



# Arquitetura de Computadores

*Fernando de Cristo*

*Evandro Preuss*

*Roberto Franciscatto*



**Frederico Westphalen - RS**  
**2013**

Presidência da República Federativa do Brasil

Ministério da Educação

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Colégio Agrícola de Frederico Westphalen

Este caderno foi elaborado em parceria entre o Colégio Agrícola de Frederico Westphalen – CAFW e a Universidade Federal de Santa Maria para a Rede e-Tec Brasil.

**Equipe de Elaboração**

Colégio Agrícola de Frederico Westphalen – CAFW

**Equipe de Acompanhamento e Validação**

Colégio Técnico Industrial de Santa Maria – CTISM

**Reitor**

Felipe Martins Müller/UFSM

**Coordenação Institucional**

Paulo Roberto Colusso/CTISM

**Direção**

Fernando de Cristo/CAFW

**Coordenação Técnica**

Iza Neuza Teixeira Bohrer/CTISM

**Coordenação Geral do e-Tec**

Paulo Roberto Colusso/CTISM

**Coordenação de Design**

Erika Goellner/CTISM

**Coordenação de Curso**

Adriana Soares Pereira/CAFW

**Revisão Pedagógica**

Andressa Rosemárie de Menezes Costa/CTISM

Jaqueleine Müller/CTISM

Janaína da Silva Marinho/CTISM

Marcia Migliore Freo/CTISM

**Professor-autor**

Fernando de Cristo/CAFW

Evandro Preuss/CAFW

Roberto Franciscatto/CAFW

**Revisão Textual**

Ana Lúcia Cantarelli/CTISM

**Revisão Técnica**

Rogério Turchetti/CTISM

**Ilustração**

Marcel Santos Jacques/CTISM

Rafael Cavalli Viapiana/CTISM

Ricardo Antunes Machado/CTISM

**Diagramação**

Cássio Fernandes Lemos/CTISM

Leandro Felipe Aguilar Freitas/CTISM

Bibliotecária Nataly Soares Leite – CRB 10/1981

**C933**

**Cristo, Fernando de**

**Arquitetura de computadores / Fernando de Cristo, Evandro Preuss, Roberto Franciscatto. – Frederico Westphalen : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen, 2013.**

**125 p. : il.**

**ISBN: 978-85-63573-26-1**

**1. Informática. 2. Arquitetura de computadores. I. Cristo, Fernando de. II. Preuss, Evandro. III. Franciscatto, Roberto. IV. Universidade Federal de Santa Maria. Colégio Agrícola de Frederico Westphalen. V. Título.**

**CDU 004.2**

# Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,  
Bem-vindo a Rede e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional de ensino, que por sua vez constitui uma das ações do Pronatec – Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego. O Pronatec, instituído pela Lei nº 12.513/2011, tem como objetivo principal expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) para a população brasileira propiciando caminho de acesso mais rápido ao emprego.

É neste âmbito que as ações da Rede e-Tec Brasil promovem a parceria entre a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) e as instâncias promotoras de ensino técnico como os Institutos Federais, as Secretarias de Educação dos Estados, as Universidades, as Escolas e Colégios Tecnológicos e o Sistema S.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes, geograficamente ou economicamente, dos grandes centros.

A Rede e-Tec Brasil leva diversos cursos técnicos a todas as regiões do país, incentivando os estudantes a concluir o ensino médio e realizar uma formação e atualização contínuas. Os cursos são ofertados pelas instituições de educação profissional e o atendimento ao estudante é realizado tanto nas sedes das instituições quanto em suas unidades remotas, os polos.

Os parceiros da Rede e-Tec Brasil acreditam em uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!  
Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação  
Janeiro de 2013

Nosso contato  
[etecbrasil@mec.gov.br](mailto:etecbrasil@mec.gov.br)



# Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



**Atenção:** indica pontos de maior relevância no texto.



**Saiba mais:** oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



**Glossário:** indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



**Mídias integradas:** sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



**Atividades de aprendizagem:** apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



# Sumário

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Palavra do professor-autor</b> .....                        | <b>9</b>  |
| <b>Apresentação da disciplina</b> .....                        | <b>11</b> |
| <b>Projeto instrucional</b> .....                              | <b>13</b> |
| <b>Aula 1 – Introdução à arquitetura de computadores</b> ..... | <b>15</b> |
| 1.1 Computador.....  | 15        |
| 1.2 O modelo de Von Neumann.....                               | 18        |
| 1.3 O modelo de barramento do sistema.....                     | 19        |
| 1.4 Sinal de <i>clock</i> .....                                | 21        |
| 1.5 Níveis das máquinas.....                                   | 21        |
| 1.6 Sistema de computador típico.....                          | 23        |
| 1.7 Tipos de computadores.....                                 | 24        |
| 1.8 Unidades métricas nos sistemas computacionais.....         | 25        |
| <b>Aula 2 – Processador</b> .....                              | <b>29</b> |
| 2.1 Componentes do processador.....                            | 30        |
| 2.2 Implementação da CPU.....                                  | 33        |
| 2.3 Evolução dos processadores .....                           | 35        |
| 2.4 Avaliação de desempenho.....                               | 39        |
| <b>Aula 3 – Memória</b> .....                                  | <b>41</b> |
| 3.1 Tipos de memória.....                                      | 41        |
| 3.2 Memória ROM.....   | 42        |
| 3.3 Memória RAM.....   | 43        |
| 3.4 Encapsulamentos de memória.....                            | 45        |
| 3.5 Módulos de memória.....                                    | 46        |
| 3.6 Hierarquia de memória.....                                 | 50        |
| <b>Aula 4 – Memória secundária</b> .....                       | <b>53</b> |
| 4.1 Discos rígidos.....  | 53        |
| 4.2 Discos flexíveis.....                                      | 57        |
| 4.3 Discos óticos.....   | 58        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.4 Drives de estado sólido.....                                  | 59         |
| 4.5 <i>Pen drives</i> .....                                       | 60         |
| 4.6 Cartões de memória.....                                       | 61         |
| <b>Aula 5 – Placa-mãe.....</b>                                    | <b>63</b>  |
| 5.1 Componentes.....  | 64         |
| 5.2 Detalhes da placa-mãe.....                                    | 66         |
| 5.3 Padrões de formatos de placa-mãe.....                         | 81         |
| <b>Aula 6 – Placas de expansão.....</b>                           | <b>85</b>  |
| 6.1 Placa de vídeo.....   | 85         |
| 6.2 Placas de som.....  | 91         |
| 6.3 Placas de rede.....   | 92         |
| <b>Aula 7 – Periféricos.....</b>                                  | <b>95</b>  |
| 7.1 Monitor.....  | 96         |
| 7.2 Teclado.....  | 100        |
| 7.3 <i>Mouse</i> .....  | 100        |
| 7.4 Impressoras.....  | 101        |
| 7.5 <i>Plotter</i> .....  | 103        |
| 7.6 <i>Scanner</i> .....  | 103        |
| 7.7 Drives de disquete, CD-ROM, DVD-ROM e BLU-RAY.....            | 104        |
| 7.8 Leitor de cartão de memória.....                              | 105        |
| <b>Aula 8 – Montagem de computadores.....</b>                     | <b>107</b> |
| 8.1 Identificação e localização dos componentes da placa-mãe..... | 107        |
| 8.2 Precauções para instalação.....                               | 112        |
| 8.3 Instalação da CPU e do <i>cooler</i> da CPU.....              | 112        |
| 8.4 Instalação da memória.....                                    | 115        |
| 8.5 Instalação dos componentes no gabinete.....                   | 117        |
| 8.6 Configuração do BIOS.....                                     | 120        |
| <b>Referências.....</b>   | <b>123</b> |
| <b>Curriculum do professor-autor.....</b>                         | <b>125</b> |

# Palavra do professor-autor

Caro estudante!

Este caderno traz conteúdos essenciais para o seu aprendizado sobre arquitetura de computadores. Um bom entendimento sobre o funcionamento do computador é indispensável para que o profissional técnico em sistemas para internet possa desenvolver um bom trabalho.

A parte física do computador (*hardware*) está intimamente ligada à parte lógica (*software*) e somente juntando as duas, é que o usuário poderá dispor dos recursos que necessita. O profissional técnico que souber aliar uma solução de *hardware* e *software* que atenda ao usuário com o melhor custo benefício, com certeza, irá se diferenciar no mercado de trabalho.

É importante para o seu êxito profissional que nesta disciplina você procure ler, e reler este material, se necessário, bem como consultar os materiais indicados e solicitar ajuda ao seu tutor, sempre que surgirem dúvidas.

Empenhe-se em seus estudos e lembre-se: o seu sucesso só depende de você.

Um forte abraço.  
Êxito!

Fernando de Cristo  
Evandro Preuss  
Roberto Franciscatto



# Apresentação da disciplina

Nesta disciplina, você estudará os principais conceitos de arquitetura de computadores. Terá uma ideia clara das peças que compõe um computador, como elas funcionam e se interligam. Veremos também importantes lições sobre o desempenho dos computadores e de cada um de seus componentes.

O conteúdo desta disciplina foi dividido em oito aulas visando facilitar a compreensão das matérias expostas e organizar a distribuição das mesmas ao longo das aulas.

Na primeira aula, você aprenderá vários conceitos básicos para uma melhor compreensão do funcionamento do *hardware* do computador e dos aspectos que envolvem a arquitetura de computadores. Na sequência, você conhecerá o processador, que é o principal componente de qualquer sistema computadorizado, e como ele funciona. Depois, você terá contato com importantes informações sobre os diversos componentes que formam os sistemas de memória dos computadores.

Na aula cinco, é a vez de estudar sobre a placa-mãe, que é responsável por interligar o processador com todos os demais componentes do sistema. As aulas seis e sete abordam as placas de expansão e os periféricos. Na última aula, é apresentada uma sequência de passos necessária para a montagem e configuração de um computador.

Tenha uma boa leitura e lembre-se: procure não se ater apenas ao conteúdo deste caderno. Pesquise mais e aprofunde seus conhecimentos discutindo-os com seu tutor e colegas.



# Projeto instrucional

**Disciplina:** Arquitetura de Computadores (carga horária: 60h).

**Ementa:** Conhecer a arquitetura básica dos computadores modernos, apresentando o modelo Von Neumann, identificando os componentes básicos que são CPU, memória, barramento e I/O. Fazer a montagem e desmontagem de computadores manipulando as peças, seguindo as normas de segurança definidas em laboratório. Compreender a linguagem dos manuais de usuário que acompanham os periféricos.

| AULA  | OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM   | MATERIAIS   | CARGA HORÁRIA (horas) |
|---|---|---|-----------------------|
| 1. Introdução à arquitetura de computadores | Compreender os conceitos básicos relacionados aos computadores, seus componentes e a forma como os programas são executados.  | Ambiente virtual: plataforma Moodle.<br>Apostila didática.<br>Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios. | 08                    |
| 2. Processador                              | Compreender o funcionamento de um processador e sua comunicação com os demais componentes do computador. Conhecer os principais aspectos que diferenciam os processadores comerciais atuais e os fatores que afetam seu desempenho. | Ambiente virtual: plataforma Moodle.<br>Apostila didática.<br>Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios. | 08                    |
| 3. Memória                                  | Compreender os conceitos relacionados à memória principal de um computador, sua importância e influência para a computação, bem como seus tipos e características.  | Ambiente virtual: plataforma Moodle.<br>Apostila didática.<br>Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios. | 08                    |
| 4. Memória secundária                       | Compreender os conceitos relacionados ao uso de dispositivos de memória que permitam manter a informação após o desligamento.   | Ambiente virtual: plataforma Moodle.<br>Apostila didática.<br>Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios. | 06                    |
| 5. Placa-mãe                                | Conhecer os principais componentes de uma placa-mãe, suas funcionalidades e os detalhes dos principais barramentos.   | Ambiente virtual: plataforma Moodle.<br>Apostila didática.<br>Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios. | 08                    |
| 6. Placas de expansão                       | Conhecer os principais detalhes das placas de expansão que podem ser conectadas num computador.   | Ambiente virtual: plataforma Moodle.<br>Apostila didática.<br>Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios. | 06                    |

| AULA                        | OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM   | MATERIAIS   | CARGA HORÁRIA (horas) |
|-----------------------------|---|---|-----------------------|
| 7. Periféricos              | Conhecer alguns detalhes dos principais periféricos usados nos computadores atuais.                                   | Ambiente virtual: plataforma Moodle.<br>Apostila didática.<br>Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios. | 06                    |
| 8. Montagem de computadores | Conhecer e identificar os principais componentes de um computador e os detalhes relacionados à montagem e manutenção. | Ambiente virtual: plataforma Moodle.<br>Apostila didática.<br>Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios. | 10                    |

# Aula 1 – Introdução à arquitetura de computadores

## Objetivos

Compreender os conceitos básicos relacionados aos computadores, seus componentes e à forma como os programas são executados.

### 1.1 Computador

Um computador é uma máquina composta de partes eletrônicas e eletromecânicas (**hardware**) capaz de coletar, manipular e fornecer os resultados de informações para um ou mais objetivos.

Para ser considerado um computador ele precisa ter processador, memória e dispositivos de entrada e/ou saída, que podem ser utilizados de modo eficiente na solução dos tipos de problemas os quais possuem uma grande complexidade ou um grande volume de dados.

A arquitetura de computadores se refere ao comportamento de um sistema computacional visível para o programador, ou seja, aos aspectos relacionados com a execução lógica de um programa. A organização de computadores se refere às unidades estruturais e seus relacionamentos lógicos e eletrônicos (STALLINGS, 2010).

Os computadores eletrônicos digitais recebem essa denominação porque são desenvolvidos a partir de circuitos eletrônicos e são capazes de realizar cálculos, operações lógicas e movimentação de dados entre o processador, seus dispositivos de armazenamento e de entrada e saída.

Os sistemas digitais, em seu nível mais baixo, representam as informações somente através de dígitos. Num nível mais alto, estes dígitos codificados formam diferentes combinações capazes de representar qualquer tipo de informação.

As informações normalmente são representadas internamente por sinais elétricos binários que podem ser somente os valores 0 ou 1, correspondendo a estar ligado ou desligado, ter energia ou não num circuito, onde 5 volts representam o dígito 1 e 0 volt representa o dígito 0.

## A-Z

### hardware

É a parte física do computador formada por componentes e circuitos eletrônicos.



O que diferencia um computador de um equipamento eletrônico é a capacidade de poder executar qualquer programa que seja carregado em sua memória.

Desta forma, o computador digital é um sistema digital binário, pois a informação é representada nele somente através dos dígitos binários 0 e 1.

Um computador é capaz de realizar basicamente quatro operações (STALLINGS, 2010):

- a) Processamento de dados.
- b) Armazenamento de dados.
- c) Movimentação de dados.
- d) Controle.



A tarefa principal do computador é o processamento de dados. O computador é capaz de fazer inúmeros cálculos para manipular os dados. Esta manipulação das informações chama-se processamento e as informações iniciais recebem a denominação de dados.

A informação compreende os dados processados e organizados para atender um objetivo específico. A Figura 1.1 apresenta as etapas básicas de um processamento de dados.



**Figura 1.1: Etapas do processamento de dados**

Fonte: CTISM, adaptado dos autores

Os termos **dado** e **informação** podem ser tratados como sinônimos, mas também podem ser usados de forma distinta. O termo “dado”, normalmente, é usado para definir a matéria-prima originalmente obtida e, a expressão “informação” é usada, normalmente, para definir o resultado do processamento, ou seja, o dado processado (MONTEIRO, 2007).

Para que ocorra o processamento de forma adequada, é necessária uma unidade de controle que gerencie os recursos do computador e coordene o funcionamento de suas partes.

Também é essencial que um computador armazene os dados. Mesmo que o computador esteja processando dados de forma dinâmica, de modo que

os resultados sejam imediatos, o computador precisa armazenar temporariamente, pelo menos, alguma parte dos dados que estão sendo trabalhados. A memória é um dispositivo eletrônico que tem a capacidade de armazenar essas informações e fornecê-las quando solicitadas.

O computador precisa também ser capaz de movimentar os dados entre ele e o mundo exterior. Um sistema computacional contém dispositivos que são usados como origem ou destino dos dados, denominados periféricos. Quando os dados são recebidos ou enviados a esses periféricos o processo é conhecido como entrada/saída (E/S).

O computador é o responsável por processar os dados e transformá-los em informação, através da execução de instruções em **linguagem de máquina** (baixo nível) que o processador é capaz de executar.

Para que um problema possa ser resolvido pelo computador, é necessário criar um algoritmo computacional, composto por uma sequência de passos ou ações que determinam a solução do problema e a respectiva codificação, usando uma linguagem de alto nível, que é mais fácil de ser escrita. Essa codificação transforma o algoritmo num programa (**software**).

As principais etapas de um algoritmo para a obtenção de uma solução computacional são:

- a) Elaboração do algoritmo computacional referente ao problema.
- b) Codificação do algoritmo numa linguagem de alto nível (programa fonte).
- c) Tradução ou compilação do programa fonte para o código correspondente em linguagem de máquina (programa objeto).
- d) Execução do programa objeto (executável) pelo computador.

Atualmente, a grande maioria dos programas é desenvolvida utilizando uma linguagem de alto nível, a qual é traduzida para linguagem de máquina através da interpretação ou da compilação do programa fonte.

Na interpretação, cada instrução expressa em linguagem de alto nível é interpretada por um programa específico que está em execução (interpretador). Este, por sua vez, executa a instrução correspondente, através do *hardware* do computador.

## A-Z

### **linguagem de máquina**

É a comunicação em forma de códigos binários referente aos comandos que os circuitos eletrônicos do processador podem executar.

## A-Z

### **software**

São os programas com sequência de instruções que serão interpretadas e executadas pelo processador.



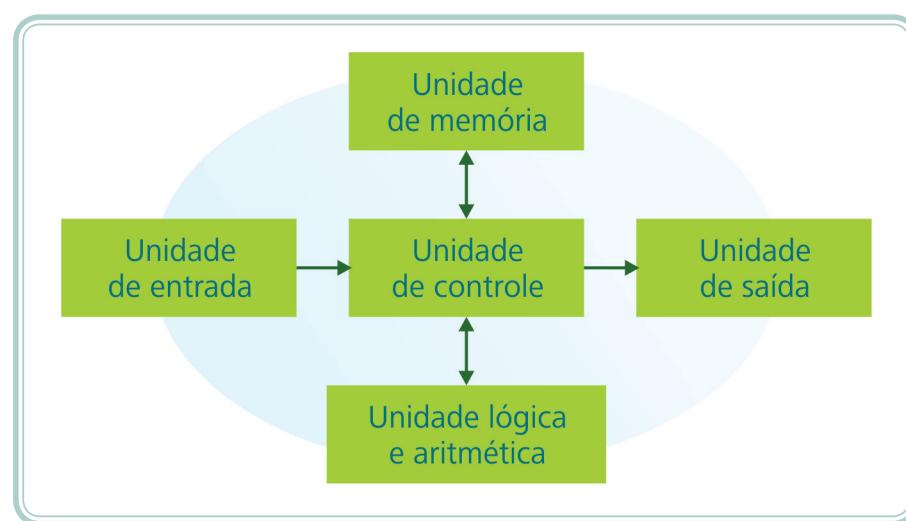
No processo de compilação, um programa fonte, escrito em linguagem de alto nível, é transformado em instruções básicas de um processador. Essas instruções básicas são executadas diretamente pelos circuitos eletrônicos do computador.

Um programa escrito numa linguagem de baixo nível é composto de um conjunto de instruções simples executadas pelo processador. Para que um computador possa executar um programa é necessário que ele esteja armazenado na memória.

## 1.2 O modelo de Von Neumann

Os computadores digitais convencionais baseiam-se no modelo idealizado por Von Neumann (Figura 1.2), em 1946, baseado em cinco componentes principais (MURDOCCA; HEURING, 2000):

- Unidade de entrada – provê instruções e dados ao sistema.
- Unidade de memória – armazena os dados do sistema.
- Unidade lógica e aritmética – processa os dados.
- Unidade de controle – controla a execução das instruções e o processamento dos dados.
- Unidade de saída – apresenta os resultados dos dados processados.



**Figura 1.2: Modelo Von Neumann de um computador digital**

Fonte: CTISM, adaptado de Murdocca; Heuring, 2000

O aspecto mais importante do modelo de Von Neumann é o programa armazenado na memória do computador, juntamente com os dados a serem processados.



Após o programa ser armazenado na memória, em uma série de endereços consecutivos, o processador inicia a execução do programa. O primeiro endereço de um programa contém, necessariamente, uma instrução para o processador.

Para realizar o processamento, a unidade de controle busca a instrução que estiver armazenada no primeiro endereço de memória onde se encontra o programa. Em seguida, essa instrução é decodificada, ou seja, o processador define o código de operação daquela instrução em particular.

O passo seguinte é a execução da instrução, seguido de outro passo, o armazenamento do resultado, caso seja necessário. Nesse processo de busca, decodificação e execução, os dados e as instruções são armazenados dentro do processador em registradores. Este ciclo se repetirá até que a instrução a ser executada seja a de encerrar o programa.

### 1.3 O modelo de barramento do sistema

Atualmente, o modelo de Von Neumann foi aperfeiçoado para outro tipo de barramento de sistema, formado por (MURDOCCA; HEURING, 2000):

- a) **CPU** (*Central Processing Unit*) – é a Unidade Central de Processamento ou processador, composta pela unidade de controle, unidade lógica e aritmética e registradores.
- b) **Memória** – armazena os dados e as instruções.
- c) **Entrada e Saída (E/S)** – agrupa as unidades de entrada e saída numa única unidade.

