

Introdução à computação

Unidade 1: Evolução da arquitetura dos computadores

Objetivos

- Compreender a evolução da arquitetura dos computadores;
- Identificar os principais recursos tecnológicos utilizados em cada geração dos computadores.

Seja bem-vindo ao componente curricular de Introdução à Computação! Nele, iremos estudar os principais conceitos de computação, informação, dados e como a evolução dos computadores ocorreu ao longo do tempo. Abordaremos algumas linguagens de programação, softwares aplicativos, sistemas operacionais, representação eletrônica de dados e sistemas numéricos.

Nesta unidade, iniciaremos conhecendo as principais etapas da evolução da arquitetura de computadores identificando os principais recursos tecnológicos de cada geração.

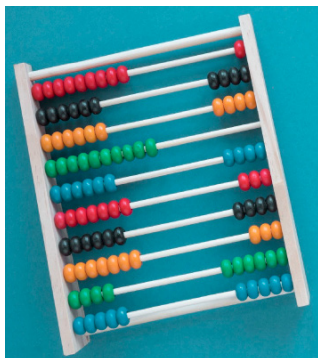
Evolução da arquitetura dos computadores

Com um apelo à religião e à história, pensemos: “De onde viemos? Aonde podemos chegar?”. Esses questionamentos e suas variações rondam o mundo há tempos. Pois bem, o que isso pode ter a ver com Computação? Tudo, é a resposta. O conhecimento sobre a origem das coisas facilita enormemente a compreensão sobre nosso estado atual e as possibilidades que estão por vir. Falando de computação especificamente, a história nos mostra quais foram os princípios e ideias que deram início ao que hoje conhecemos como computar.

Muitas lógicas definidas por John Von Neumann e Alan Turing foram concretizadas e aprimoradas com o passar dos anos. No entanto, com certeza podemos afirmar que a ideia a respeito do **como fazer** surgiu há muito tempo de suas mentes. Os estudos científicos e evoluções aceleradas da tecnologia foram promotores de equipamentos de hardware nunca imaginados pelos matemáticos e engenheiros da época. Afinal, quem poderia imaginar que o magnífico ENIAC de 1946, com todo seu poder de fogo, não seria capaz de superar uma simples calculadora de bolso, nos dias atuais.

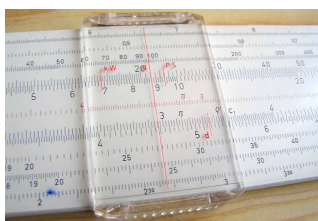
A arquitetura do computador diz respeito à forma de organização dos seus componentes. O aprimoramento das diferentes arquiteturas possibilitou a existência dos sistemas de computação atuais. Os computadores eletrônicos, como conhecemos atualmente, surgiram somente na década de 1940; contudo, sua base nos remete há centenas ou, até mesmo, milhares de anos.

O termo **computar** está relacionado ao ato de fazer cálculos, realizar operações matemáticas e contar. Nesse sentido, podemos dizer que o computador é uma máquina que nos auxilia nestas tarefas. Mas, se todos sabemos fazer contas, quais as vantagens no uso do computador? A resposta está na rapidez e na precisão ao executar tais operações.



Fonte: Adaptado pela Univates com base em Freepik (2020).

Com a evolução da sociedade, os cálculos tornaram-se cada vez mais complexos. Surgiu, então, a necessidade de inventar instrumentos que pudessem auxiliar as pessoas na resolução de novos desafios. Uma das primeiras ferramentas criadas, há cerca de 2.500 anos, para tal finalidade, foi o **ábaco**.



Fonte: Maksim (2006).

Outros instrumentos criados com o propósito de auxiliar nos processos de cálculos foram os **logaritmos** e a **régua de cálculo**. Segundo Castanheira e Leite (2015), quem desenvolveu e popularizou, no ano de 1614, os cálculos logarítmicos foi o matemático John Napier (1550-1617). A partir deles, William Oughtred (1574-1660) criou a régua de cálculo, objeto que passou a ser considerado o primeiro computador analógico da história.



Para saber mais

Para aprender mais sobre a utilização das réguas de cálculo, pesquise no Youtube por “Régua de Cálculo”. Caso queira praticar em uma régua virtual acesse o site [Slide Ruler](#). Nele você poderá interagir com diversos modelos de réguas de cálculo. Outra invenção bastante conhecida, feita por John Napier, foram os **bastões de Napier**, que trata-se de um conjunto de nove bastões, um para cada dígito que, ao serem alinhados, realizavam operações de multiplicação de forma imediata, a partir da soma das tabuadas de cada dígito. Com esse instrumento, Napier conseguia resolver mais facilmente os cálculos necessários para a criação dos logaritmos.

Enquanto os computadores analógicos realizam operações aritméticas e outros cálculos por meio de analogia, ou seja, fazendo relações diretas entre as quantidades, os computadores digitais trabalham realizando operações diretamente com os números. Segundo Tanenbaum e Austin (2013, p. 10), ao longo da criação dos computadores digitais modernos “foram projetados e construídos centenas de diferentes tipos de computadores [...] mas alguns causaram impacto significativo sobre as ideias modernas”.

