



# Interativa

## Fundamentos de Sistemas Operacionais

**Autores:** Prof. Fábio Furukawa  
Prof. Roberto Nunes

**Colaboradores:** Profa. Elisangela Monaco de Moraes  
Prof. Roberto Macias  
Prof. Fábio Vieira do Amaral

## Professores conteudistas: Fábio Furukawa / Roberto Nunes

O professor conteudista Fábio Furukawa, natural de São Paulo (Brasil), nasceu em 1975 e atua ininterruptamente na área de sistemas desde 1994. Iniciou como estagiário, atuou como técnico em eletrônica, analista de sistemas, engenheiro de redes, analista de negócios e, atualmente, como líder responsável pela entrega de serviços de *hosting* na América Latina para empresa multinacional e líder do segmento. Também é professor de diversas disciplinas na área de redes e tecnologia da informação e coordenador de cursos universitários. O conteudista é formado em técnico em eletrônica pelo Colégio Lavoisier, cursou engenharia elétrica na PUC-SP, formou-se em ciência da computação na universidade FAAP, é pós-graduado em *Master Business Administration* com ênfase em sistemas de computação pela Faculdade Getúlio Vargas, possui cursos de extensão em *Emergin Leader* pela universidade de *Harvard Business School* e diversos cursos e certificações relacionados a redes e TI. O conteudista tem experiência internacional trabalhando e participando de eventos em países, como Estados Unidos, Espanha, Itália, França, Argentina, Chile, Colômbia e México. Fala português (língua nativa), inglês fluente, espanhol intermediário e japonês básico.

O professor conteudista Roberto Nunes, possui pós-graduação MBA – Engenharia de Qualidade – Gestão e Tecnologias da Qualidade na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e cursa pós-graduação em Formação de Professores para o Ensino Superior na Universidade Paulista (UNIP). Possui graduação em Administração pela Faculdade Radial (2001) e, atualmente, é professor da Universidade Paulista (UNIP) e profissional da área de informática na Universidade de São Paulo (USP).

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F938 Furukawa, Fabio

Fundamentos de Sistemas Operacionais. / Fabio Furukawa;  
Roberto Nunes. - São Paulo: Editora Sol, 2011.  
160 p. il.

Nota: este volume está publicado nos Cadernos de Estudos e  
Pesquisas da UNIP, Série Didática, ano XVII, n. 2-022/11, ISSN 1517-9230.

1.Abstração em Sistemas Operacionais 2.Gerenciamento de  
Recursos 3.Evolução Computacional I.Título

CDU 681.3

U500.49 – 19

Prof. Dr. João Carlos Di Genio  
**Reitor**

Prof. Fábio Romeu de Carvalho  
**Vice-Reitor de Planejamento, Administração e Finanças**

Profa. Melânia Dalla Torre  
**Vice-Reitora de Unidades Universitárias**

Prof. Dr. Yugo Okida  
**Vice-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa**

Profa. Dra. Marília Ancona-Lopez  
**Vice-Reitora de Graduação**

### **Unip Interativa – EaD**

Profa. Elisabete Brihy  
Prof. Marcelo Souza  
Prof. Dr. Luiz Felipe Scabar  
Prof. Ivan Daliberto Frugoli

### **Material Didático – EaD**

Comissão editorial:

Dra. Angélica L. Carlini (UNIP)  
Dr. Cid Santos Gesteira (UFBA)  
Dra. Divane Alves da Silva (UNIP)  
Dr. Ivan Dias da Motta (CESUMAR)  
Dra. Kátia Mosorov Alonso (UFMT)  
Dra. Valéria de Carvalho (UNIP)

Apoio:

Profa. Cláudia Regina Batista – EaD  
Profa. Betisa Malaman – Comissão de Qualificação e Avaliação de Cursos

Projeto gráfico:

Prof. Alexandre Ponzetto

Revisão:

Silvana Pierro  
Geraldo Teixeira Jr.



# Sumário

## Fundamentos de Sistemas Operacionais

APRESENTAÇÃO .....	9
INTRODUÇÃO .....	9

### Unidade I

1 FUNDAMENTOS DE SISTEMAS OPERACIONAIS .....	11
1.1 Nivelamento .....	11
1.2 Abstração .....	12
1.2.1 Gerência .....	15
2 HISTÓRIA DOS SISTEMAS OPERACIONAIS .....	16
2.1 Primeira geração de computadores (1945-1955) – Válvulas .....	17
2.2 Segunda geração de computadores (1955-1965) – Transistores e sistemas em lote ( <i>batch</i> ) .....	20
2.3 Terceira geração de computadores (1965-1980) – CIs e multiprogramação .....	21
2.4 Quarta geração de computadores (1980-atualmente) – Computadores pessoais ...	22

### Unidade II

3 TIPOS DE SISTEMAS OPERACIONAIS .....	27
3.1 <i>Batch</i> (de lote) .....	27
3.2 De rede .....	27
3.3 Distribuído .....	28
3.4 Multiusuário e multitarefas .....	28
3.5 <i>Desktop</i> /Computador pessoal .....	28
3.6 Servidor .....	28
3.7 Embarcados .....	29
3.8 Tempo real .....	29
3.9 De computadores de grande porte .....	29
3.10 Multiprocessadores .....	29
3.11 Portáteis .....	30
4 VISÃO GERAL SOBRE <i>HARDWARE</i> DE COMPUTADORES .....	30
4.1 Processadores .....	30
4.1.1 Processadores <i>multithread</i> e multinúcleo .....	32
4.2 Memória .....	33
4.3 Disco .....	36
4.4 Fitas .....	37
4.5 Dispositivos de E/S .....	37
4.6 Barramento .....	38

## Unidade III

5 GERENCIAMENTO DE PROCESSOS .....	47
5.1 Introdução a processos .....	47
5.1.1 Processo .....	47
5.1.2 Criação de processos .....	49
5.1.3 Término de processos .....	50
5.2 Comunicações entre processos .....	51
5.2.1 Condição de corrida .....	51
5.2.2 Exclusão mútua e região crítica .....	52
5.2.3 Exclusão mútua com espera ociosa .....	53
5.2.4 Semáforos .....	55
5.2.5 Monitores .....	56
5.2.6 Troca de mensagens .....	57
5.2.7 Escalonamento .....	58
6 GERENCIAMENTO DE MEMÓRIA .....	59
6.1 Introdução a gerenciamento de memória .....	59
6.2 Abstração – espaços de endereçamento da memória .....	61
6.2.1 Permuta de memória .....	61
6.3 Memória virtual .....	62
6.3.1 Paginação .....	63
6.4 Segmentação .....	65