Esses componentes se comunicam através de um barramento do sistema, composto por:

- a) **Barramento de dados** – transporta a informação, movendo dados entre os componentes do sistema.

**A-Z****bit**

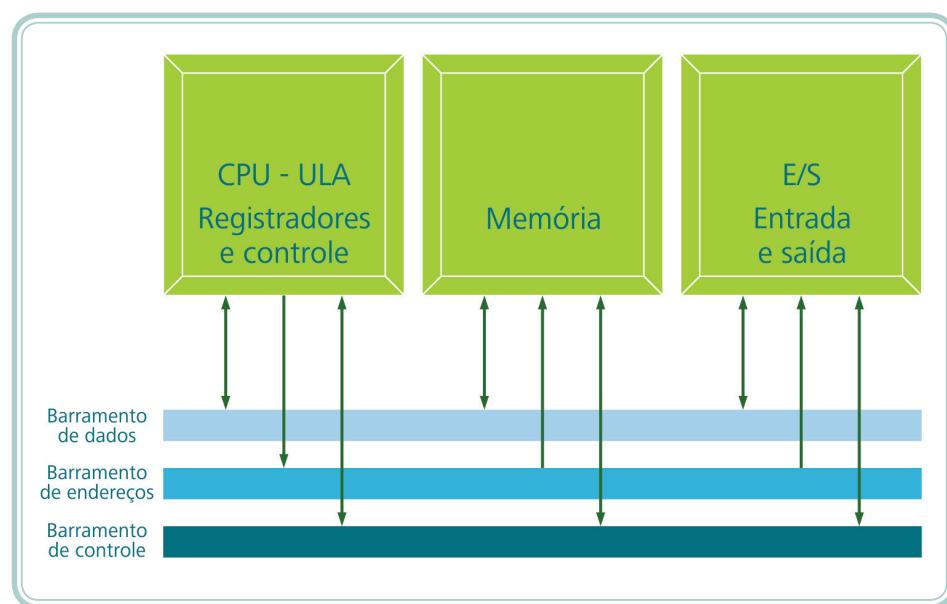
É a menor unidade num sistema digital e pode assumir o valor 0 ou 1.

**b) Barramento de endereços** – identifica para onde a informação está sendo enviada.

**c) Barramento de controle** – descreve a forma como a informação está sendo transmitida.

Os barramentos são um conjunto de fios agrupados por função. Um barramento de dados de 64 *bits* tem 64 fios individuais, onde cada fio transporta um **bit** da informação. Já um barramento de endereços de 32 *bits*, tem em cada fio o *bit* necessário para determinar o endereço onde vai ler ou escrever a informação e pode acessar qualquer endereço de 0 a 4 GB, pois 32 *bits* permitem acessar 4.294.967.296 endereços distintos. Já o barramento de controle possui informações que determinam se a operação será de leitura ou escrita e, se será na memória ou nos dispositivos de E/S.

A Figura 1.3 apresenta o modelo de barramento do sistema de um computador.



**Figura 1.3: Modelo de barramento do sistema**

Fonte: CTISM, adaptado de Murdocca; Heuring, 2000

## 1.4 Sinal de *clock*

Para coordenar as atividades e a comunicação entre os componentes básicos que compõem o sistema de um computador existe um componente eletrônico que gera um sinal de *clock*, o qual alterna entre as tensões altas e baixas (0 s e 1 s).

A frequência do *clock* é medida em hertz (Hz) ou ciclos por segundo. Um sinal de 1 Hz alterna valores altos e baixos, uma vez em cada segundo. Já um sinal de 1 MHz alterna esses valores um milhão de vezes por segundo.

O período de *clock* é o tempo decorrido entre duas repetições sucessivas do *clock*. O período é o inverso da frequência. Uma frequência de 1 MHz tem um período de *clock* de 0,000001 s ou 1  $\mu$ s (1 microsegundo).

Um computador com processador cuja frequência é de 2 GHz consegue realizar 2 bilhões de ciclos por segundo, e pode-se dizer, que ele consegue executar 2 bilhões de instruções por segundo. Cada instrução demora 0,000000005 segundos ou 0,5 nanosegundos para ser executada. Na prática, um processador não consegue executar uma instrução por ciclo, pois as instruções são complexas e, na maioria das vezes, elas necessitam vários ciclos para sua execução completa, mas como eles podem executar mais de uma instrução simultaneamente, ele consegue executar um pouco menos de 2 bilhões de instruções por segundo.

Num sistema digital, o período do sinal de *clock* é a menor unidade de tempo perceptível. Em sistemas digitais, todas as ações ocorrem em intervalos de tempo que são múltiplos inteiros do período do *clock* da máquina.

## 1.5 Níveis das máquinas

Um sistema computacional é um sistema complexo que pode ser visto sob diferentes perspectivas ou níveis, desde o nível mais alto (do usuário) até o nível mais baixo (dos transistores).

Um computador é projetado como uma série de níveis, e cada um deles é construído sobre seus antecessores. Nesse modelo, cada nível representa uma abstração do subsequente. Ao utilizar um determinado nível não há a necessidade de saber como o nível abaixo funciona, apenas é necessário saber o que se pode fazer com as funcionalidades que o nível oferece.

Os computadores modernos são organizados normalmente em vários níveis (Figura 1.4). A seguir é apresentada uma organização em sete níveis (MURDOCCA; HEURING, 2000):

| Alto nível  | Nível do usuário                 | Programas aplicativos           |
|-------------|----------------------------------|---------------------------------|
|             | Nível da linguagem de alto nível | C, Pascal, Java...              |
|             | Nível da linguagem de montagem   | Assembler                       |
|             | Nível de controle                | Unidade de controle da CPU      |
|             | Nível de unidades funcionais     | Registradores, ULA, memória...  |
|             | Nível de portas lógicas          | Circuitos lógicos               |
| Baixo nível | Nível de transistores e fios     | Transistores, fios, conexões... |

**Figura 1.4: Níveis de máquina num computador moderno**

Fonte: CTISM, adaptado de Murdocca; Heuring, 2000

- a) **Nível do usuário ou programa aplicativo** – nele o usuário interage com o computador usando programas como editores de texto, planilhas, jogos ou programas que acessam a internet.
- b) **Nível da linguagem de alto nível** – nesse nível o programador desenvolve os programas, aplicativos e sistemas através de uma linguagem de programação de alto nível como C, Java ou Pascal (Delphi).
- c) **Nível da linguagem de montagem** (de máquina) – esse é o nível onde as instruções são interpretadas e executadas pelo processador. Os programas desenvolvidos em linguagens de alto nível são traduzidos para uma linguagem de montagem ou Assembler, que apresenta um relacionamento direto com as instruções que o processador consegue executar.
- d) **Nível de controle** – aqui a unidade de controle, que está dentro do processador, efetua as devidas transferências de dados entre os registradores, memória e dispositivos de entrada e saída. Essa transferência é feita através de sinais de controle por um circuito lógico.

- e) **Nível de unidades funcionais** – nesse nível os registradores internos da CPU, a unidade lógica e aritmética e, a memória do computador é organizada sob a forma de unidades funcionais, de acordo com a função que desempenham para realizar as transferências de dados entre estas unidades funcionais.
- f) **Portas lógicas** – as portas lógicas implementam o nível mais baixo de funcionamento de um computador. As unidades funcionais do computador são desenvolvidas usando portas lógicas.
- g) **Transistores e fios** – este é o nível mais baixo do computador formado por componentes eletrônicos e fios. As portas lógicas são implementadas usando transistores e fios de conexão.

## A-Z

### Portas lógicas

São componentes eletrônicos básicos usados em circuitos eletrônicos que implementam as operações lógicas básicas para a eletrônica digital.

## 1.6 Sistema de computador típico

Um computador de mesa (*desktop*) típico apresenta uma configuração com um gabinete contendo a fonte de alimentação, uma placa-mãe com processador, memória, controlador de vídeo, áudio e rede, uma unidade de disco rígido (HD – *Hard Drive*), unidade de disco ótico (DVD ou Blu-Ray), conectados a um monitor (LCD ou LED), um teclado, um *mouse* e uma caixa de som. A Figura 1.5 apresenta um computador de mesa típico.



**Figura 1.5: Computador típico**

Fonte: CTISM

## 1.7 Tipos de computadores

Os principais tipos de computadores disponíveis atualmente são (TANENBAUM, 2007):

- a) **Computador descartável** – são computadores desenvolvidos num único *chip* e são usados em *chips* de RFID (*Radio-Frequency Identification*) em etiquetas de produtos e em cartões de felicitações para, normalmente, tocar uma música. Esses dispositivos custam menos de US\$ 1,00.
- b) **Microcontrolador** – são computadores embutidos em dispositivos como eletrodomésticos, carros, relógios, telefones, equipamentos médicos e militares. São computadores pequenos desenvolvidos para atender uma necessidade específica.
- c) **Computador de jogos** – são os *video games*. São computadores normais, com capacidade de som e recursos gráficos especiais, mas com *software* limitado e pouca capacidade de expansão.
- d) **Computador portátil** – são computadores completos, mas com dimensões reduzidas e limitações quanto ao tamanho da tela, teclado, conexões com periféricos e capacidade de expansão. Nessa categoria, também se enquadram os *smartphones*, os *tablets*, os PDAs (*Personal Digital Assistant*) e os *netbooks*.
- e) **Computador pessoal** – são os computadores convencionais usados tanto nas residências quanto nas empresas para as mais diversas atividades, incluindo jogos, acesso à internet e aplicativos. Os computadores pessoais podem ser os PC (*Personal Computer*) compatíveis produzidos por inúmeras empresas no mundo todo, ou ainda, os Mac da Apple. No topo dos modelos de computadores pessoais, estão as chamadas estações de trabalho, que nada mais são do que um computador pessoal com grande poder de processamento.
- f) **Servidores** – são computadores pessoais ou estações de trabalho que são utilizados como servidores de rede. Os servidores, normalmente, são desenvolvidos para suportar um número maior de processadores, mais conexões de rede, mais espaço de armazenamento em disco e seus componentes permitem que o mesmo fique ligado de forma ininterrupta.

**g) Conjunto de estações de trabalho ou *cluster*** – são vários computadores pessoais ou estações de trabalho, conectados por uma rede de alto desempenho, executando um *software* especial que permite a todas as máquinas trabalharem juntas em uma única tarefa, como se fosse um único supercomputador.

**h) *Mainframes*** – são grandes computadores, descendentes diretos dos computadores da década de 1960. Eles podem manipular e processar um grande volume de dados e ter milhares de conexões simultâneas. Seu uso é adequado para empresas que há décadas trabalham com programas dessa natureza como os bancos, por exemplo.

**i) Supercomputador** – é um computador com altíssimo desempenho de processamento e grande capacidade de memória, para aplicações que exigem cálculos complexos e tarefas intensivas. São construídos com milhares de processadores interconectados por um barramento específico.



O maior supercomputador, em junho de 2012, é o Sequoia, desenvolvido pela IBM com 1.572.864 processadores, em 98.304 CPUs Power BQC 16 cores a 1.60 GHz, com 1.572.864 GB de memória, com sistema operacional Linux. Para saber mais sobre a lista com os 500 maiores supercomputadores, acesse: <http://www.top500.org>

## 1.8 Unidades métricas nos sistemas computacionais

Os computadores digitais processam a informação através de *bits*. Um *bit* é a menor unidade num sistema digital e pode assumir o valor 0 ou 1. O agrupamento de 8 *bits* forma um *byte* e pode armazenar um valor numérico de 0 a 255 ou representar uma letra.

Para medir o tamanho das memórias, discos, arquivos e banco de dados a unidade básica de medida é o *byte* e os seus múltiplos são  $2^{10}$ . O Quadro 1.1 apresenta as unidades de medidas de armazenamento e a quantidade de *bytes*.

**Quadro 1.1: Unidades de medida de armazenamento (em bytes)**

| Expoente | Unidade          | Abreviatura | Valor explícito                                     |
|----------|------------------|-------------|---|
| $2^0$    | <i>byte</i>      | 1 B         | 1 byte ou 8 bits                                    |
| $2^{10}$ | <i>kilobyte</i>  | 1 KB        | 1.024 bytes   |
| $2^{20}$ | <i>megabyte</i>  | 1 MB        | 1.048.576 bytes ou 1.024 KB                         |
| $2^{30}$ | <i>gigabyte</i>  | 1 GB        | 1.073.741.824 bytes ou 1.024 MB                     |
| $2^{40}$ | <i>terabyte</i>  | 1 TB        | 1.099.511.627.776 bytes ou 1.024 GB                 |
| $2^{50}$ | <i>petabyte</i>  | 1 PB        | 1.125.899.906.842.624 bytes ou 1.024 TB             |
| $2^{60}$ | <i>exabyte</i>   | 1 EB        | 1.152.921.504.606.846.976 bytes ou 1.024 PB         |
| $2^{70}$ | <i>zettabyte</i> | 1 ZB        | 1.180.591.620.717.411.303.424 bytes ou 1.024 EB     |
| $2^{80}$ | <i>yottabyte</i> | 1 YB        | 1.208.925.819.614.629.174.706.176 bytes ou 1.024 ZB |

Fonte: Autores

Para medir a taxa de transferência de informações, as unidades de medida usadas são baseadas na quantidade de *bits* por segundo e seus múltiplos são  $10^3$ . O Quadro 1.2 apresenta as unidades de medidas de transferência de dados e a quantidade de *bits* por segundo.

**Quadro 1.2: Unidades de medida de transferência (em *bits* por segundo)**

| Expoente  | Unidade        | Abreviatura | Valor explícito   |
|-----------|----------------|-------------|---|
| $10^0$    | <i>bit</i>     | 1 bps       | 1 <i>bit</i> por segundo                                  |
| $10^3$    | <i>kilobit</i> | 1 Kbps      | 1 000 <i>bits</i> por segundo                             |
| $10^6$    | <i>megabit</i> | 1 Mbps      | 1 000 000 <i>bits</i> por segundo                         |
| $10^9$    | <i>gigabit</i> | 1 Gbps      | 1 000 000 000 <i>bits</i> por segundo                     |
| $10^{12}$ | <i>terabit</i> | 1 Tbps      | 1 000 000 000 000 <i>bits</i> por segundo                 |
| $10^{15}$ | <i>petabit</i> | 1 Pbps      | 1 000 000 000 000 000 <i>bits</i> por segundo             |
| $10^{18}$ | <i>exabit</i>  | 1 Ebps      | 1 000 000 000 000 000 000 <i>bits</i> por segundo         |
| $10^{21}$ | <i>zetabit</i> | 1 Zbps      | 1 000 000 000 000 000 000 000 <i>bits</i> por segundo     |
| $10^{24}$ | <i>yotabit</i> | 1 Ybps      | 1 000 000 000 000 000 000 000 000 <i>bits</i> por segundo |

Fonte: Autores

Alguns dispositivos apresentam a sua taxa de transferência em *bytes* por segundo. Observe que deve haver uma conversão dividindo por 8 a quantidade em *bits* por segundo. O Quadro 1.3 a seguir apresenta a equivalência entre *bits* por segundo (bps ou *bits/s*) e *bytes* por segundo (Bps ou B/s).

**Quadro 1.3: Equivalência de *bits* por segundo para *bytes* por segundo**

| Expoente | Unidade                 | Abreviatura | Valor nominal                | Equivalência<br><i>bits/s</i> |
|----------|-------------------------|-------------|------------------------------|-------------------------------|
| $2^0$    | <i>byte</i> por seg.    | 1 B/s       | 1 <i>byte/s</i>              | 8 bp/s                        |
| $2^{10}$ | <i>kilobyte</i> por seg | 1 KB/s      | 1024 <i>bytes/s</i>          | 8 Kbps                        |
| $2^{20}$ | <i>megabyte</i> por seg | 1 MB/s      | 1.048.576 <i>bytes/s</i>     | 8 Mbp/s                       |
| $2^{30}$ | <i>gigabyte</i> por seg | 1 GB/s      | 1.073.741.824 <i>bytes/s</i> | 8 Gbp/s                       |

Fonte: Autores

Para medir o desempenho dos computadores e o tempo de execução das instruções, as unidades de medida usadas são baseadas na frequência dos computadores em hertz, seus múltiplos são  $10^3$ . O tempo é medido em segundos e seus múltiplos são  $10^{-3}$ . O Quadro 1.4 apresenta as unidades de medidas de frequência e o Quadro 1.5 apresenta as unidades de tempo de execução.

**Quadro 1.4: Unidades de medida de frequência (em hertz)**

| Expoente  | Unidade   | Abreviatura | Valor explícito          |
|-----------|-----------|-------------|--------------------------|
| $10^0$    | hertz     | 1 Hz        | 1 Hz                     |
| $10^3$    | kilohertz | 1 kHz       | 1 000 Hz                 |
| $10^6$    | megahertz | 1 MHz       | 1 000 000 Hz             |
| $10^9$    | gigahertz | 1 GHz       | 1 000 000 000 Hz         |
| $10^{12}$ | terahertz | 1 THz       | 1 000 000 000 000 Hz     |
| $10^{15}$ | petahertz | 1 PHz       | 1 000 000 000 000 000 Hz |

Fonte: Autores

**Quadro 1.5: Unidades de medida de tempo de execução (em segundos)**

| Expoente   | Unidade       | Abreviatura | Valor explícito         |
|------------|---------------|-------------|-------------------------|
| $10^0$     | segundo       | 1 s         | 1 s                     |
| $10^{-3}$  | milissegundo  | 1 ms        | 0,001 s                 |
| $10^{-6}$  | microssegundo | 1 $\mu$ s   | 0,000 001 s             |
| $10^{-9}$  | nanossegundo  | 1 ns        | 0,000 000 001 s         |
| $10^{-12}$ | picosegundo   | 1 ps        | 0,000 000 000 001 s     |
| $10^{-15}$ | femtossegundo | 1 fs        | 0,000 000 000 000 001 s |

Fonte: Autores

Para medir o tamanho dos transistores que formam um processador ou um *chip* são usadas as unidades micrômetro ou micron ( $\mu$ m) e nanômetro (nm). Para se ter a ideia do tamanho, nos processadores mais modernos, um transistor mede 22 nm, enquanto que um fio de cabo tem espessura de 70 a 80  $\mu$ m, ou seja, um transistor é aproximadamente 3.500 vezes menor que a espessura de um fio de cabo.

O Quadro 1.6 apresenta as unidades de medida de tamanho para os transistores:

**Quadro 1.6: Unidades de medida de tamanho para transistores**

| Expoente  | Unidade    | Abreviatura | Valor explícito |
|-----------|------------|-------------|-----------------|
| $10^0$    | metro      | 1 m         | 1 m ou 1 000 mm |
| $10^{-3}$ | milímetro  | 1 mm        | 0,001 m ou 1 mm |
| $10^{-6}$ | micrometro | 1 $\mu$ m   | 0,001 mm        |
| $10^{-9}$ | nanômetro  | 1 nm        | 0,000 001 mm    |

Fonte: Autores

## Resumo

A-Z

### memória principal

É a mais rápida do sistema, onde estão as instruções e dados que o processador acessa. É volátil.

Nesta aula, você conheceu os principais conceitos relacionados com os componentes de um computador, o modo como eles interagem e como a informação é processada. Viu também que o processador só consegue processar uma informação que está na **memória principal** e que todas as informações são transformadas em 0s e 1s para serem manipuladas na unidade lógica e aritmética da CPU. Por fim, aprendeu que existem diferentes tipos de computadores, de acordo com sua finalidade e conheceu as diferentes unidades métricas usadas em sistemas computacionais.



## Atividades de aprendizagem

1. O que os computadores atuais têm em comum com os computadores das décadas passadas?
2. O que é necessário para um equipamento ser considerado um computador?
3. Qual a diferença entre um computador, uma calculadora e um DVD player?

# Aula 2 – Processador

## Objetivos

Compreender o funcionamento de um processador e sua comunicação com os demais componentes do computador.

Conhecer os principais aspectos que diferenciam os processadores comerciais atuais e os fatores que afetam seu desempenho.

### 2.1 Unidade central de processamento

O processador, também chamado de Unidade Central de Processamento ou *Central Processing Unit* (CPU), é o principal componente de um sistema computacional, responsável por realizar todas as operações do computador e controlar sua execução.

O processador é capaz de realizar algumas operações primitivas (MONTEIRO, 2007):

- a) **Operações aritméticas e lógicas** – somar, subtrair, multiplicar, dividir e realizar comparações de números.
- b) **Operações de movimentação de dados** – mover um dado de um local de armazenamento para outro.
- c) **Operações de entrada ou saída** – transferir um valor para um dispositivo de saída ou de um dispositivo de entrada para o processador.

O processador é responsável por buscar e executar as instruções existentes na memória, as quais determinam as operações que o computador deve realizar. Essas instruções primitivas são denominadas instruções de máquina e, quando agrupadas, formam os programas.

O processador realiza constantemente as seguintes operações (STALLINGS, 2010):

- a) **Buscar instrução** – o processador busca na memória a instrução a ser executada.



O termo CPU é usado vulgarmente de forma incorreta para denominar o gabinete do computador com a fonte, placa-mãe, processador e memória. Tecnicamente, a CPU é apenas o processador.

- b) Interpretar a instrução** – a instrução é decodificada para determinar a ação que deve ser executada.
- c) Obter os dados** – a execução da instrução pode necessitar a leitura de dados da memória ou dos dispositivos de entrada.
- d) Processar os dados** – a execução da instrução pode necessitar de alguma operação aritmética ou lógica com os dados.
- e) Gravar os dados** – a execução da instrução pode requerer a gravação dos dados na memória ou em um dispositivo de saída.

