

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

HISTÓRIA DOS COMPUTADORES

MAXIMILIAN EMIL HEHL

Nº 21

NOTAS



São Carlos - SP

HISTÓRIA DOS COMPUTADORES

MAXIMILIAN EMIL HEHL

Nº 21

fevereiro - 1986

SÃO CARLOS - S.P.

- 1986 -

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. MENTES PRODIGIOSAS	01
3. PRIMEIROS DISPOSITIVOS DE COMPUTAÇÃO	02
4. O GÊNIO CHARLES BABBAGE	05
5. UM BREVE RELATO SOBRE A FORMAÇÃO DOS TRÊS PRIMEIROS GIGANTES DA INDÚSTRIA DE COMPUTADORES	12
6. A CRIAÇÃO DOS MODERNOS COMPUTADORES.	13
6.1. O Sucessor de Babbage: Howard Hathaway Aitken	13
6.2. Os Novos Computadores Eletrônicos Digitais	15
6.3. O Esforço Brasileiro	19
7. EVOLUÇÃO DOS MODERNOS EQUIPAMENTOS DE COMPUTAÇÃO	20

1. INTRODUÇÃO

A história do aparecimento e do desenvolvimento dos computadores é muito controvertida. Questões tais como:

Quem foi o primeiro ?

Qual foi o objetivo principal de seu desenvolvimento ?

Qual é a real contribuição de seu desenvolvimento ?

e muitas outras, não podem ser respondidas sem remover uma série de pretensões das indústrias fabricantes de computadores. Qualquer história deve ser lida com o entendimento de que existem outras versões e que o historiador está apresentando a história segundo o seu ponto de vista.

O impacto cultural e social dos computadores, no presente e no futuro, é um tema ainda mais controvertido. Em virtude de ser substancial o impacto causado pelos computadores, devemos estudar o assunto em profundidade a apresentar a história dos computadores com muita imparcialidade.

A matéria exposta neste trabalho tem como fontes de referência trabalhos de vários autores europeus e americanos não vinculados às indústrias fabricantes de computadores, dados obtidos em museus europeus e de enciclopédias internacionais.

A palavra *computador* vem de *computar* que tem sua origem no Latim do verbo *computare*, que como transitivo direto significa *contar* e como transitivo direto e indireto significa *calcular*. Portanto, um *computador*, no sentido mais geral, é qualquer recurso ou equipamento que ajude o homem a *contar* ou *calcular*.

Neste sentido, embora os modernos computadores tenham nascido nos anos 40 do nosso século, a atividade de contar e calcular, com equipamentos que pudessem ampliar a capacidade mental do homem, é muito antiga.

2. MENTES PRODIGIOSAS

Em 1846, nos Estados Unidos, o professor de *Henry Stafford*, um menino de 10 anos, fez a seguinte pergunta ao estudante: "Multiply in your head 365, 365, 365, 365, 365, 365 by

365, 365, 365, 365, 365, 365." O menino começou a calcular nos dedos. Suas mãos se agitavam. Seus olhos giravam. Ele sorria e falava baixinho. Então, em menos de um minuto ele deu a resposta correta:

133,491,850,208,566,925,016,658,299,941,583,255.

Zerah Colburn, filho de um fazendeiro de Vermont, foi outra mente prodigiosa em cálculos. Aos 8 anos de idade, seu professor pediu que ele calculasse, de cabeça, o resultado de 8^{16} . Sem hesitação, ele deu a resposta, 281,474,976,710,656, um feito que fez seus colegas, durante o exame, chorarem de inveja.

Nós não sabemos como esses prodígios da aritmética-mental são realizados; como não sabemos como prodígios musicais, como *Mozart*, podiam recordar cada nota musical numa longa sinfonia. Tudo que sabemos é que tais dons são destinados a bem poucas pessoas, e que se este mundo moderno, em que vivemos, com alguns bilhões de habitantes, deve ter um desenvolvimento sempre crescente e sem maiores problemas, devemos confiar em computadores não-humanos para calcular balanços contábeis, guardar inventários, calcular trajetórias de foguetes e de satélites, projetar reatores nucleares, calcular grandes estruturas, etc..

Muitas vezes, a história nos narra acontecimentos que ocorreram muito tempo antes que eles pudessem, concretamente, existir. Por exemplo, *Leonardo Da Vinci* desenhou helicópteros e tanques de guerra muito antes que eles pudessem ser construídos. Um outro exemplo, são as maravilhosas narrativas de *Júlio Verne*: A volta ao mundo em 80 dias, Vinte mil léguas submarinas, Viagem à lua, e outras. Em matéria de *computação*, o inglês *Charles Babbage* foi, de modo similar, um gênio a frente de seu tempo. Charles Babbage é considerado o "pai" dos computadores. Parte de sua vida e de seus projetos são narrados neste trabalho.

3. PRIMEIROS DISPOSITIVOS DE COMPUTAÇÃO

Através da história, o homem tem sentido uma necessidade sempre crescente para efetuar cálculos e tem procurado, continuamente, encontrar essas necessidades para realizar o mínimo de esforço manual e mental.

Cuidadosamente, a natureza forneceu aos nossos mais

antigos ancestrais o modo mais simples de cálculo - os *dedos*, isto é, um computador *digital* no sentido estrito da palavra. (A partir da palavra *dedo*, do Latim *digitus*, vem os termos *dígito* e *digital*). Ainda, nos dias de hoje, vemos em qualquer sala de aula a geração mais nova se utilizando de seus 10 dedos para efetuar algumas operações aritméticas simples. Voluntária ou involuntariamente foi estabelecido o sistema de numeração decimal, com 10 símbolos, com o qual a humanidade expressa seus pensamentos numéricos.

Os primeiros homens cōscios das operações matemáticas eram, provavelmente, envolvidos somente com simples contagens: o número de elementos na tribo, o número de cabeças no rebanho, e o número de suas próprias esposas. Quando os números envolvidos excediam a quantidade de dedos das mãos (e talvez dos pés), alguma nova forma de calcular tinha que ser inventada. Pilhas de pedrinhas (ou gravetos) e marcas na areia ou nas paredes das cavernas devem ter sido dispositivos lógicos de cálculo para os homens primitivos. (A origem do termo *cálculo* está no Latim, *calculus*, que significa *pedrinha* ou *seixo*). A adição e a subtração podia ser efetuada, simplesmente, acrescentando-se ou apagando-se os símbolos das folhas primitivas de cálculo. Hoje, modernos computadores eletrônicos digitais fazem contas desse mesmo modo simples. A parede da caverna (ou pilhas de pedrinhas) é substituída por um conjunto ordenado de circuitos eletrônicos.

A matemática do homem tem progredido da simples noção de *contar* para a Álgebra e para o Cálculo. Os computadores eletrônicos digitais, além de auxiliar no cálculo em geral, tem seguido de perto os desenvolvimentos da Matemática. Sabe-se que qualquer problema calculacional, seja ele qual o melhor movimento num jogo de xadrez ou a verificação de reservas num avião, pode, de algum modo, ser resolvido apenas por *contagens*.