## Unidade IV

7 SISTEMAS DE ARQUIVOS .....	71
7.1 Introdução a sistemas de arquivos .....	71
7.1.1 Arquivos .....	71
7.1.2 Atributos .....	71
7.1.3 Estrutura de arquivo .....	72
7.1.4 Operações .....	73
7.2 Uso de arquivos .....	74
7.2.1 Abertura de arquivo .....	74
7.2.2 Formas de acesso .....	75
7.3 Compartilhamentos .....	77
7.3.1 Travas em arquivos .....	77
7.3.2 Semântica de trava de acesso .....	78
7.4 Introdução a diretórios .....	79
7.4.1 Organização de volumes .....	79
7.4.2 Diretórios .....	80
7.4.3 Sistema de diretórios em nível único .....	82
7.4.4 Sistema de diretórios hierárquico .....	82
7.5 Gerenciamento e otimização de sistemas de arquivos .....	83
7.5.1 Gerenciamento do espaço em disco .....	83
7.5.2 Cotas de utilização de disco .....	85
7.5.3 Cópia de segurança .....	87

7.6 Tipos de sistemas de arquivos.....	90
7.6.1 Sistema de arquivos ISO 9660.....	90
7.6.2 Sistema de arquivo do FAT.....	93
7.6.3 Sistema de arquivos do ambiente Unix.....	96
7.6.4 Sistema de arquivos do Linux.....	98
8 GERENCIAMENTO DE ENTRADA E SAÍDA .....	100
8.1 Introdução a gerenciamento de entrada e saída .....	100
8.2 Fundamentação – <i>hardware</i> de entrada e saída (E/S).....	100
8.3 Dispositivos de entrada e saída .....	101
8.3.1 Controladores de dispositivos ( <i>driver</i> ).....	103
8.3.2 E/S mapeada em memória.....	105
8.3.3 Acesso direto à memória (DMA).....	106
8.4 <i>Software</i> de E/S.....	108
8.4.1 E/S programada .....	109
8.4.2 E/S usando interrupção.....	110
8.4.3 E/S usando DMA.....	111
8.5 Camadas de <i>software</i> de E/S .....	111
8.5.1 Tradutores de interrupção.....	111
8.5.2 <i>Drivers</i> dos dispositivos.....	112
8.5.3 <i>Software</i> de E/S independente de dispositivo .....	114
8.5.4 <i>Software</i> de E/S do espaço do usuário .....	115
8.6 <i>Hardware</i> de E/S.....	115
8.6.1 Discos rígidos.....	116
8.7 Relógio.....	123
8.7.1 <i>Hardware</i> do relógio – visão geral .....	124
8.7.2 <i>Software</i> do relógio – visão geral.....	125
8.7.3 Temporizador por <i>software</i> – visão geral .....	126
8.8 Teclado, <i>mouse</i> e monitor – visão geral .....	126
8.8.1 <i>Software</i> do teclado .....	127
8.8.2 <i>Software</i> do <i>mouse</i> .....	128
8.8.3 <i>Software</i> de saída .....	129
8.9 <i>Thin clients</i> – clientes magros.....	132
8.10 Gerenciamento de energia.....	133





## APRESENTAÇÃO

*Fundamentos de Sistemas Operacionais* é uma das disciplinas da ementa do curso de graduação da UNIP que é reconhecida pelos alunos, professores e pelo mercado como o conhecimento fundamental para que aspirantes ou profissionais das áreas de tecnologia tenham a possibilidade de entender, analisar e recomendar a evolução dos sistemas operacionais, gerenciamento de processos, gerenciamento de memória (hierarquia de memória, modos de endereçamento, estruturas de controle, memória virtual), gerenciamento de arquivos e gerenciamento de entrada e saída.

Esta disciplina tem por objetivo geral fornecer os conceitos necessários para a compreensão do funcionamento dos sistemas operacionais. Compreender as funções do sistema operacional dentro de um sistema computacional. Despertar uma visão crítica sobre os requisitos de confiabilidade, segurança e desempenho envolvidos no sistema operacional.

Como objetivos específicos, busca-se fornecer conhecimentos teóricos sobre políticas, estruturas e técnicas de operação de sistemas computacionais. Capacitar o aluno na avaliação e determinação de sistemas operacionais em aplicações específicas visando aos requisitos de funcionalidade e aplicabilidade prática. Compreender as necessidades e os mecanismos utilizados pelo sistema operacional para prover segurança para o sistema computacional.

## INTRODUÇÃO

Desde sua invenção até os dias atuais, os computadores são dispositivos que vêm ajudando o homem a conseguir ultrapassar o que até então pareciam barreiras impossíveis de serem superadas fora dos filmes de ficção científica. Certamente, na época que nossos avôs estavam no colégio – e as máquinas de telégrafo e de escrever eram os dispositivos tecnológicos mais evoluídos –, se alguém afirmasse que seria possível que nós tivéssemos a condição de conversar com amigos localizados em diferentes países, ou que seria possível, por meio da computação, prever a meteorologia e identificar biometricamente a identidade das pessoas, ou que as empresas mais valiosas do mundo seriam baseadas em conceitos abstratos, como dados binários gravados em equipamentos espalhados pelo mundo, então esse indivíduo seria considerado, no mínimo, um bom autor de livros de ficção ou um louco.

O computador é, sem dúvida, o dispositivo que passou a estar em todos os lugares e a ser usado por todas as pessoas, independente da idade, condição social, raça ou preferência política – poderíamos afirmar que o computador, ou pelo menos a computação, é o mais democrático dos elementos na sociedade moderna.

Para as pessoas que somente são classificadas como usuárias dos sistemas de computação e não possuem a pretensão de conhecer os “segredos” dessa fascinante ciência, nos últimos anos foram criados computadores que apresentam interfaces extremamente amigáveis, integradas, heterogêneas, seguras, velozes e outros atributos que fizeram com que o computador tomasse formas incríveis: embutido em televisores, carros, aviões ou do tamanho da nossa mão ou, ainda, em forma de celular (que é uma verdadeira central multimídia). Para os profissionais que decidiram seguir a carreira da computação,

atuando em atividades relacionadas aos componentes físicos ou lógicos, há intrigantes e excitantes assuntos que precisamos entender para podermos continuar ampliando esse legado que, sem dúvida, tem muito para chegar ao seu ponto de maturidade.