## 2.2 Componentes do processador

Um processador possui basicamente os seguintes componentes:

- Unidade de controle.
- Unidade lógica e aritmética.
- Registradores.
- Barramentos.

### 2.2.1 Unidade de controle

A unidade de controle do processador é responsável por realizar a interpretação das instruções de máquina a serem executadas pelo computador, e ainda, pela transferência de dados e instruções para dentro e para fora da CPU. Ela controla todas as ações a serem realizadas pelo computador, garantindo a correta manipulação dos dados e execução dos programas.

### 2.2.2 Unidade lógica e aritmética

A unidade lógica e aritmética é responsável por, efetivamente, processar as informações através da realização de cálculos e comparações.

### 2.2.3 Registradores

Os registradores são posições de memória dentro do processador responsáveis por armazenar, temporariamente, os valores (dados) que estão sendo processados e algumas informações de controle necessárias para o processamento.

Os registradores podem ser:

- a) **De uso geral** – podem ser usados para uma variedade de funções pelo programador. São divididos em 2 grupos podendo armazenar dados ou endereços de memória.
- b) **Contador de programas** (PC – *Program Counter*) – contém o endereço de uma instrução a ser lida.
- c) **Registrador da instrução** (IR – *Instruction Register*) – contém a instrução lida mais recentemente.
- d) **Registrador de endereço de memória** (MAR – *Memory Address Register*) – contém o endereço de uma posição de memória.
- e) **Registrador de buffer de memória** (MBR – *Memory Buffer Register*) – contém um valor (dado) para ser escrito na memória ou o valor lido mais recentemente.
- f) **Flags ou estado do programa** (PSW – *Program Status Word*) – contém a informação do estado do programa e da última operação lógica ou aritmética.

## 2.2.4 Barramentos

Os barramentos são linhas ou fios de conexão que permitem a comunicação do processador com os demais componentes.

Os barramentos podem ser:

- a) **Barramento de dados** – através dele trafegam os dados que são transmitidos ou recebidos pelo processador. Os dados transmitidos podem ser enviados para a memória ou para um dispositivo de saída. Eles podem também ser recebidos da memória, ou de um dispositivo de entrada.
- b) **Barramento de endereços** – é utilizado pelo processador para especificar qual é a posição de memória a ser acessada ou qual é o dispositivo de E/S a ser ativado.
- c) **Barramento de controle** – é utilizado para definir se a operação a ser realizada é uma leitura ou gravação na memória ou num dispositivo de E/S, entre outras funções de controle.



Os processadores atuais possuem um barramento de dados de 64 bits, o que significa que 8 bytes de dados entram e saem da CPU por vez.

A maioria dos processadores atuais possui um barramento de endereços de 36 ou 40 bits, o que significa que eles podem acessar até 64 GB ou 1 TB de memória.

Os programas ou sistemas operacionais de 32 bits somente transferem dados para a CPU em blocos de 4 bytes e podem acessar no máximo 4 GB de memória.

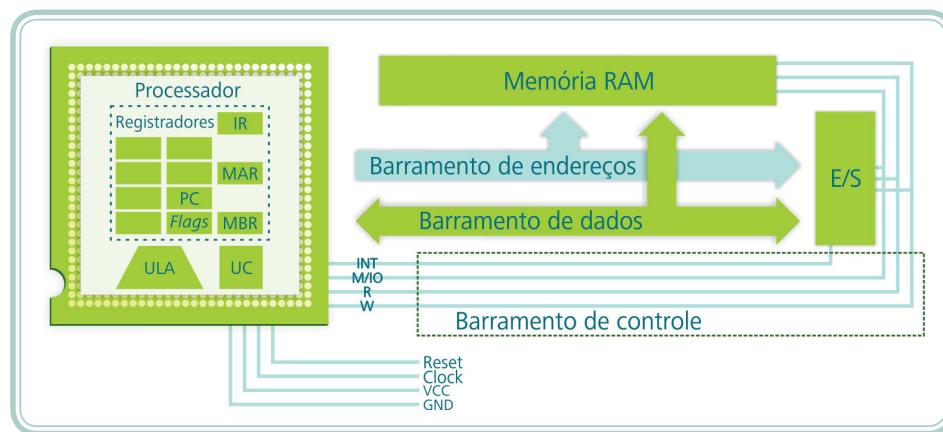
Os dispositivos de E/S trabalham de forma independente da CPU e fazem requisições de interrupção quando necessário. Por exemplo, a interface de teclado interrompe o processador para indicar que uma tecla foi pressionada. Esta tecla precisa ser lida, e seu código deve ser armazenado na memória para processamento posterior. As interfaces de drives e do disco rígido interrompem o processador para avisar o término de uma operação de leitura ou escrita.

Os principais sinais do barramento de controle do processador são:

- a) **MIO** – indica se a operação se refere à memória ou a E/S.
- b) **RD** – indica se a operação é uma leitura.
- c) **WR** – indica se a operação é uma gravação.
- d) **INT** – este sinal é uma entrada que serve para que dispositivos externos sinalizem o processador, interrompendo o processamento para que seja realizada uma tarefa fundamental para o funcionamento do mesmo. Quando ocorre uma interrupção o processador suspende, temporariamente, a execução de um programa para atender um determinado evento. Na maioria dos casos, este tempo necessário para tratar a interrupção é inferior a alguns milésimos de segundo.
- e) **NMI** – este é um sinal de interrupção especial para ser usado em emergências. O sinal NMI é uma interrupção não mascarável e é usado para informar erros de paridade na memória e outras condições catastróficas do hardware.
- f) **INTA** – significa *interrupt acknowledge*, ou seja, reconhecimento de interrupção. Serve para que o processador indique que aceitou uma interrupção, e que está aguardando a identificação do dispositivo que a gerou, para realizar o atendimento adequado.
- g) **VCC** – esta é a entrada de corrente elétrica que alimenta os circuitos internos do processador. A tensão de entrada não ocupa um único pino do processador, e sim, vários pinos. Como a corrente total é relativamente alta, os processadores usam vários pinos para a entrada da tensão do núcleo (Core) e para a tensão externa (I/O).
- h) **GND** – significa *ground* ou terra, e é ligado ao polo negativo da fonte de alimentação. Assim como ocorre com as entradas de VCC, os processadores possuem diversos pinos de terra para que o fornecimento de corrente seja mais bem distribuído.
- i) **Reset** – este é um sinal que está ligado ao botão Reset do painel frontal do gabinete. Ao ser ativado, o processador interrompe o processamento e atua como se tivesse acabado de ser ligado.

- j) **Clock** – esta entrada recebe um sinal digital usado internamente para sincronizar todo o funcionamento do processador.

A Figura 2.1 mostra uma organização genérica de um processador.



**Figura 2.1: Organização genérica de um processador**

Fonte: CTISM, adaptado dos autores



Os processadores atuais operam com dois *clocks*, sendo um interno e um externo. O *clock* interno é sempre mais alto, e é usado para sincronizar as operações de processamento.

Quando falamos, por exemplo, sobre um "Intel i5 3 GHz", estamos dizendo que o seu *clock* interno é de 3 GHz. O *clock* externo tem um valor menor, e é usado para sincronizar as operações de comunicação entre o processador, a memória e outros circuitos externos.

## 2.3 Implementação da CPU

Durante a fase de projeto e construção de uma CPU, os projetistas devem decidir como os circuitos eletrônicos vão executar as instruções dos programas. Conceitualmente, há duas formas de implementar as instruções (PATTERSON; HENNESSY, 2005):

- a) **Implementação monociclo** – nessa abordagem, cada instrução é executada completamente num único ciclo de *clock*. Como existem diferentes tipos de instruções, com diferentes tempos de execução, fica padronizado aquela com o maior tempo de execução. Uma operação completa de busca-decodifica-executa é realizada num único ciclo de *clock*. Como esse tipo de implementação gera desperdício de tempo nas instruções mais rápidas, além de exigir mais hardware para sua implementação, não tem sido utilizada atualmente.
- b) **Implementação multiciclo** – nessa abordagem, a CPU é dividida em diferentes estágios e cada um deles é executado num único ciclo de *clock*. Com estágios menores, o tempo do ciclo de *clock* pode ser menor. Como as diferentes instruções requerem quantidades de estágios diferentes, algumas instruções podem ser processadas em menos tempo. Existe pelo menos um estágio para cada uma das operações de busca, decodificação, acesso à memória, operação com a ULA e acesso aos registradores. Essa

implementação exige menos *hardware* para sua implementação, pois um mesmo componente de *hardware* pode ser usado em diferentes estágios.

Quando um processador é desenvolvido, ele disponibiliza o conjunto de instruções (linguagem) que pode ser usado pelos programadores para escrever os programas. De acordo com o tipo de instrução, um processador pode ser (STALLINGS, 2010):

a) **Complex Instruction Set Computer** (CISC) – esse tipo de processador possui um conjunto complexo de instruções e é capaz de executar centenas de instruções complexas diferentes. Esses processadores se baseiam na microprogramação, que é um conjunto de códigos de instruções que são gravados no processador. Dessa forma, ao receber a instrução de um programa o processador a executa utilizando as instruções contidas na sua microprogramação. Cada instrução do programa corresponde a várias instruções mais próximas do *hardware*, contidas no microcódigo do processador.

b) **Reduced Instruction Set Computer** (RISC) – esse tipo de processador disponibiliza um conjunto simples e pequeno (reduzido) de instruções, que levam aproximadamente a mesma quantidade de tempo para serem executadas. Esses processadores não têm microprogramação e cada instrução do programa é executada diretamente pelo *hardware*. Como essa arquitetura não tem microcódigo, ela apresenta um baixo nível de complexidade.



Apesar dos fabricantes ainda venderem seus *chips* como sendo processadores RISC ou CISC, não existe praticamente nenhum processador atualmente que siga estritamente uma das duas filosofias, combinando características das duas arquiteturas, por questões de desempenho.

Originalmente todos os processadores Intel e AMD para os PCs eram puramente CISC enquanto que os processadores dos Macintosh e *video games* eram RISC.

Atualmente, os processadores Intel e AMD continuam disponibilizando para os programadores um conjunto de instruções CISC, porém, internamente são implementados como se fossem RISC, com diversos estágios para transformar as instruções CISC dos programas em instruções semelhantes às instruções RISC para serem executadas pelo *hardware*.

Os consoles de *video game* usam processadores RISC, com o Xbox e o Wii utilizando processadores PowerPC e o PlayStation 3 usando um processador Cell.

## 2.4 Evolução dos processadores

Os processadores têm apresentado uma evolução constante no desempenho, especialmente devido à miniaturização dos componentes. Isso tem permitido produzir processadores mais rápidos, menores e com menor custo.

Desde a década de 1960, o desempenho e o número de transistores que formam o processador, dobra a cada 18 ou 24 meses, de acordo com a Lei de Moore (MOORE, 1965).

Originalmente, a Lei de Moore (MOORE, 1965) não se referia ao desempenho, mas apenas ao número de transistores em processadores, módulos de memória e outros circuitos. Entretanto, a sofisticação dos circuitos tem uma relação direta com o desempenho. Além disso, novas técnicas de fabricação permitem também aumentar o *clock*, aumentando a quantidade de instruções executadas por segundo.

A busca por aumento no desempenho dos processadores é constante. As principais evoluções nos processadores para obter um maior desempenho são através das seguintes técnicas:

- a) **Aumento do *clock* (*overclocking*)** – permite executar mais instruções por segundo, pois é o *clock* que determina o ritmo de execução das instruções e transferências dos dados. Porém, o aumento de *clock* gera mais calor e maior consumo de energia, além de outros fatores como o atraso na comunicação devido à resistência dos componentes e a capacidade de propagação de ondas eletromagnéticas sobre a superfície dos componentes.
- b) **Aumento no número de *bits* da CPU** – aumentar o número de *bits* de dados num processador permite aumentar a capacidade de armazenamento, transporte e processamento de dados na CPU. Na maioria dos processadores atuais, tais circuitos operam com 64 *bits* de cada vez.
- c) **Aumento na capacidade de endereçamento** – aumentar a capacidade de endereçamento de memória não está exatamente relacionado com o desempenho, e sim, com a capacidade de manipular grandes quantidades de dados, aumentando o volume de dados que pode ser processado.



Em 1965, Gordon Moore, cofundador da Intel, publicou um artigo constatando que a miniaturização dos componentes estava permitindo dobrar o número de transistores em circuitos integrados a cada ano. Essa tendência deveria se manter por pelo menos mais 10 anos. Em 1975, a previsão foi atualizada, profetizando que o número passaria a dobrar a cada 24 meses. Isso ficou conhecido como a Lei de Moore.

### A-Z

#### *overclocking*

É o nome que se dá ao processo de forçar um componente de um computador a rodar numa frequência mais alta do que a especificada pelo fabricante, e pode ser usado para aumentar o desempenho do *hardware*.



O *overclocking* pode resultar em superaquecimento do processador, instabilidade no sistema e pode danificar o *hardware*.

Quanto maior é o número de *bits* de um processador de um computador ou de um *video game*, mais informação ele processa por vez. Normalmente encontramos CPUs de 16, 32 ou 64 *bits*.

## A-Z

### cache

É uma memória pequena e rápida que armazena uma cópia dos dados recentemente usados da memória RAM.



O uso de memória *cache* aumenta consideravelmente o desempenho do processador. Os processadores com pouca *cache* ou *caches* que operam em frequências inferiores às do núcleo apresentam desempenho reduzido em relação a outros modelos.

- d) Utilização de memória *cache*** – como o desempenho da memória principal (RAM) é bem inferior ao desempenho da CPU, foi necessário criar uma hierarquia de memória com uma memória *cache* implementada normalmente na própria CPU. Essa memória armazena uma cópia das instruções e dados recentemente usados e próximos aos recentemente usados. Desta forma, quando a CPU precisar acessar os dados verifica primeiro se a cópia que está na *cache* contém os dados necessários, minimizando o acesso à memória RAM.
- e) Utilização de *pipelines*** – a técnica de *pipelines* permite que várias instruções sejam sobrepostas na execução dentro do processador (PATTERSON; HENNESSY, 2005). Uma instrução é decomposta em várias e distintas tarefas e cada uma delas é executada por diferentes partes do *hardware* simultaneamente. Isso permite que, enquanto uma instrução está sendo buscada na memória, outra instrução esteja sendo decodificada e outra ou outras estejam em execução, no mesmo ciclo de *clock*.
- f) Utilização de arquitetura escalar e superescalar** – no processamento de dados escalares, são necessários vários ciclos para realizar as operações sobre os dados. Os processadores escalares operam sobre um dado de cada vez e se for preciso fazer a mesma operação em mil elementos a CPU precisa repetir a operação mil vezes. Na arquitetura superescalar, vários *pipelines* são construídos pela replicação de recursos da execução, possibilitando a execução simultânea das instruções em *pipelines* paralelos, reduzindo o número de ciclos necessários.
- g) Utilização de arquitetura vetorial** – possui uma grande capacidade de executar cálculos simultâneos sobre um conjunto de dados. No interior desse tipo de processador há dezenas, centenas ou milhares de unidades especificamente dedicadas a cálculos, capazes de operar simultaneamente. Desta forma, quando um programa efetua certa operação sobre todos os dois mil elementos de um vetor e o processador dispõe de, por exemplo, duzentas unidades capazes de efetuar cálculos, as duas mil operações são distribuídas pelas duzentas unidades internas e todo o trabalho é realizado em um centésimo do tempo gasto para efetuar a mesma operação usando uma CPU convencional.
- h) Utilização de arquitetura VLIW (Very Long Instruction Word)** – tira proveito do paralelismo em nível de instrução, pois executa um grupo de instruções ao mesmo tempo. Um compilador garante que as instruções

a serem processadas não tenham dependências entre si, permitindo a execução ao mesmo tempo, sem perda de lógica do processamento. A abordagem VLIW depende dos próprios programas que fornecem todas as decisões em relação às instruções e como elas devem ser executadas simultaneamente. O processador Intel's Itanium IA-64 EPIC usado em servidores é um exemplo do uso de VLIW.

- i) **Utilização de *Multithreading Simultâneo* (SMT)** – os bancos de registradores são replicados para que várias instruções possam compartilhar os recursos dos *pipelines*. Esta tecnologia é encontrada nos processadores Intel com o nome de *hyperthreading* e permite simular dois processadores, tornando o sistema mais rápido, quando se usa vários programas ao mesmo tempo. Uma CPU com *hyperthreading* tem o dobro de registradores, mas apenas uma ULA e uma unidade de controle.
- j) **Utilização de *multicore*** – é a combinação de dois ou mais processadores num único *chip*. É também chamado de *chip multiprocessador*. Cada processador, também chamado de núcleo ou *core*, possui todos os componentes de um processador convencional, como registradores, ULA e unidade de controle (STALLINGS, 2010). Além disso, os *chips multicore* normalmente incluem *caches L1* (em alguns modelos também uma *L2*) privativas para cada núcleo e *caches L2* (ou *L3* em alguns modelos) compartilhadas.
- k) **Incorporação da Unidade de Processamento Gráfico (GPU) na CPU** – transforma a CPU numa APU (*Acelerated Processing Unit*) ou Unidade de Processamento Acelerada, colocando no mesmo *chip* a CPU e a GPU, aumentando o desempenho e reduzindo o consumo de energia.

A Tabela 2.1 apresenta as características e a evolução dos principais processadores da Intel, nos últimos 40 anos.



A tecnologia *hyperthreading* da Intel simula o dobro de CPUs, e aumenta o desempenho de um processador em torno de 10 a 20%. Apesar de parecer que há o dobro de CPUs, o desempenho é bem próximo ao número de CPUs reais, mas isto pode variar de acordo com a aplicação.

Os principais processadores atuais, tanto da Intel quanto da AMD possuem mais de um núcleo. A Intel produz processadores com 2, 4 e 6 núcleos e a AMD produz modelos com 2, 3, 4 e 6 núcleos.

**Tabela 2.1: Características dos processadores Intel**

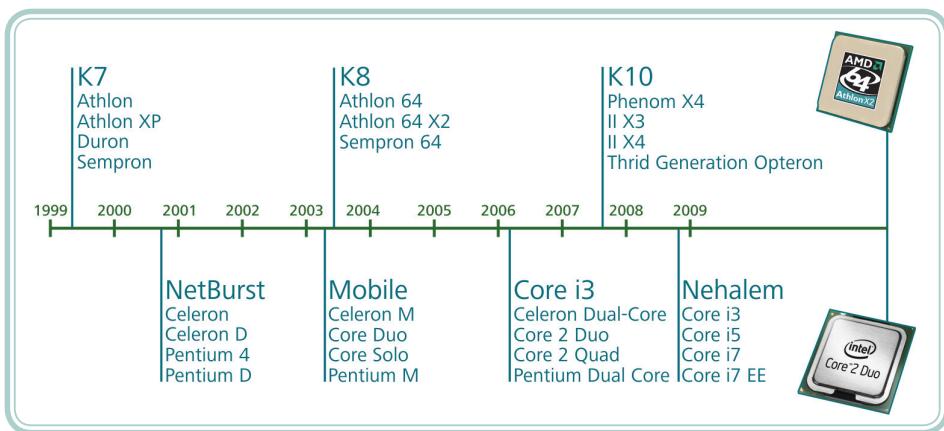
| Modelo               | Ano de lançamento | Freqüência do clock | Barramento de dados (bits) | Barramento de endereços (bits) | Número de transistores     | Tecnologia de fabricação (dimensão) | Memória endereçável |
|----------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| 4004                 | 1971              | 740 kHz             | 4                          | 8                              | 2300                       | 10 µm                               | 640 B               |
| 8008                 | 1972              | 500 kHz             | 8                          | 8                              | 3500                       | 10 µm                               | 16 KB               |
| 8080                 | 1974              | 2 MHz               | 8                          | 8                              | 6000                       | 6 µm                                | 64 KB               |
| 8086                 | 1978              | 4.77 a 10 MHz       | 16                         | 20                             | 29000                      | 3 µm                                | 1 MB                |
| 8088                 | 1979              | 4.77 ou 8 MHz       | 8/16                       | 20                             | 29000                      | 3 µm                                | 1 MB                |
| 80286                | 1982              | 6 a 25 MHz          | 16                         | 24                             | 134000                     | 1,5 µm                              | 16 MB               |
| 80386                | 1985              | 16 a 40 MHz         | 32                         | 32                             | 275000                     | 1 µm                                | 4 GB                |
| 80486                | 1989              | 25 a 100 MHz        | 32                         | 32                             | 1,6 milhão                 | 0,8 µm                              | 4 GB                |
| Pentium              | 1993              | 60 a 166 MHz        | 64                         | 32                             | 3,1 milhões                | 0,8 µm                              | 4 GB                |
| Pentium Pro          | 1995              | 150 a 200 MHz       | 64                         | 32                             | 5,5 milhões                | 0,6 µm                              | 64 GB               |
| Pentium II           | 1997              | 200 a 300 MHz       | 64                         | 32                             | 7,5 milhões                | 0,35 µm                             | 64 GB               |
| Pentium III          | 1999              | 450 a 660 MHz       | 64                         | 36                             | 9,5 milhões                | 0,25 µm                             | 64 GB               |
| Pentium 4            | 2000              | 1,3 a 1,8 GHz       | 64                         | 36                             | 42 milhões                 | 0,18 µm                             | 64 GB               |
| Core 2 Duo           | 2006              | 1.06 a 3 GHz        | 64                         | 36                             | 167 milhões                | 65 nm                               | 64 GB               |
| Core 2 Quad          | 2008              | 2,7 a 3,2 GHz       | 64                         | 36                             | 820 milhões                | 45 nm                               | 64 GB               |
| i5 e i7 Sandy Bridge | 2011              | 2,3 a 3,5 GHz       | 64                         | 36<br>40                       | 995 milhões a 2,27 bilhões | 32 nm                               | 64 GB<br>1 TB       |
| i5 e i7 Ivy Bridge   | 2012              | 2,1 a 3,9 GHz       | 64                         | 36<br>40                       | 1,4 bilhões                | 22 nm                               | 64 GB<br>1 TB       |

Fonte: Autores

Para saber mais sobre os processadores atuais, acesse:  
<http://www.cpu-world.com>



A Figura 2.2 apresenta as principais CPUs desenvolvidas ultimamente pela AMD e Intel.