Para compreender a evolução dos computadores, veremos a seguir alguns marcos da evolução dos computadores digitais.

Geração Zero

Em 1642, o francês Blaise Pascal (1623-1662) desenvolveu a primeira calculadora mecânica do mundo, denominada **Pascalina**. Conforme Monteiro (2010), a calculadora mecânica, que realizava operações de soma e subtração, era fundamentada em dois conjuntos de discos interligados por meio de engrenagens dentadas. A máquina utilizava o sistema decimal para os cálculos, de maneira que, quando um disco ultrapassava o valor 9, retornava ao 0 e aumentava uma unidade no disco imediatamente superior.



Fonte: David.Monnaux (2005).



Dica de vídeo

Para conhecer mais sobre Pascal, assista ao filme *Blaise Pascal* (1972), do diretor Roberto Rossellini. No filme, o diretor acompanha a vida de Pascal, desde seus 17 anos até sua morte, demonstrando alguns de seus estudos acerca da Matemática e da Geometria, bem como a criação da primeira calculadora mecânica.

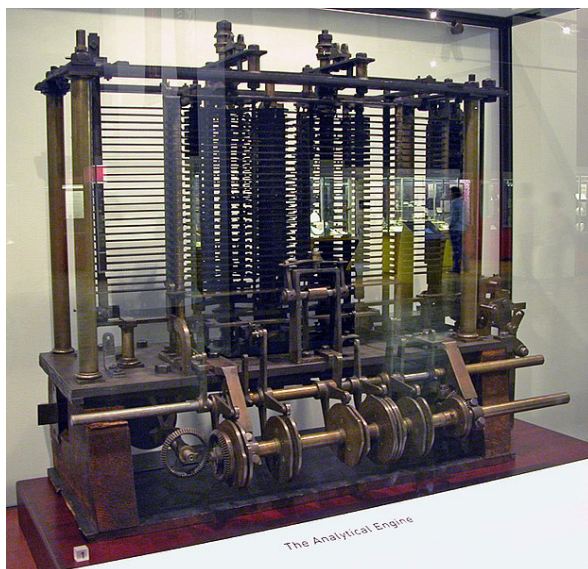
Em 1671, o alemão Gottfried Leibniz (1646-1716) aprimorou a calculadora de Pascal, desenvolvendo uma máquina que realizava, além de soma e subtração, as operações de multiplicação e divisão. A calculadora de Leibniz serviu de base para que, em 1820, o francês Charles Xavier Thomas (1785-1870) desenvolvesse a **Arithmometer**, primeira calculadora realmente comercializada, capaz de efetuar as quatro operações aritméticas básicas.



Fonte: Ezdr (2010).

Em 1801, o mecânico francês Joseph Marie Jacquard (1752-1834) sugeriu controlar teares - máquinas usadas para tecer - por meio de **cartões perfurados**, que forneceriam os comandos necessários para a tecelagem. O primeiro teste da invenção resultou na impressão do retrato de Jacquard em uma tapeçaria, produzida de forma totalmente mecânica.

Em 1823, o inglês Charles Babbage (1791-1871) projetou e construiu, para a empresa *Royal Astronomical Society of Great Britain*, a **máquina de diferenças**. Segundo Delgado e Ribeiro (2017, texto digital), a máquina foi “o primeiro computador mecânico usado para calcular funções matemáticas e produzir tabelas dos valores resultantes”. Após projetar alguns desses equipamentos, Babbage iniciou, em 1834, o projeto da nova versão chamada **máquina analítica**. Contudo, mesmo com o auxílio do seu filho e da matemática Ada Lovelace a nova máquina não foi produzida, devido à sua complexidade para a época.



Fonte: Barral (2009).

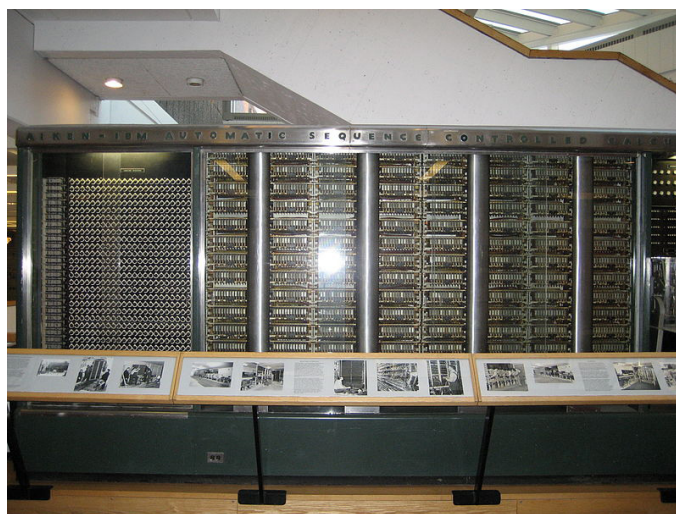
Em 1889, Herman Hollerith (1860-1929) desenvolveu, baseado na criação de Jacques Jacquard, um “**cartão perfurado** para guardar dados [...] e também uma **máquina tabuladora mecânica**, acionada por um motor elétrico, que contava, classificava e ordenava informações armazenadas em cartões perfurados” (MONTEIRO, 2010, p. 15). A criação de Hollerith inovou, no ano de 1890, a forma de processar os dados do censo nos Estados Unidos, e foi por causa disso que, em 1924, a companhia de Hollerith, junto com outras duas organizações, fundaram a *International Business Machines* (IBM).



