

1

Introdução

A expressão *ciência da computação* tem, atualmente, um significado muito amplo. Contudo, neste livro, a definimos como “as questões relacionadas aos computadores”. Este capítulo introdutório, em primeiro lugar, tenta descobrir o que é um computador e, então, investiga outros aspectos diretamente relacionados a ele. Analisamos primeiro o **modelo de Turing**, como uma definição matemática e filosófica de computação. Em seguida, mostramos como os computadores, hoje em dia, têm como base o **modelo de von Neumann**. O capítulo termina com um breve histórico desse dispositivo que é capaz de transformar culturas... O computador.

Objetivos

Depois de estudar este capítulo, o aluno será capaz de:

- ☐ Definir o modelo de Turing de um computador.
- ☐ Definir o modelo de von Neumann de um computador.
- ☐ Descrever os três componentes de um computador: hardware, dados e software.
- ☐ Enumerar tópicos referentes ao hardware de computadores.
- ☐ Enumerar tópicos referentes aos dados.
- ☐ Enumerar tópicos referentes ao software.
- ☐ Discutir alguns aspectos sociais e éticos relacionados ao uso de computadores.
- ☐ Conhecer um breve histórico dos computadores.

1.1 MODELO DE TURING

A ideia de um dispositivo de computação universal foi descrita, pela primeira vez, por Alan Turing, em 1937, propondo que toda a computação poderia ser realizada por um tipo especial de máquina, então chamada *Máquina de Turing*. Embora Turing tenha apresentado sua descrição matemática, estava mais interessado na definição filosófica de computação do que em construir a máquina propriamente dita. O modelo por ele descrito tinha como base as ações que as pessoas realizam quando envolvidas na computação. Então, abstraindo essas ações, Turing criou um protótipo para uma máquina computacional que realmente transformou o mundo.

Processadores de dados

Antes de discutirmos o modelo de Turing, vamos definir um computador como um **processador de dados**. Utilizando essa definição, **um computador age como uma caixa-preta que aceita a inserção de dados, processa-os e cria informações** referentes aos resultados (Figura 1.1). Embora esse modelo possa definir a funcionalidade de um computador, na atualidade tornou-se muito genérico, porque, a partir dessa definição, uma calculadora de bolso também é um computador (o que realmente é verdade, em um sentido literal).

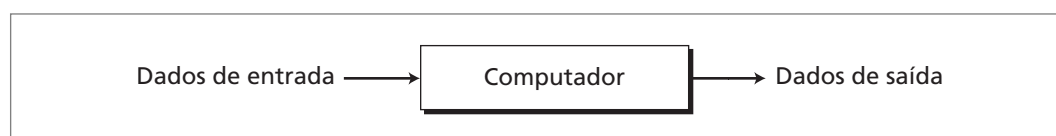


Figura 1.1 Uma máquina de computação de propósito único

Outro problema desse modelo é que ele não especifica o tipo de processamento nem se é possível mais de um tipo. Em outras palavras, não está claro quantos tipos ou conjuntos de operações podem ser realizados por uma máquina que tem como base esse modelo. É uma máquina de propósito específico ou de propósito geral?

Esse modelo poderia representar um computador de propósito específico (ou processador) que foi projetado para fazer um trabalho simples, como o controle da temperatura de um edifício ou o uso de combustível em um carro. No entanto, computadores, do modo como o termo é utilizado hoje em dia, são máquinas de *propósito geral*. Eles podem desempenhar muitos tipos de tarefas diferentes, o que implica que precisamos transformá-los no modelo de Turing para que seja possível refletir os reais computadores da atualidade.

Processadores de dados programáveis

O modelo de Turing é melhor para um computador de propósito geral, porque acrescenta um elemento extra de computação específica: o *programa*. **Um programa é um conjunto de instruções que diz ao computador o que fazer com os dados**. A Figura 1.2 mostra o modelo de Turing.