**Figura 2.2: CPUs modernas**

Fonte: CTISM, adaptado pelos autores de <http://www.cpu-world.com>

## 2.5 Avaliação de desempenho

O desempenho de um processador ou de um computador pode ser analisado sob dois aspectos (PATTERSON; HENNESSY, 2005):

- a) **Tempo de resposta** – também chamado de tempo de execução, corresponde ao tempo total necessário para o computador completar uma tarefa, como o acesso ao disco, acesso à memória, atividade de E/S e tempo de execução da CPU. Quanto menor for esse tempo, melhor é o desempenho.
- b) **Vazão** (*throughput*) – corresponde à quantidade de tarefas executadas num intervalo de tempo. Normalmente, utilizado para medir a quantidade de trabalho realizado por um servidor numa empresa, por exemplo. Quanto maior for a vazão, melhor é o desempenho.

Para avaliar o desempenho de um computador, deve-se executar um conjunto de programas frequentemente executados pelo usuário (*workload*) ou um conjunto de programas específicos para medir o desempenho (*benchmark*). Com isso, é possível medir o tempo de execução ou obter um índice que indica a quantidade de tarefas executadas (vazão). A partir dos valores obtidos, deve-se realizar a comparação com outros computadores ou valores de referência.



O desempenho de um computador só pode ser avaliado se o mesmo for comparado com o desempenho de outro computador.

O desempenho relativo é obtido dividindo-se o tempo de execução do computador mais lento pelo tempo de execução do mais rápido, ou dividindo-se o índice de desempenho do computador mais rápido pelo índice de desempenho do mais lento. O resultado obtido, a partir dessa análise, determina o quanto um computador é mais rápido que outro.

Os fatores que afetam o desempenho dos computadores são:

- Algoritmo do programa.
- Linguagem de programação.
- Compilador.
- Conjunto de instruções do processador.
- Organização e tecnologia do processador.

- *Clock* do processador.
- Tamanho e frequência da memória cache.
- Frequência, latência e canais da memória RAM.
- Frequência do barramento do sistema.
- Taxa de transferência de dados dos discos.

O desempenho de um computador pode variar significativamente de acordo com a combinação desses fatores.

## Resumo

Nessa aula, você conheceu a arquitetura interna de um processador e os caminhos que os dados percorrem para serem processados. Também ficou conhecendo as principais técnicas que permitiram que os processadores melhorassem, consideravelmente, seu desempenho nas últimas décadas, além de aprender alguns aspectos sobre a avaliação do desempenho de um computador.



## Atividades de aprendizagem

1. Onde os dados são processados no computador?
2. Quais as principais técnicas utilizadas nas CPUs que permitiram o aumento no desempenho?
3. Como é possível avaliar o desempenho de um computador?

# Aula 3 – Memória

## Objetivos

Compreender os conceitos relacionados à memória principal de um computador, sua importância e influência para a computação, bem como seus tipos e características.

### 3.1 Tipos de memória

Para a computação, memória são todos os dispositivos que permitem a um computador guardar dados, temporariamente ou permanentemente.

O armazenamento de dados nos computadores é dividido em dois grandes grupos de dispositivos (TANENBAUM, 2007):

- a) **Memória primária ou principal** – é onde os processos (programas em estado de execução) e os seus dados são armazenados para serem processados pela CPU. É formada por dispositivos de memória de acesso rápido, com armazenamento de um menor volume de dados, que em geral, não conseguem guardar a informação quando são desligados.
- b) **Memória secundária** – é onde os arquivos e dados são armazenados. É formada por dispositivos de acesso mais lento, capazes de armazenar permanentemente grandes volumes de dados.

A unidade básica de memória é o *bit*. Um *bit* pode conter um 0 ou um 1. O agrupamento de 0s e 1s é capaz de representar qualquer tipo de informação.

As informações são agrupadas em *bytes* (8 *bits*) ou em palavras de 32 ou 64 *bits*. As memórias constituem-se em uma quantidade de células (endereços) que podem armazenar estas informações.

O elemento básico das memórias semicondutoras é a célula de memória e apresenta as seguintes características (STALLINGS, 2010):

- Apresenta dois estados estáveis para representar o 0 ou o 1.

- É capaz de ser escrita, para definir o estado.
- É capaz de ser lida, para verificar o estado.

A memória principal é formada por dois tipos de memórias: a ROM e a RAM.

## 3.2 Memória ROM

ROM (*Read Only Memory*) significa memória somente para leitura. É um tipo de memória que, em uso normal, aceita apenas operações de leitura, não permitindo a realização de escritas. Outra característica da ROM é que seus dados não são perdidos quando ela é desligada (memória não volátil).

Os tipos de memórias ROM são:

- a) **ROM** (*Read Only Memory*) – é o tipo mais simples. Seus dados são gravados durante o processo de fabricação do *chip*. Não há como modificar ou apagar o seu conteúdo.
- b) **PROM** (*Programable Read Only Memory*) – é um tipo de memória ROM, com uma diferença: pode ser programada em laboratório, através de um gravador especial. Esse tipo de gravação é feito através da “queima” de microscópicos elementos, que são como pequenos fusíveis, feitos de material semicondutor. Esse processo é irreversível. Sendo assim não há como apagar o seu conteúdo.
- c) **EPROM** (*Erasable Programmable Read Only Memory*) – é uma ROM programável, que pode ser apagada e regravada. Seus dados podem ser apagados através de um feixe de luz ultravioleta de alta intensidade. Esses raios são obtidos em um aparelho especial chamado “apagador de EPROMs”. A programação do *chip* é realizada com o uso de um aparelho chamado de “gravador de EPROMs”.
- d) **EEPROM** (*Electrically Eraseable Programmable Read Only Memory*) – são ROMs que podem ser regravados através da aplicação de voltagens de programações especiais. Em uso normal, essa voltagem não chega até o *chip*, e seus dados permanecem inalteráveis. Este tipo especial de ROM tem sido utilizado nas placas-mãe desde a década de 1990 para armazenar o seu BIOS (*Basic Input/Output System* ou Sistema Básico de Entrada/Saída). Pelo fato de serem alteráveis, permitem realizar atualizações do BIOS, através

de programas especiais que ativam os seus circuitos de gravação. Esse programa é fornecido pelo fabricante da placa-mãe.

- e) **Flash ROM** (*Flash Read Only Memory*) – da mesma forma que as EEPROMs, essas são ROMs que podem ser regravadas através da aplicação de voltagens de programações especiais. Em uso normal, essa voltagem não chega até o *chip*, e seus dados permanecem inalteráveis. Esse é o tipo mais recente de ROM e tem sido utilizado nas placas-mãe atuais. Pelo fato de serem alteráveis, permitem realizar atualizações do BIOS, através de programas especiais que ativam os seus circuitos de gravação. Esse programa é fornecido pelo fabricante da placa-mãe.

### 3.3 Memória RAM

RAM é a **memória de acesso aleatório**. O nome RAM vem da sigla em inglês para *Random Access Memory*, e ela possui um tempo constante de acesso a qualquer endereço.

A memória RAM permite a execução de operações tanto de leitura como de escrita. Outra característica fundamental desse tipo de memória é que ela é volátil (memória volátil), ou seja, os dados nela armazenados são perdidos na ausência de energia elétrica.

Com o passar dos anos, as memórias passaram por várias evoluções tecnológicas que fizeram com que estas adquirissem cada vez mais desempenho e capacidade de armazenamento.

#### 3.3.1 Tipos de memória RAM

A memória RAM pode ser de dois tipos:

- a) **SRAM** (*Static Random Access Memory*) – a SRAM ou RAM **estática** é uma memória formada por seis transistores para armazenar cada *bit*. É mais rápida, possui maior custo e consome mais energia que a DRAM. Por padrão a SRAM é usada em pequenas quantidades para servir como cache entre a memória DRAM e a CPU.
- b) **DRAM** (*Dynamic Random Access Memory*) – a DRAM ou RAM **dinâmica** é uma memória formada por um capacitor e um transistor para armazenar cada *bit*. É utilizada na memória principal por possuir menor custo e consumir menos energia, apesar de ser mais lenta que a SRAM. Exige

A-Z

**memória de acesso aleatório**  
Acessa qualquer endereço da memória com um tempo constante.



Quando nos referimos a um computador com 2 GB de memória estamos falando da memória RAM.

A-Z

**estática**  
Tipo de memória na qual enquanto houver energia elétrica aplicada, não há a necessidade de reescrever a informação.

**dinâmica**

Tipo de memória que, mesmo com energia elétrica aplicada, há a necessidade constante de reescrita da informação (*refresh*).

que o conteúdo da célula seja regravado milhares de vezes por segundo (*refresh*) para manter a informação no capacitor.

### 3.3.1.1 Tipos de memória DRAM

Existem vários tipos de DRAM:



O PC XT foi uma versão aprimorada do IBM PC, lançado em 1981. Tinha um processador 8088 de 8 MHz, 256 KB ou 512 KB de memória RAM e um HD interno de 5 ou 10 MB.

O PC AT foi lançado em 1984, com um processador 286 de 6 a 16 MHz, de 256kB a 2 MB de RAM. HD de 10 MB, monitor EGA (640x350, com 64 cores) e com disquetes de 5½ de 1.2 MB.



Saiba mais sobre *chipset* na aula 5, seção 5.2.3.

- a) **DRAM** (*Dinamic RAM*) – a DRAM em sua arquitetura original foi utilizada em PCs XT e AT. A partir dos 386 o que se fez foi introduzir melhoramentos na arquitetura das memórias DRAM, criando assim novos modelos mais avançados. Os tempos de acesso destas memórias variavam de acordo com o *clock* do processador, geralmente entre 80 e 120 ns. Cada módulo manipulava 8 bits por vez.
- b) **FPM DRAM** (*Fast Page Mode*) – o acesso à memória foi otimizado de modo a evitar que, para células de memória consecutivas, fosse necessário retransmitir o sinal de linha. Os tempos de acesso destas memórias eram geralmente de 90 a 110 ns. Utilizada nos computadores 386, 486 e similares com módulos de 8 e 32 bits.
- c) **EDO DRAM** (*Extended Data Out*) – nesse tipo de memória, enquanto o processador fosse lendo um dado, a memória já procuraria outro. Os tempos de acesso destas memórias eram geralmente de 60 e 70 ns. Utilizada nos computadores Pentium, Pentium MMX e similares com módulos de 32 bits.
- d) **SDRAM** (*Synchronous DRAM*) – tem seu funcionamento sincronizado com o do *chipset* através de um *clock*. Por exemplo, em um processador com *clock* externo de 100 MHz, o *chipset* também opera em 100 MHz, assim como a SDRAM. Os tempos de acesso destas memórias eram geralmente entre 6 e 15 ns. Utilizada nos computadores Pentium, Pentium MMX e superiores, com módulos de 64 bits.
- e) **RDRAM** (*Rambus DRAM*) – opera tipicamente em 400 MHz, realizando duas transferências por ciclo de *clock*. Utilizada nos computadores Pentium IV e XEON, com Módulos de 16 bits a uma taxa de transferência típica de 1,6 GB/s.
- f) **DDR SDRAM** (*Double Data Rate*) – em um processador com *clock* externo de 100 MHz, o *chipset* também opera em 100 MHz, assim como a DDR SDRAM. A diferença para a SDRAM comum é que a DDR realiza duas

transferências por ciclo de *clock*. Utilizada nos computadores Athlon, Pentium IV, Celeron, Duron e similares, com módulos de 64 bits e uma taxa de transferência típica de 1,6 GB/s.

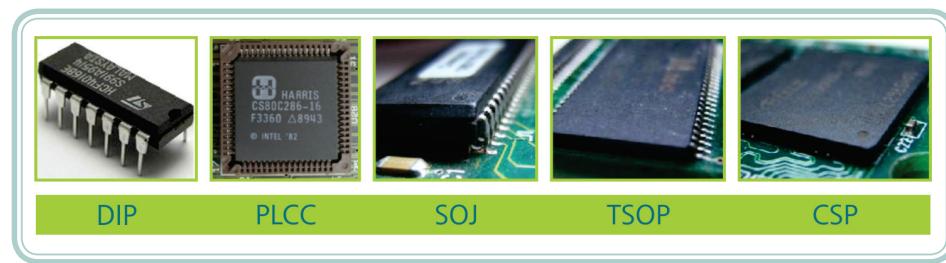
- g) **DDR2 SDRAM** – operam de 100 a 325 MHz realizando quatro transferências por ciclo de *clock*. Utilizada nos computadores Pentium IV e superiores, com módulos de 64 bits, com uma taxa de transferência entre 3,2 GB/s e 10,4 GB/s.
- h) **DDR3 SDRAM** – operam entre 100 e 266 MHz realizando oito transferências por ciclo de *clock*. Utilizada nos computadores Core2Duo e superiores, com módulos de 64 bits a uma taxa de transferência entre 6,4 GB/s e 19,2 GB/s.

### 3.4 Encapsulamentos de memória

O encapsulamento é o que dá forma física aos *chips* de memória. Os principais encapsulamentos são:

- a) **DIP** (*Dual In-line Package*) – como possui terminais de contato de grande espessura, seu encaixe ou solda em placas pode ser feita facilmente de forma manual.
- b) **PLCC** (*Plastic Leaded Chip Carrier*) – possuem terminais nos quatro lados do circuito e são instalados em soquetes apropriados.
- c) **SOJ** (*Small Outline J-Lead*) – recebe este nome devido ao formato dos terminais de contato parecer com a letra 'J'. Sua forma de fixação em placas é feita através de solda, não requerendo furos na superfície do dispositivo.
- d) **TSOP** (*Thin Small Outline Package*) – encapsulamento cuja espessura é bastante reduzida em relação aos padrões anteriormente (cerca de 1/3 menor que o SOJ). Seus terminais de contato são menores e mais finos, diminuindo a incidência de interferência na comunicação. É usado em módulos de memória SDRAM e DDR. Há uma variação desse encapsulamento chamado STSOP (*Shrink Thin Small Outline Package*) que é ainda mais fino.
- e) **CSP** (*Chip Scale Package*) – mais recente, o encapsulamento CSP se destaca por ser fino e por não utilizar pinos de contato. Ao invés disso, utiliza um tipo de encaixe chamado BGA (*Ball Grid Array*). É utilizado em módulos como DDR2 e DDR3.

A Figura 3.1 a seguir apresenta os principais tipos de encapsulamento.



**Figura 3.1: Principais tipos de encapsulamento**

Fonte: CTISM, adaptado pelos autores de <http://www.infowester.com>

## 3.5 Módulos de memória

O módulo de memória, vulgarmente conhecido como pente, é uma pequena placa onde são instalados os encapsulamentos de memória. Essa placa é encaixada na placa-mãe por meio de encaixes (*slots*) específicos para isso.

Os principais módulos são:

- a) SIPP** (*Single In-line Pins Package*) – foi um dos primeiros tipos de módulos que chegaram ao mercado, formado por *chips* com encapsulamento DIP, geralmente soldados diretamente na placa-mãe.
- b) SIMM** (*Single In-line Memory Module*) – módulos deste tipo eram encaixados na placa-mãe. A primeira versão continha 30 terminais de contato (SIMM de 30 vias) e era formada por um conjunto de 8 *chips* (ou 9, para **paridade**). Dessa forma, podiam transferir um *byte* por ciclo de *clock*. Posteriormente, surgiu uma versão com 72 pinos (SIMM de 72 vias), capaz de transferir 32 *bits* por vez. Existiam módulos SIMM de 30 vias com capacidades desde 1 MB até 16 MB e módulos SIMM de 72 vias com capacidades de 4 MB a 64 MB.
- c) DIMM** (*Double In-line Memory Module*) – os módulos DIMM possuem terminais de contatos em ambos os lados do módulo e transmitem 64 *bits* por vez. A primeira versão tinha 168 pinos, em seguida, foram lançados módulos de 184 vias, utilizados em memórias DDR e módulos de 240 vias, utilizados em módulos DDR2 e DDR3.
- d) SO-DIMM** (*Small Outline DIMM*) – é um padrão DIMM de tamanho reduzido que são utilizados principalmente em computadores portáteis, como os *notebooks*.

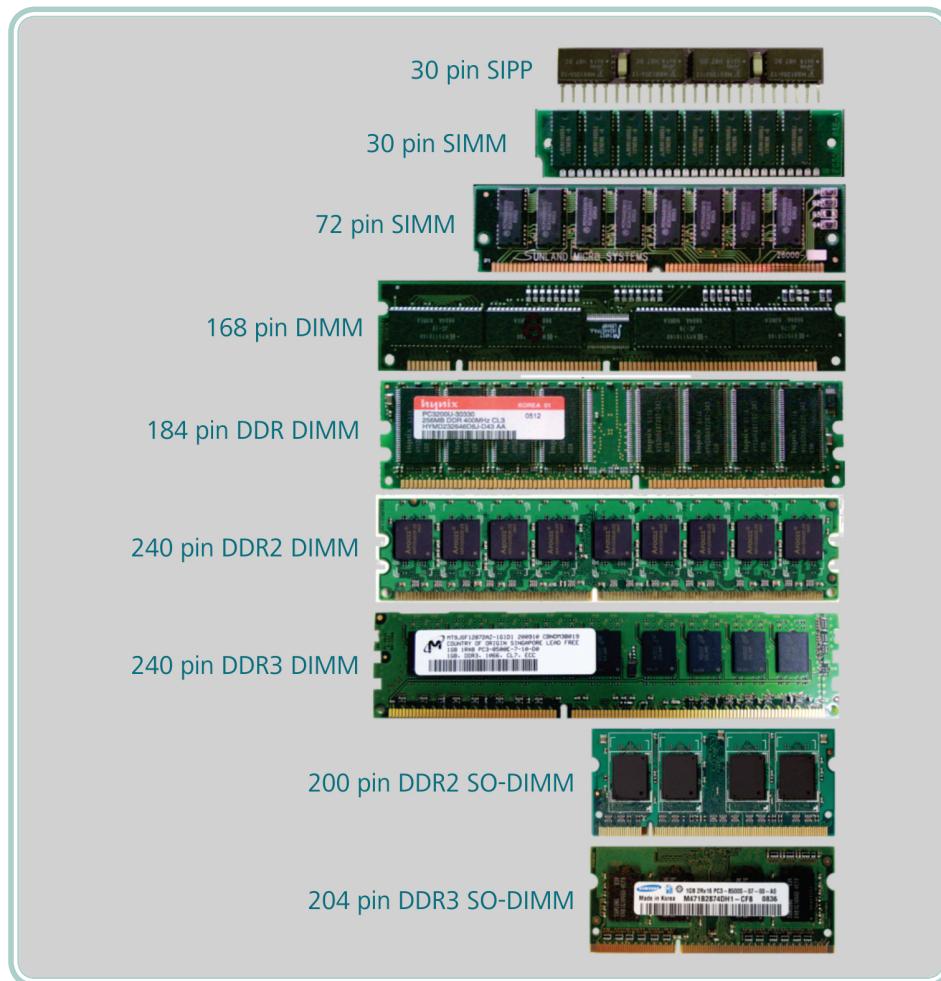
**A-Z**

**paridade**

É adicionado, no final de uma sequência binária, um dígito binário de controle referente à quantidade de números 1 num número binário, para detectar erros.

- e) **RIMM** (*Rambus Inline Memory Module*) – formado por 168 vias, esse módulo foi utilizado pelas memórias Rambus, que atualmente estão em desuso.

A Figura 3.2 apresenta os principais módulos de memória.



**Figura 3.2: Principais módulos de memória**

Fonte: CTISM, adaptado pelos autores de [http://www.sonic84.com/Home/CHP\\_v1.html](http://www.sonic84.com/Home/CHP_v1.html)

Existem módulos de memória com Código de Correção de Erro – ECC (*Error Correcting Code*) e paridade, que permitem detectar e corrigir alguns erros que podem ocorrer nas operações de leitura e escrita. Esses módulos são normalmente usados em servidores e aplicações críticas, pois são um pouco mais lentas e com um custo bem mais elevado. As memórias convencionais são denominadas non-ECC.

O Quadro 3.1 apresenta um comparativo com a evolução da memória nos últimos 30 anos, com uma melhoria significativa na taxa de transferência.



Os módulos de memória convencionais para computadores *desktop* vendidos atualmente são os SDRAM DIMM DDR3 non-ECC.

| Quadro 3.1: Evolução dos módulos de memória nos últimos 30 anos |                 |               |                    |
|---|-----------------|---------------|--------------------|
| Tipo  | Tempo de acesso | Frequência    | Taxa transferência |
| SIPP  | 80 – 120 ns     | 8 – 10 MHz    | 8 a 10 MB/s        |
| SIMM/30   | 70 – 110 ns     | 10 – 15 MHz   | 40 a 60 MB/s       |
| SIMM/72 EDO   | 60 – 70 ns      | ~ 15 MHz      | 60 a 120 MB/s      |
| DIMM  | 6 – 15 ns       | 66 – 133 MHz  | 800 a 1064 MB/s    |
| DDR   | 5 – 10 ns       | 100 – 200 MHz | 1600 a 3200 MB/s   |
| DDR2  | 3,1 – 10 ns     | 100 – 325 MHz | 3200 a 10400 MB/s  |
| DDR3  | 5 – 10 ns       | 100 – 266 MHz | 6400 a 19200 MB/s  |

Fonte: Autores

### 3.5.1 Canais de memória

Outra forma de aumentar o desempenho da memória é a utilização de canais adicionais de conexão da memória com a CPU, usando-os simultaneamente:

- a) **Dois canais** (*dual channel*) – expande o barramento para 128 bits.
- b) **Três canais** (*triple channel*) – expande o barramento para 192 bits.
- c) **Quatro canais** (*quad channel*) – expande o barramento para 256 bits.