Fonte: Schuster (2015).

Em 1936, o alemão Konrad Zuse (1910-1995) criou a sua primeira máquina com relés mecânicos, a **Z1**. Conforme Monteiro (2010, p. 16), a Z1 “usava um teclado como dispositivo de entrada e lâmpadas (dispositivo binário – acesa e apagada) como componente de saída”. Ainda segundo o autor, após algumas melhorias, Zuse concluiu, em 1941, a **Z3**, que, diferente da Z1, utilizava relés eletromecânicos, ou seja, era controlada por um programa. Mais tarde, o engenheiro chegou a construir a máquina **Z4**, uma versão melhorada da Z3, que foi utilizada pelos militares alemães, para auxiliar nos projetos de aviões e mísseis na realização de cálculos complexos. No entanto, em virtude dos bombardeios de 1944, as máquinas desenvolvidas por Zuse foram quase completamente destruídas.

Em 1944, Howard Aiken (1900-1973) concluiu a sua máquina **Mark I**. Financiada pela IBM, a Mark I foi desenvolvida com os princípios da máquina de Babbage. Ela utilizava o sistema eletromecânico e podia somar em 6 segundos e dividir em 12 segundos.



Fonte: Waldir (2007).

Em 1939, John Vincent Atanasoff (1903-1995) projetou uma calculadora extremamente complexa. De acordo com Tanenbaum e Austin (2013, p. 12), a

calculadora “usava aritmética binária e a memória era composta de capacitadores recarregados periodicamente para impedir fuga de carga”. Em virtude da sua complexidade, a **calculadora de Atanasoff** não chegou a ser produzida, mas seus registros foram extremamente valiosos para outros cientistas.



Dica de leitura

Para conhecer mais sobre alguns assuntos mencionados ao longo deste tópico, sugerimos a leitura dos capítulos listados abaixo, todos do livro [Introdução à Organização de Computadores](#), de Monteiro (2010), disponível em nossa biblioteca:

- 1.2.1 *Época dos Dispositivos Mecânicos (3000 a.C.–1880)* - (p. 13-14), para conhecer as máquinas de Charles Babbage e John Vincent Atanasoff;
- 1.2.2 *Época dos Dispositivos Eletromecânicos (1880–1930)* - (p. 15), para descobrir mais sobre Herman Hollerith e Howard Aiken.

Primeira Geração

Em 1936, o inglês Alan Mathison Turing (1912-1954) desenvolveu uma teoria que ficou conhecida como **máquina de Turing**. Segundo Monteiro (2010, p. 17), ela “poderia simular o comportamento de qualquer máquina usada para computação se fosse adequadamente instruída”. Mais tarde, em 1943, o estudo anterior de Turing serviu de base para que ele e seus colegas cientistas desenvolvessem **Colossus**, uma máquina que objetivava interpretar os códigos dos alemães durante a Segunda Guerra Mundial, realizando a criptoanálise de códigos ultrassecretos utilizados pelos nazistas, por meio da tradução de textos cifrados ou a lógica utilizada na encriptação.



Dica de vídeo

Saiba mais sobre a máquina **Colossus** e a sua relação com a Segunda Guerra assistindo ao filme *O jogo da imitação* (2014). No filme, uma agência de inteligência britânica recruta um homem, aluno de Cambridge, a fim de que contribua para decifrar códigos nazistas utilizados em ataques durante a Segunda Guerra Mundial, incluindo o supostamente inquebrável “Enigma”.

Durante o período de 1943 a 1946, John Mauchly (1907-1980) e John P. Eckert (1919-1995) projetaram o **primeiro computador eletrônico e digital**, o *Electronic Numerical Integrator and Computer* (ENIAC). O computador, financiado pelo exército americano, tinha a finalidade de ajudar na elaboração de tabelas balísticas, que registravam o alcance e a trajetória das armas. Apesar de não ter servido para o seu propósito inicial em virtude do tempo de construção, o ENIAC era extremamente rápido e foi programado para realizar cálculos complexos.