Nesse modelo, os **dados de saída** dependem da combinação de dois fatores: os **dados de entrada** e o programa. Com os mesmos dados de entrada podemos gerar diferentes resultados, se modificarmos o programa. De modo similar, com o mesmo programa, podemos gerar diferentes resultados, se modificarmos os dados de entrada. Por fim, se esses dados e o programa permanecerem os mesmos, o resultado também será o mesmo. Vamos observar esses três casos.

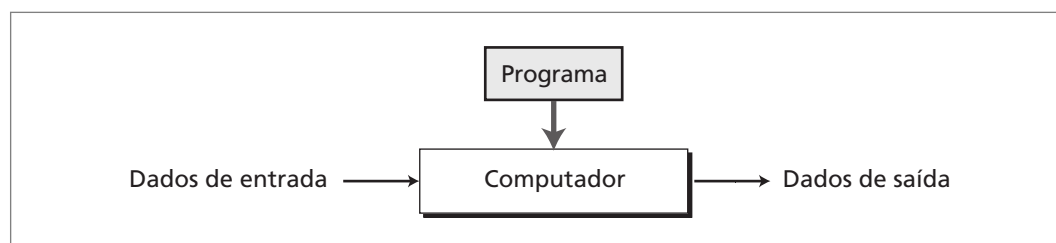


Figura 1.2 Um computador que tem como base o modelo de Turing: processador de dados programável

Mesmo programa, diferentes dados de entrada A Figura 1.3 mostra o mesmo programa de ordenação com diferentes dados de entrada. Embora o programa seja o mesmo, os resultados são diferentes, porque diferentes dados de entrada são processados.

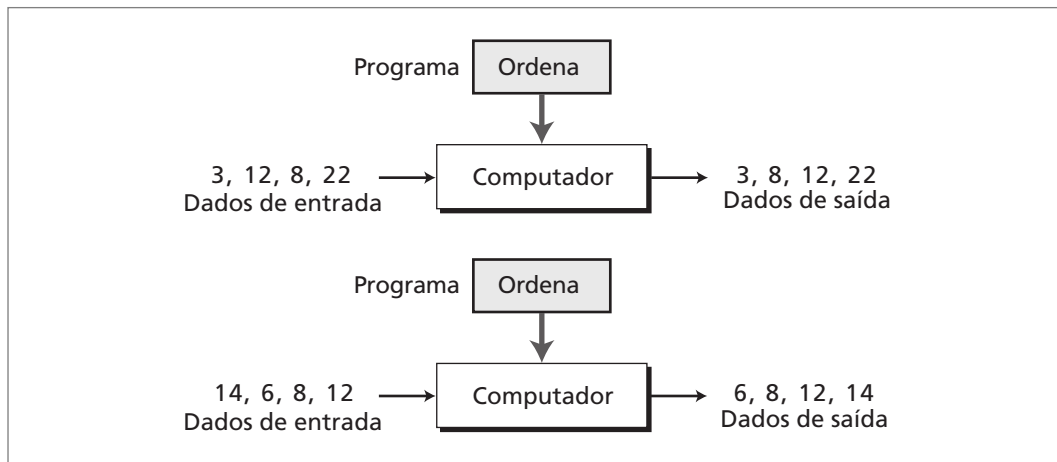


Figura 1.3 Mesmo programa, diferentes dados de entrada

Mesmos dados de entrada, programas diferentes A Figura 1.4 mostra os mesmos dados de entrada com diferentes programas. Cada programa faz que o computador realize diferentes operações sobre esses dados. O primeiro programa ordena os dados, o segundo os adiciona e o terceiro encontra o menor número.