Para utilizar mais de um canal simultaneamente, os módulos de memória devem ser iguais ou compatíveis em termos de tempo de acesso e latência.

Atualmente, praticamente todas as placas-mãe suportam os recursos de uso de mais de um canal de memória de modo simultâneo.

### 3.5.2 Temporização dos módulos de memória

As memórias DDR, DDR2 e DDR3 são classificadas de acordo com a frequência e taxa de transferência máxima que conseguem operar, bem como suas temporizações.

Temporizações indicam a quantidade de pulsos de *clock* que a memória demora para realizar em uma determinada operação. A temporização ou latência é indicada com números como 3-4-4-8, 5-5-5-15, 7-7-7-21 ou 9-9-9-24. Quanto menor forem esses números, melhor.

A memória é organizada internamente em forma de matriz, onde os dados são armazenados na interseção de linhas e colunas. Para acessar cada um desses dados é necessário o envio da linha e da coluna que o circuito vai acessar.

A temporização ou latência possui as seguintes informações:

- a) **CL** (*CAS Latency*) – é o intervalo de tempo entre um comando ter sido enviado para a memória e ela começar a responder. É o tempo necessário entre o processador pedir um dado da memória e ela devolver este dado.
- b) **tRCD** (*RAS to CAS Delay*) – é o intervalo de tempo entre a ativação da linha (RAS) e a coluna (CAS) onde o dado está armazenado na matriz.
- c) **tRP** (*RAS Precharge*) – é o intervalo de tempo entre desativar o acesso a uma linha de dados e iniciar o acesso a outra linha de dados.
- d) **tRAS** (*Active to Precharge Delay*) – é o quanto a memória tem que esperar até que o próximo acesso à memória possa ser iniciado.
- e) **CMD** (*Command Rate*) – é o intervalo de tempo entre o *chip* de memória ter sido ativado e o primeiro comando poder ser enviado para a memória. Algumas vezes este valor não é informado. Normalmente possui o valor T1 (1 *clock*) ou T2 (2 *clocks*).

Normalmente, as opções de configuração das temporizações são deixadas em modo automático, já que cada módulo de memória possui um *chip* chamado SPD (*Serial Presence Detect*) com as informações adequadas para seu funcionamento. Porém, pode-se fazer a configuração manualmente para usar temporizações menores e frequências maiores (*overclock*), que pode aumentar o desempenho do computador, mas pode deixar o sistema instável, provocar superaquecimento e danificar permanentemente os componentes.

Os números da temporização ou latência são em pulsos de *clock* real do módulo de memória. O *clock* real de um módulo de memória DDR é metade do seu *clock* rotulado.

Por exemplo, uma memória DDR3-1600 com temporização 10-10-10-27 e uma frequência nominal de 1600 MHz, trabalha internamente a 800 MHz. Nesse caso, o módulo de memória vai demorar 12,5 ns para responder. Se a CPU estiver trabalhando a 2 GHz, ela terá que esperar 25 ciclos de *clock* pela resposta da memória ou até 48 ciclos de *clock* numa CPU de 3,8 GHz.

### **3.5.3 Nomenclatura dos módulos de memória**

As memórias DDR, DDR2 e DDR3 seguem a seguinte classificação: DDRx yyyy/PCx zzzz. O primeiro número (x) indica se a memória é DDR (ausência de qualquer número), DDR2 (x=2) ou DDR3 (x=3); o segundo número (yyyy) indica o *clock* máximo que o módulo de memória suporta; o terceiro número (zzzz) indica a taxa de transferência máxima da memória, medida em MB/s.

Por exemplo, um módulo de memória com a especificação DDR3 1600 PC3-12800, significa que é uma memória DDR3 e pode operar nominalmente a 1600 MHz, transferindo até 12800 MB/s. A frequência do módulo de memória é 1600 MHz, porém cada um dos *chips* de memória do módulo trabalham internamente a 200 MHz, neste caso.

Deve ser observada também a temporização e a tensão de alimentação dos módulos de memória. Por padrão, as memórias DDR operam a 2,5 volts, a DDR2 a 1,8 volts e as memórias DDR3 a 1,5 volts.

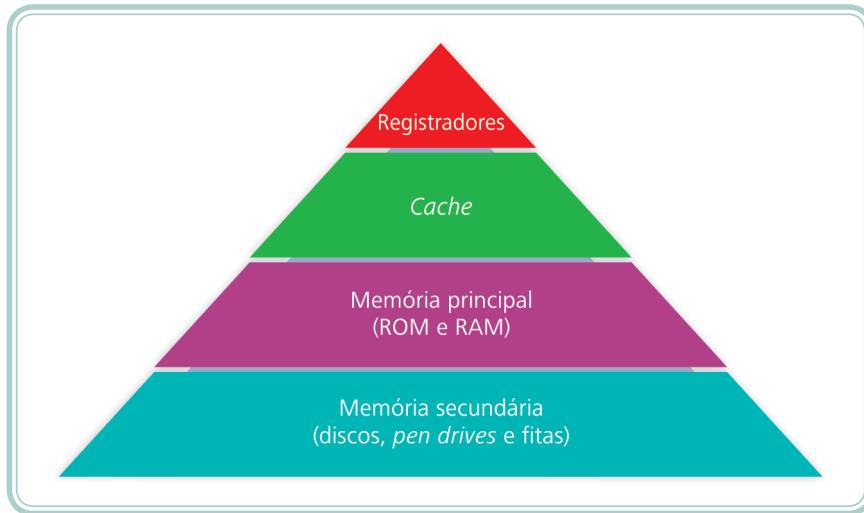
### **3.6 Hierarquia de memória**

Devido ao fato de os programadores desejarem uma quantidade ilimitada de memória (PATTERSON; HENNESSY, 2005), é necessário utilizar múltiplos níveis de memória com diferentes desempenhos e tamanhos (HENNESSY; PATTERSON, 2008), criando uma hierarquia de memória.

As memórias mais rápidas são mais caras por *bit*, apresentam menores capacidades de armazenamento e um tamanho físico maior.

Com a hierarquia de memória, cada nível é menor, mais rápido e com um custo mais alto por *byte* do que o próximo nível inferior (HENNESSY; PATTERSON, 2008). Cada nível mapeia uma memória maior e mais lenta para uma menor e mais rápida.

A Figura 3.3 apresenta uma hierarquia de memória típica:



**Figura 3.3: Hierarquia de memória**

Fonte: CTISM, adaptado dos autores

O uso de uma hierarquia de memória tem o objetivo de oferecer um sistema de memória com custo por unidade que seja, quase tão baixo, quanto o nível de memória de menor custo/desempenho e, quase tão alto, quanto o nível mais rápido (HENNESSY; PATTERSON, 2008).



A organização da memória com essa hierarquia é adequada, pois os programas usam o princípio da localidade:

- a) **Temporal** – acessam periodicamente os mesmos conjuntos de dados. Se um local de dados é acessado, ele tenderá a ser acessado novamente em breve.
- b) **Espacial** – acessam dados que ficam próximos uns dos outros. Se um local de dados é acessado, os dados com endereços próximos tenderão a ser acessados em breve.

O uso de *cache* é uma forma de implementar a hierarquia de memória. A cache contém uma cópia de partes da memória principal que foram acessadas recentemente ou que estão localizadas próximas às áreas acessadas recentemente.

Com o uso de *cache*, quando a CPU precisa acessar uma informação da memória, é feita uma verificação para determinar se a mesma está na *cache*. Se estiver, ela é entregue ao processador, senão um bloco da memória principal é lido para a *cache* e então transferido ao processador (STALLINGS, 2010).



O uso de memória *cache* e o seu tamanho tem uma influência considerável no desempenho de um computador.

Um processador com uma *cache* pequena terá um desempenho inferior a outro idêntico, porém com uma *cache* maior.

## Resumo

Nessa aula, você aprendeu sobre a importância da memória principal e da memória *cache* para o processamento das informações e a influência da memória no desempenho dos computadores. Conheceu os diferentes tipos de memória e os detalhes que caracterizam os módulos, como a frequência, taxa de transferência e latência.



## Atividades de aprendizagem

1. O que diferencia um tipo de memória de outro?
2. Por que a memória *cache* é importante?

# Aula 4 – Memória secundária

## Objetivos

Compreender os conceitos relacionados ao uso de dispositivos de memória que permitam manter a informação após o desligamento.

A **memória secundária** é o local de armazenamento permanente do computador. Nela ficam depositados os programas e os arquivos dos usuários. A informação precisa ser carregada na memória principal antes de ser tratada pelo processador.

Vários tipos de dispositivos podem compor a memória secundária do computador. Os principais dispositivos são os discos rígidos, discos óticos, discos flexíveis, discos de estado sólido e dispositivos de armazenamento removíveis como *pen drives* e cartões de memória *flash*.

## A-Z

### memória secundária

É aquela capaz de armazenar uma grande quantidade de dados e evitar que estes se percam com o desligamento do computador. É mais lenta que a memória principal.

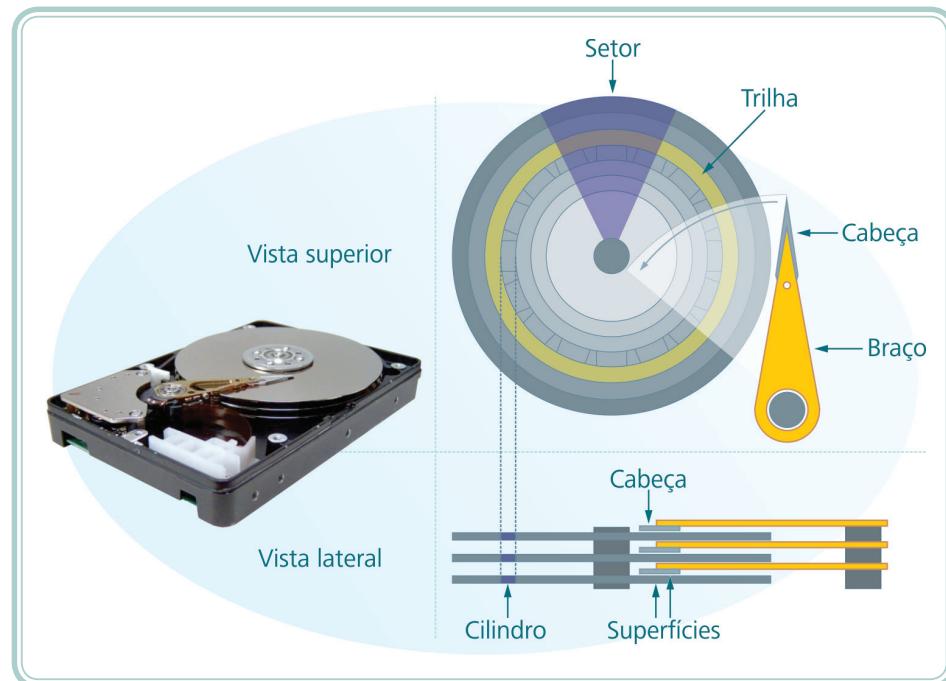
## 4.1 Discos rígidos

Os discos rígidos (HD, derivação de HDD – *Hard Disk Drive*) constituem a principal unidade de memória secundária utilizada nos computadores, devido a sua grande capacidade de armazenamento aliada ao desempenho e baixo custo.

As principais partes de um disco rígido, apresentadas na Figura 4.1, são:

- a) **Braço** – é um dispositivo mecânico que serve para movimentar as cabeças de leitura e gravação ao longo da superfície do disco.
- b) **Cabeça** – responsável pela leitura e gravação dos dados na superfície do disco.
- c) **Superfícies** – cada face de um disco é uma superfície magnética, usada para gravação e leitura de dados.
- d) **Trilhas** – são círculos concêntricos igualmente espaçados nas superfícies dos discos.

- e) **Setores** – são pequenas divisões ou partes de cada uma das trilhas.
- f) **Cilindros** – grupo de trilhas de mesmo número em superfícies diferentes do disco.



**Figura 4.1: Partes de um disco rígido**

Fonte: CTISM, adaptado pelos autores de <http://www.computableminds.com>

## A-Z

### buffer

É um chip de memória que armazena os dados temporariamente enquanto estes são lidos ou gravados na superfície do disco.

No processo de gravação no disco, os dados enviados pelo barramento são armazenados no **buffer**. O controlador acessa estes dados e vai gravando-os na superfície do disco, em seu respectivo endereço, que é determinado através do número da trilha e do setor onde a operação deverá ser realizada.

Para realizar a gravação, o atuador deve movimentar o braço até a trilha correspondente, onde a cabeça ficará aguardando a passagem do setor por aquele ponto para que possa realizar a operação. Os dados são gravados e lidos magneticamente.

Já no processo de leitura, depois de localizados e lidos os dados, eles são armazenados no **buffer**, onde ficam à disposição para serem transmitidos através do barramento.

As principais características determinantes do desempenho de um disco rígido são:

- a) **Capacidade de armazenamento** – determina quanta informação o disco rígido é capaz de armazenar e, em geral, é expressa em *gigabytes* ou

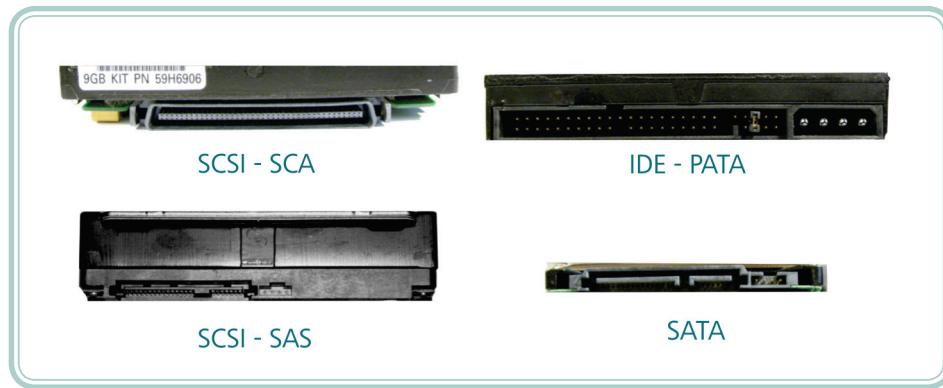
terabytes. Quanto maior a capacidade de armazenamento, mais arquivos e programas poderão ser armazenados no disco.

- b) Número de rotações por minuto** – é um fator importante no desempenho de um disco rígido. Quanto maior for sua rotação, melhor será seu desempenho, pois os setores poderão ser lidos mais rapidamente e o tempo de latência será minimizado. Porém, com um número maior de rotações por minuto, os discos consomem mais energia, geram mais ruído e aquecem mais, além de possuírem um custo mais alto. Por isso, apesar de existirem modelos com rotações de 5400 rpm a 15000 rpm, os mais comuns no mercado ainda são os discos de 5400 e 7200 rpm.
- c) Tamanho do buffer** – aumenta o desempenho dos processos de leitura e escrita no disco, permitindo que as taxas de transferência interna e externa sejam distintas. Quanto maior o *buffer*, melhor o desempenho, porém maior será o risco de perda de dados durante um desligamento inapropriado como, por exemplo, os ocasionados por falta de energia. Na maioria dos discos atuais o tamanho do *buffer* varia entre 8 MB a 64 MB.
- d) Tempo de busca** – é o tempo necessário para que o controlador do disco acione o atuador e desloque o braço até que as cabeças de leitura e gravação fiquem posicionadas sobre a trilha que será acessada. O tempo de busca varia de acordo com a distância entre as trilhas.
- e) Tempo de latência** – é o tempo em que a cabeça de leitura e gravação permanece posicionada em uma mesma trilha, aguardando a passagem do setor naquele ponto para que a operação de leitura ou escrita possa ser realizada.
- f) Taxa de transferência interna** – é determinada pelo limite máximo no tráfego de dados entre o *buffer* e a superfície do disco. Quanto maior esta taxa for, melhor será o desempenho do disco.
- g) Taxa de transferência** – é a quantidade de dados que o disco pode transferir e depende basicamente do tipo de barramento.
- h) Tipo de barramento** – o tipo de barramento determina a forma como o disco rígido se conecta à placa-mãe. Os tipos de barramentos mais utilizados são: IDE (PATA), SATA, SCSI e SAS, porém existem discos que utilizam outras formas de conexão com a placa-mãe como USB e *firewire*, entre outras. O tipo de barramento determinará a taxa de transferência



Saiba mais sobre os barramentos IDE, SATA, SCSI e SAS na Aula 5, seção 5.2.4.

máxima entre o disco e a placa-mãe. A Figura 4.2 apresenta os conectores dos principais barramentos para HDs e o Quadro 4.1 apresenta um comparativo entre as quatro principais interfaces de disco.



**Figura 4.2: Conectores dos barramentos SCSI, SAS, PATA e SATA**

Fonte: Adaptado de [http://www.sonic84.com/Home/CHP\\_v1.html](http://www.sonic84.com/Home/CHP_v1.html)

**Quadro 4.1: Principais interfaces de disco**

|                            | IDE - PATA                | SATA                      | SCSI                       | SAS                        |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Taxa de transferência      | 16 MB/s a 133 MB/s        | 150 MB/s a 600 MB/s       | 10 MB/s a 320 MB/s         | 300 MB/s a 1200 MB/s       |
| Número de dispositivos     | 4                         | Geralmente de 2 a 8       | Até 15                     | Até 128                    |
| Integração com a placa-mãe | Integrada                 | Integrada                 | Utiliza placa controladora | Utiliza placa controladora |
| Aplicação                  | Uso doméstico e comercial | Uso doméstico e comercial | Servidores                 | Servidores                 |
| Custo                      | Baixo                     | Baixo                     | Alto                       | Alto                       |

Fonte: Autores

Os discos rígidos podem ser conectados e organizados com a técnica de RAID (*Redundant Arrays of Independent Disks*), ou seja, arranjos redundantes de discos independentes. Nessa técnica, dois ou mais discos são combinados para proporcionar alto desempenho ou alta confiabilidade.

Os principais níveis de RAID são:

- a) **Nível 0 (stripping)** – os discos se comportam como se fossem um só, pois os dados são particionados e gravados em todos os discos simultaneamente. A capacidade de armazenamento é a soma das capacidades de cada disco e a taxa de transferência de dados é o resultado de sua multiplicação pelo número de discos. Aumenta o desempenho, porém se um disco falhar, os dados de todos os discos ficam comprometidos.

**b) Nível 1** (espelhamento) – discos adicionais são usados para fornecer redundância dos dados. Quando uma operação de leitura ou escrita é solicitada, a mesma é realizada simultaneamente nos dois discos. Se um disco falhar, o outro tem uma cópia idêntica a qualquer momento, aumentando a segurança.

**c) Nível 5** (paridade distribuída) – utiliza segmentação dos dados e inserção de Códigos de Correção de Erros (ECC) com paridade distribuídos em todos os discos do arranjo. Desta forma, os discos têm o desempenho semelhante ao nível 0 e, se um dos discos falhar, a informação pode ser recuperada através do ECC e do bit de paridade dos demais discos.

Existem outros tipos de RAID que combinam essas técnicas, como RAID 4, RAID 6, RAID 0+1 e RAID 10, dentre outros.



Os drives de estado sólido também suportam o uso de RAID.

## 4.2 Discos flexíveis

Os discos flexíveis (*floppy disk*) já foram os meios de armazenamento mais utilizados para transporte de dados entre computadores. Hoje em dia é muito difícil encontrá-los, mas sua relevância, no contexto histórico da evolução dos computadores, é suficientemente importante para que estejam descritos nesta seção.

Dentre os vários tipos de discos flexíveis disponíveis estes cinco com certeza foram os mais utilizados:

- Os discos flexíveis de 5 ¼" de 360 KB e 1.2 MB.
- Os discos flexíveis de 3 ½" de 720 KB, 1.44 MB e 2.88 MB.

De acordo com o tamanho e tipo de disco, é necessário que o computador conte com um *drive* de disco flexível apropriado.

Na época, as principais vantagens dos discos flexíveis eram o baixo custo e a portabilidade. Atualmente, caíram em desuso devido à sua baixíssima capacidade de armazenamento e taxa de transferência comparada a outros dispositivos utilizados para as mesmas finalidades.

## 4.3 Discos óticos

Os discos óticos são um dos meios de armazenamento mais utilizados para gravação e distribuição de programas, áudio e vídeo.

Os discos óticos possuem características similares as dos discos flexíveis como baixo custo, *drive* e mídia removível facilitando seu transporte. As maiores vantagens estão na elevada capacidade de armazenar dados e taxas de transferência mais altas. Existem vários tipos de discos óticos, sendo os mais comuns os CDs, DVDs e BDs.

### 4.3.1 CD

O *Compact Disc* (CD) normalmente tem capacidade de armazenamento de 700 MB. Existem basicamente três tipos de CDs:

- a) **CDROM** – já vem com seus dados gravados de fábrica e não permite que novos dados sejam gravados ou que os existentes sejam apagados ou alterados.
- b) **CD-R** – permite que dados sejam gravados nele pelo usuário através de um gravador de CDs, porém, esses dados não podem ser alterados e nem excluídos.
- c) **CD-RW** – permite que tanto gravações como o conteúdo sejam apagados. Esse processo pode ser repetido diversas vezes neste tipo de mídia.