Como um computador pode processar diferentes tarefas simultaneamente? Como os programas de computador, sendo executados numa mesma máquina, podem obter os recursos necessários para suas tarefas e não causar conflitos nem mesmo apresentação do resultado do programa A na tela do programa B por equívoco? Como usuários podem acessar computadores remotos e compartilhar informações de forma segura? Como os diferentes tipos de sistemas podem trocar dados via rede de forma segura e sem conflitos por falta de compatibilidade? São essas e outras questões que estaremos debatendo ao longo dos capítulos deste livro-texto, possibilitando que amantes da computação e profissionais da área conheçam e saibam como tirar melhor proveito da nova computação. Esse debate possibilitará também o desenvolvimento de soluções que irão atender ao mercado de forma eficaz e segura, ajudará a definirmos se estamos comprando um computador que irá ou não atender as nossas necessidades e servirá para entendermos a evolução dos computadores, alimentando nossa fome por conhecimento e fomentando nossa imaginação em relação a como será o computador do futuro.

# Unidade I

## 1 FUNDAMENTOS DE SISTEMAS OPERACIONAIS

### 1.1 Nivelamento

O propósito geral dos computadores, desde aqueles pequenos e integrados conhecidos como telefones inteligentes (*smartphones*), que podem ser carregados no bolso, até os de grande porte que necessitam de ambientes extremamente planejados e controlados, é similar em relação ao que esperamos deles. Em linhas gerais, abdicando das partes e objetivando o todo, podemos simplificar dizendo que introduzimos algo bruto na entrada e esperamos como resultado um produto lapidado com características específicas para necessidades específicas.

Durante o processo de transformação do produto bruto até a saída e entrega do produto final existem componentes físicos e lógicos trabalhando nesta produção. Os componentes físicos no nosso mundo computacional são conhecidos como *hardware* e a parte lógica, como *software*. Estes e outros diversos termos e nomes utilizados são palavras de origem inglesa.

É importante destacar que se tentarmos traduzir alguns termos para a língua portuguesa, isso pode causar problemas de entendimento durante a comunicação entre profissionais da área de tecnologia, pois na maioria dos casos estes termos já estão intrínsecos.

O *hardware* de um computador pode incluir o computador em si, os discos e a unidade de disco, impressora, mouse etc. e o *software* corresponde a qualquer programa ou grupo de programas que instrui o *hardware* sobre a maneira como ele deve executar uma tarefa, inclusive sistemas operacionais, processadores de texto e programas de aplicação.

O sistema operacional é a parte lógica que controla todo *hardware*, ou seja, mesmo que estejamos usando um programa de computador com propósito de navegação na internet, de envio e recebimento de *e-mails*, editores de texto e imagem ou qualquer outra aplicação (*software*), na realidade estes estão se comunicando com o sistema operacional e cabe ao sistema operacional executar as tarefas necessárias para uso dos componentes físicos do computador, como memória, disco, controladores de vídeo, rede etc.

A Figura 1, a seguir, ilustra a arquitetura macro de um sistema de computação típico. Podemos observar elementos físicos – *hardware* e lógicos – *software*.

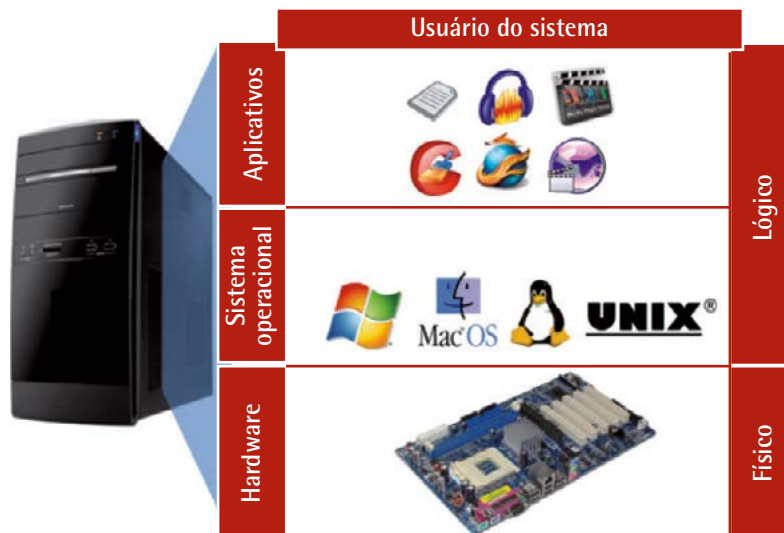


Figura 1 – Estrutura do ambiente computacional típico

A maioria dos usuários de computador quando interagem com o aplicativo, baseado no ambiente *shell* (interpretador de comandos) em modo texto ou ambientes GUI (*Graphical User Interface* – interface gráfica com o usuário), usando ícones no ambiente gráfico, de fato não estão atuando diretamente no sistema operacional.

Podemos sumarizar em duas palavras-chave os objetivos básicos de um sistema operacional: abstração e gerência, cujos principais aspectos são descritos a seguir.<sup>1</sup>

## 1.2 Abstração

Cada componente físico de um computador possui características intrínsecas para atender ao seu propósito, porém além desta abordagem temos dispositivos que fazem parte de um mesmo propósito, porém com estruturas bem diferentes. Isso se deve às diversas tecnologias disponíveis no mercado e a outros motivos atrelados às estratégias dos fabricantes ao desenvolver seus produtos.

Para exemplificar, faremos uma analogia com o módulo de impressão que é parte integrante dos editores de texto. Neste caso trivial, já podemos nos deparar com uma situação bem enigmática e complicada de ser tratada. A diversidade de modelos de impressoras, tipos de conectores, se está ligada diretamente ao computador ou se é um dispositivo em rede e todas as demais questões fariam qualquer programa ser extremamente complexo de ser desenvolvido e, mesmo se fosse factível, todos os programas ocupariam muito espaço no disco rígido.

A Figura 2 ilustra como seria se os programas tivessem que atuar diretamente com os dispositivos físicos do ambiente computacional.

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/13290978/socap01>>. Acesso em: 8 jun. 2011.



Figura 2 – Aplicação atuando diretamente com os dispositivos

Entretanto, a abordagem é bem diferente da demonstrada na Figura 2, temos na realidade dois mundos completamente distintos e uma via chamada sistema operacional que interliga esses dois mundos; para o mundo lógico, o mundo físico é uma abstração, e, para o mundo físico, o mundo dos programas que fazem *interface* com os usuários é uma entidade completamente desconhecida.



Figura 3 – Abstração

O modelo apresentado na Figura 3 representa como os sistemas operacionais típicos interagem servindo de conexão entre o *hardware* e os aplicativos. Neste modelo, o desenvolvedor manda a impressão para uma entidade lógica que representa uma impressora e cabe ao sistema operacional encaminhar para a impressora física os dados a serem impressos.