Simple *contagens* não é o único meio para se computar. Pode-se também *medir*. Seguramente, o homem primitivo deve ter notado como as sombras das árvores se moviam, vagarosamente, ao seu redor a medida que o Sol se movia no céu. A passagem do tempo podia ser *medida* com a marcha das sombras tal qual diais solares naturais. Como não havia trens, ônibus ou aviões para apa

nhar, o povo primitivo não necessitava de refinamentos. Mais tarde, naturalmente, as civilizações desenvolveram relógios naturais mais precisos. Por exemplo, em Stonehenge, Inglaterra, um arranjo de enormes pedras indicava aos antigos sacerdotes a ocorrência de eventos de significado religioso, eclipses. A idéia básica dos dias solares, relógios modernos, régua de cálculo, termômetros, velocímetros de automóveis, etc.. é a *medida* de alguma grandeza secundária que simula aquilo que desejamos conhecer. Então, a distância ao longo da orla de um dial solar simula o tempo e a altura da coluna de mercúrio num termômetro é o "análogo" da temperatura.

A família de computadores tem se desenvolvido ao longo de dois caminhos perfeitamente distintos: as máquinas digitais, que evoluíram do simples conceito de *contar*, e as máquinas analógicas, que evoluíram do simples conceito de *medir*.

Os *computadores digitais* têm como ponto de partida o *ábaco* - uma extensão mecânica da idéia de *contar* nos dedos (ou contar pedrinhas), o qual faz uso do sistema de numeração binário. O termo *ábaco* vem do grego, *abax*, que significa *mesa*. Sobre essa mesa, usualmente coberta de areia, faziam-se cálculos. O *ábaco* tornou-se conhecido na Ásia onde foi adotado e modificado pelos chineses e japoneses. Este dispositivo de cálculo, na sua forma presente, acredita-se que tenha sido inventado na China, cerca de 2600 anos A.C., e foi usado em várias partes do mundo. Em cada região recebeu um nome: *soroban* para os japoneses, *saun-pan* para os chineses, *calculus* para os romanos, e *schoty* para os russos. Foi a origem das máquinas aritméticas e pode realizar as quatro operações. O *ábaco*, e seus similares, ainda podem ser encontrados em várias regiões, e nas mãos de um operador experiente é rival das modernas calculadoras mecânicas em velocidade de cálculo. Os aparelhos provenientes do *ábaco*, usam dígitos para representar os números, razão pela qual são sempre chamados de calculadoras ou *computadores digitais*.

Os *computadores analógicos* tem como ponto de partida a *régua* e o *compasso* do agrimensor antigo. Os aparelhos provenientes destes antigos instrumentos de medida usam a *analogia* entre o sistema real e o sistema eletrônico figurado pelo computador, através de uma mudança de variáveis matemáticas do pro-

blema em variáveis da máquina computadora, que são voltagem ou corrente e tempo. Então, essas máquinas são sempre chamadas de *computadores analógicos* ou *computadores análogos*.

Os computadores analógicos poderiam ser chamados de *computadores contínuos*, pois se baseiam na *medida contínua* de um determinado comprimento ou a distância entre dois pontos, tais como o velocímetro de um automóvel, o termômetro clínico, a balança. Os computadores digitais poderiam ser chamados de *computadores discretos*, pois eles identificam somente valores discretos $0, 1, 2, \dots$ e representam esses valores por quantidades físicas *contáveis*, tais como o odômetro de um automóvel, os dentes de uma engrenagem, os passos de uma cremalheira.

Cada um dos ramos da família de computadores tem seus desenvolvimentos independentes do outro. Entretanto, a combinação entre ambos é possível e ocorre em muitos casos, dando origem aos chamados *computadores híbridos*.

Neste trabalho, vamos nos referir, principalmente, aos computadores digitais, pois são mais difundidos em nosso meio. Entretanto, vamos mencionar alguns dispositivos analógicos em virtude de sua relevância dentro da história dos computadores.

4. O GÊNIO CHARLES BABBAGE

Após a invenção do ábaco, passaram-se muitos séculos, aparentemente, sem nenhum desenvolvimento. A história das máquinas de calcular recomeça no século XVII, o grande século do início do progresso matemático, com Euler, Lambert, Lagrange, Laplace, Gauss, Napier. É uma história não apenas de máquinas mas também, e principalmente, de seus inventores.

Em 1614, o matemático escocês *John Napier* aperfeiçoou o conceito de exponenciação, inventando e publicando tabelas de *logaritmos* - um sistema tabular de números através dos quais muitos cálculos matemáticos são simplificados. Três anos após a invenção dos logaritmos, em 1617, *Napier* inventou um dispositivo mecânico para efetuar multiplicações, através do uso de logaritmos, que passou a ser usado pelos astrônomos, agrimensores e navegadores da época. Esse dispositivo era constituído de peças de madeira e de ossos, e por essa razão era chamado de "Os-

sos de Napier". Era o calculador de mesa daquela época.

Um outro uso dos logarítmos foi a *régua de cálculo*, concebida pelo matemático inglês *Willian Oughtred*, em 1621. A régua de cálculo - talvez o primeiro computador analógico - realiza multiplicações e divisões pela adição e subtração de quantidades análogas.

Quem primeiro teve sucesso no desenvolvimento de um contador digital foi *Blaise Pascal*, um bem conhecido matemático e filósofo francês. Em 1642, com a idade de 19 anos, ele projetou e construiu a primeira máquina mecânica de somar longas colunas de números para que seu pai pudesse usá-la em seu escritório de negócios em Rouen, França. Sua máquina de engrenagens, do tamanho de uma caixa de sapatos, consistia de uma série de diais do tipo de telefone que eram operados por um estilete. O primeiro dial representava unidades, o segundo dezenas, e assim por diante. Os números decimais eram transportados para posições adjacentes por meio de engrenagens dentro da máquina, e os resultados eram exibidos em pequenas janelas na parte superior da máquina. Este calculador realizava adições e subtrações girando-se os diais no sentido horário ou anti-horário, respectivamente. Muitas multiplicações eram realizadas por adições sucessivas. (Uma das modernas linguagens de programação de computadores, a *linguagem PASCAL*, recebeu este nome em homenagem a *Blaise Pascal*.)

Pouco tempo mais tarde, em 1673, o matemático e filósofo alemão *Gottfried Wilhelm Leibnitz* projetou e construiu uma máquina de calcular independentemente da idéia de Pascal. A construção dessa máquina, capaz de efetuar operações de multiplicação e de divisão, além de operações de adição e subtração, foi concluída em 1674 e recebeu o nome de *o bom calculador*.

Tanto a máquina de Pascal como a máquina de Leibnitz não eram muito confiáveis, pois apresentavam vários inconvenientes de caráter prático. Entretanto, essas duas máquinas são consideradas a origem das calculadoras mecânicas.