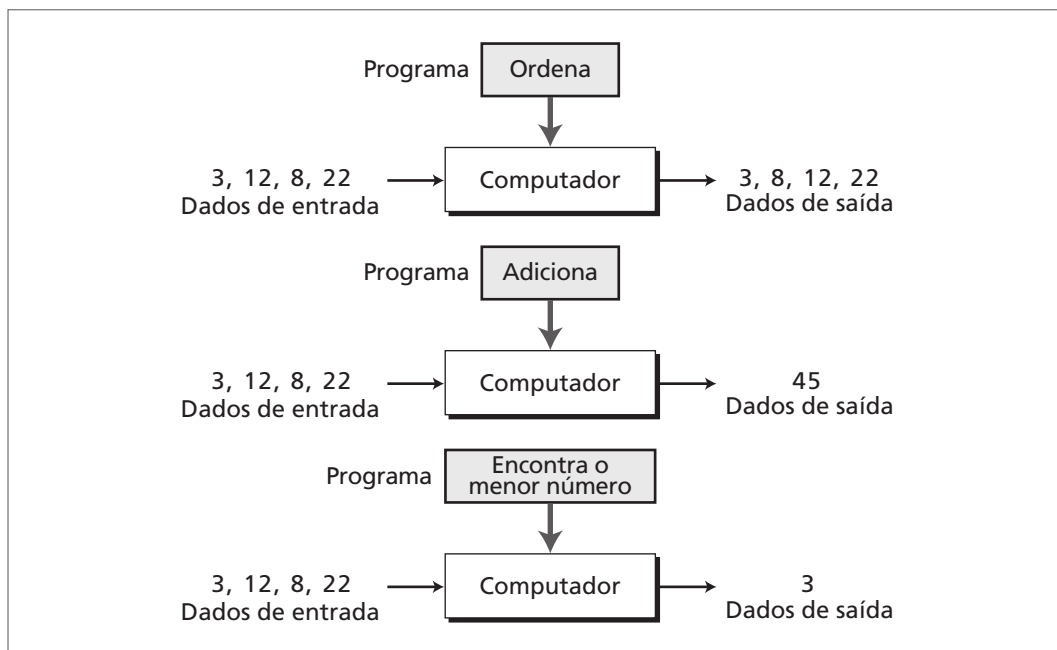


Figura 1.4 Mesmos dados de entrada, diferentes programas

Mesmos dados de entrada, mesmo programa Naturalmente, esperamos o mesmo resultado a cada vez se os dados de entrada e o programa forem os mesmos. Em outras palavras, quando o mesmo programa é executado com os mesmos dados de entrada, esperamos os mesmos resultados.

A Máquina Universal de Turing

A *Máquina Universal de Turing* pode realizar qualquer cálculo se o programa apropriado for fornecido; essa foi a primeira descrição de um computador moderno. Pode-se provar que um computador muito poderoso e uma Máquina Universal de Turing podem fazer as mesmas coisas. Precisamos apenas fornecer os dados de entrada e o programa – a descrição de como realizar o cálculo – para qualquer uma das máquinas. Na verdade, a Máquina Universal de Turing é capaz de calcular qualquer coisa que seja calculável.

1.2 MODELO DE VON NEUMANN

Os computadores construídos com base na Máquina Universal de Turing armazenam dados em sua memória. Por volta de 1944-1945, John von Neumann propôs que, se o programa e os dados são logicamente os mesmos, os programas também devem ser armazenados na memória de um computador.

Quatro subsistemas

Os computadores construídos com base no **modelo de von Neumann** dividem o hardware do computador em quatro subsistemas: memória, unidade de lógica e aritmética, unidade de controle e entrada/saída (Figura 1.5).