Dessa forma, o sistema operacional deve definir *interfaces* abstratas para os recursos do *hardware*, visando a atender os objetivos como:

- Prover *interfaces* de acesso aos dispositivos mais simples de usar que as *interfaces* de baixo nível, para simplificar a construção de programas aplicativos.
- Tornar os aplicativos independentes do *hardware*. Ao definir *interface* abstrata de acesso ao dispositivo de *hardware* desejado, o sistema operacional desvincula os aplicativos do *hardware* e permite que ambos evoluam de forma autônoma.

- Definir *interfaces* de acesso homogêneas para dispositivos com tecnologias distintas. Por meio de suas abstrações, o sistema operacional permite aos aplicativos usar a mesma *interface* para dispositivos diversos.<sup>2</sup>

No exemplo demonstrado na Figura 3, os aplicativos podem produzir uma impressão sem precisar se preocupar com o modelo e a compatibilidade com a impressora.

## 1.2.1 Gerência

Os programas, por meio do sistema operacional, usam o *hardware* para atingir seus objetivos: gravar, apagar, acessar e armazenar dados, imprimir documentos, navegar na internet, tocar música etc.

Quando dois ou mais aplicativos precisam concorrentemente e simultaneamente acessar recursos de *hardware*, então podem surgir conflitos. Cabe ao sistema operacional baseado nas políticas de sua estrutura gerenciar o uso dos recursos de *hardware* e administrar disputas e conflitos. Seguem duas situações ilustrativas onde a gerência de recursos do *hardware* é impreterível:

- O uso dos processadores deve ser distribuído entre os aplicativos ativos no sistema, de forma que cada um deles possa executar no tempo, sequência e velocidade adequada para cumprir suas funções sem prejudicar os outros. O mesmo ocorre com a memória RAM, que deve ser distribuída de forma justa entre as aplicações.
- A impressora é um dispositivo cujo acesso deve ser efetuado de forma exclusiva, apenas um aplicativo por vez. Para resolver essa questão, o sistema operacional armazena temporariamente todas as saídas destinadas à impressora, criando fila de trabalhos a imprimir (*print jobs*), normalmente atendidos de forma sequencial (FIFO, *First In First Out* – Primeiro a entrar é o primeiro a sair).<sup>3</sup>

Imagine o que aconteceria se dois ou mais programas tentassem imprimir suas saídas simultaneamente na mesma impressora. As primeiras linhas poderiam ser do primeiro programa, as linhas seguintes seriam do segundo programa e assim por diante.<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/13290978/socap01>>. Acesso em: 8 jun. 2011.

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://www.etejga.com.br/download/informatica/mod1/gso/SISTEMAS%20OPERACIONAIS.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2011.

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/37558291/Andrew-S-Tanenbaum-Sistemas-Operacionais-2a-Edicao>>. Acesso em: 8 jun. 2011.

### 2 HISTÓRIA DOS SISTEMAS OPERACIONAIS

Clientes de tecnologia da informação impulsionam pesquisas, desenvolvimento e proliferação de novos equipamentos e programas. Até bem pouco tempo atrás, era impossível imaginarmos que teríamos integrado num telefone a diversidade de recursos disponíveis, tanto no âmbito da mobilidade, quanto pela possibilidade de customizações exclusivas. Fatos como estes apresentados movem o conjunto de engrenagens e a evolução dos sistemas operacionais é fundamental para atender a toda demanda do mercado.

O guia referencial apresentado em quatro períodos representa a cronologia do desenvolvimento dos sistemas operacionais em relação a gerações de computadores de forma sucinta e genérica, entretanto chama a atenção para a existência de uma estrutura.



#### Saiba mais

Linha do tempo – a história do computador completa pode ser encontrada em: Computer History Museum, <<http://www.computerhistory.org>>, acesse *Exhibits – Timeline of Computer History*.

O inglês Charles Babbage projetou o primeiro computador de uso geral. Esta máquina exclusivamente mecânica era conhecida como "a máquina analítica". Em seu projeto, Charles vislumbrava partes como rodas, engrenagens e correias de alta precisão que não eram compatíveis com a tecnologia disponível em sua época, portanto a máquina nunca foi construída.

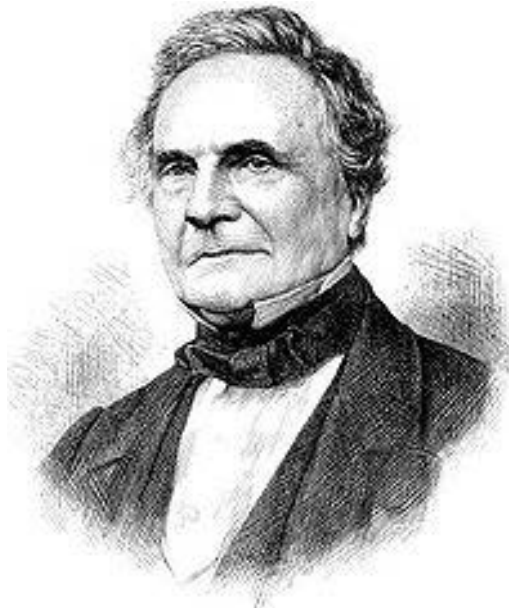


Figura 4 – Charles Babbage (1791-1871)



## 2.1 Primeira geração de computadores (1945-1955) – Válvulas

Na Universidade do Estado de Iowa, no período de 1937 a 1942, o professor John Atanasoff (1903–1995) e seu então aluno Clifford Edward Berry (1918–1963) criaram o primeiro computador digital eletrônico da história. Eles são considerados os pais dos computadores modernos.

Na Figura 5, é apresentado o *Atanasoff-Berry Computer* que é uma réplica do primeiro computador digital da história.

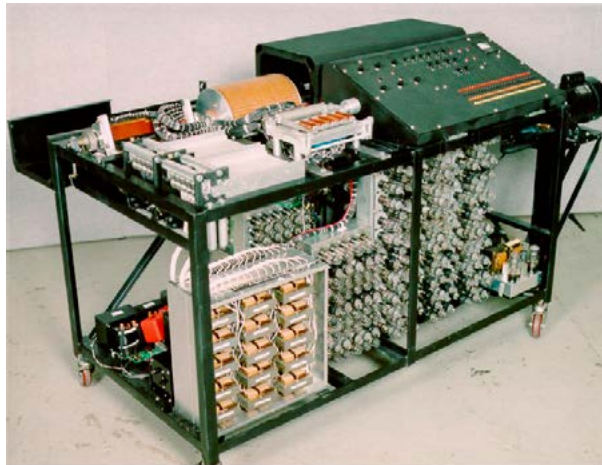


Figura 5 – Computador Atanasoff-Berry

Em 1941, Konrad Zuse (1910–1995), em Berlim, construiu o computador Z3, demonstrado na Figura 6, primeiro computador eletromecânico, construído de relés.