### 4.3.2 DVD

O *Digital Versatile Disc* (DVD) é um disco ótico com maior capacidade de armazenamento e maiores taxas de transferência que os CDs, com capacidades que variam de 4.7 GB até 17.1 GB, em discos de uma ou duas camadas, com gravação em um ou dois lados.

Os principais tipos de DVD são:

- a) **DVD** – já vem gravado na fábrica.
- b) **DVD-R** ou **DVD+R** – permite gravação.
- c) **DVD-RW** ou **DVD+RW** – permite gravação e regravação.
- d) **DVD+R DL** – permite gravação em duas camadas (8.5 GB em cada lado do disco).

### **4.3.3 Blu-ray**

O *Blu-ray Disc*, também conhecido como BD é um formato de disco ótico da nova geração, usado para vídeo e áudio de alta definição e armazenamento de dados de alta densidade. Apesar de possuir o mesmo tamanho dos CDs e DVDs, sua capacidade de armazenamento varia de 25 GB (camada simples) a 50 GB (camada dupla).

O Blu-ray obteve o seu nome a partir da cor azul do raio laser usado. A letra “e” da palavra original “blue” foi eliminada porque em alguns países não se pode registrar uma palavra comum para um nome comercial.

## **4.4 Drives de estado sólido**

O *Solid-State Drive* (SSD) é a tecnologia de armazenamento considerada a evolução do disco rígido (HD). Esse tipo de *drive* não possui partes móveis e é construído com circuitos integrados, que são os responsáveis pelo armazenamento, diferentemente dos sistemas magnéticos (como os HDs).

As principais vantagens do SSD são:

- Ausência de partes mecânicas.
- Ausência de vibrações.
- Completamente silenciosos.
- Mais resistentes.
- Menor peso.
- Consumo reduzido de energia.
- Consegue trabalhar em ambientes mais quentes do que os HDs (cerca de 70°C).
- Tempo de acesso reduzido, devido à memória *flash*.
- Realiza leituras e gravações de forma mais rápida, com dispositivos apresentando 250 MB/s na gravação e 700 MB/s na leitura.

As desvantagens do SSD são o custo elevado e a capacidade de armazenamento ainda menor que os HDs, mas esses dois fatores negativos podem ser suprimidos com o tempo. A Figura 4.3 apresenta um SSD.



**Figura 4.3: Drive de estado sólido – SSD**

Fonte: <http://elviskeslei.wordpress.com/2011/09/13/discos-ssduma-nova-tecnologia/>

## 4.5 Pen drives

*Pen drive* ou memória USB *flash drive* é um dispositivo de memória que surgiu no ano de 2000 e é desenvolvido com memória *flash*. Com uma ligação USB tipo A, permite a sua conexão a qualquer equipamento com uma entrada USB.

As capacidades atuais de armazenamento são variadas, existindo *pen drives* com capacidade de até 256 gigabytes. A taxa de transferência de dados pode variar dependendo do tipo de entrada, sendo a mais comum a USB 2.0 e a mais recente a USB 3.0.

As principais vantagens são:

- Compactos.
- Rápidos.
- Grande capacidade de armazenamento.
- Maior resistência devido à ausência de peças móveis.

Os *drives flash* utilizam o padrão armazenamento de massa USB (USB *mass storage*), nativamente compatível com os principais sistemas operacionais, como o Windows, o Linux, o Mac OS X, entre outros. Em condições ideais, as memórias *flash* podem armazenar informações durante dez anos.

## 4.6 Cartões de memória

Cartão de memória ou cartão de memória *flash* é um dispositivo de armazenamento de dados baseados na tecnologia *flash*, um tipo de memória baseado no EEPROM, desenvolvido pela Toshiba nos anos 1980.

Os *chips* de memória *flash* são parecidos com a memória RAM usados nos computadores, porém suas propriedades fazem com que os dados não sejam perdidos quando não há mais fornecimento de energia.

Amplamente utilizado em câmeras fotográficas digitais, filmadoras digitais, *video games*, celulares, Palms, PDAs, MP3 *Players*, PCs e diversos outros aparelhos eletrônicos, oferecem grande capacidade de regravação, não utilizam energia para transferir ou armazenar dados, são extremamente portáteis e contam com ótima durabilidade.

A Figura 4.4 apresenta os principais tipos de cartões de memória: Compact Flash, Memory Stick e Secure Digital (SD). Além desses, há o Smart Media, MMC, RS-MC; MMC Mobile, plus, micro; Memory Stick PRO, Duo, PRO, PRO-HG, Micro (M2); miniSD, micro SD, SDHC mini, SDHC micro, xD, Type M e Type H.



**Figura 4.4: Principais tipos de cartões de memória**

Fonte: <http://cartaodememoria.com/cartao-memoria-tabela>

## Resumo

Nessa aula, você conheceu os principais dispositivos de memória secundária utilizados para armazenamento permanente, como o disco rígido (HD) sendo o mais utilizado.



## Atividades de aprendizagem

1. O que a memória secundária difere da memória principal?
2. O que os discos de estado sólido, os *pen drives* e os cartões de memória têm em comum?

# Aula 5 – Placa-mãe

## Objetivos

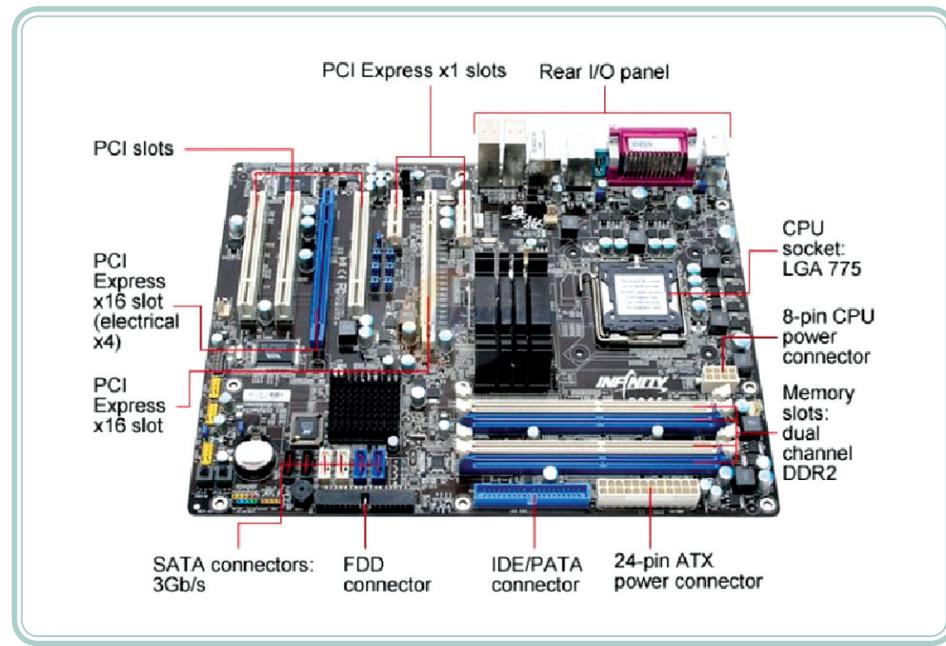
Conhecer os principais componentes de uma placa-mãe, suas funcionalidades e os detalhes dos principais barramentos.

A placa-mãe, também chamada de placa principal ou placa de CPU ou em inglês *motherboard* ou *mainboard*, corresponde a um dos componentes mais importantes em um computador. Sua função principal é integrar todos os componentes do computador ao processador, com o melhor desempenho e confiabilidade possível.

Em uma placa-mãe estão os principais componentes de um computador, como: BIOS (*Basic Input/Output System* – Sistema Básico de Entrada/Saída), *chipset*, processador, *slots* e conectores. Devido a grande quantidade de *chips*, trilhas, capacitores e encaixes, a placa-mãe também é o componente do computador que, de uma forma geral, mais apresenta defeitos. (MORIMOTO, 2007b).

Uma placa-mãe é constituída por inúmeras camadas de placas de circuito impresso e é justamente a qualidade da placa de circuito impresso que diferencia as boas placas-mãe das ruins. Uma placa de circuito impresso é constituída por pequenas trilhas de cobre por onde circula a corrente elétrica. Através delas, são conduzidos sinais de controle e de alimentação dos componentes da placa. Cada placa que compõe a placa-mãe possui pontos de contato que fazem a comunicação entre as mesmas e formam a placa-mãe (SILVA; DATA; PAULA, 2009).

A Figura 5.1 apresenta uma placa-mãe típica.



**Figura 5.1: Placa-mãe**

Fonte: <http://www.guiadopc.com.br/series/26563/hardware-para-iniciantes-parte-5-placa-mae.html>

## 5.1 Componentes

O componente básico da placa-mãe é o PCB (*Printed Circuit Board*), a placa de circuito impresso onde são soldados os demais componentes. Apesar de apenas duas faces serem visíveis, o PCB da placa-mãe é composto por um total de 4 a 10 placas, com 8 a 20 faces. Cada uma delas possui parte das trilhas necessárias e são unidas através de pontos de solda estrategicamente posicionados.

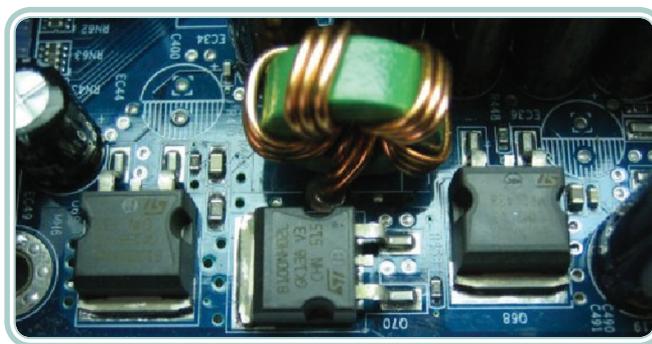
A maior parte dos componentes da placa, incluindo os resistores, MOSFETs (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*, ou transistor de efeito de campo metal-óxido-semicondutor) e *chips* em geral utilizam solda de superfície, por isso é difícil substituí-los manualmente, mesmo que você saiba os componentes defeituosos.

Os menores componentes da placa são os resistores e os capacitores cerâmicos e são instalados de forma automatizada. Os resistores podem ser diferenciados dos capacitores pela cor dos mesmos, os resistores normalmente são escuros e possuem números decalcados enquanto os capacitores normalmente são de uma cor clara.

Outros componentes, como os *slots*, capacitores e a maior parte dos conectores utilizam o sistema tradicional, no qual os contatos são encaixados em

perfurações feitas na placa e a solda é feita na parte inferior. Depois que todos os componentes são encaixados, a placa passa por uma câmara de vapor, que faz com que os pontos de solda derretam e os componentes sejam fixados, todos de uma vez.

Os reguladores de tensão são componentes que reduzem e estabilizam as tensões fornecidas pela fonte aos níveis corretos para os diversos componentes. Os reguladores são formados por alguns capacitores, uma bobina, um controlador e pelos MOSFETs, que são transistores de uso externo, facilmente reconhecível pelo tamanho avantajado, conforme a Figura 5.2. Como são componentes que esquentam, em muitas placas, eles recebem dissipadores de alumínio e, em alguns casos, até mesmo *coolers* ativos.



**Figura 5.2: Regulador de tensão**

Fonte: Morimoto, 2007a

Quanto mais baixa for a temperatura de funcionamento, mais tempo os componentes dos PCs tendem a durar, sendo assim, num PC em que a temperatura dentro do gabinete fique em torno dos 35°C tende a apresentar menos defeitos e problemas de instabilidade. Ele deve durar mais do que um onde a temperatura fique em torno dos 45°C, por exemplo, (MORIMOTO, 2007a).

Um dos principais componentes responsáveis pelos problemas nas placas-mãe são os capacitores eletrolíticos, que são largamente usados na placa-mãe, na placa de vídeo e em diversos outros. Eles apresentam uma boa capacidade e possuem baixo custo de produção, porém possuem uma vida útil relativamente curta, estimada em um período de 1 a 5 anos de uso contínuo, podendo variar, de acordo com a qualidade de produção e condições de uso, especialmente em relação com a temperatura de funcionamento.



Com o passar do tempo, os capacitores eletrolíticos perdem progressivamente a sua capacidade, deixando os componentes desprotegidos. O capacitor passa então a atuar como um condutor qualquer, perdendo sua função. Sem a proteção

proporcionada por ele, os circuitos passam a receber diretamente as variações, que, além de abreviar sua vida útil, tornam o sistema como um todo instável.

Como o processo de perda da capacidade é gradual, no início ocorrem travamentos esporádicos nos momentos de atividade mais intensa, que passam a ser mais frequentes, até que a troca da placa-mãe seja obrigatória, pois o computador nem termina o processo de inicialização. Nesses casos, o defeito raramente é permanente, de forma que ao substituir os capacitores defeituosos, a placa volta a funcionar normalmente (MORIMOTO, 2007a).

Um sinal visível de um capacitor com problema é quando ele fica estufado e, em alguns casos, o eletrólito pode vazar do seu interior, corroendo as trilhas e outros componentes próximos, causando danos ao equipamento.

Como os contatos dos capacitores são soldados na parte inferior da placa, é possível substituir capacitores estufados ou em curto usando um simples ferro de solda, permitindo consertar, ou estender a vida útil da placa.

Atualmente, os fabricantes estão oferecendo placas com capacitores de estado sólido (chamados de *Conductive Polymer Aluminum*), que embora custem mais, não são suscetíveis aos problemas de durabilidade que caracterizam os capacitores eletrolíticos. A Figura 5.3 apresenta os capacitores de estado sólido.



**Figura 5.3: Capacitores de estado sólido**

Fonte: Morimoto, 2007a

## 5.2 Detalhes da placa-mãe

Quanto à escolha da placa-mãe ideal é preciso verificar alguns detalhes importantes quanto ao suporte a outros componentes do computador, tais como:

- a) **Suporte ao processador** – é importante analisar quais os modelos de processadores que a placa-mãe suporta e o tipo de encaixe de soquete do processador.

- b) Suporte a memória RAM** – é necessário saber a quantidade máxima de memória RAM que a placa-mãe aceita, a tecnologia dos módulos de memória e os tipos dos *slots*.
- c) Suporte aos *slots* de expansão** – os *slots* de expansão da placa-mãe também devem ser averiguados para saber a quantidade e os tipos que ela possui. Alguns exemplos de *slots* de expansão são: PCI, PCI Express, entre outros. Esses *slots* são importantes, pois possibilitam ampliar as funcionalidades de um computador, através da conexão de novos componentes.
- d) Suporte à interface para dispositivos de entrada e saída** – é importante que a placa-mãe ofereça suporte às interfaces que conectam dispositivos responsáveis pela entrada e saída de dados no computador, como PS/2, serial ATA (SATA), USB, etc.

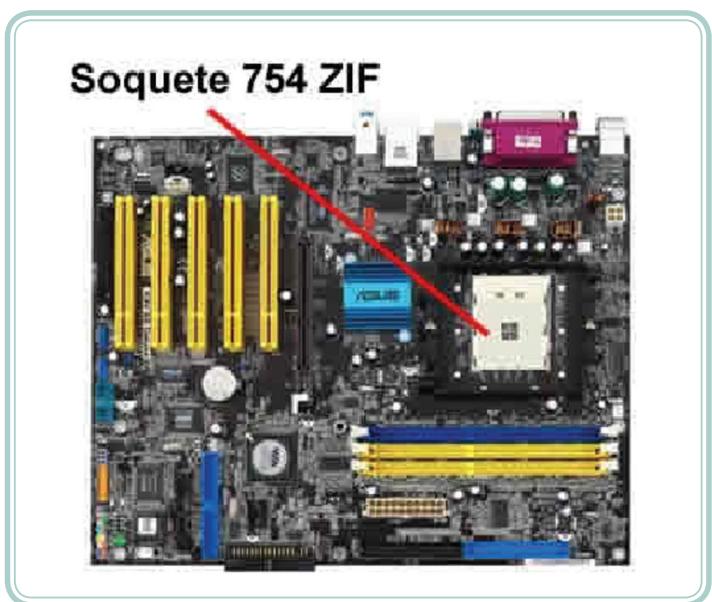
Outros itens que merecem atenção em uma placa-mãe são:

- a) BIOS** (*Basic Input Output System*) – programa de computador gravado pelo fabricante na memória ROM, necessário para inicializar a placa-mãe, checar os dispositivos instalados e carregar o sistema operacional.
- b) Chipset** – define as características da placa-mãe. Na seção 5.2.3 o *chipset* é abordado com mais detalhes.
- c) Tipo do gabinete** – a placa-mãe possui dimensões de acordo com o modelo e é necessário um gabinete correspondente ao seu tamanho (SILVA; DATA; PAULA, 2009).

Para entender o funcionamento de uma placa-mãe é necessário conhecer as características básicas de seus componentes, como o soquete, os *slots* de expansão, o *chipset* e os barramentos.

### 5.2.1 Soquete

Soquete corresponde a um ou mais orifícios no qual são encaixados plugues ou pinos. Na placa-mãe, o soquete proporciona o encaixe do processador. O soquete determina com quais processadores a placa-mãe é compatível. A Figura 5.4 apresenta um soquete em uma placa-mãe.



**Figura 5.4: Soquete em uma placa-mãe**

Fonte: <http://informatica.hsw.uol.com.br/placas-mae.htm>

Desde os computadores 486, os soquetes são ZIF (Zero Insertion Force), destinados a facilitar as atualizações (também conhecidas como *upgrades*) de processador. Estes tipos de soquetes (ZIF) utilizam um sistema de trava por alavanca, que permite inserir e remover o processador facilmente, sem precisar fazer força, evitando o risco de danos (MORIMOTO, 2009b).

Cada processador é desenvolvido para utilizar um soquete específico, de acordo com o número de pinos que o mesmo possui. Dessa forma, atualmente, os processadores Intel e AMD não compartilham nenhum soquete.

O Quadro 5.1 apresenta os principais soquetes, os processadores e família de processadores suportados.

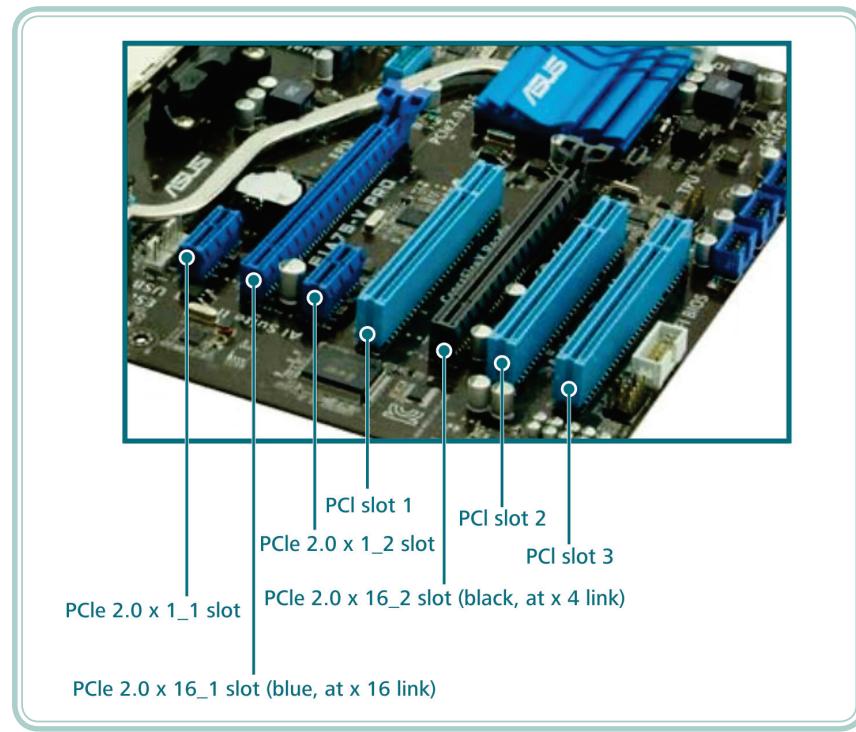
| <b>Quadro 5.1: Principais soquetes de processador</b> |       |   |  |
|---|-------|---|--|
| Soquete   | Pinos | CPUs suportadas   | Família CPU  |
| Socket 479/ mPGA479M                                  | 479   | Intel Celeron M, Core 2 Duo Mobile, Core Duo, Core Solo, Mobile Celeron, Pentium Dual-Core Mobile, Pentium III-M, Pentium M, VIA C7   | Banias<br>Dothan<br>VIA                            |
| Socket S1<br>S1g4                                     | 638   | Athlon II Dual-Core Mobile, Phenom II Dual-Core Mobile, Phenom II Quad-Core Mobile, Phenom II Triple-Core Mobile, Sempron Mobile, Turion II Dual-Core Mobile, V Series for Notebook PCs | K8 Series<br>Keene<br>Sable<br>Champlain           |
| Socket 754  | 754   | AMD Athlon 64, AMD Mobile K8 Athlon XP-M, AMD Sempron, AMD Turion 64 Mobile technology  | K8 Series<br>Paris, Palermo<br>Newcastle<br>Venice |

|                                      |                    |   |   |
|--------------------------------------|--------------------|---|---|
| Socket 775 LGA775<br>Socket T        | 775                | Intel Pentium 4, Celeron D, Pentium 4 Extreme Edition, Pentium D, Pentium Dual-Core, Core 2 Duo, Core 2 Extreme, Core 2 Quad, Intel Xeon, Intel Celeron               | Prescott Smithfield<br>Presler<br>Conroe<br>Allendale                           |
| Socket 939                           | 939                | AMD Athlon 64, FX, X2, AMD Dual-Core Opteron, AMD Opteron, AMD Sempron  | K8 Series<br>Palermo, Toledo<br>Clawhammer<br>San Diego<br>Winchester           |
| Socket 940                           | 940                | AMD Athlon 64 FX, AMD Dual-Core Opteron, AMD Opteron  | K8 Series<br>Sledgehammer   |
| Socket AM2                           | 940                | AMD Athlon 64, Athlon 64 FX, Athlon 64 X2, Mobile Athlon 64 X2, K8 Sempron, Phenom X3, Phenom X4, Second Generation Opteron   | K8 Series<br>Orleans, Manila<br>Sparta, Windsor                                 |
| Socket AM2+                          | 940                | AMD Phenom X4, AMD Phenom X3, AMD Phenom X2   | K10 Series<br>Agena, Toliman, Kuma  |
| Socket AM3                           | 942<br>938 (cpu)   | AMD Phenom II, AMD Athlon II, AMD Sempron, AMD Opteron 138x   | K10 Series<br>Thuban, Zosma, Deneb, Propus, Heka, Callisto, Regor, Rana, Sargas |
| Socket G1/G2<br>rPGA988A<br>rPGA988B | 988                | Intel Core i7 Mobile (600, 700, 800, 900 series), i5 Mobile (400, 500 series), i3 Mobile (300 series), Pentium Mobile (P6000 series), Celeron Mobile (P4000 series)   | Nehalem<br>Clarksfield<br>Westmere<br>Arrandale                                 |
| Socket G1/G2<br>rPGA988A<br>rPGA988B | 988                | Intel Core i7 Mobile (600, 700, 800, 900 series), i5 Mobile (400, 500 series)<br>i3 Mobile (300 series), Pentium Mobile (P6000 series), Celeron Mobile (P4000 series) | Nehalem<br>Clarksfield<br>Westmere<br>Arrandale                                 |
| Socket 1155 (Socket H2)              | 1155               | Intel Celeron Dual-Core, Pentium Dual-Core, Intel Core i3, i5, i7, Intel Xeon   | Sandy Bridge<br>Ivy Bridge  |
| Socket 1156 (LGA1156)                | 1156               | Intel Core i7 (800 series), i5 (700, 600 series), i3 (500 series), Xeon (X3400, L3400 series), Pentium (G6000 series), Celeron (G1000 series)                         | Lynnfield<br>Clarkdale  |
| Socket 1366 LGA1366<br>Socket B      | 1366               | Intel Core i7 (9xx series), Xeon (35xx, 36xx, 55xx, 56xx series), Celeron P1053   | Bloomfield<br>Sandy Bridge-H<br>Sandy Bridge-M                                  |
| Socket G34                           | 1974<br>1944 (cpu) | AMD Opteron 6000 series   | Bulldozer   |
| Socket 2011 LGA2011<br>Socket R      | 2011               | Intel Core i7 (3xxx series)<br>Intel Xeon (E5 series)   | Sandy Bridge-E<br>Ivy Bridge-E  |