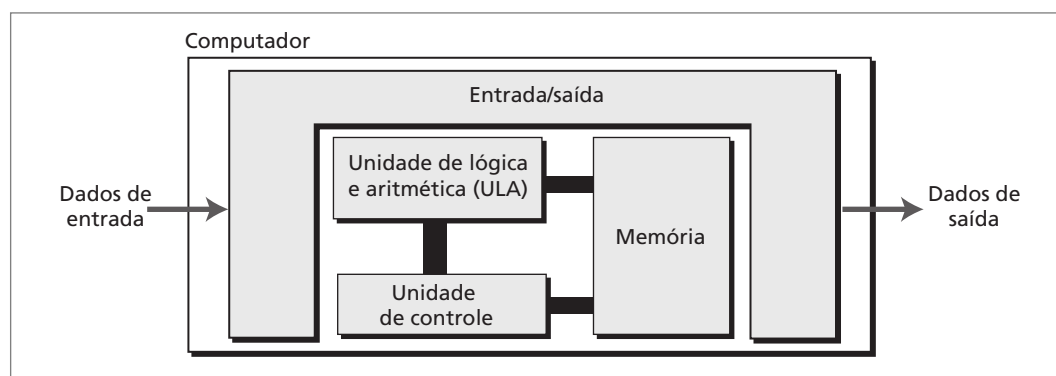


Figura 1.5 O modelo de von Neumann

Memória A memória é a área de armazenamento; é onde os programas e os dados são armazenados durante o processamento. Mais adiante discutiremos, neste capítulo, as razões para o armazenamento de programas e dados.

Unidade de lógica e aritmética A unidade de lógica e aritmética (ULA) é onde ocorrem as operações de lógica e de cálculos. Para um computador agir como um processador de dados, ele deve ser capaz de realizar operações aritméticas sobre dados (como adicioná-los em uma lista de números) e também operações lógicas sobre dados, como veremos no Capítulo 4.

Unidade de controle A unidade de controle controla as operações da memória, a ULA e o subsistema de entrada/saída.

Entrada/saída O subsistema de entrada aceita a entrada de dados e programas vindos de fora do computador, ao passo que o de saída envia os resultados do processamento para o mundo externo. A definição do sistema de entrada/saída é muito ampla: também inclui dispositivos de armazenamento secundários, como discos ou fitas, que armazenam dados e programas para processamento. Quando um disco armazena dados que resultam de processamento, é conside-

rado um dispositivo de saída; quando os dados são lidos a partir do disco, ele é considerado um dispositivo de entrada.

O conceito de programa armazenado

O modelo de von Neumann determina que o programa deve ser armazenado na memória. Isso é totalmente diferente da arquitetura dos primeiros computadores, nos quais somente os dados eram armazenados na memória: os programas para as respectivas tarefas eram implementados pela manipulação de um conjunto de comutadores ou modificação do sistema de fios.

A memória dos computadores modernos mantém um programa e seus dados correspondentes. Isso implica que os dados e programas devem ter o mesmo formato, uma vez que são armazenados na memória. Na verdade, são armazenados como padrões *binários* na memória – uma sequência de 0s e 1s.

Execução sequencial de instruções

Um programa no modelo de von Neumann é composto de um número finito de **instruções**. Nele, a unidade de controle busca uma instrução da memória, decodifica-a e, então, a **executa**. Em outras palavras, as instruções são executadas uma depois da outra. Naturalmente, uma instrução pode requerer que a unidade de controle salte para alguma instrução anterior ou posterior, o que não significa que as instruções não sejam executadas sequencialmente. Esse tipo de execução de um programa foi a exigência inicial de um computador com base no modelo de von Neumann. Os computadores da atualidade executam programas na ordem que for mais eficiente.

1.3 COMPONENTES COMPUTACIONAIS

Podemos pensar em um computador como sendo formado por três componentes: o hardware, os dados e o software.

Hardware

Na atualidade, o hardware tem quatro componentes, de acordo com o modelo de von Neumann, embora possamos ter diferentes tipos de memória, de subsistemas de entrada/saída e assim por diante. Discutimos o hardware mais detalhadamente no Capítulo 5.

Dados

O modelo de von Neumann define claramente um computador como uma máquina de processamento de dados que aceita a dados de entrada, processa-os e fornece os resultados.