Numerosas tentativas foram feitas no decorrer do século XVIII a fim de se produzir uma máquina de calcular satisfatória, sem, entretanto, se conseguir grandes sucessos. Os eventos mais marcantes ligados à história dos computadores, nesse século

lo, são descritos a seguir. Em 1741, *Jacques de Vaucouson*, na França, passa a controlar os seus teares por meio de tambores perfurados. Em 1777, *Charles Mahon* projeta uma máquina aritmética mecânica. Em 1786, o engenheiro alemão *J.H. Müller* concebeu a idéia de uma máquina diferencial automática e expressou sua idéia no papel, projetando formas precisas e conceitos razoáveis. Entretanto, foi desencorajado devido às dificuldades técnicas de construção. No final do século, em 1790, *Joseph Marie Jacquard*, na França, passa a controlar os seus teares por meio de cartões perfurados; as maquinetas são usadas nos teares até os dias atuais para fazerem estampas complexas nos tecidos e são chamados de *Jacquards*. O nome de *Joseph Marie Jacquard* está intimamente ligado aos projetos de *Charles Babbage* - o "pai" dos computadores - ocorridos no século seguinte.

O século XIX foi marcado por grandes eventos na história dos computadores. É considerado o século em que se inicia a era da computação moderna.

Em 1820, *Thomas Colmar* projeta e constrói o *aritmômetro* - a primeira máquina de calcular aritmética que era confiável e que foi comercializada. Essa máquina era baseada nos trabalhos de Pascal e de Leibnitz, quase dois séculos antes.

Quem primeiro teve a idéia e fez a sugestão para se construir um computador automático foi *CHARLES BABBAGE*, um jovem matemático inglês, então com a idade de 28 anos. *Babbage* era filho de um banqueiro inglês e nasceu em Devonshire, em 26 de dezembro de 1792.

Em 1820, então professor de Matemática na Universidade de Cambridge, Inglaterra, ele começou a trabalhar numa máquina que calculava e imprimia tabelas de diferenças matemáticas. Essa máquina, chamada *Máquina de Diferenças*, - um computador digital decimal - tinha todos os dispositivos importantes de um computador digital moderno; isto é, a unidade aritmética, a memória, dispositivos de entrada e saída de informações, e o mais inventivo de todos os conceitos - a idéia de, automaticamente, seguir as instruções pela qual um computador passa de uma instrução para a próxima sem intervenção humana.

Dois anos depois, em 1822, sua *Máquina de Diferenças* estava concluída. Ela era especialmente projetada para computar

polinômios do 29 grau para a preparação de tabelas de diferenças matemáticas. A *Máquina de Diferenças* era constituída por um conjunto de mecanismos e de engrenagens similares aos calculadores mecânicos de mesa atuais, com oito posições decimais, que podia determinar diferenças segundas.

Com o sucesso alcançado, *Babbage* foi persuadido pelo governo inglês a projetar uma máquina de diferenças de dimensões maiores, com 20 posições decimais para diferenças sextas. Esse projeto tomou-lhe 10 anos de trabalhos ininterruptos. Em vista do alto custo - aproximadamente £17000 - e de problemas técnicos de manufatura que não permitia a construção de máquinas grandes, o projeto foi abandonado. (A indústria do metal trabalhado no início de 1800, podia fazer razoáveis cavidades cilíndricas em canhões e boas lâminas de arado, mas não tinha a técnica competente para fazer as engrenagens de precisão e suas ligações de acordo com os desenhos detalhados de *Babbage*.)

Poucos anos depois, *Babbage* voltou sua atenção para um projeto bem mais ambicioso e poderoso: a "*Máquina Analítica*" - uma máquina que não seria limitada a uma única tarefa, mas que executaria uma sequência variável de operações, a serem especificadas, previamente, para cada problema. Em 1843, Lady *Ada Augusta Byron*, matemática inglesa, filha do Lord Byron, se associa com *Babbage* para auxiliá-lo no desenvolvimento da *Máquina Analítica*. *Ada* era a Condessa de Lovelace - um gênio matemático da época - e é considerada a primeira programadora da História dos Computadores. (Uma das modernas linguagens de programação de computadores, a *linguagem ADA*, recebeu este nome em homenagem a *Ada Augusta Byron*.) A mente treinada de *Charles Babbage* atingiu o clímax: a *Máquina Analítica* foi projetada para fazer toda espécie de computação, com a flexibilidade de um moderno computador digital. Uma grande montagem de engates, engrenagens e hastes era para ser movida a vapor (eletricidade era ainda curiosidade de laboratório). A *Máquina Analítica* era organizada com cinco unidades principais. A *calculadora* deveria realizar adições, subtrações, multiplicações, divisões, e incorporar uma operação elementar de decisão. Esta última permitiria à máquina escolher, em meio a alternativas de sequências de computação, com base no resultado de uma sequência anterior. Os resultados

intermediários deveriam ser mantidos em uma *memória*, constituída de um banco de rodas gravadas, com capacidade para mil números de 50 dígitos cada um. E uma coisa mais profética: a *Máquina Analítica* podia ser controlada por *cartões perfurados*. A unidade de *controle* dirigiria a operação de todas as partes da máquina, através de furos em cartões perfurados. A *entrada* de dados para a máquina utilizaria, também, estes cartões. A *saída* assumiria uma das duas formas seguintes: a) seriam perfurados cartões para uso posterior como entrada, aumentando, assim, a memória interna com armazenamento externo, indefinidamente grande; b) para uma saída final, tal como tabelas matemáticas, deveria ser incluída uma máquina linotipo automática. Isto removeria uma grande fonte de erros nas tabelas impressas. A organização da *Máquina Analítica* de *Babbage* é reconhecível em grau significativo na de muitos computadores automáticos modernos.

A idéia do cartão perfurado veio do tear mecanizado do francês *Joseph Marie Jacquard*, onde os cartões perfurados controlavam, automaticamente, o dispositivo para dar padrões estampados aos tecidos. *Lady Lovelace*, muitas vezes encarregada de divulgar as idéias de *Babbage*, escreveu certa vez: "A *Máquina Analítica* tece padrões algébricos do mesmo modo como o tear de *Jacquard* tece folhas e flores". Não há dúvida alguma que a *Máquina Analítica* foi uma bela idéia e é considerada a origem do moderno computador, cuja construção só foi possível no início da década de 40 do século XX. A suprema contribuição de *Babbage* foi o conceito de controle sequencial automático. Porém, *Babbage* tinha nascido 100 anos antes da época que deveria nascer. A construção da *Máquina Analítica* não foi concluída por falta de tecnologia adequada.

Charles Babbage morreu em Londres, em 1871, deixando um legado a seus sucessores:

"Se seguido pelo meu exemplo, qualquer homem terá sucesso em construir uma máquina computadora, auxiliado pelo departamento executivo de análise matemática. Eu não tenho receio de deixar minha reputação neste futuro empreendimento, e meus sucessores poderão a

preciar totalmente a natureza de meus esforços e o valor de seus resultados".