Em 1945, o ENIAC permitiu a origem de diversos projetos, como o *Electronic Discrete Variable Automatic Computer* (EDVAC), desenvolvido por Mauchly e Eckert. No ano seguinte, John von Neumann (1903-1957) criou, na Universidade de Princeton, sua própria versão do EDVAC, o *Institute for Advanced Studies* (IAS), que ficou conhecido como a **máquina de von Neumann**. Segundo Monteiro (2010, p. 19), “o IAS é fundamental no estudo da arquitetura de computadores, pois a grande maioria de suas especificações permanece válida até o momento”.

Em 1949, Maurice Wilkes (1913-2010) criou o **primeiro computador com programa armazenado**, o *Electronic Delay Storage Automatic Calculator* (EDSAC), com base no projeto de von Neumann (TANENBAUM; AUSTIN, 2013). No mesmo ano, Mauchly e Eckert construíram o primeiro computador para fins comerciais, o UNIVAC I. Mais tarde, ainda foram desenvolvidos outros computadores, como a série 1100, mais direcionado para a computação científica.



Dica de leitura

Para aprofundar seus conhecimentos sobre alguns dos tópicos vistos nesta primeira geração, sugerimos a leitura dos capítulos listados abaixo, todos do livro [Introdução à Organização de Computadores](#), de Monteiro (2010), disponível em nossa biblioteca:

- 1.2.2 A primeira geração - válvulas (1945 - 1955) - (p. 15), para saber mais sobre os projetos EDSAC, UNIVAC I e a atuação da IBM nessa primeira geração dos dispositivos supramencionados;
- 1.2.4.1 Primeira Geração: Computadores à Válvula (p. 17-19), para saber mais sobre os projetos EDVAC e IAS, bem como sobre o primeiro computador eletrônico e digital da história.

Também sugerimos que você leia o capítulo 12.2 *Máquinas de Turing* (p. 470-474), do livro [Ciência da Computação: uma visão abrangente](#), de Brookshear (2012), disponível em nossa biblioteca, a fim de entender melhor o que foi e como funcionava a máquina de Turing.

Segunda Geração

Em 1947, cientistas do **Bell Laboratories** produziram o **transistor**. Trata-se de um dispositivo que permite controlar (ligar/desligar) a condução de corrente elétrica de um circuito eletrônico com uma velocidade muito maior, além de menor custo, tamanho e consumo de energia se comparado às válvulas. Esse dispositivo tornou-se a base de todos os computadores e da indústria eletrônica digital. Conforme Monteiro, “a primeira companhia a lançar comercialmente um computador transistorizado foi a NCR, e logo em seguida a RCA” (2010, p. 21). As vantagens dessas máquinas sobre as antecessoras à válvula eram várias: eram mais baratas, menores e dissipavam muito menos calor, além do menor consumo de energia elétrica.



Conceito

Bell Laboratories: A Bell Laboratories é uma empresa de pesquisa industrial e desenvolvimento científico, fundada em 1925, com sede localizada em Nova Jérsey, responsável pelo desenvolvimento de uma série de tecnologias consideradas revolucionárias, desde computadores telefônicos, cabos de telefone, transistores, LEDs, lasers, a linguagem de programação C e o sistema operativo Unix.



Para saber mais

Para conhecer mais sobre os computadores transistorizados, leia o subcapítulo 1.2.4.2 *Segunda Geração: computadores transistorizados*, do livro [Introdução à organização de computadores](#), de Monteiro (2010), disponível em nossa biblioteca.

Terceira Geração

Em 1958, a Texas Instruments Co., por meio de Jack Kilby, criou o primeiro **circuito integrado**, interligando dois circuitos em uma peça de germânio. Pouco depois, Robert Noyce integrou vários circuitos em pastilha de silício, que apresentou muita vantagem sobre o germânio. Surgia, então, uma nova geração de computadores mais poderosos e menores, devido à integração em larga escala (*Large Scale Integration - LSI*) proporcionada pelos circuitos integrados (MONTEIRO, 2010).

Em 1964, a IBM consolidou sua posição como a maior fabricante no mercado de computadores, pois utilizou-se de novos avanços tecnológicos da **microeletrônica**, ou seja, os circuitos integrados, e lançou a série 360. Segundo Monteiro (2010), esse sistema permitiu que fossem criados diferentes modelos de computadores a partir de uma arquitetura semelhante. Além disso, os programas compartilhavam a mesma memória principal, que era orientada a byte - padrão que se mantém até hoje -, e havia mais capacidade de processamento.



Para saber mais

Para conhecer mais sobre a série 360 da IBM, leia o subcapítulo 1.2.3 *A Terceira Geração - circuitos integrados (1965-1980)* - (p. 36-37), do livro [Organização Estruturada de Computadores](#), de Tanenbaum e Austin (2013), disponível em nossa biblioteca.

Quarta Geração

A partir de 1972, deu-se início ao desenvolvimento de **microcomputadores** ou computadores pessoais, com base na técnica de miniaturização dos componentes eletrônicos, chamada *Very Large Scale Integration* (VLSI). Dessa forma, passou a ser possível “armazenar, em um mesmo invólucro - denominado chip (pastilha) -, milhares e até milhões de diminutos componentes” (MONTEIRO, 2010, p. 23).