Armazenando dados O modelo de von Neumann não define como os dados devem ser armazenados em um computador. Se um computador é um dispositivo eletrônico, a melhor maneira de armazenar dados é na forma de um sinal elétrico, mais especificamente: sua presença ou ausência. Isso implica que **um computador pode armazenar dados em um de dois estados**.

Obviamente, os dados que utilizamos na vida diária não são encontrados apenas em dois estados. Por exemplo, **nosso sistema de numeração utiliza dígitos** que podem estar entre um de **dez estados (de 0 a 9)**. Não podemos (ainda) armazenar esse tipo de informação em um computador, ela precisa ser modificada para outro sistema que utilize somente dois estados (0 e 1). Também devemos estar em condições de processar **outros tipos de dados (texto, imagem, áudio, vídeo)**. Estes também não podem ser armazenados em um computador diretamente; antes, precisam ser modificados para a forma apropriada (0s e 1s).

No Capítulo 3 aprenderemos como armazenar diferentes tipos de dados em um **padrão binário, uma sequência de 0s e 1s**. No Capítulo 4 mostraremos como os dados são manipulados, em um padrão binário, dentro de um computador.

Organizando dados Embora os dados devam ser armazenados apenas de uma forma dentro do computador, em um padrão binário, os dados externos a um computador podem assumir muitas formas. Além disso, os computadores (e a noção de processamento de dados) têm criado um novo campo de estudo, conhecido como *organização de dados*, que faz a pergunta: podemos organizar nossos dados em diferentes entidades e formatos antes de armazená-los no computador? Atualmente, os dados não são tratados como uma sequência contínua de informações. Em vez disso, são organizados em pequenas unidades que, por sua vez, são organizadas em unidades maiores e assim por diante. Analisaremos os dados sob esse ponto de vista nos capítulos de 11 a 14.

Software de computador

A principal característica tanto do modelo de Turing quanto do de von Neumann é o conceito de *programa*. Apesar de os primeiros computadores não armazenarem o programa na própria memória, eles utilizavam o conceito de programas. *Programar* aqueles primeiros computadores significava modificar os sistemas de fios ou ligar, ou desligar, um conjunto de comutadores. Programar era, portanto, uma tarefa realizada por um operador ou engenheiro, antes de efetivamente iniciar o processamento de dados.

Os programas devem ser armazenados No modelo de von Neumann, os programas são armazenados na memória do computador. Não precisamos que a memória mantenha somente os dados, mas também que mantenha o programa (Figura 1.6).

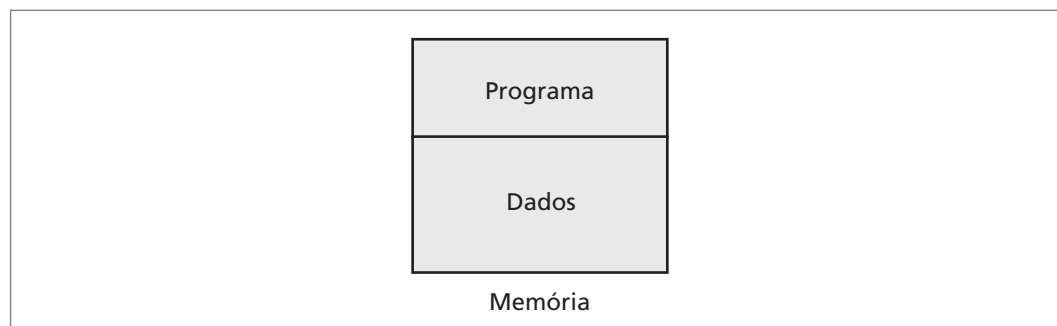


Figura 1.6 Programa e dados na memória

Uma sequência de instruções Outra exigência de von Neumann é que o programa deve consistir de uma sequência de instruções. Cada uma delas opera em um ou mais itens de dados. Assim, uma instrução pode modificar o efeito de uma anterior. Por exemplo, a Figura 1.7 mostra um programa que entra com dois números, adiciona-os e então imprime o resultado. Esse programa consiste de quatro instruções individuais.