Após as idéias de *Babbage*, surgiram outros inventores de máquinas calculadoras, porém sem ter os sucessos daquele que é considerado o "pai" dos computadores. Os principais eventos da época, ligados à história dos computadores, são descritos a seguir, em ordem cronológica. Em 1854, o matemático inglês *George Boole* publica a obra intitulada "*Uma investigação das leis do pensamento*" que se constituiu no fundamento da Teoria da Informação - base para o projeto lógico de computadores, sobre a parte da lógica simbólica, hoje chamada de *Álgebra Booleana*. Também em 1854, o impressor sueco, *George Scheutz* e seu irmão *Edward* projetam e constroem uma máquina de diferenças de 14 posições para diferenças quartas, inspirada nas idéias de *Babbage*. Outro fato marcante ocorrido em 1854 foi a invenção do *planímetro*, pelo matemático (suisso) *Jacob Amsler*. (O planímetro foi um dos primeiros dispositivos analógicos.) Dois anos depois, em 1856, o próprio *Jacob Amsler* inventa o *integrador mecânico* - também um dispositivo analógico. Em 1860, *D.D. Parmalee*, nos Estados Unidos, obtem uma patente para a primeira máquina de calcular operada à teclas. Em 1872, nos Estados Unidos, *Frank Stephen Baldwin* constrói o seu calculador. Também em 1872, na Inglaterra, *Lord Kelvin* inventa o *Calculador de Marés* - um dispositivo analógico que calculava a altura das marés em função do tempo, somando funções periódicas com 8 componentes senoidais. Em 1876, o engenheiro inglês *James Thomson* inventa um *integrador mecânico* (dispositivo analógico), do tipo disco-esfera-cilindro, até hoje encontrado em servomecanismos. *W.T. Odhner*, na Rússia, no ano de 1878, constrói seu primeiro calculador. Em 1884, *William Seward Burroughs*, nos Estados Unidos, constrói seu primeiro calculador, o qual foi comercializado com sucesso. No ano seguinte, em 1885, *Burroughs* funda a *American Arithmometer Co.* - empresa que se tornaria mais tarde um dos gigantes da indústria de computadores, com o nome de *BURROUGHS Corp.*. Em 1886, o industrial americano *Dorr Eugene Felt* constrói o *computômetro* - uma calculadora mecânica aritmética operada a teclas, a qual foi comercializada com sucesso. Em 1887, *Leôn Bollée*, na França,

constrói seu calculador mecânico. No mesmo ano de 1887, o matemático e físico francês *Félix Benjamin Lucas* constrói o *Resolutor de Polinômios* - um dispositivo analógico. Em 1890, nos Estados Unidos, o Dr. *Herman Hollerith* lança uma linha completa de máquinas eletro-mecânicas para perfurar, interpretar, classificar, tabular e totalizar *dados em cartões perfurados*, as quais foram utilizadas pelo Bureau do Censo dos Estados Unidos. O censo que demandava cerca de 10 anos de trabalhos foi realizado em apenas 2 anos e meio. Foi um evento significativo na história da computação mecanizada. Essas máquinas estavam baseadas na tese de doutorado de *Hollerith*, intitulada "*O Sistema de Tabulação Elétrica*". No mesmo ano de 1890, *William Seward Burroughs*, através de sua empresa a *American Arithmometer Co.*, vendeu o primeiro lote de 50 calculadoras mecânicas de mesa, projetadas por *Burroughs*. Todas essas máquinas foram devolvidas ao fabricante, por apresentarem defeitos técnicos, os quais são foram sanados 7 anos depois. Em 1891, *W.T. Odhner*, na Rússia, lança a primeira calculadora aritmética de mesa com mecanismo mais moderno (*com manivelas*), ainda presente nas calculadoras mecânicas usadas até recentemente. Em 1896, *Herman Hollerith* funda, nos Estados Unidos, a *Tabulating Machine Co.*, empresa que passou a produzir e comercializar as máquinas eletro-mecânicas de processamento de dados com cartões perfurados. Esta empresa, juntamente com outras, tornou-se o maior dos gigantes da indústria de computadores: a IBM (International Business Machine Corp.). O último fato marcante do século XIX, no ramo digital da família dos computadores, ocorreu em 1897 quando *Burroughs* consegue corrigir os defeitos de sua primeira linha de produção de calculadoras aritméticas de mesa e comercializa-as com grande sucesso. A história registra como o último evento marcante do século XIX, no ramo analógico, a invenção do *Sintetizador Harmônico*, pelos físicos americanos *Albert Abraham Michelson* e *Samuel Wesley Stratton*, em 1898.

No início do século XX continuaram os desenvolvimentos computacionais num ritmo cada vez mais intenso. O primeiro fato ocorreu em 1910 quando *James Powers*, nos Estados Unidos, lança diversas máquinas de processamento de dados utilizando cartões perfurados. Essas máquinas, similares às de *Hollerith* há

20 anos passados, foram projetadas por Powers e produzidas pelo Bureau do Censo dos Estados Unidos. No ano seguinte, em 1911, James Powers funda a Powers Accounting Machine Co., empresa que se tornaria a Divisão de Máquinas Tabuladoras da Remington Rand Corp., mais tarde denominada Sperry Rand Corp., cuja Divisão UNIVAC tornou-se o terceiro gigante da indústria de computadores. No mesmo ano de 1911, J.R. Monroe lança, nos Estados Unidos, sua calculadora eletro-mecânica de mesa. Em 1920, W.T. Odhner lança, na Rússia, a primeira calculadora elétrica, aperfeiçoada a partir da calculadora mecânica de Odhner, em 1891. No ramo analógico, nessa época, ocorreram dois fatos significativos. O primeiro, em 1924, foi a invenção, em Liverpool, Inglaterra, de um Calculador de Marés capaz de somar funções periódicas com 26 componentes senoidais. O segundo ocorreu nos Estados Unidos, em 1927, quando o engenheiro Vannevar Bush apresentou o seu Analisador Diferencial - o precursor dos computadores eletrônicos analógicos atuais.

5. UM BREVE RELATO SOBRE A FORMAÇÃO DOS TRÊS PRIMEIROS GIGANTES DA INDÚSTRIA DE COMPUTADORES

A formação da IBM - International Business Machines Corp. - foi continuada depois da fundação da Tabulating Machine Co., em 1896, por Herman Hollerith, pela fusão desta empresa com a Time Recording Co., com a Dayton Scale Co., e com a Bundy Manufacturing Corp., resultando na CTR - Computing-Tabulating - Recording Co.. Em 1924, a CTR passou a ser denominada International Business Machines Corp., mais conhecida pela sigla IBM. Em 1933, a IBM sofreu uma reorganização e se tornou uma verdadeira corporação mundial, (IBM World Trade).

A formação da BURROUGHS Corp. é mais direta e surgiu da empresa American Arithmometer Co., fundada por William Seward Burroughs, em 1885, que teve sua razão social alterada após a morte de Burroughs, em sua homenagem.