Para saber mais

Para conhecer mais sobre os computadores pessoais, leia o subcapítulo 1.2.5 A Quarta Geração - integração em escala muito grande (1980-?) - (p. 37-39), do livro [*Organização Estruturada de Computadores*](#), de Tanenbaum e Austin (2013), disponível em nossa biblioteca.



Na linha do tempo disponível no Ambiente Virtual, você pode visualizar alguns dos principais marcos da evolução da arquitetura de computadores. Para tanto, acesse o Ambiente Virtual.

No próximo capítulo, iremos aprender como o computador é organizado internamente.

Organização interna do computador

Agora que já conhecemos um pouco mais sobre a origem e evolução do computador, passaremos ao estudo da sua organização interna. Para isso, entraremos em contato com conceitos que ainda podem ser vistos nos nossos computadores atuais. Iniciaremos com algumas considerações sobre von Neumann, conhecido por muitos como o pai da computação moderna.

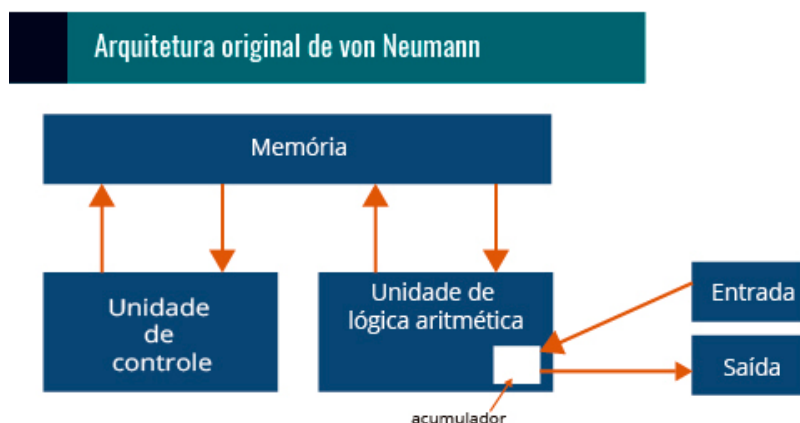


Fonte: Energy.gov (1956).

John von Neumann falava várias línguas, era um especialista em ciências físicas e matemáticas e tinha uma memória impressionante. Na computação, von Neumann se incomodava com a lentidão e a inflexibilidade de programar os computadores por meio de chaves e cabos.

Acreditava que os programas dos computadores poderiam ser representados em forma digital na memória das máquinas, juntamente com os dados a serem processados. Pensava, também, que a aritmética decimal, na época representada por 10 válvulas, poderia ser substituída pela aritmética binária.

A arquitetura da maioria dos computadores de primeira geração seguia o modelo von Neumann, pois este permitia a execução de tarefas simples, com grande volume de dados.



Fonte: Adaptado pela Univates com base em Tanenbaum e Austin (2013).

Este modelo passou por modificações com o passar dos anos, mas a originalidade da ideia é o grande diferencial. Observemos que a ULA (Unidade Lógica e Aritmética) é responsável por realizar as operações matemáticas e lógicas, além de gerenciar o processo de I/O (Input/Output, ou seja, Entrada/Saída), correspondente à comunicação com periféricos, como por exemplo: teclado, mouse e monitor. A UC (Unidade de Controle) organiza a comunicação de entrada e saída de dados do processador. Ambos os blocos, UC e ULA, têm acesso à memória principal, ou seja, memória RAM (*Random Access Memory*).

Observe as características e as desvantagens dessa arquitetura:

| Principais características | Desvantagens |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Controle sequencial e centralizado; Linguagem de máquina de baixo nível; Memória linear e uniforme; Programa armazenado e sequencial. | <ul style="list-style-type: none"> Custo elevado para a época; Baixa confiabilidade (controle centralizado); Baixo desempenho (lento). |

Fonte: Univates (2020).