Fonte: Adaptado de <http://www.cpu-world.com/Sockets/>

## 5.2.2 Slot

A função dos *slots* é ligar as memórias, placas e periféricos ao barramento. Assim como os demais componentes de um computador, os barramentos evoluíram nos últimos tempos, passando do *slot* ISA e das portas seriais, por exemplo, aos *slots* PCI Express e portas USB de alto desempenho, utilizadas atualmente. A Figura 5.5 apresenta alguns *slots* em uma placa-mãe.



**Figura 5.5: Slots em uma placa-mãe**

Fonte: Adaptado de <http://ztop.com.br/review-placa-mae-asus-f1a75-v-pro-amd-fusion/>

### 5.2.3 Chipset

O *chipset* pode ser definido como um conjunto de circuitos eletrônicos montados em uma pastilha de silício que auxilia no trabalho do processador. O *chipset* é a via de comunicação dos demais circuitos com o processador. É ele que determina a quantidade máxima de memória suportada em um computador, os tipos de barramentos, os tipos de processadores que poderão ser utilizados, padrões de entrada e taxas de transferência dos dados.

Na fabricação dos primeiros computadores, os *chips* controladores da placa-mãe ficavam espalhados em diversos locais da placa. Devido ao avanço da tecnologia, os circuitos passaram a ser integrados em alguns poucos *chips*. A vantagem desta prática é que, estando mais próximos, os componentes podem se comunicar com frequências maiores, permitindo à placa-mãe operar com taxas de transferência mais altas. Outro ponto importante foram os custos, já que a produção de dois *chips*, mesmo que mais complexos, se tornava mais barato do que produzir vinte.

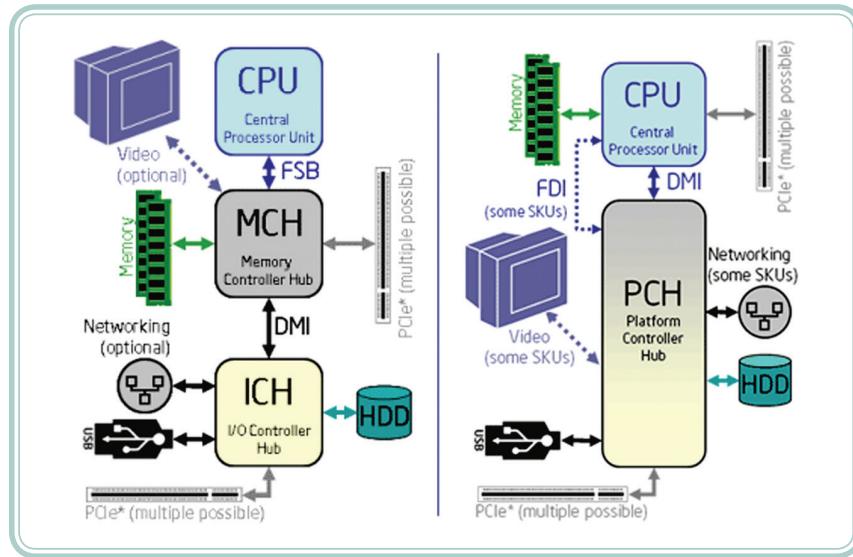
O *chipset* caracteriza-se como o componente mais importante da placa-mãe. As placas-mãe que utilizam o mesmo *chipset* possuem uma tendência a ser muito semelhantes em recursos, mesmo quando produzidas por diferentes fabricantes.

Atualmente, uma grande parte dos *chipsets* divide suas funções em dois *chips*:

- a) **Ponte norte** (*Northbridge*) ou MCH (*Memory Controller Hub*) – é um *chip* mais complexo, que fica fisicamente localizado mais próximo do processador, normalmente coberto por um dissipador metálico, pois é responsável pela maior parte do consumo de energia e também pela dissipação de calor da placa-mãe. Esse *chip* (ponte norte) incorpora os barramentos “rápidos” e as funções mais complexas do computador, incluindo o controlador de memória, as linhas do barramento PCI Express ou do barramento AGP (no caso de placas mais antigas), além do *chipset* de vídeo *onboard*, quando presente.
- b) **Ponte sul** (*Southbridge*) ou ICH (*I/O Controller Hub*) – é um *chip* menor e mais simples do que o *chipset* ponte norte. Incorpora os barramentos mais lentos como: barramento PCI, portas IDE, SATA, USB além dos controladores de som e rede. Apesar de incorporar um número maior de funções, as tarefas executadas pela ponte sul são mais simples e os barramentos ligados a ela utilizam menos trilhas de dados.

Os processadores mais modernos, tanto da Intel quanto da AMD incorporam as funcionalidades do *chipset* ponte norte. Desta forma, as placas-mãe para os processadores AMD Fusion e Intel Core i5 e Core i7 (*Sandy Bridge* ou *Ivy Bridge*) não possuem o controlador de memória, possuindo um único *chipset*, com as funcionalidades da ponte sul. A Intel denomina esse *chipset* de PCH (*Platform Controller Hub*) e a AMD de FCH (*Fusion Controller Hubs*).

A Figura 5.6 apresenta os *chipsets* típicos – à esquerda, os convecionais Ponte Norte (MCH – *Memory Control Hub*) e Ponte Sul (ICH – *I/O Controller Hub*) e à direita o novo *chipset* único (PCH – *Platform Controller Hub*). Na figura também podem ser observadas as conexões de PCI Express, de Rede (*networking*), do disco rígido (HDD), USB e vídeo.



**Figura 5.6: Chipset ponte norte e sul (à esquerda) e único (à direita)**

Fonte: Adaptado de <http://www.intel.com>

## 5.2.4 Barramentos

Os barramentos são responsáveis por interligar os diferentes componentes da placa-mãe e permitir o uso de periféricos (MORIMOTO, 2011).

O barramento é o meio (caminho) onde os diferentes componentes do computador, como disco rígido, módulos de memória, placas de som, placas de vídeo, placas de rede, entre outros, são conectados ao processador.

Os barramentos tiveram uma grande evolução, devido à necessidade de desempenho dos componentes ligados a ele, pois barramentos lentos causavam grande limitação. Além disso, havia necessidade de barramentos mais rápidos, capazes de atender à evolução das placas de vídeo e outros periféricos.

Basicamente, os barramentos podem ser divididos em dois grupos:

- Barramento local** – responsável pela comunicação do processador com a memória RAM e a memória cache. O barramento frontal – FSB (*Front Side Bus*) faz parte deste barramento.
- Barramento de expansão** – é acessível através de *slots* na placa-mãe, onde são conectadas as placas de expansão (rede, som, vídeo, etc.).

Os barramentos de expansão apresentam diversos tipos com desempenhos variados. Dentre eles, podem-se citar os já ultrapassados: ISA, EISA, VLB e AGP; e os atuais PCI, PCI Express, SATA e USB.

A seguir, será apresentada uma descrição de cada um dos barramentos de expansão, acima citados, como forma de definir suas características.

#### 5.2.4.1 ISA

ISA (*Industry Standard Architecture*) foi o primeiro barramento de expansão utilizado em computadores do tipo PC. Este barramento apresentava duas versões: os *slots* de 8 bits, que foram usados pelos primeiros computadores e os *slots* de 16 bits, utilizados a partir dos computadores 286. O *slot* ISA é dividido em duas partes: a primeira e maior, contém os pinos usados pelas placas de 8 bits; já as placas de 16 bits utilizavam ambas as partes. A Figura 5.7 apresenta um barramento ISA.



**Figura 5.7: Barramento ISA**

Fonte: <http://www.oficinadanet.com.br/artigo/834/barramentos>

#### 5.2.4.2 EISA

O barramento EISA (*Extended Industry Standard Architecture*) possuía as mesmas dimensões de um *slot* ISA de 16 bits, porém seu *slot* possuía duas linhas de contatos e era mais alto. Como meio de manter a compatibilidade com os dispositivos ISA de 16 bits, criou-se uma linha superior de mesma pinagem e uma linha inferior com 90 novos contatos, utilizados pelas placas de expansão de 32 bits.

As placas ISA atingiam apenas os contatos superficiais do *slot*, enquanto as placas EISA usavam todos os contatos. A frequência de operação das placas EISA era de 8 MHz e seu barramento de dados e de endereços era de 32 bits. O *slot* EISA era semelhante ao *slot* ISA, com a diferença de possuir a cor marrom e ser um pouco mais alto que um *slot* ISA.

#### 5.2.4.3 VLB

Surgido em 1993, o VLB (*VESA Local Bus*) era um padrão aberto de barramento de 32 bits. O VLB conseguia ser mais rápido que o barramento EISA, pois trabalhava a uma frequência de 33 MHz e oferecia taxas de transferências teóricas de até 133 MB/s.

O VLB era um barramento local, onde os seus contatos estavam ligados diretamente aos pinos do processador, se tornando, desta forma, um padrão mais

rápido que os barramentos ISA e EISA, respectivamente. Devido ao seu bom desempenho para época, o padrão VLB acabou tornando-se o mais utilizado para periféricos como controladoras IDE e SCSI. A Figura 5.8 apresenta um *slot* de barramento VLB.



**Figura 5.8: Slots VLB**

Fonte: <http://www.oficinadanet.com.br/artigo/834/barramentos>

#### 5.2.4.4 AGP

Impulsionado pelo surgimento das placas de vídeo 3D, que começaram a evoluir rapidamente, foi desenvolvido o padrão AGP (*Accelerated Graphics Port*). O padrão AGP foi criado especificamente para a utilização de placas de vídeo.

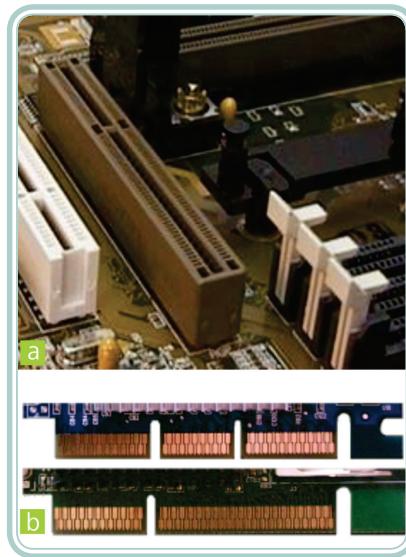
O barramento AGP classifica-se em quatro tipos principais (x1, x2, x4 e x8), conforme o Quadro 5.2:

**Quadro 5.2: Tipos de barramento AGP**

| Modo   | Alimentação | Clock  | Bits | Dados por pulso de clock | Taxa de transferência |
|--------|-------------|--------|------|--------------------------|-----------------------|
| AGP x1 | 3,3 V       | 66 MHz | 32   | 1                        | 266 MB/s              |
| AGP x2 | 3,3 V       | 66 MHz | 32   | 2                        | 533 MB/s              |
| AGP x4 | 1,5 V       | 66 MHz | 32   | 4                        | 1.066 MB/s            |
| AGP x8 | 1,5 V       | 66 MHz | 32   | 8                        | 2.133 MB/s            |

Fonte: Autores

Diferentemente do barramento PCI, onde a taxa de transferência entre todas as placas PCI instaladas era compartilhada, no AGP a taxa de transferência era exclusiva da placa de vídeo (SILVA; DATA; PAULA, 2009). A Figura 5.10 apresenta um *slot* AGP e os conectores de placas de vídeo AGP.



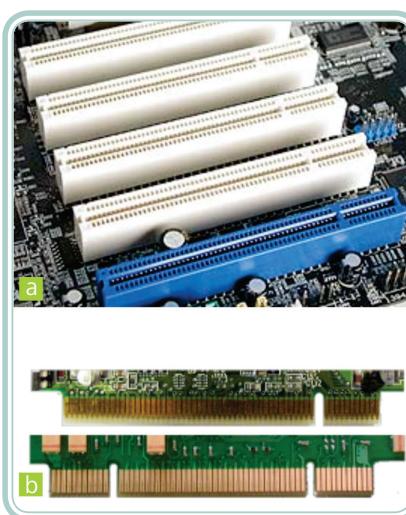
**Figura 5.10: Slot AGP e conectores de placas de vídeo AGP**

Fonte: Adaptado de [http://www.laercio.com.br/cursos\\_web/MONTAGEM-2001/mont-06/hard-031.htm](http://www.laercio.com.br/cursos_web/MONTAGEM-2001/mont-06/hard-031.htm)

#### 5.2.4.5 PCI

O barramento PCI (*Peripheral Component Interconnect*) funcionava de forma nativa a 33 MHz, o que resultava em uma taxa de transmissão teórica de 133 MB/s. Com o passar do tempo, o barramento PCI, tornou-se lento com relação ao processador e outros componentes. Assim, os periféricos mais rápidos migraram para outros barramentos, como por exemplo, PCI Express.

O desempenho do barramento PCI é melhor do que o VLB, pois fornece acesso direto à memória do sistema para dispositivos conectados e utiliza uma ponte (*Chipset*) para se conectar ao processador. A Figura 5.9 apresenta um *slot* PCI e os conectores das placas.



**Figura 5.9: Slots PCI e conector PCI das placas de expansão**

Fonte: Adaptado de <http://www.pcislot.org/>

Uma das principais vantagens do PCI sobre os demais barramentos anteriores (ISA, EISA, VLB) é o suporte a *bus mastering*. O *bus mastering* é um sistema avançado de acesso direto à memória, que permite que diferentes dispositivos, como disco rígido, placa de vídeo, entre outros periféricos, leiam e gravem dados diretamente na memória RAM, mantendo o processador livre para executar outras tarefas durante a transferência.

O barramento PCI contém um recurso de grande importância que é a compatibilidade com o recurso PnP (*Plug and Play*). Esse recurso permite conectar um dispositivo no *slot* PCI e este ser automaticamente reconhecido e configurado para funcionar. Antes do surgimento do PnP, o usuário necessitava posicionar *jumpers* para manualmente fazer a configuração das placas de expansão.

Apesar das vantagens do barramento PCI, o mesmo apresenta uma limitação: a sua taxa de transferência é compartilhada com todos os dispositivos conectados em seus *slots*. Isso quer dizer que quanto maior o número de periféricos conectados, menor é a taxa de transferência real obtida por eles. Com o avanço da tecnologia, o barramento PCI tornou-se lento e os componentes do computador migraram para outros barramentos, como o AGP e o PCI Express.

#### 5.2.4.6 PCI Express

O PCI Express, também conhecido como PCIe, é um barramento serial, que veio em substituição aos barramentos anteriores (AGP e PCI). Uma característica fundamental do PCI Express, é que o mesmo constitui-se como um barramento ponto a ponto. Dessa forma, cada periférico possui um canal exclusivo de comunicação com o *chipset*.

Quanto aos *slots* PCI Express, existem basicamente seis tipos, que vão do x1 ao x32. O número em questão indica quantas linhas de dados são utilizadas pelo *slot* e consequentemente a banda disponível. Diferentemente dos outros barramentos, as portas PCI Express possuem diferentes tamanhos, conforme suas taxas de transferência.

A Figura 5.11 apresenta *slots* PCI Express de diferentes tipos numa mesma placa-mãe. De cima para baixo: x4, x16, x1 e x16.



**Figura 5.11: Slots e conector do tipo PCI Express**

Fonte: Adaptado de <http://www.tecmundo.com.br/hardware/1130-o-que-e-pci-express-.htm>

No Quadro 5.3, é possível visualizar uma classificação dos barramentos PCI Express com a respectiva taxa de transferência.

**Quadro 5.3: Tipos de barramento PCI Express**

| Barramento      | Taxa de transferência |
|-----------------|-----------------------|
| PCI Express x1  | 250 MB/s              |
| PCI Express x2  | 500 MB/s              |
| PCI Express x4  | 1.000 MB/s            |
| PCI Express x8  | 2.000 MB/s            |
| PCI Express x16 | 4.000 MB/s            |
| PCI Express x32 | 8.000 MB/s            |

Fonte: SILVA; DATA; PAULA, 2009

O barramento PCI Express faz a comunicação em série (apenas um *bit* por vez) ao contrário dos outros barramentos que se comunicam de forma paralela (utilizando vários *bits* por vez). A comunicação paralela, apesar de mais rápida, sofre interferências magnéticas e atraso de propagação, o que impede que *clocks* maiores sejam alcançados, restringindo a taxa de transmissão. Dessa forma, a transmissão em série passa a ser mais rápida, já que utiliza um *clock* maior.

Ao comparar o barramento PCI com o barramento PCI Express, há um ganho de performance bastante interessante. O barramento PCI oferece apenas 133 MB/s, compartilhados por todos os dispositivos, enquanto um *slot* PCI Express 2.0 × 32 atinge 8 GB/s.

#### 5.2.4.7 Express Mini e ExpressCard

Existem ainda dois padrões de barramentos PCI Express destinados a *notebooks*: o Express Mini e o ExpressCard, que substituem, respectivamente, as placas

mini-PCI e as placas PC Card. Eles apresentam conectores externos que facilitam a inserção dos dispositivos nos *notebooks*.

#### **5.2.4.8 ATA e SATA**

Serial ATA, SATA ou S-ATA (*Serial AT Attachment*) é uma tecnologia de transferência de dados entre o computador e os dispositivos de armazenamento como unidades de disco rígido e *drives óticos*.

A tecnologia ATA (*AT Attachment*) foi criada em 1984 pela IBM em seu computador AT. A Tecnologia ATA é também conhecida como IDE (*Integrated Drive Electronics*) e foi renomeada para PATA (*Parallel ATA*) para se diferenciar de SATA, que é sucessora desta. Inicialmente, permitia a transferência de dados a uma taxa de 4 MB/s e foi evoluindo para 16, 33, 66, 100 e 133 MB/s em sua última versão.

Diferentemente dos discos rígidos IDE, que transmitem os dados através de largos cabos de quarenta ou oitenta fios paralelos, os discos rígidos SATA transferem os dados em série a uma taxa de transferência de até 150 MB/s na versão SATA, 300 MB/s na versão SATA 3 Gb/s (SATA2) e até 600 MB/s na versão SATA 6 Gb/s (SATA3).

Os cabos *Serial ATA* são formados por dois pares de fios (um par para transmissão e outro par para recepção) usando transmissão diferencial, e mais três fios terra, totalizando 7 fios, o que permite usar cabos com menor diâmetro que não interferem na ventilação do gabinete.

#### **5.2.4.9 USB**

O USB é um dos barramentos externos mais usados atualmente, devido à sua flexibilidade. Além de ser usado para a conexão de praticamente todos os tipos de dispositivos, ele fornece uma pequena quantidade de energia, permitindo que os conectores USB sejam usados também por carregadores, luzes, ventiladores, etc. No padrão USB 2.0 cada porta fornece uma corrente de até 500 mA e no padrão 3.0 até 900 mA.