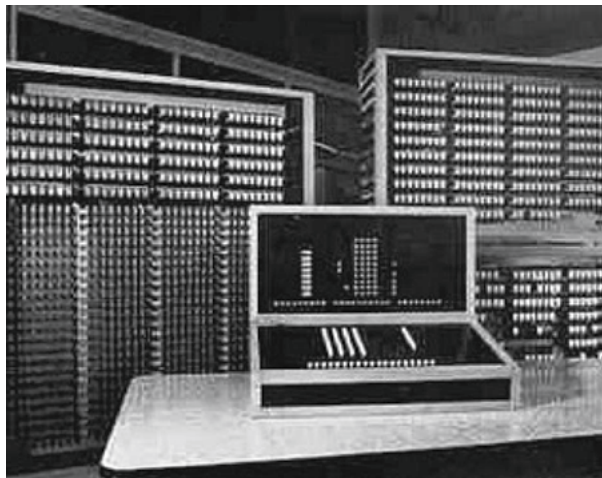


Figura 6 – Computador Z3

A máquina Colossus era um computador eletrônico usado por ingleses para ajudar a decifrar mensagens alemãs durante a Segunda Guerra Mundial. Este era o primeiro computador programável no mundo. Eram usadas válvulas térmicas para executar os cálculos.

O Colossus, demonstrado na Figura 7, foi projetado pelo engenheiro Tommy Flowers (1905–1998) com suporte de Harry Fensom, Allen Coombs, Sid Broadhurst e Bill Chandler.

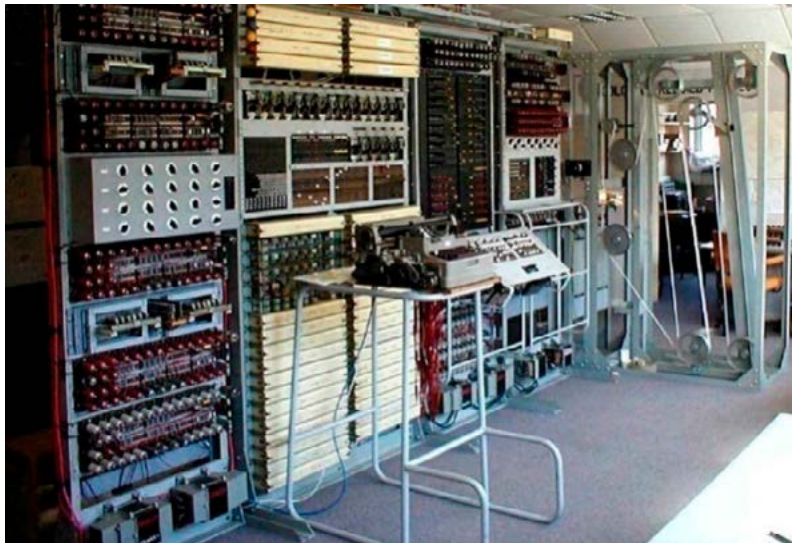


Figura 7 – Computador Colossus

Howard H. Aiken (1900–1973) foi o engenheiro principal no desenvolvimento do ASCC (*Automatic Sequence Controlled Calculator*), demonstrado na Figura 8, computador eletromecânico chamado de Mark I, montado pela IBM e enviado para Harvard em fevereiro de 1944.

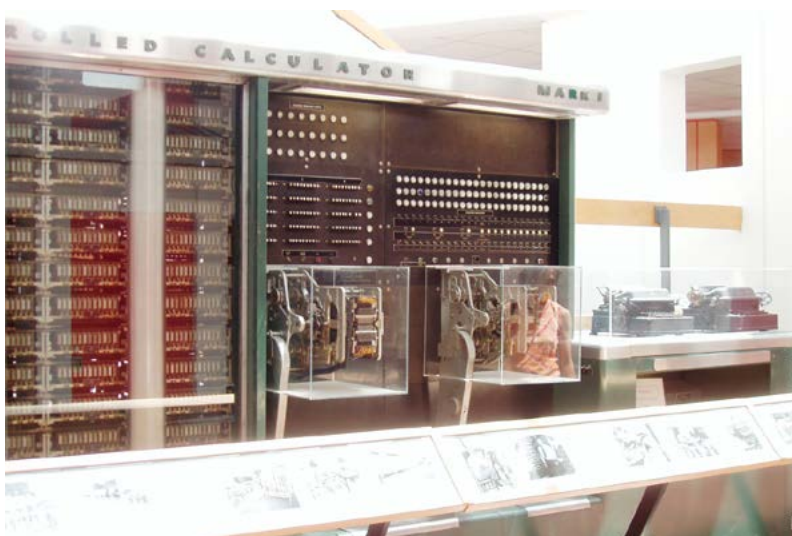


Figura 8 – Computador Mark I

John William Mauchly (1907–1980) e seu aluno John Presper Eckert (1919–1995), em parceria com o governo dos Estados Unidos, construíram, na Universidade da Pensilvânia, o primeiro computador eletrônico, conhecido como ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Computer*) demonstrado na Figura 9.

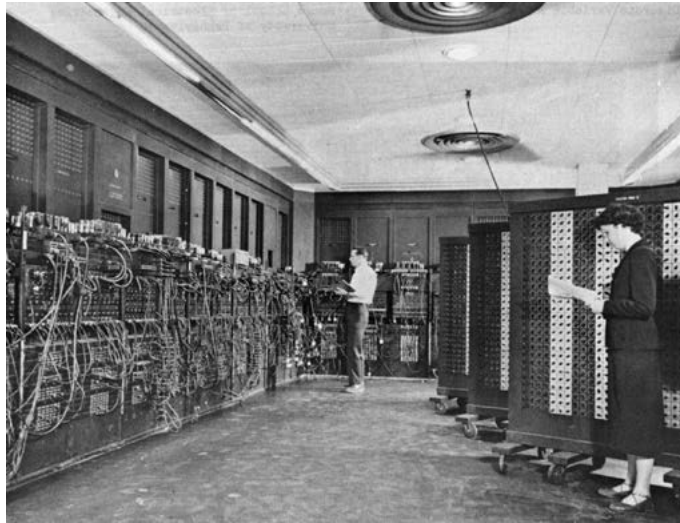


Figura 9 – Computador ENIAC

Todos os computadores demonstrados até o momento eram muito primitivos e levavam segundos para executar até o cálculo mais simples.