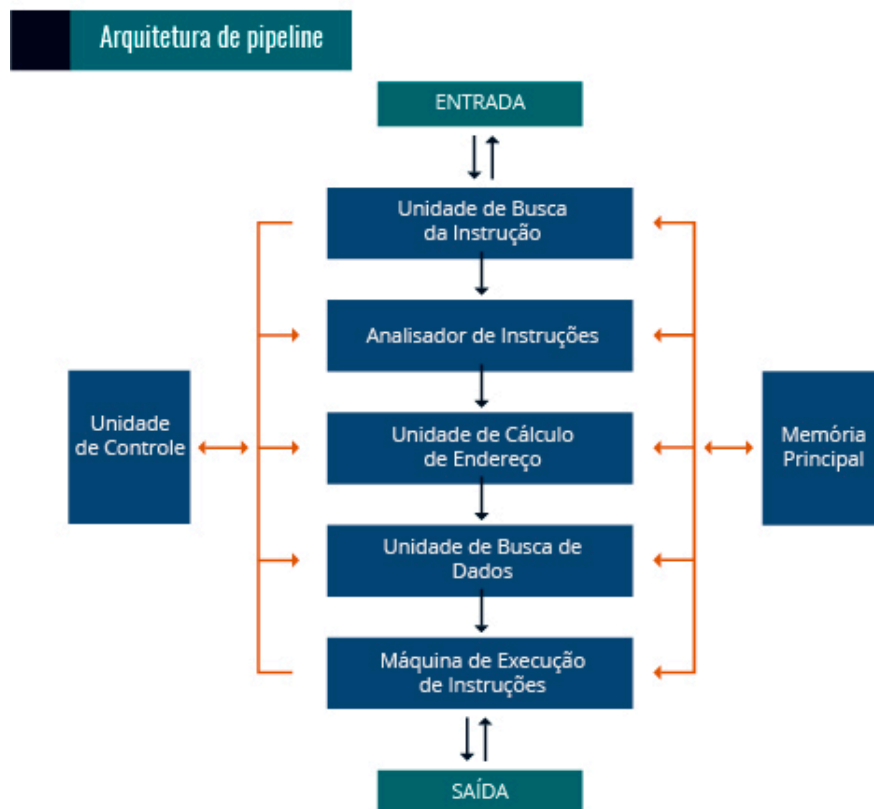
A partir da máquina de von Neumann, novas propostas de arquiteturas surgiram com a intenção de tornar os computadores mais velozes e eficientes. Conheça, a seguir, algumas dessas arquiteturas.

Pipeline

Um dos grandes problemas dos primeiros computadores era a demora na execução da instrução. Com o objetivo de melhorar esse desempenho, diminuindo o tempo dessa execução, os arquitetos de computadores desenvolveram a arquitetura *pipeline*, ou paralelismo. Essa arquitetura realiza a execução simultânea de várias instruções, o que aumentou a velocidade em que a resposta era enviada para o usuário (TANENBAUM; AUSTIN, 2013).

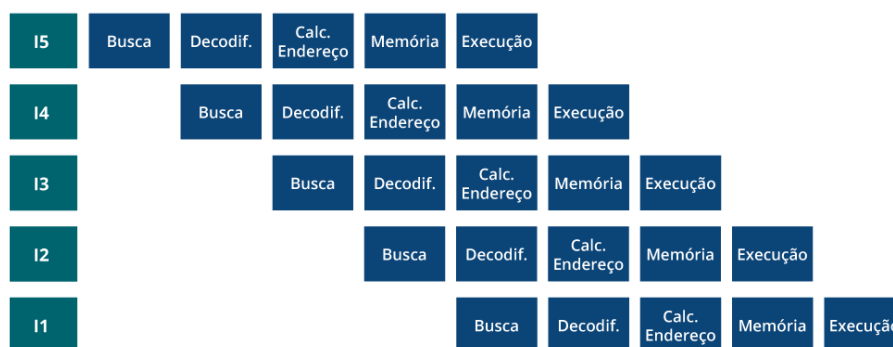
Unidade 1

Veja a imagem a seguir para compreender melhor a arquitetura de uma máquina *pipeline*:



Fonte: Adaptado pela Univates com base em Tanenbaum e Austin (2013).

Na arquitetura de *pipeline* (duto ou canal), o processo é formado por várias etapas, como: Busca, Decodificação, Calcular endereço, Acesso à Memória e Execução. A figura a seguir apresenta a ideia do *pipeline* recebendo várias instruções a cada ciclo de relógio do processador, ou seja, a cada vez que o computador diz “vou processar”, ele executa uma ação. Um processamento completo é formado por várias instruções, que executam esse ciclo diversas vezes. Nesse modelo, a cada rodada (ciclo) de processamento, uma fase é executada para cada instrução. Sendo assim, teremos a I1 (instrução 1) executando a fase de Execução, enquanto a I2 (instrução 2) está fazendo Acesso à memória, a I3 está fazendo o Cálculo de endereço, I4 está Decodificando e I5 está Buscando a próxima instrução.



Fonte: Univates (2020).

Observe as características e as desvantagens da arquitetura *pipeline*:

| Principais características | Desvantagens |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Execução parcial, porém simultânea de várias instruções; • Processamento sequencial do programa; • Controle centralizado; • Boa eficiência; • Aplicação, principalmente, em microprocessadores. | <ul style="list-style-type: none"> • Baixa confiabilidade, pois um problema em qualquer uma de suas unidades compromete todo o sistema <i>pipeline</i>. |

Fonte: Univates (2020).

Sistemas Multiprocessadores

O sistema de multiprocessadores, também chamado de sistemas fortemente acoplados, foi o primeiro sistema paralelo com CPU. Segundo Corrêa (2016, p. 38), “a vantagem dos multiprocessadores sobre os outros tipos de computadores paralelos é que é fácil trabalhar com o modelo de programação de uma única memória compartilhada”.