A formação da UNIVAC, uma Divisão da Sperry Rand Corp., resultou de várias vertentes. A primeira delas, ocorrida em 1927, foi a constituição da Divisão de Máquinas Tabuladoras, da Remington Rand Corp., com base na Powers Accounting Machines

Co. (empresa fundada por *James Powers*, em 1911), através de diversas consolidações. A segunda delas foi a compra da empresa *Eckert-Mauchly Computer Corp.*, em 1950, pela *Remington Rand Corp.*, que se tornou a sua *Divisão Eckert-Mauchly*. A terceira vertente foi também a compra, pela mesma *Remington Rand Corp.*, em 1952, da empresa *ERA - Engineering Research Associates*, que foi incorporada à *Divisão Eckert-Mauchly*, para constituir mais tarde, a *Divisão UNIVAC* da *Sperry Rand Corp.*, resultado também da fusão, em 1955, da *Remington Rand Corp.* com a *Sperry Gyroscope*.

Outros gigantes da indústria de computadores, tais como a *CDC - Control Data Corp.* e a *DEC - Digital Equipment Corp.* só surgiram mais tarde e são descritas mais adiante.

6. A CRIAÇÃO DOS MODERNOS COMPUTADORES

A criação do computador é o resultado do esforço conjunto de pesquisadores, empresas, instituições de pesquisas, universidades e governos, descritos a seguir.

6.1. O Sucessor de Babbage: Howard Hathaway Aitken

Em fins de 1930, cerca de 60 anos após a morte de *Charles Babbage* (ocorrida em 1871), um jovem estudante graduado em Matemática da Universidade de Harvard, Estados Unidos, de nome *Howard Hathaway Aitken*, se viu envolvido em complexos cálculos necessários para a sua tese de Ph.D.. Para aumentar a velocidade de seu trabalho, ele "inventou" uma série de pequenos computadores digitais bastante especializados. Logo ele notou que todas as suas máquinas tinham operações lógicas comuns umas às outras e outros dispositivos similares, tais como memórias e unidades de controle. Em pouco tempo, *Aitken* começou a pesquisar o mesmo campo que *Charles Babbage* tinha trilhado há um século atrás. *Aitken* foi mais afortunado que *Babbage*, pois já dispunha de circuitos elétricos, tais como relés eletromagnéticos. Depois de 3 anos de experiências, *Aitken* teve sua atenção voltada para os pioneiros esforços de *Babbage*. Mais tarde, *Aitken* disse que quando leu o legado de *Babbage* a seus sucessores, ele sentiu que *Babbage* tinha conversado, diretamente, com ele através dos anos.

Em 1939, com suporte financeiro da IBM, *Aitken* começou a trabalhar, na construção de uma máquina analítica, semelhante à de *Babbage* em conceito e em potência, porém mais modesta em tamanho, a qual foi concluída e apresentada na Universidade de Harvard em 1944. A máquina era chamada "*Automatic Sequence Controlled Calculator*", mais conhecida por *MARK I* - o primeiro computador automático de uso geral. Era uma máquina eletro-mecânica que continha 72 acumuladores de adição, fazia uso intensivo de relés para armazenar e manipular números de 23 dígitos decimais e era controlada por fita de papel perfurado. Foram também incluídas uma unidade de multiplicação e uma unidade de geração de funções. Então, o sonho de *Babbage* 100 anos atrás tinha sido coroado de pleno êxito. Em vista deste grande feito, *Howard Hathaway Aitken* é considerado o *sucessor de Charles Babbage*.

Quando o *MARK I* estava em operação, podia-se ouvir o ruído abafado de "clicks" que era produzido por milhares de relés elétricos se abrindo e se fechando. Um relé fechado (conduzindo corrente) representava um "1" e um relé aberto (não conduzindo corrente) representava um "0". Como na maioria dos computadores modernos, o *MARK I* contava por dois (computadores binários). Os primeiros computadores eletro-mecânicos eram cerca de 10 vezes mais rápidos que uma máquina de calcular de mesa, e podiam trabalhar dias e dias sem a intervenção humana. Entretanto, eles eram vagarosos demais para as necessidades atuais, pois o tempo que um relé gasta para abrir ou fechar é de muitos milissegundos.

Diversas outras máquinas digitais, usando técnicas eletro-mecânicas, foram desenvolvidas nessa época, bem como algumas obras históricas ligadas à história do desenvolvimento dos computadores. Em 1936, *Alan Turing* publica a obra intitulada "*Sobre a computabilidade dos números com uma aplicação no problema da decidibilidade*", obra que ficou famosa dando origem às chamadas *máquinas de Turing*. Em 1937, *Claude Elwood Shannon*, no MIT - Massachusetts Institute of Technology - Estados Unidos, defende sua tese de Mestrado intitulada "*Uma análise simbólica de circuitos de chaveamento e relés*", aplicando a Álgebra Booleana aos circuitos elétricos discretos (relés). O próprio *Aitken* projetou o *MARK II* para a Marinha dos Estados Unidos, em

Dahlgren, Virginia, e também o *MARK III*.

Entre esses desenvolvimentos destaca-se o trabalho, paralelo e independente, de *George R. Stibitz*, auxiliado por *Samuel Willians*, nos *Laboratórios da Bell Telephone*, entre os anos de 1937 e 1945. Em 1938, *Stibitz* projeta os primeiros computadores, com base nas máquinas de *Herman Hollerith*. Em 1940, *Stibitz* constrói seu complexo computador eletro-mecânico de números; em 1942 constrói o interpolador, e em 1945, conclui sua primeira máquina para todos os fins, o *Bell Relay Computer*. Tanto *Aithken* como *Stibitz* pensaram nos passos críticos para tornar possível os computadores modernos, principalmente a introdução da operação interna automática pela qual o próprio computador dirige o curso dos cálculos uma vez iniciada - já idealizada por *Babbage* há um século atrás. Os computadores de *Aitken* e de *Stibitz* podiam fazer decisões entre cálculos alternados, isto é, decisões que dependem dos resultados de computações precedentes.

Outros desenvolvimentos que merecem destaque são descritos a seguir. Em 1938, *Konrad Zuze*, na Alemanha, constrói o *Z-1*, um computador mecânico. No ano seguinte, em 1939, *Konrad Zuze* constrói o *Z-2*, um computador eletro-mecânico. Em 1941, o próprio *Zuze* constrói o *Z-3*, outro computador eletro-mecânico mais aperfeiçoado. Em 1942, *John Vincent Atanasoff* e *Clifford Barry*, na *Iowa State University* (Estados Unidos) constroem o *ABC* - "*Automatic Binary Computer*" - Um computador eletro-mecânico com memória de tambor magnético. Em 1943, *George R. Stibitz* constrói, para a Marinha dos Estados Unidos, um computador eletro-mecânico, especializado no cálculo de tabelas balísticas. Em 1945, *Konrad Zuze* constrói, na Alemanha, um computador eletro-mecânico que foi usado em cálculos de trajetórias de foguetes.