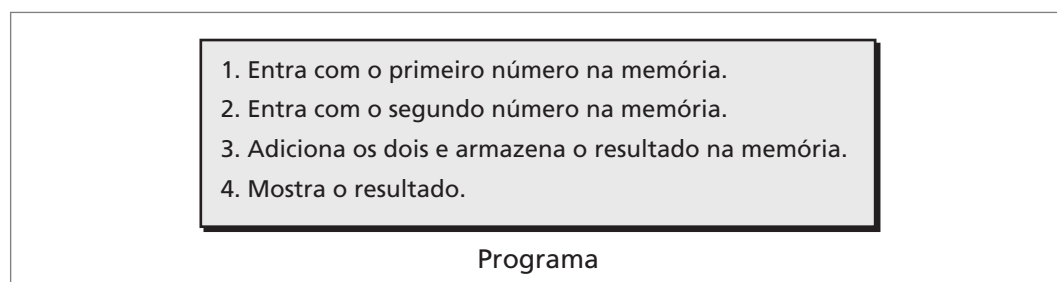


Figura 1.7 Um programa composto de instruções

Podemos perguntar por que um programa deve ser composto de instruções. A resposta é a possibilidade de reutilização. Atualmente, os computadores realizam milhões de tarefas. Se o programa para cada tarefa fosse uma entidade independente, sem nada em comum com outros programas, a programação seria difícil. Os modelos de Turing e de von Neumann tornam a programação mais fácil ao definirem as diferentes instruções que podem ser utilizadas pelos computadores. Um programador pode, então, combinar essas instruções para realizar qualquer número de programas. Cada programa pode ser uma combinação diferente de instruções diferentes.

Algoritmos A exigência de que um programa deve consistir de uma sequência de instruções tornou a programação possível, mas trouxe outra dimensão à utilização de um computador. Um programador precisa não somente compreender a tarefa realizada por cada instrução, mas também como combinar essas instruções para desempenhar determinada tarefa. Analisando essa questão de modo diferente, um programador deve primeiro resolver o problema, etapa por etapa, e então tentar encontrar a instrução apropriada (ou a série de instruções) para implementar aquelas etapas. Essa solução passo a passo é chamada **algoritmo**. Os algoritmos representam um papel muito importante na ciência da computação, e serão discutidos no Capítulo 8.

Linguagens No início da era do computador, havia somente uma linguagem: a *linguagem de máquina*. Os programadores escreviam instruções (utilizando padrões binários) para resolver um problema. Contudo, à medida que os programas se tornaram maiores, escrever programas longos utilizando esses padrões se tornou uma tarefa tediosa. Os cientistas da computação apresentaram a ideia de utilizar símbolos para representar padrões binários, assim como as pessoas utilizam símbolos (palavras) para comandos na vida diária. Naturalmente, os símbolos utilizados na vida diária são diferentes daqueles usados em computadores. Desse modo, surgiu o conceito de **linguagens de computador**. Uma linguagem natural, como o inglês, é rica e tem muitas regras para combinar as palavras corretamente; a linguagem de computador, por sua vez, tem um número mais limitado de símbolos e também de palavras. Estudaremos as linguagens de computador no Capítulo 9.

Engenharia de software Algo que não foi definido no modelo de von Neumann é a **engenharia de software**, que é o projeto e a escrita de *programas estruturados*. Atualmente, não é aceitável escrever um programa que realiza apenas uma tarefa; para tanto, deve-se seguir regras e princípios estritos. Discutiremos esses princípios, coletivamente conhecidos como *engenharia de software*, no Capítulo 10.

