" Informática ou "A evolução dos gloriosos malucos das máquinas de cartão perfurado"* - QUIMIGAL Noticiário - Junho 1982
- Assedat, Alain - *L'évolution de l'Informatique dans les moyennes/grandes entreprises* - Revista HONEYWELL BULL - Mai 1982
- Verde, Raúl - *Gestão de Projectos Informáticos* - Edição DINALIVRO - 1981
- Revista Science et Vie - *La révolution Télématique* - Hors série n° 128 - Septembre 1979
- Nolan, Richard L. - *Managing the crisis in data processing* - Harvard Business Review - May/Apr 1979
- Le Moigne, Jean-Louis - *La Théorie du Système d'Information Organisationelle* - Revista Informatique et Gestion - Nov 1978 e seguintes
- Gibson, Cyrus F. & Nolan, Richard - *Managing the four stages of EDP growth* - Harvard Business Review - Jan/Feb 1974
- Verde, Raúl - *Computadores Digitais* - Edição do Autor - 1968
- Eco, Umberto e Zorgoli, G.B. - *Histoire illustrée des inventions* - Editions du Pont Royal - 1961
- Revista Science et Vie - *dans tous les domaines l'électronique* - Hors série n° 49 - Décembre 1959