Na época em que essas máquinas estavam em plena produção,

um mesmo grupo de profissionais projetava, construía, programava, operava e realizava a manutenção de cada equipamento.<sup>5</sup>

Tipicamente, a programação das máquinas era feita ligando conectores em painéis para controlar as funções básicas do equipamento. Nesta geração de equipamentos, não existia linguagem de programação nem sistema operacional.

A operação era realizada de acordo com os seguintes passos:

- O programador reservava antecipadamente o tempo de máquina.
- O programador encaminhava-se até a sala da máquina, inseria um painel de programação no computador.
- Aguardava horas monitorando e torcendo para que nenhuma das milhares de válvulas queimasse durante a execução.<sup>6</sup>

No início da década de 1950, as máquinas perfuradoras de cartões permitiram escrever programas em cartões e lê-los em lugar de painéis de programação, permitindo assim um avanço no processo.

---

<sup>5</sup> Disponível em: <[http://wikimmed.blogspot.com/2011/06/3\\_Estado\\_da\\_arte.html](http://wikimmed.blogspot.com/2011/06/3_Estado_da_arte.html)>. Acesso em: 8 jun. 2011.

<sup>6</sup> *Idem*.

### 2.2 Segunda geração de computadores (1955-1965) – Transistores e sistemas em lote (*batch*)

Em meados dos anos de 1950, foram introduzidos os transistores no mercado computacional, permitindo assim uma verdadeira revolução, elevando a confiabilidade em nível desejado para que pudessem ser fabricados e comercializados. Anteriormente aos transistores, além do tamanho colossal dos equipamentos, ainda existia o agravante das válvulas apresentarem muitos problemas que acabavam comprometendo o resultado dos cálculos executados pelos computadores primitivos.

Neste período, também houve a criação da organização estruturada por funções, em que havia separação entre projetistas, fabricantes, programadores e técnicos de manutenção. As máquinas desta época ainda permaneciam com tamanhos elevados se comparadas às máquinas dos dias atuais.

Esses computadores denominados **computadores de grande porte** (*mainframes*) eram instalados em salas especialmente planejadas e operados por equipes de profissionais altamente capacitados para a época. Devido ao elevado valor destes computadores, somente grandes entidades podiam tê-los. Para que um programa ou conjunto de programas fossem executados, o programador primeiro escrevia o programa num papel e, depois, perfurava-o em cartões. O programador, então, levava a pilha de cartões para a sala de entradas, entregava-a a um dos operadores que, em seguida, alimentava a máquina leitora para que fosse obtida a saída impressa.

Conforme demonstrado na Figura 10, objetivando a redução do tempo desperdiçado durante o processo de leitura dos cartões, neste período foi adotado o sistema em lote (*batch*), que consiste em usar um computador de menor porte, como o IBM 1401 (Figura 11) que era excelente para ler cartões, copiar fitas e imprimir saídas, mas não tão eficiente em cálculos numéricos que eram executados pelos IBM 7094 (Figura 12).

Após acumular uma elevada quantidade de cartões e transportar as informações para as fitas magnéticas, elas eram encaminhadas para a sala das máquinas, onde eram montadas nas unidades de fita. O operador carregava um programa especial (precursor do sistema operacional atual), que lia as tarefas contidas nas fitas e as executavam de forma sequencial. Neste modelo, ao invés de enviar o resultado para saída impressa, ele era, então, gravado em uma segunda fita. Posteriormente a todos os lotes serem executados, o operador retirava as fitas de entrada e de saída, trocava a fita de entrada com a do próximo lote e levava a fita de saída para o computador 1401 que então a imprimia *off-line*.

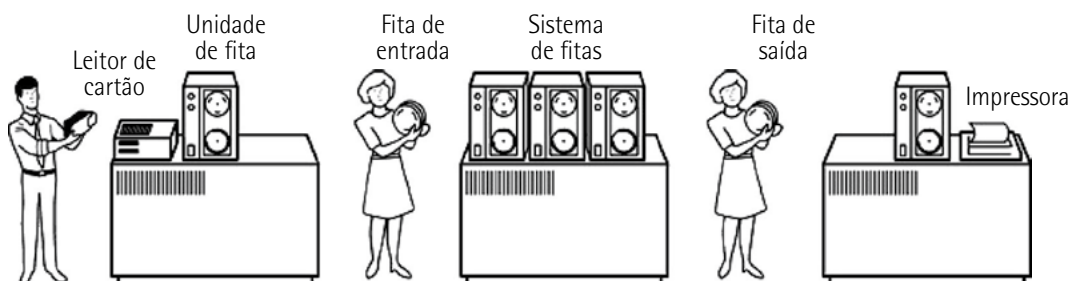


Figura 10 – Sistema em lote antigo





Figura 11 – IBM 1401

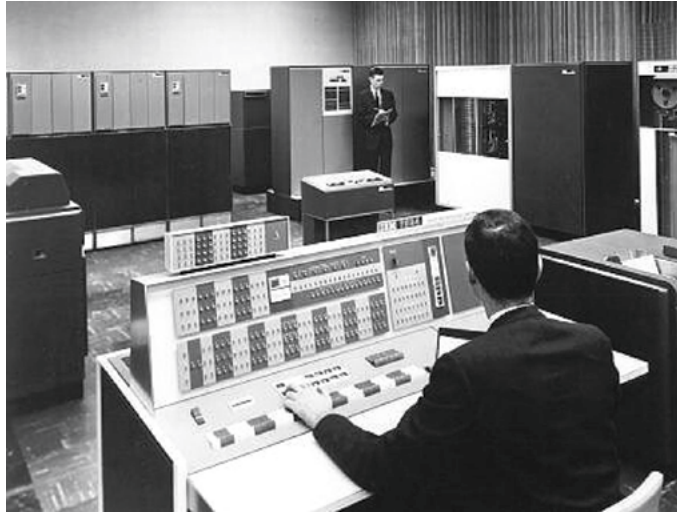


Figura 12 – IBM 7094

### 2.3 Terceira geração de computadores (1965-1980) – CIs e multiprogramação

Em 1964, a IBM lançou a linha de equipamentos da série IBM 360 que foi a primeira linha de computadores a usar **circuitos integrados** (CIs) em pequena escala, proporcionando melhor custo-benefício em comparação à geração de máquinas construídas com transistores.