Sistemas operacionais Durante a evolução dos computadores, os cientistas notaram que havia uma série de instruções comuns a todos os programas. Por exemplo, as instruções para dizer a um computador onde receber dados e onde enviar dados são necessárias para quase todos os programas. É mais eficiente escrever essas instruções somente uma vez para o uso de todos os programas. Assim surgiu o conceito de **sistema operacional**. Originalmente, esse sistema trabalhava como um gerenciador para facilitar o acesso aos componentes do computador por um programa, mas atualmente os sistemas operacionais fazem muito mais. Aprenderemos sobre eles no Capítulo 7.

1.4 HISTÓRICO

Nesta seção, analisaremos brevemente a história da computação e dos computadores, dividida em três períodos.

Máquinas mecânicas (antes de 1930)

Durante esse período, foram inventadas diversas máquinas de computação que têm pouca semelhança com o moderno conceito de um computador.

- ❑ No século XVII, **Blaise Pascal**, um matemático e filósofo francês, inventou Pascaline, uma calculadora mecânica para fazer operações de adição e subtração. No século XX, quando Niklaus Wirth inventou uma linguagem de programação estruturada, deu-lhe o nome Pascal, em homenagem ao inventor da primeira calculadora mecânica.
- ❑ No final do século XVII, o matemático alemão **Gottfried Leibnitz** inventou uma calculadora mecânica mais sofisticada, que podia fazer multiplicações e divisões, além de adições e subtrações. Essa calculadora foi chamada Roda de Leibnitz.
- ❑ A primeira máquina que utilizou a ideia de armazenamento e programação foi o tear de Jacquard, inventado por **Joseph-Marie Jacquard**, no início do século XIX. O tear utilizava cartões perfurados (como um programa armazenado) para controlar o aumento dos fios da urdidura na fabricação de tecidos.
- ❑ Em 1823, **Charles Babbage** inventou a Máquina Diferencial, que podia fazer mais do que simples operações aritméticas – também resolvia equações polinomiais. Posteriormente, ele inventou a chamada Máquina Analítica, que, até certo ponto, compara-se à ideia dos computadores modernos. Ela tinha quatro componentes: uma engrenagem (correspondente a uma moderna ULA), um local de armazenamento (memória), um operador (unidade de controle) e saída (entrada/saída).
- ❑ Em 1890, **Herman Hollerith**, trabalhando no Ministério de Recenseamento dos Estados Unidos, projetou e construiu uma máquina programável que podia, automaticamente, ler, registrar e ordenar dados armazenados em cartões perfurados.

O nascimento dos computadores eletrônicos (1930 – 1950)

Entre 1930 e 1950, vários computadores foram inventados por cientistas, que podem ser considerados os pioneiros da indústria dos computadores.

Os primeiros computadores eletrônicos Os primeiros computadores desse período não armazenavam o programa na memória – todos eram programados externamente. Cinco computadores tornaram-se proeminentes durante esses anos:

- ❑ O primeiro computador de propósito específico, que codificava as informações eletricamente, foi inventado por John V. Atanasoff e seu assistente, Clifford Berry, em 1939. Chamado ABC (Atanasoff Berry Computer), foi projetado especificamente para resolver um sistema de equações lineares.
- ❑ Ao mesmo tempo, um matemático alemão chamado Konrad Zuse projetou uma máquina de propósito geral, chamada Z1.
- ❑ Na década de 1930, a Marinha dos Estados Unidos e a IBM patrocinaram um projeto na Harvard University, sob a direção de Howard Aiken, para construir um computador chamado Mark I, que utilizava componentes elétricos e mecânicos.
- ❑ Na Inglaterra, Alan Turing inventou um computador chamado Colossus, que foi projetado para decifrar o código conhecido como German Enigma (Enigma Alemão).
- ❑ O primeiro computador de propósito geral, totalmente eletrônico, foi fabricado por John Mauchly e J. Presper Eckert, chamado **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator and Calculator, ou calculadora e integradora numérica eletrônica). Ele foi concluído em **1946**, utilizava 18 mil tubos de vácuo, media 30 metros de comprimento por 3 metros de altura e pesava 30 toneladas.