6.2. Os Novos Computadores Eletrônicos Digitais

Felizmente, tornou-se disponível um dispositivo eletrônico mais rápido que o relê - a *válvula termo-iônica*.

Durante a Segunda Guerra Mundial, os Doutores *John Presper Eckert* e *John Williams Mauchly*, na *Escola Moore de Engenharia Elétrica* da *Universidade da Pensilvânia*, Estados Unidos, descobriram que a *válvula termo-iônica* podia alterar seu estado

"on-off" (representando um sistema binário) em alguns milhões de segundos; isto é, milhares de vezes mais rápido que o vagaroso relê.

Em 1942, encorajados e com suporte financeiro do Exército dos Estados Unidos, *Eckert* e *Mauchly* iniciaram a construção do primeiro computador eletrônico, o ENIAC - "*Electronic Numerical Integrator and Calculator*", o qual foi concluído em 1946. Esse computador era considerado a máquina eletrônica mais complexa daquela época; pesava cerca de 30 toneladas, usava 19000 válvulas e centenas de milhares de outras partes elétricas, e ocupava uma área de cerca de 150 metros quadrados.

Em 1945, o Dr. *John Von Neumann*, consultor matemático da Universidade da Pensilvânia, que mais tarde serviu como membro da Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos, divulgou suas idéias sobre os "*princípios para a construção de um computador automático de programa armazenado*", onde as ordens a serem seguidas passo a passo (instruções) eram armazenadas na própria memória do computador, e não externamente como na fita de papel perfurado, introduzindo assim o conceito de programa armazenado. Os computadores eram, até então, controlados por meio de fios conectados a painéis ou instruções codificadas em fitas de papel perfurado ou cartões. Entretanto, o primeiro computador eletrônico digital usando a idéia de programa armazenado foi o EDSAC - "*Electronic Delayed Storage Automatic Computer*", o qual foi desenvolvido pelo Dr. *Maurice V. Wilkes* nos laboratórios da Universidade de Cambridge, Inglaterra, e foi colocado em operação em maio de 1949. (Este foi um projeto paralelo e independente ao computador EDVAC, nos Estados Unidos.) Mais ou menos na mesma época dos trabalhos de *Wilkes*, na Universidade de Cambridge, o esforço conjunto dos Doutores *Eckert*, *Mauchly*, e *Von Neumann*, na Universidade da Pensilvânia, fez surgir o EDVAC - "*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*", o qual foi concluído no início de 1950. Essa máquina, também usando o conceito de programa armazenado, foi projetada para o Exército dos Estados Unidos e ficou em operação até março de 1963.

Um outro projeto de um computador eletrônico digital de grandes proporções foi iniciado em 1945 e concluído em 1950, no National Physics Laboratory, Inglaterra; era o ACE -

"Automatic Calculating Engine", máquina que já usava equipamentos de cartões perfurados (como os atuais) para entrada e saída de dados.

Um fato interessante que deve ser mencionado nesse início da era eletrônica dos computadores é que *Konrad Zuse*, em 1950, apresenta, na Alemanha, o Z-11 - o último computador a relé que se tem notícia.

Diversas outras máquinas eletrônicas foram construídas, usando a técnica de programa armazenado de *John Von Neumann*. Dentre as mais notáveis, destacamos as a seguir descritas, assim como os principais eventos ocorridos na época. Em 1946, *John Presper Eckert* e *John Williams Mauchly*, nos Estados Unidos, fundam a *Electronic Control Co.*, empresa que mais tarde foi denominada *Eckert-Mauchly Computer Co.*, a qual se tornaria a Divisão UNIVAC da *Sperry Rand Corp.*. Também em 1946, *Grace Murray Hopper* - capitã da Marinha dos Estados Unidos - elabora os primeiros programas de aplicação para o computador MARK I e mais tarde para os computadores MARK II, e MARK III. A capitã *Grace* fazia parte da equipe de *Howard H. Aitken*, na Universidade de Harvard e é considerada a primeira programadora dos modernos computadores. Em 1949, *John Presper Eckert* e *John Williams Mauchly*, lançam, através da sua empresa - a *Eckert-Mauchly Computer Co.* - o BINAC, um computador eletrônico, de programa externo, que usava dois processadores. Em 1950, o NBS - *National Bureau of Standards*, apresenta um de seus computadores, o SEAC - "*Standards Eastern Automatic Computer*" (também chamado de "*SEquential Automatic Computer*") para uso do governo, em Washington, D.C.. O SEAC é considerado um dos primeiros computadores eletrônicos, de programa armazenado, que ficou pronto e funcionou a contento, nos Estados Unidos. Em 1951, *John Presper Eckert* e *John Williams Mauchly*, através da Divisão *Eckert-Mauchly* da *Remington Rand Corp.*, lançou o UNIVAC I - "*UNIVersal Automatic Computer*". Esse computador foi o primeiro a usar fita magnética como meio de entrada e saída de informações, e também foi o primeiro computador eletrônico, de programa armazenado a ser produzido comercialmente nos Estados Unidos. Também em 1951, a empresa inglesa *Ferranti* lança o *Ferranti/Mark I* (não relacionado com a máquina de Aitken) - o primeiro computador eletrôni-

co, de programa armazenado, a ser produzido comercialmente na Inglaterra. Em 1952, o Dr. *John Von Neumann*, então no "*Institute of Advanced Studies*", da *Universidade de Princeton*, nos Estados Unidos, apresenta o *IAS* - um computador eletrônico automático, de programa armazenado, construído pelo próprio *Von Neumann*.

No início da década de 50, novos computadores foram desenvolvidos em universidades, instituições de pesquisa, laboratórios industriais, e os fabricantes de máquinas computadoras proliferaram. Entre os projetos construídos nessa época, citam-se:

- o *WHIRLWIND*, no MIT - Massachusetts Institute of Technology, Estados Unidos - o primeiro computador que usou memória de núcleos magnéticos, e que serviu de base para as memórias de computadores que a indústria passou a usar.
- o *ORDVAC* e o *ILLIAC* (ILLInois Automatic Computer), na Universidade de Illinois, Estados Unidos).
- o *JONIAc*, na Rand Corporation.
- o *MANIAC*, na UCLA - University of California, Los Alamos, Estados Unidos.
- o *WEIZAC*, projetado e construído em Israel.
- o *ATLAS*, na Universidade de Manchester, Inglaterra.
- o *HURRICANE*, construído pela Raytheon, sob o patrocínio do NBS - National Bureau of Standards, Estados Unidos.
- o *SWAC*, construído pelo próprio NBS - National Bureau of Standards, Estados Unidos.
- o *MIDAC*, construído na Universidade de Michigan, Estados Unidos.
- o *IBM-650* (em 1955), que foi o primeiro computador de grande aceitação no mercado mundial.