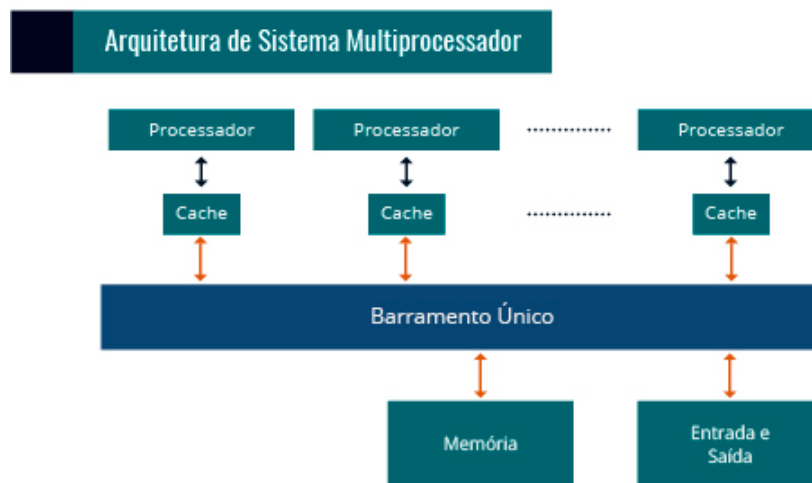
Arquitetura de sistemas multiprocessadores

| Principais características | Desvantagens |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Dois ou mais processadores com capacidade de processamento muito semelhante; • O acesso à memória é comum a todos os processadores; • As unidades de controle, periféricos em geral, são compartilhadas pelos processadores; • O controle do sistema é feito por um único Sistema Operacional. | <ul style="list-style-type: none"> • São vulneráveis às falhas mais comuns dos sistemas; • Em função da quantidade de recursos compartilhados, usa o desempenho máximo. |

Fonte: Univates (2020).

Unidade 1

Observe a arquitetura típica de um sistema multiprocessador:



Fonte: Adaptado pela Univates com base em Tanenbaum e Austin (2013).

Esse modelo de multiprocessadores é a base dos sistemas atuais de computação, onde temos os vários núcleos (chamados de *cores*, lê-se ‘córs’) em um único processador, fazendo acesso à memória *cache* (memória de acesso rápido, próxima ao processador ou *core* - lê-se ‘cór’). As tarefas, convertidas em instruções, podem ser segmentadas para serem processadas simultaneamente nos processadores existentes, ou em nosso cenário atual (anos 2000 em diante), em seus núcleos. Para contextualizar, vemos os núcleos, ou *cores*, nas descrições dos computadores laptop, desktop e móveis atuais, da seguinte forma: *dual-core*, *quad-core*, *octa-core* podendo ter processadores de mais de 10 cores.

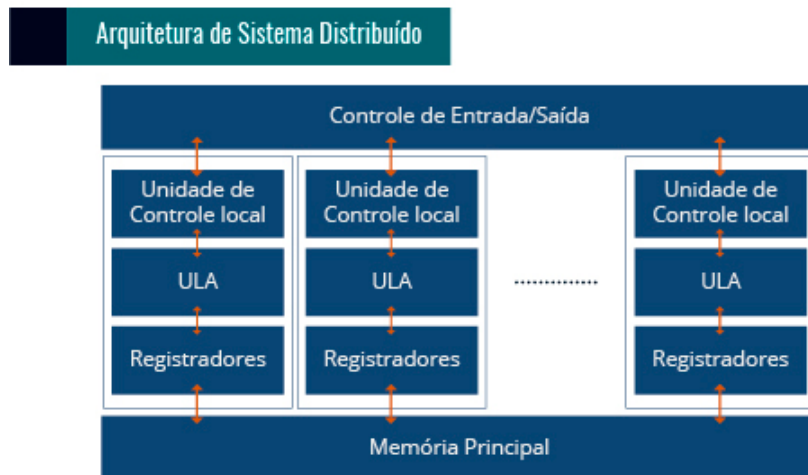


Para saber mais

Para conhecer mais sobre o sistema de multiprocessadores, leia o subcapítulo *Multiprocessadores* (p. 53-54), do livro [Organização e Arquitetura de Computadores](#), de Tanenbaum e Austin (2013), disponível em nossa biblioteca.

Sistemas de Processamento Distribuído

Todas as arquiteturas vistas até aqui têm como característica comum o controle centralizado, o que proporciona uma baixa confiabilidade, pois qualquer defeito na unidade de controle compromete o funcionamento do sistema como um todo. Visando resolver, principalmente, este problema, foram desenvolvidos os Sistemas de Processamento Distribuídos (TANENBAUM; STEEN, 2007).



Fonte: Adaptado pela Univates com base em Tanenbaum e van Steen (2007).

Nos Sistemas Distribuídos, o objetivo é possibilitar maior processamento por meio da replicação de alguns elementos e compartilhamento de outros. Os componentes de Entrada/Saída, assim como a memória, são compartilhados e, por isso, acessíveis pelos diferentes blocos de controle e processamento de uma arquitetura.