Computadores baseados no modelo de von Neumann Os cinco computadores precedentes utilizavam memória somente para armazenamento de dados e eram programados externamente, utilizando fios ou comutadores. John von Neumann propôs que o programa e os dados deveriam ser armazenados na memória. Dessa maneira, todas as vezes que utilizamos um com-

putador para realizar uma nova tarefa, precisamos somente modificar o programa, em vez de religar a máquina ou ligar e desligar centenas de comutadores.

O primeiro computador com base nas ideias de von Neumann, chamado EDVAC, foi fabricado em 1950, na University of Pennsylvania. Ao mesmo tempo, um computador similar, EDSAC, foi construído por Maurice Wilkes, na Cambridge University, na Inglaterra.

Gerações de computadores (1950 – época atual)

Os computadores construídos depois de 1950 seguiram, aproximadamente, o modelo de von Neumann. Apesar de se tornarem mais rápidos, menores e mais baratos, o princípio era quase o mesmo. Historiadores dividem esse período em gerações, sendo que cada uma delas testemunhou alguma importante transformação em hardware ou software (mas não no modelo).

Primeira geração A primeira geração (aproximadamente de 1950 a 1959) foi caracterizada pelo surgimento de computadores comerciais. Durante essa época, eles eram utilizados somente por profissionais. Ficavam trancados em salas com acesso limitado somente ao operador ou especialista. Tais computadores eram muito volumosos e utilizavam tubos de vácuo como chaves eletrônicas. Naquele tempo, eram acessíveis somente às grandes organizações.

Segunda geração Os computadores da segunda geração (aproximadamente de 1959 a 1965) utilizavam transistores, em vez de tubos de vácuo. Isso reduziu seu tamanho, assim como seu custo, e os tornou mais acessíveis para as companhias de pequeno e médio portes. As duas linguagens de programação de alto nível, Fortran e Cobol (veja o Capítulo 9), foram inventadas e tornaram a programação mais fácil; separavam a tarefa de programação da de operação dos computadores. Um engenheiro civil, por exemplo, poderia escrever um programa em Fortran para resolver um problema, sem se envolver com os detalhes eletrônicos da arquitetura do computador.

Terceira geração A invenção dos circuitos integrados (transistores, fiação e outros componentes em um único chip) reduziu ainda mais o custo e o tamanho dos computadores. Os minicomputadores, então, surgiram no mercado. Programas “enlatados”,¹ popularmente conhecidos como *pacotes de software*, tornaram-se disponíveis. Uma pequena corporação podia comprar um pacote, por exemplo, para contabilidade, em vez de precisar escrever seu próprio programa. Surgiu, então, uma nova indústria, a de software. Esta geração durou, aproximadamente, de 1965 a 1975.

Quarta geração A quarta geração (aproximadamente de 1975 a 1985) viu o surgimento dos microcomputadores.

A primeira calculadora desktop, o Altair 8800, tornou-se disponível em 1975. Avanços na indústria eletrônica permitiram que completos subsistemas de computadores se adequassem a uma única placa de circuito. Esta geração também viu o aparecimento das redes de computadores (veja o Capítulo 6).

Quinta geração Esta é a atual, começou em 1985 e ainda não terminou. Ela tem testemunhado o surgimento dos computadores laptop e palmtop, o desenvolvimento de aperfeiçoamentos nos meios de armazenamento secundário (CD-ROM, DVD e assim por diante), o uso da multimídia e o fenômeno da realidade virtual.

¹ O termo *enlatado* refere-se a um produto de prateleira, comercializado em lotes, feito para satisfazer a maioria dos interessados, em sentido contrário ao produto feito exclusivamente para determinado usuário. (N.R.T.)