Pouco tempo mais tarde, em 1959, os *transistores* substituíram as válvulas termo-iônicas e as velocidades de cálculo passaram para a ordem de nanosegundos. A miniaturização de circuitos (microcircuitos e circuitos integrados) teve início em 1962, e o maior desenvolvimento ocorreu em 1964 com a introdu-

ção, no mercado de computadores, daquilo que foi descrito como a 3a. geração de equipamentos computacionais.

Mais tarde, no início da década de 70, novas linhas de computadores foram desenvolvidas, usando circuitos monolíticos (integração de uma grande quantidade de circuitos - circuitos LSI e circuitos VLSI). Esses circuitos são cerca de 8 vezes mais compactos que os circuitos dos sistemas anteriores e produzem velocidades de processamento de 4 a 5 vezes mais rápidas. Os computadores que usam esses tipos de circuitos foram denominados de computadores de 4a. geração.

Atualmente, em 1985/1986, já se fala em computadores de 5a. geração. No entanto, esses computadores ainda não passaram à história dos computadores.

6.3. O Esforço Brasileiro

Neste relato sobre a história dos computadores, não se pode deixar de fornecer alguns dados sobre o esforço brasileiro na área.

A primeira tentativa registrada no Brasil, que por si não é pouco conhecida, não tem caráter comercial, mas puramente didática, foi realizada por quatro engenheiros do ITA - Instituto Tecnológico da Aeronáutica, em São José dos Campos, SP, em 1961, como trabalho final do curso. Dadas as suas características, o computador foi batizado de "*PROFESSOR ZEZINHO*", pois servia para demonstração em aulas. Seus projetistas e construtores foram *Alfred Volkmer*, *André Vasarhelyi*, *Fernando Vieira de Souza*, e *José Ripper*. Infelizmente, nada restou do "*PROFESSOR ZEZINHO*" que foi sendo desmanchado para reaproveitamento de seus componentes em outros projetos...

Um novo projeto brasileiro ocorreu cerca de 10 anos depois, em 1971, na Universidade de São Paulo - Escola Politécnica (Laboratório de Sistemas Digitais) - que resultou num mini-computador chamado *PATINHO FEIO*, ainda operacional nos dias de hoje servindo a inúmeros projetos de pesquisa. O *Patinho Feio* foi consequência de um projeto desenvolvido durante um curso ministrado pelo Dr. Glen George Langdon Jr., pesquisador do Laboratório de Pesquisas da IBM, em San José, Califórnia, Estados U

nidos, e na ocasião professor visitante na USP.

Esta experiência encorajou um novo projeto, patrocinado pelos Ministério da Marinha e do Planejamento, envolvendo como executantes o Laboratório de Sistemas Digitais da Escola Politécnica da USP ("hardware") e o extinto Laboratório de Projetos em Computação da PUC - Rio ("software"). Este projeto, conhecido como *Projeto Guaranys*, foi iniciado em 1972 e concluído em 1977, dando como resultado o protótipo de um mini-computador conhecido por *G-10*.

Os resultados do projeto do *G-10* foram transferidos, em 1977, para a *COBRA - Computadores e Sistemas Brasileiros S.A.* que fez aperfeiçoamentos no *G-10*, resultando no protótipo do minicomputador *G-11*, em 1979. Novos aperfeiçoamentos foram feitos no *G-11*, que originou, em 1981, a série *C-500*, bastante comercializada.

Entretanto, várias indústrias nacionais tem se estabelecido para a produção de mini-computadores, micro-computadores, e equipamentos periféricos. Entretanto, foge ao escopo deste relato analisar todas essas iniciativas e seus produtos, que já chegam a centenas de produtos.

7. EVOLUÇÃO DOS MODERNOS EQUIPAMENTOS DE COMPUTAÇÃO

É comum se dividir os computadores em gerações, de acordo com a tecnologia dos componentes usados em seus circuitos eletrônicos; com base nessa tecnologia e mais no critério de que esses computadores tenham sido projetados para serem comercializados, é possível estabelecer datas aproximadas para início e término de cada geração.

Na verdade, a divisão de computadores em gerações é muito mais complexa e se baseia na análise de diversas outras características, principalmente as funcionais. Todavia, a escolha da tecnologia dos componentes, como critério, é um bom ponto de partida.

A *1a. GERAÇÃO* de computadores (computadores a válvulas) contou com a presença de fabricantes com alguma tradição, como a *IBM* e a *UNIVAC*, e de novos fabricantes que começaram a ensaiar seus primeiros passos no final da década de 40.

A *IBM*, entre os anos de 1939 e 1944, participou do projeto do *MARK I*, da Universidade de Harvard. Depois disso, a *IBM* resolveu investir em suas próprias pesquisas, dando como resultado ótimos sistemas, tais como o *IBM-650*, *IBM-704*, e *IBM-709*.

A *Remington Rand*, através da sua *Divisão UNIVAC*, foi, de saída, a líder absoluta do mercado de computadores de 1a. geração, com o lançamento de seu computador *UNIVAC I*, em 1951, que, em qualidade, estava quatro anos à frente dos concorrentes. Em 1955, todavia, a *IBM* deu uma reviravolta no mercado computacional, com seu computador *IBM-650* alcançando um enorme sucesso de vendas. O mercado havia esperado pelo *UNIVAC II*, mas este só ficou pronto em 1957. Os principais computadores de 1a. geração, da *UNIVAC*, são o *UNIVAC I*, *1103*, *1105* e *UNIVAC II*.

A *BURROUGHS*, tradicionalmente era fabricante de máquinas calculadoras. Em 1948, resolveu entrar no mercado de computadores, onde a maioria de seus protótipos de computadores de 1a. geração não chegou a ser comercializada. Os principais protótipos foram o *UDEC* e a *Série BEAM (I a IV)*. Um dos poucos projetos que chegaram à fase de comercialização foi o *B-220*.

A *RCA - Radio Corporation of America* participou da criação da tecnologia de computadores. Seu principal computador, da época, foi o *BIZMAC*, que quando concluído estava obsoleto.

A *Mineapolis HONEYWELL Corp.* entrou no mercado de computadores em 1954, que comprou a *Raytheon* fundando a *Divisão Datamatic* da *HONEYWELL*. O computador de 1a. geração, produzido pela *HONEYWELL*, foi o *DATAMATIC 100* que quando ficou pronto já estava obsoleto.

A *NCR - National Cash Register Co.* entrou no mercado através da fusão com a *Computer Research Corp.*. O computador de 1a. geração produzido foi o *102D*.

Outras empresas tentaram entrar no mercado, mas não foram bem sucedidas. Entre essas, citam-se as seguintes, com seus respectivos computadores de 1a. geração:

- *Underwood Corp.*: *ELECOM 120* e *125*
- *Librascope Corp.*: *LGP 30*
- *Bendix Corp.*: *G-15*.

No cenário da 2ª. GERAÇÃO de computadores (computadores transistorizados), continuaram as empresas que já se haviam sobressaído durante a geração anterior: *IBM*, *UNIVAC*, *BURROUGHS*, *RCA*, *NCR*, e *HONEYWELL*. Além dessas, outras duas empresas entraram no mercado: a *PHILCO* e a *CDC - Control Data Corporation*.