Assim, os elementos responsáveis pelo processamento são replicados, ou seja, existem réplicas dos blocos responsáveis pelo Controle, Processamento e Registradores, sendo que cada um deles realiza uma parte do processo, com acesso à mesma área de memória e dispositivos de Entrada/Saída.

Nesta unidade, você conheceu um pouco sobre a arquitetura e a evolução histórica dos computadores e dos recursos tecnológicos de hardware e software utilizados em cada uma das gerações. Trata-se de um conhecimento introdutório sobre a origem dos computadores e dos principais estudiosos e recursos de cada época. Na próxima unidade, por sua vez, iremos abordar as características dos sistemas de numeração e veremos qual a sua importância para o funcionamento dos computadores. Boa atividade e até breve!



Exercício

Depois de ler o material de estudos, vamos exercitar alguns dos conhecimentos adquiridos ao longo da leitura. Para isso, acesse o Ambiente Virtual.



Atividade

Após a leitura do material, vamos realizar a atividade proposta. Para isso, acesse o Ambiente Virtual.

Referências

BARRAL, Bruno. Machine Analytique de Charles Babbage, exposée au Science Museum de Londres (Mai 2009). **Wikimedia Commons**, 05 maio 2009.

Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AnalyticalMachine_Babbage_London.jpg. Acesso em: 26 set. 2020.

CASTANHEIRA, Nelson P.; LEITE, Álvaro Emílio. **Logaritmos e funções**.

Curitiba: InterSaber, 2015. Disponível em: <http://www.univates.br/biblioteca/biblioteca-virtual-universitaria?isbn=9788544301135>. Acesso em: 26 set. 2020.

CORRÊA, Ana G. D. **Organização e arquitetura de computadores**. São Paulo:

Pearson Education do Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.univates.br/biblioteca/biblioteca-virtual-universitaria?isbn=9788543020327>. Acesso em: 26 set. 2020.

DAVID.MONNIAUX. Six figures calculating machine by Blaise Pascal without sous or deniers. **Wikimedia Commons**, 2005. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arts_et_Metiers_Pascaline_dsc03869.jpg.

Acesso em: 26 set. 2020.

DELGADO, José; RIBEIRO, Carlos. **Arquitetura de computadores**.

Tradução de Elvira Maria Antunes Uchôa. 5. ed. atual. Rio de Janeiro: LTC, 2017. Disponível em: <http://www.univates.br/biblioteca/e-books-minha-biblioteca?isbn=9788521633921>. Acesso em: 26 set. 2020.

ENERGY.GOV. John Von Neumann in 1956. **Wikimedia Commons**, 1956.

Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HD.3F.191\(11239892036\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HD.3F.191(11239892036).jpg). Acesso em: 26 set. 2020.

EZRDR. Arithmometer built by Veuve Payen around 1914 and sold by Darras

around 1915. **Wikipédia**, 16 fev. 2010. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arithmometer_Veuve_Payen.png. Acesso em: 26 set. 2020.

FREEPIK. Ábaco minimalista vista superior com espaço de cópia. **Freepik**, 2020.

Disponível em: https://br.freepik.com/fotos-gratis/abaco-minimalista-vista-superior-com-espaco-de-copia_6626181.html. Acesso em: 26 set 2020.

MAKSIM. Silde Rule Cursor. **Wikimedia Commons**, 02 jan. 2007. Disponível

em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Slide_rule_cursor.jpg. Acesso em: 26 set 2020.

MONTEIRO, Mario A. **Introdução à organização de computadores**. 5. ed.

Rio de Janeiro: LTC, 2010. Disponível em: <https://www.univates.br/biblioteca/e-books-minha-biblioteca?isbn=978-85-216-1973-4/>. Acesso em: 26 set. 2020.

SCHUSTER, Adam. Replica of early Hollerith punched card tabulator and sorting box (right) at Computer History Museum. **Wikimedia**

Commons, 07 mar. 2015. Disponível em: <https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:HollerithMachine.CHM.jpg>. Acesso em: 26 set. 2020.

TANENBAUM, Andrew S.; AUSTIN, Todd. **Organização estruturada de computadores**. Tradução de Daniel Vieira. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2013. E-book. Disponível em: <https://www.univates.br/biblioteca/biblioteca-virtual-universitaria?isbn=9788581435398>.

TANENBAUM, Andrew S.; VAN STEEN, Maarten. **Sistemas Distribuídos: princípios e paradigmas**. 2. ed. Tradução de Arlete Simille Marques. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. E-book. Disponível em: <https://www.univates.br/biblioteca/biblioteca-virtual-universitaria?isbn=9788576051428>.

WALDIR. Harvard Mark I. **Wikimedia Commons**, 04 fev. 2007. 1 fotografia. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Harvard_Mark_I.jpg. Acesso em: 26 set 2020.