Para atender à linha de equipamentos da terceira geração, o sistema operacional OS/360 foi lançado, introduzindo várias técnicas fundamentais que até então eram ausentes. Possivelmente, a técnica de suporte à multiprogramação foi a mais significativa, ou seja, enquanto a máquina 7094 com sistema operacional FMS (*Fortran Monitor System*) ou IBSys estava lendo dispositivos de E/S com as fitas magnéticas, ela não processava mais nada, deixando assim a *CPU* ociosa. Nos equipamentos da linha 360 rodando o OS/360, esta deficiência foi resolvida repartindo a memória em partes e alocando-as para tarefas. Enquanto uma tarefa estivesse esperando por uma operação de E/S (entrada e saída) terminar a outra tarefa, poderia usar a *CPU*.

Outro fato importante que aconteceu durante a terceira geração de computadores foi o crescimento dos minicomputadores. Esse crescimento iniciou-se com o DEC PDP-1 (*Programmed Data Processor-1*), em 1961, que, para certos tipos de aplicações não numéricas, era tão rápido quanto os 7094, porém custava 5% do valor de uma máquina 7094, criando, assim, uma demanda extraordinária para máquinas PDP, conforme Figura 13.



Figura 13 – PDP-1

### 2.4 Quarta geração de computadores (1980-atualmente) – Computadores pessoais

O início da quarta geração teve como marco o desenvolvimento dos circuitos integrados contendo milhares de transistores em alguns centímetros quadrados de silício, dando origem à era dos computadores pessoais.

Em 1974, o *chip* de computador 8080 da Intel é lançado no mercado, sendo a primeira *CPU* (*Central Processing Unit* – Unidade Central de Processamento) de 8 *bits* de uso geral. A Intel pede para Gary Kildall, um de seus consultores, para desenvolver um sistema operacional para o 8080 que recebeu o nome de CP/M (*Control Program for Microcomputers* – Programa de Controle para Microcomputadores). Posteriormente, Gary Kildall adquiriu os direitos sobre o CP/M, que foi cedido pela Intel, então Kildall fundou a Digital Research.

A Digital Research reescreveu o CP/M adequando-o à execução em muitos microcomputadores que utilizavam o *chip* da Intel 8080, Z80 fabricado pela Zilog e outros microprocessadores. Por cerca de cinco anos com o seu novo sistema operacional CP/M e também motivado pela crescente quantidade de programas aplicativos que foram escritos para este sistema, a Digital Research dominou o mercado.

O IBM PC foi lançado pela IBM no início dos anos 1980 e, após dificuldades em negociar com a Digital Research o desenvolvimento de um sistema operacional para seu equipamento, a IBM procurou Bill Gates para desenvolver um sistema operacional compatível com sua plataforma.

Bill Gates comprou (supostamente por 75 mil dólares), de uma fabricante local de computadores, a Seattle Computer Products, o sistema operacional **DOS** (*Disk Operating System* – sistema operacional de disco). Após contratar Tim Paterson, o criador do DOS, como funcionário da sua empresa e ajustar parte do código, então Bill Gates vendeu para a IBM o Sistema Operacional chamado **MS-DOS** (*Microsoft Disk Operating System* – Sistema Operacional de Disco da Microsoft).

Em 1983, foi lançado o PC/AT que utilizava o processador Intel 80286, mais tarde o 80386 e, subsequentemente, o 80486. Mesmo sendo um sistema primitivo nesta altura, o MS-DOS já

incluía aspectos mais avançados, muitos deles derivados do XENIX que era uma versão do UNIX vendida pela Microsoft.

Nos anos 1960, Doug Engelbart inventou uma *interface* gráfica completa com foco no usuário final, com janelas, ícones, menus e uso de *mouse*, esta *interface* é conhecida como **GUI** (*Graphical User Interface*) e que fora prontamente adotada pela Xerox Parc em suas máquinas.

Posteriormente, Steve Jobs, da Apple, visitando a Xerox Parc viu a interface gráfica GUI e instantaneamente percebeu seu enorme potencial. Após o fracasso comercial com o projeto Lisa, a empresa de Jobs desenvolveu e lançou o Apple Macintosh que foi um sucesso logo de início por ter preço competitivo e ser mais amigável mesmo para usuários que não tinham nenhum conhecimento nem desejavam conhecer comandos de computadores.

A Microsoft, impulsionada pelo sucesso que o ambiente gráfico dos Macintosh fazia no mercado, desenvolveu o Windows que é o sucessor do MS-DOS. Porém, as versões iniciais do Windows eram completamente montadas sobre o MS-DOS. Somente na versão Windows 95 o sistema passou a usar o MS-DOS apenas para ser carregado e executar programas (legados do MS-DOS). Posteriormente, a Microsoft lançou o Windows 98, porém ainda havia grande quantidade de códigos em linguagem *assembly* de 16 *bits* da Intel.

David Cutle que foi um dos projetistas do sistema operacional VAX VMS liderou o projeto do Windows NT (*Windows New Technology*). O Windows NT foi totalmente reescrito em plataforma de 32 *bits*.

Inicialmente, a Microsoft esperava que o Windows NT substituísse por completo o parque do MS-DOS, porém isso só foi possível na versão NT 4.0, quando o sistema realmente foi aderido principalmente em redes corporativas. No início de 1999, a versão 5 do Windows NT foi renomeada para Windows 2000 na tentativa de substituir o Windows 98 e o NT 4.0.

Sem êxito, a Microsoft lançou o Windows Millennium Edition que era uma versão aprimorada do Windows 98. Em 2001, foi lançado o Windows XP que era uma versão sutilmente atualizada do Windows 2000. O Windows XP teve melhor aceitação, substituindo basicamente todas as versões anteriores do Windows. Em 2007, o Windows Vista é lançado com a incumbência de suceder o Windows XP e, posteriormente, em 2009, a Microsoft lançou o Windows 7, em 2011, o Windows 8 e, em 2015, o Windows 10.

O sistema operacional Unix (e seus derivados) é o grande competidor no mundo computacional. Apesar do seu melhor potencial ser aplicado a servidores empresariais, este sistema operacional vem conquistando parte do mercado de estações de trabalho. Para computadores com processadores CISC (*Complex Instruction Set Computer*) como Intel ou AMD, existe uma ampla variedade de derivados do Unix que são genericamente conhecidos como Linux.

Os computadores Macintosh, além de possuírem o seu sistema operacional chamado MAC OS, também podem contar com uma versão modificada do FreeBSD que também é um derivado do Unix.