O número de computadores de 2ª. geração é muito grande, razão porque citamos apenas os principais:

- *IBM*: 1620, 7040, 7090, 1401
- *UNIVAC*: *UNIVAC III*, 1107.
- *BURROUGHS*: *B5000*, *B5500*
- *RCA*: 501
- *HONEYWELL*: 800
- *NCR*: 304
- *PHILCO*: *S-1000*, *S-2000*
- *CDC*: 1604, 3600, 6400

A *PHILCO* se retirou do mercado logo após o lançamento do computador *S-2000*.

A *CDC* é a "Cinderela" da história da computação. Nasceu e floresceu com a 2ª. geração de computadores. Foi constituída por funcionários saídos da *UNIVAC* e da *ERA - Engineering Research Associates*, em 1957. É uma empresa que sempre se dedicou à construção de computadores para fins científicos, de grande porte, e computadores especiais.

O que caracteriza o início da 3ª. GERAÇÃO de computadores não é apenas o emprego de circuitos integrados, mas toda uma mudança de filosofia. Alguns fabricantes reivindicam para si o início da 3ª. geração de computadores, alegando que seus computadores foram os primeiros a utilizar circuitos integrados monolíticos, o que, verdadeiramente, caracteriza a 3ª. geração. Todavia, não há dúvida de que a 3ª. geração foi iniciada com o lançamento, pela *IBM*, da série /360, que provocou um forte impacto no mercado.

Ainda durante a 3ª. geração de computadores, um fato relevante foram as tentativas de construir grandes computadores

para processamento de dados em tempo compartilhado ("*time sharing*"), com o uso simultâneo por um grande número de usuários, através de terminais. As primeiras tentativas resultaram nos computadores *GE-645* e *IBM/360 mod. 67*.

No cenário da *3a. geração* de computadores continuaram os mesmos fabricantes tradicionais, e ocorreu a entrada, no mercado, da *GE - General Electric* e da *DEC - Digital Equipment Corporation*.

O número de computadores produzidos pelo conjunto de fabricantes, durante a *3a. geração*, é incontável, razão porque são citados apenas alguns dos principais fabricantes:

- *IBM*: série */360* (com 23 modelos), *1130*, série */3* (com 6 modelos), */7*, e o início da série */370* (com 8 modelos).
- *UNIVAC*: *1108*, *1110*.
- *BURROUGHS*: *6500*, *7500*, *8500*, *3500*, *1700*, *3700*, *5700*, *6700*, *1800*, *3800*, *5800*, *6800*.
- *RCA*: série *SPECTRA 70*.
- *HONEYWELL*: série numerada de *100* a *1200*.
- *NCR*: série *CENTURY*.
- *CDC*: *6600*, *6800*, *7600*.
- *GE*: série *600*.
- *DEC*: série *PDP*, *DEC-10*, *DEC-20*.

A partir da segunda metade da década de 70, e até fins de 1984, alguns fabricantes lançaram seus produtos como computadores de *4a. GERAÇÃO*, também chamados, por alguns, de computadores de *3a. geração posterior*, os quais utilizam circuitos integrados em média, larga, e muito larga escala (são os chamados circuitos MSI, LSI e VLSI, respectivamente).

Os principais computadores, e seus fabricantes, desta *4a. geração*, são:

- *IBM*: série */370* (com 9 modelos), */32*, */34*, */38*, microcomputador *5100*, série *30XX* (com os modelos *3032*, *3031*), e série *43XX* (com os modelos *4331*, *4332*, *4333*, *4341*, *4342*, *4343*, *4381*).

- UNIVAC: série 9000
- BURROUGHS: 1900, 3900, 5900, 6900
- CDC: série CYBER
- DEC: série VAX

NOTA DO AUTOR:

Muitos dos fatos narrados neste trabalho, a respeito de mentes prodigiosas, dos primeiros dispositivos de computação, da vida computacional de Charles Babbage e de seu sucessor, Howard Aitken, da criação dos modernos computadores e da evolução dos modernos equipamentos de computação foram extraídos de fontes históricas. Seria impraticável relacionar todas as obras de referência consultadas e museus visitados, mas algumas fontes foram de extrema valia:

- CALINGAERT, P. - Principles of Computation. Addison-Wesley Pub. Co., Inc., 1965.
- CORLISS, W.R. - Computers. U.S. Atomic Energy Commission/ Division of Technical Information, 1966.
- DENNING, P.J. - Third Generation Computer Systems. Computing Surveys, V.3, n.4, december/1971.
- Encyclopaedia Britannica.
- Enciclopédia Mirador Internacional.
- KNUTH, D.E. - Von Neumann's First Computer Program. Computing Surveys, V.2, N.4, december/1970.
- McCracken, D.D. - Digital Computer Programming. John Wiley & Sons, Inc., 1957.
- Museu da Computação "Charles Babbage", em Londres, Inglaterra.
- RIPPER, J. - O Professor Zezinho. Dados e Idéias, V.3, N.1, agosto/setembro/1977.

- ROSEN,S. - Electronic Computers: A Historical Survey.
Computing Surveys, V.1, N.1, march/1969.
- SCHULTZ,B.; ELMAUER,E. - The History of Computing: Part 9 ...
Konrad Zuze. Computerworld, V. XV, N.42, october/1981.
- ZIENTARA,M. - The History of Computing: Part 1 ... The Life
of Blaise Pascal. Computerworld, V. XV, N.26, june/1981.
- ----- - The History of Computing: Part 2 ... The
Leibnitz Legacy. Computerworld, V. XV, N.28, july/1981.
- ----- - The History of Computing: Part 3 ... Charles
Babbage: Man Before his Time. Computerworld, V. XV, N.30,
July/1981.
- ----- - The History of Computing: Parte 4 ... George
Boole: Progenitor of Information Theory. Computerworld,
V. XV, N.32, august/1981.
- ----- - The History of Computing: Part 5 ... William
Burroughs: Liberation from Calculation. Computerworld,
V. XV, N.34, august/1981.
- ----- - The History of Computing: Parte 6 ... Herman
Hollerith: Punched Cards Come of Age. Computerworld,
V. XV, N.36, september/1981.
- ----- - The History of Computing: Part 7 ... Thomas J.
Watson Jr.: The Businessman's Businessman. Computerworld,
V. XV, N.38, september/1981.
- ----- - The History of Computing: Part 8 ... Alan M.
Turing: From Theory to Reality. Computerworld. V. XV, N.40,
october/1981.
- ----- - The History of Computing: Part 10 ... Eckert &
Mauchly: Pulling it all Together. Computerworld, V. XV,
N.44, november/1981.
- ----- - The History of Computing: Part 11 ... Capt.
Grace M. Hopper & The Genesis of Programming Languages.
Computerworld, V. XV, N.46, november/1981.