Para máquinas de alto desempenho vendidas pela Hewlett-Packard, IBM e Sun Microsystems e equipadas com processadores RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), é padrão o uso do sistema operacional Unix (*HP-UX*, *SUN Solaris*, *IBM AIX*).



### Saiba mais

[<ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/ea876/so-caps12.pdf>](ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/ea876/so-caps12.pdf)



### Resumo

Ao longo da história da computação, máquinas totalmente mecânicas foram, aos poucos, sendo substituídas por equipamentos que mesmo os mais otimistas dos cientistas, da época dos primeiros computadores do mundo, jamais poderiam acreditar ou afirmar que seria possível. Para a computação atual ter se tornado realidade, muitas quebras de paradigmas e diversas transformações no *hardware*, bem como no *software*, foram necessárias. A pluralidade dos equipamentos foi durante muitos anos um grande benefício para o modelo que temos atualmente, que ainda não é o definitivo, tão pouco o mais eficiente.

O fato dos sistemas operacionais terem sido elaborados como estruturas abstratas, ou seja, permitindo que os desenvolvedores de equipamentos pudessem obter resultados expressivos indo ao nível dos *bits*, enquanto os desenvolvedores de sistemas e usuários enxergassem pelo prisma de um nível elevado e figurativo, possibilitou que áreas de especialização surgissem ao invés do modelo antigo que compreendia um mesmo especialista ou grupo de especialistas que atuavam praticamente desde o desenvolvimento do equipamento até a operação e a manutenção.



### Exercícios

**Questão 1.** Ao ligar o computador, um usuário comum tem a impressão que o primeiro *software* (programa) executado é o sistema operacional. Isso não é verdade. O *hardware* (parte física do computador, formado por componentes eletrônicos, circuitos integrados e placas, que se comunicam por meio de barramentos) sofre uma checagem geral pelo *BIOS* (Sistema Básico de Entrada/Saída), este sim o primeiro *software* executado. Se não houver nenhum problema com os diversos dispositivos, o processo de inicialização do computador poderá continuar e o segundo *software*, denominado *bootstrap*, será executado. A função do *bootstrap*, além de atualizar alguns registradores, é permitir ao usuário a seleção do sistema operacional que deverá ser executado/carregado pelo computador. Nos computadores com um único sistema operacional, o *bootstrap* e



o *BIOS* passam despercebidos. Porém, no caso da Ana, que instalou no seu computador os sistemas operacionais Windows XP, Windows 7, Linux e Solaris, após a checagem do *hardware* pelo *BIOS*, o *GRUB* (*bootstrap* do Linux) apresenta uma interface com uma lista com todos os sistemas operacionais disponíveis. Após a seleção pelo usuário, o sistema operacional será executado/carregado. Apesar de ser somente o terceiro *software* a ser executado/carregado no computador, o sistema operacional tem sua importância. Qual a função do sistema operacional?

- A) Gerenciar todos os recursos do sistema computacional e esconder do usuário a complexidade do *hardware*, funcionando como um intermediário entre o usuário e o computador, oferecendo um conjunto mais conveniente de instruções.
- B) Gerenciar todos os recursos físicos do sistema computacional permitindo que o *kernel* cuide apenas dos recursos lógicos.
- C) Gerenciar todos os recursos lógicos do sistema computacional permitindo que o *kernel* cuide apenas dos recursos físicos.
- D) Gerenciar todos os programas de usuário do *Shell*.
- E) Permitir que os usuários avançados tenham acesso direto ao *hardware* do computador, realizando todas as atividades relacionadas ao seu gerenciamento físico.

Resposta correta: alternativa A.

### Análise das alternativas

A) Alternativa correta.

Justificativa: a função básica dos sistemas operacionais é esconder dos usuários a complexidade do *hardware*.

B) Alternativa incorreta.

Justificativa: o sistema operacional é responsável pela gerência da parte física do sistema computacional, mas o *kernel* é formado pelo conjunto de programas de sistema responsável pelo gerenciamento tanto da parte física como da parte lógica do sistema computacional. O *kernel* é o sistema operacional propriamente dito.

C) Alternativa incorreta.

Justificativa: o sistema operacional é responsável pela gerência da parte física do sistema computacional, mas o *kernel* é formado pelo conjunto de programas de sistema responsável pelo gerenciamento tanto da parte física como da parte lógica do sistema computacional. O *kernel* é o sistema operacional propriamente dito.

D) Alternativa incorreta.

Justificativa: o *Shell* é a interface que permite que o usuário interaja com o sistema operacional.

E) Alternativa incorreta.

Justificativa: mesmo para os usuários mais avançados seria impossível gerenciar o sistema computacional sem o sistema operacional.

**Questão 2.** (ENADE 2005) Apesar de todo o desenvolvimento, a construção de computadores e processadores continua, basicamente, seguindo a arquitetura clássica de Von Neumann. As exceções a essa regra encontram-se em computadores de propósitos específicos e nos desenvolvidos em centros de pesquisa. Assinale a opção em que estão corretamente apresentadas características da operação básica de um processador clássico.

A) Instruções e dados estão em uma memória física única; um programa é constituído de uma sequência de instruções de máquina; uma instrução é lida da memória de acordo com a ordem dessa sequência e, quando é executada, passa-se, então, para a próxima instrução na sequência.

B) Instruções e dados estão em memórias físicas distintas; um programa é constituído de um conjunto de instruções de máquina; uma instrução é lida da memória quando o seu operando de destino necessita ser recalculado; essa instrução é executada e o resultado é escrito no operando de destino, passando-se, então, para o próximo operando a ser recalculado.

C) Instruções e dados estão em uma memória física única; um programa é constituído de um conjunto de instruções de máquina; uma instrução é lida da memória quando todos os seus operandos-fonte estiverem prontos e disponíveis; essa instrução é executada e o resultado é escrito no operando de destino, passando-se, então, para a instrução seguinte que tiver todos os seus operandos disponíveis.

D) Instruções e dados estão em memórias físicas distintas; um programa é constituído de um conjunto de instruções de máquina; uma instrução é lida da memória quando todos os seus operandos-fonte estiverem prontos e disponíveis; essa instrução é executada e o resultado é escrito no operando de destino, passando-se, então, para a instrução seguinte que estiver com todos os seus operandos disponíveis.

E) Instruções e dados estão em memórias físicas distintas; um programa é constituído de uma sequência de instruções de máquina; uma instrução é lida da memória de acordo com a ordem dessa sequência e, quando é executada, passa-se, então, para a próxima instrução na sequência.

**Resolução desta questão na Plataforma.**