O USB é um barramento serial. No padrão USB 2.0, atinge uma taxa de transferência de 480 Mbps (ou 60 MB/s) e utiliza conectores com 4 contatos, sendo dois para a transmissão dos dados (um para enviar, outro para receber) e os outros dois para a transmissão de eletricidade. No padrão USB 3.0, são usados 9 fios: os 4 do padrão 2.0 mais 5 fios (um terra, dois para transmissão e dois para recepção) para permitir uma transferência de dados até 4.8 Gbps (ou 600 MB/s).

Apesar de diferentes, há a possibilidade de conexão entre dispositivos USB 2.0 em portas USB 3.0. O inverso depende do fabricante de cada dispositivo, mas há a possibilidade.

Ainda pode-se usar *hubs* USB para conectar vários dispositivos à mesma porta, com um limite de até 127 dispositivos, de forma que se pode, até mesmo, ligar um *hub* USB ao outro. O maior problema é que tanto a banda, quanto a energia fornecida pela porta são compartilhadas entre todos os periféricos ligados ao *hub*. Assim, dispositivos de mais alto consumo, como *mouses* ópticos e HDs externos (do tipo que usa a energia da porta USB, ao invés de uma fonte própria) podem não funcionar, dependendo de quais outros dispositivos estejam ligados ao *hub*.

Outra característica interessante do USB é a capacidade de reconhecer os dispositivos, enviando uma comunicação de controle, que o dispositivo responde enviando uma série de informações, incluindo sua classe, taxa de transferência, fabricante e sua identificação. Além de permitirem que o controlador reserve corretamente os recursos usados pelo dispositivo, essas informações são enviadas ao sistema operacional, que faz com que o dispositivo seja ativado e o programa ou o aviso correspondente seja mostrado na tela.

#### **5.2.4.10 SCSI e SAS**

O SCSI (*Small Computer Systems Interface*) ou Interface para Sistemas Computacionais de Pequeno Porte é um barramento para a ligação de periféricos ao computador, tais como discos rígidos, unidades de CD e scanners que usem esta tecnologia de comunicação. Na época em que foi criada, sua principal diferença para outras interfaces existentes era o controle no próprio periférico e não na interface em si.

Como a placa-mãe, normalmente, não tem uma interface SCSI embutida, é necessário a instalação de uma placa SCSI para termos este barramento no PC. Essa placa muitas vezes é também chamada “host SCSI”.

É possível a instalação de até sete periféricos em uma placa SCSI de 8 *bits* e até quinze em uma placa SCSI de 16 *bits*. Existem comunicações SCSI com diferentes taxas de transferência, começando em 5 MB/s até 320 MB/s.

A tecnologia SAS (*Serial Attached SCSI*) é uma tecnologia que faz uso dos comandos SCSI, porém de forma serializada. Ela tem compatibilidade com a SATA e pode tornar um projeto mais barato se utilizar SAS com SATA. O padrão

SAS permite total compatibilidade com o padrão *Serial ATA* (SATA). Enquanto o SATA é destinado ao mercado de *desktops* (usuários finais), o padrão SAS é destinado ao mercado de servidores.

O SAS tende a ser utilizado em servidores, por ser mais confiável, rápido e versátil que o SCSI. O custo do SAS tende a ser inferior ao SCSI, mas superior ao SATA, portanto sua aplicação deverá se manter para os servidores de alto padrão.

As primeiras versões do SAS possuíam taxas de transferência de até 300 MB/s e atualmente as taxas atingem 1200 MB/s.

O grande diferencial do SAS é a possibilidade de ligar os HDs com extensores a uma única porta SAS. A configuração típica é de um enorme *rack* com os discos SAS, que pode ser posicionado até 5 metros do servidor. O *rack* permite que os discos sejam gerenciados de maneira mais eficiente e, até mesmo, trocados sem a parada do servidor (*hotswap*), sendo as informações restabelecidas via RAID diretamente pelas controladoras SAS, geralmente instaladas no barramento PCI Express do servidor.

#### **5.2.4.11 Firewire (IEEE 1394)**

O Firewire surgiu em 1995 (pouco antes do USB), desenvolvido pela Apple e depois submetido ao IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers* ou Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos), quando passou a se chamar IEEE 1394. Embora seja mais popularmente usado, o nome "Firewire" é uma marca registrada da Apple ou "i.Link", usada pela Sony.

O Firewire é um barramento serial, similar ao USB em vários aspectos. Utiliza 6 pinos, sendo que 2 são usados para alimentação elétrica (como no USB) e existe também uma versão miniaturizada (sem os pinos de alimentação) que possui apenas 4 pinos e é muito comum em *notebooks* e câmeras filmadoras digitais que usam o padrão DV (digital vídeo).

Uma porta Firewire de 6 pinos é capaz de fornecer até 45 watts de energia, quase 10 vezes mais que no USB e é capaz de transmitir dados a 400 Mbits/s no padrão 1394a e a 800 Mbits/s (100 MB/s) no padrão 1394b.

É um item de série nos Macs. As primeiras versões do iPod existiam apenas em versão Firewire. Porém, poucos *chipsets* para PC possuem controladores Firewire integrados, fazendo com que os fabricantes de placas-mãe sejam obrigados a utilizar um controlador avulso, sendo oferecidas apenas nos modelos de PCs mais caros, ou voltados para o mercado gráfico.

#### **5.2.4.12 Thunderbolt**

A interface de comunicação Thunderbolt foi desenvolvida pela Intel e lançada no mercado em parceria com Apple em fevereiro de 2011, com o MacBook Pro. O conector desta tecnologia usa o mesmo formato do *Mini DisplayPort*, com 20 pinos, e é capaz de enviar dados nos padrões PCIe e *DisplayPort* simultaneamente.

O Thunderbolt é capaz de enviar dados por um único cabo de forma bidirecional, simultaneamente e sem perda de desempenho nos dois sentidos a uma taxa de transferência de até 10 Gb/s (1.25 GB/s), em cada um dos canais. O cabo no padrão Thunderbolt pode ser em cobre ou do tipo ótico, e até sete dispositivos podem ser conectados em uma única porta.

### **5.3 Padrões de formatos de placa-mãe**

As placas-mãe possuem diferentes formatos e medidas, de acordo com o gabinete no qual serão instaladas.

#### **5.3.1 Formatos AT e Baby-AT**

Introduzido a partir dos computadores 286, o formato AT de placas-mãe media  $36 \times 32$  cm. Devido ao seu tamanho, essa placa tinha um alto custo para sua produção. Em 1986, foi introduzido o formato Baby-AT. Esse formato de placa-mãe media  $24 \times 33$  cm e era utilizado nas placas-mãe para computadores 286, 386, 486 e Pentium, além de ser utilizado nas placas usadas nos micros K6-2 e K6-3, produzidas até o final de 2002.

Como característica principal das placas Baby-AT, todos os conectores (com exceção do teclado) eram presos no gabinete e ligados à placa-mãe através de cabos *flat*. Dessa forma, a montagem dos computadores tornava-se um pouco mais trabalhosa, sem contar que o emaranhado de cabos dentro do gabinete prejudicava a ventilação. Vale salientar também que existiram as placas-mãe Baby-AT de tamanho reduzido, com  $24 \times 24$  cm e também  $22 \times 22$  cm, conhecidas como micro-AT.

#### **5.3.2 Formato ATX**

O formato ATX (*Advanced Technology Extended*), trouxe um conjunto de modificações importantes, como o painel traseiro que concentra os conectores: do teclado, *mouse*, porta serial, portas USB e também conectores de vídeo, som e rede integrados também chamados de dispositivos *onboard*.

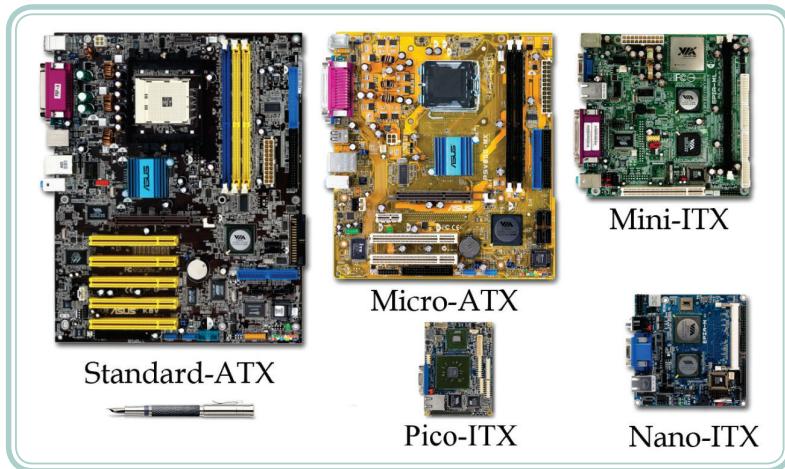
As principais características do formato ATX são:

- Conectores das portas seriais e paralelas são soldados na placa-mãe. Desta forma, diminui o número de fios no interior do gabinete e facilita a montagem da placa e circulação de ar.
- Dois conectores padrão PS/2, um para o teclado e outro para o *mouse*.
- Conector para fonte de alimentação a prova de erros.
- Fácil gerenciamento de energia, tendo em vista que a fonte pode ser ligada e desligada através de *software*, gerando uma maior economia de energia.

Para a utilização de placas-mãe no formato ATX, devem ser utilizadas fontes e gabinetes compatíveis com o formato ATX.

Os principais formatos de placas ATX, conforme a Figura 5.12 são:

- a) Formato ATX padrão – as placas padrão ATX possuem dimensões de  $30,5 \times 24,4$  cm.
- b) Formato Micro-ATX – o formato Micro-ATX é uma variação do formato ATX. Ele tem como característica um formato mais estreito e por consequência menos *slots* de expansão. Esse formato permite que os computadores possuam tamanho reduzido, mas também podem ser instalados em gabinetes ATX. Mede  $24,4 \times 24,4$  cm.
- c) Formato Flex-ATX – o formato Flex-ATX tem dimensão de  $22,9 \times 19,1$  cm. Este formato foi introduzido pela Intel no ano de 1999, para o desenvolvimento de computadores compactos e de baixo custo.
- d) Formato ITX e Mini-ITX – o formato ITX é baseado no formato ATX de placas-mãe. A diferença entre eles é o tamanho, pois as placas ITX medem  $21,5 \times 19,1$  cm. A fonte para o formato ITX também é menor. Os periféricos existentes não são de alto consumo. Esse formato de placa-mãe foi desenvolvido para computadores de baixo custo e altamente integrados. Certo tempo depois, foi lançado o Mini-ITX com dimensões de  $17 \times 17$  cm. As placas-mãe Mini-ITX possuem só um *slot* de expansão e várias funções embutidas como áudio, rede, vídeo, entre outros.



**Figura 5.12: Tipos de placa-mãe**

Fonte: Adaptado de [http://www.unlogic.se/blogs/myblog/post/mini-itx-bug/file/blog/itx/VIA\\_Mini-ITX\\_Form\\_Factor\\_Comparison\\_resize.jpg](http://www.unlogic.se/blogs/myblog/post/mini-itx-bug/file/blog/itx/VIA_Mini-ITX_Form_Factor_Comparison_resize.jpg)

### 5.3.3 Formato BTX

Devido à evolução dos componentes da placa-mãe, entre eles o *clock* (com frequências elevadas e produção de maior calor), houve a necessidade de criar um formato que suportasse as características de novos componentes.

A partir de 2003, foi introduzido um novo formato de placa-mãe denominado BTX (*Balanced Technology eXtended*). O principal objetivo desse formato era melhorar alguns aspectos do formato ATX, os quais não eram mais eficientes como, por exemplo, o aumento do consumo de energia, do ruído e da temperatura.

Nesse formato, tanto a placa-mãe quanto o gabinete são maiores e o fluxo de ar dentro do gabinete é melhorado, de forma a permitir a ventilação sobre o processador. Os *slots* de expansão existentes no BTX são: um PCI Express x16, dois PCI Express x1 e quatro *slots* padrão PCI (SILVA; DATA; PAULA, 2009).

## Resumo

Nessa aula, você conheceu os detalhes e os componentes de uma placa-mãe. Aprendeu também sobre os diferentes tipos de barramentos que permitem conectar outros dispositivos e placas no computador.



## Atividades de aprendizagem

1. Qual a importância do *chipset* para o funcionamento do computador?
2. O que difere um barramento de outro?
3. Quais fatores devem ser levados em conta na hora da escolha de uma placa-mãe?

# Aula 6 – Placas de expansão

## Objetivos

Conhecer os principais detalhes das placas de expansão que podem ser conectadas num computador.

As placas de expansão permitem aumentar as possibilidades de um computador, permitindo a inserção de novos componentes como uma placa de vídeo dedicada (*offboard*), uma placa de som, rede, entre outros.

### 6.1 Placa de vídeo

A placa de vídeo é o dispositivo responsável por enviar as imagens geradas no computador para a tela do monitor. As placas de vídeo atuais são capazes de suportar recursos 3D e possuem processadores dedicados, cuja função principal é processar imagens, realizando estas tarefas com grande rapidez. Desta forma, elas liberam o processador para a execução de outras tarefas do computador.

Outro item importante em uma placa de vídeo é a GPU (*Graphics Processing Unit* – Unidade de Processamento Gráfico), também conhecido como *chip* gráfico. A GPU é um processador responsável pela execução de cálculos e tarefas que resultam nas imagens exibidas no monitor de vídeo do computador (ALECRIM, 2011b). A Figura 6.1 apresenta uma placa de vídeo.



**Figura 6.1: Placa de vídeo**

Fonte: <http://info.abril.com.br/noticias/tecnologia-pessoal/placas-de-video-vao-ficar-ate-50-mais-caras-30072009-39.shtml>

A qualidade de uma placa vídeo está associada a algumas características (SILVA; DATA; PAULA, 2009):

- a) **GPU** – processador de vídeo.
- b) **Memória de vídeo** – utilizada na formação de imagens no monitor.
- c) **Barramento interno** – forma como a GPU se comunica com a memória de vídeo.
- d) **Barramento de expansão** – forma como a placa de vídeo se conecta ao computador.

### 6.1.1 Padrões de placas de vídeo

Como forma de indicar o padrão da placa de vídeo, por muito tempo foi utilizada uma métrica que fazia a combinação de informações referentes a resoluções e cores. Os principais padrões de placas de vídeo são:

- a) **MDA** (*Monochrome Display Adapter*) – padrão de placa de vídeo utilizado nos primeiros computadores. Exibia 80 colunas com 25 linhas de caracteres, e suportava apenas duas cores. Este padrão foi utilizado principalmente em computadores que faziam uso de linhas de comando. Além disso, a memória de vídeo possuía tamanho de 4 KB.
- b) **CGA** (*Color Graphics Adapter*) – permitia resolução gráfica colorida de até  $640 \times 200$  pixels com duas cores. O padrão CGA foi lançado com o PC XT e possuía uma memória de vídeo de 16 KB.
- c) **EGA** (*Enhanced Graphics Adapter*) – suportava uma resolução gráfica de  $640 \times 350$  com 16 cores simultâneas. Além disso, possuía 128 KB de memória de vídeo.
- d) **VGA** (*Video Graphics Adapter*) – o padrão VGA tornou-se conhecido junto ao sistema operacional Windows 95. Possuía resolução de  $640 \times 480$  pixels (256 cores) ou  $800 \times 600$  pixels (16 cores) e trabalhava com uma memória de vídeo de 256 KB.
- e) **SVGA** (*Super VGA*) – é um dos padrões básicos atuais de vídeo que suporta resolução de até  $800 \times 600$  pixels com milhões de cores. Além disso, trata-se da evolução natural do VGA (ALECRIM, 2011b).

- f) XGA** – suporta resoluções de até  $1024 \times 768$  pixels.
- g) SXGA** – suporta resoluções de até  $1280 \times 1024$  pixels.
- h) WXGA** – suporta resoluções de até  $1440 \times 900$  pixels.
- i) WUXGA** – suporta resoluções de até  $1920 \times 1200$  pixels.
- j) WQXGA** – suporta resoluções de até  $2560 \times 1600$  pixels.
- k) QSXGA** – suporta resoluções de até  $2560 \times 2048$  pixels.

## 6.1.2 Conectores de vídeo

Existem no mercado diversos tipos de conectores de vídeo, cuja finalidade geral é conectar o sinal de vídeo de um dispositivo para outro. Os principais conectores são: RCA (derivado de *Radio Corporation of America*), Super Vídeo, Vídeo Componente, VGA (*Video Graphics Array*), DVI (*Digital Visual Interface*) e HDMI (*High Definition Multimedia Interface*).

### 6.1.2.1 Vídeo composto (RCA)

O conector de vídeo composto (RCA) representa um dos tipos mais comuns de conexão de vídeo existentes. Conectores do tipo RCA são utilizados pelos conectores vídeo *in* e vídeo *out*, encontrados em diferentes tipos de dispositivos usuais do dia-a-dia como, por exemplo, os antigos vídeos cassetes, televisões, aparelhos de DVD e Blu-ray, projetores de vídeo, entre outros equipamentos.

Os cabos do tipo RCA geralmente vêm com três pontas: uma amarela (vídeo composto), uma vermelha (áudio do canal direito) e outra branca (áudio do canal esquerdo). Essas pontas são ligadas ou plugadas aos conectores RCA fêmea.

Placas de vídeo mais antigas possuem um conector RCA, oferecendo, desta forma, saída de vídeo composto. Através desta saída é possível conectar, por exemplo, um computador a uma televisão, utilizando-a como monitor de vídeo.

### 6.1.2.2 S-Video (*Separated Video*)

O conector do tipo S-Video, possui uma qualidade de imagem superior ao vídeo composto. Isto ocorre porque o S-Video, tem seu cabo formado por três fios, diferentemente do padrão vídeo composto onde apenas um fio transmite o sinal de vídeo.

Um destes fios transmite imagens em preto e branco; outro fio transmite imagens em cores; e um terceiro fio atua como “terra”.

Os conectores padrões do tipo S-Video geralmente são dois: o padrão quatro pinos, também conhecido como Mini-Din, semelhante aos utilizados em *mouses* do tipo PS/2; e o padrão de sete pinos, que permite ao dispositivo conectar com o padrão vídeo componente. A Figura 6.2 apresenta um conector S-Video.



**Figura 6.2: Notebook com saída S-Vídeo**

Fonte: <http://www.virtualdj.com/homepage/Speedy53/blogs/4069/>

### 6.1.2.3 Vídeo componente

O padrão vídeo componente, é utilizado em geral, para atividades de edição de vídeo em computadores. Aparelhos de DVD e televisões de alta definição, também fazem uso deste padrão, pois ele proporciona uma melhor qualidade de imagem que o padrão S-Video.

Para uma conexão do tipo vídeo componente, utiliza-se um conector com três entradas:

- a) Verde – entrada intitulada com a letra “Y”, responsável pela transmissão do vídeo em preto e branco.
- b) Azul – entrada intitulada como “Pb”, “Cb” ou “B-Y”, trabalham com os dados das cores e o sincronismo das mesmas.
- c) Vermelho – entrada intitulada como “Pr”, “Cr” ou “R-Y”, trabalham com os dados das cores e o sincronismo das mesmas.

Para realizar uma conexão de um dispositivo a um computador utilizando o vídeo componente, faz-se necessário utilizar um cabo específico para este fim. Nesse cabo, uma de suas extremidades possui os conectores Y-Pb-Pr, enquanto a outra possui um encaixe único, que deve ser conectado na placa de vídeo (ALECRIM, 2010a).

#### **6.1.2.4 VGA (Video Graphics Array)**

O conector do tipo VGA possui uma qualidade de vídeo superior aos padrões, S-Video e vídeo componente. É possível afirmar isto porque o padrão VGA utiliza um fio para cada sinal de vídeo, além de sincronia vertical e horizontal.

Conectores VGA são utilizados com frequência para ligar monitores de vídeo ao computador (gabinete onde se encontra o respectivo padrão). Outro uso deste padrão é em projetores de vídeo, por exemplo. O conector VGA é composto por 15 pinos que recebem a denominação: D-Sub, D-Shell ou HD15 (SILVA; DATA; PAULA, 2009).

#### **6.1.2.5 DVI (Digital Video Interface)**

Os conectores DVI são os substitutos dos conectores VGA. No padrão DVI, as informações das imagens podem ser tratadas tanto de forma analógica como na forma digital, o que não acontece no padrão VGA. Além disso, o padrão DVI possui uma melhor qualidade que o padrão VGA.

Os principais padrões DVI são:

- a) DVI-A** – suporta conexões analógicas, apresenta, em geral, qualidade superior ao padrão VGA.
- b) DVI-D** – suporta conexões digitais.
- c) DVI-I** – permite conexões analógicas e digitais, padrão mais usual.

O padrão DVI é amplo e permite a sua utilização de modo *single link* com resolução até  $1920 \times 1200$  e *dual link* com resolução até  $3840 \times 2400$ .

Os padrões DVI-A e DVI-I permitem a conversão para VGA através do uso de adaptadores, como o apresentado na Figura 6.3. Dispositivos que utilizam DVI-D não funcionam com o uso deste adaptador.



**Figura 6.3: Adaptador DVI-VGA**

Fonte: Adaptado de <http://www.dx.com>

É aconselhável utilizar a conexão DVI-D para evitar conversões e garantir uma melhor qualidade de imagem. Além disso, o padrão DVI é aconselhável em monitores LCD, DVDs, televisores de plasma, devido à qualidade apresentada pelo mesmo.

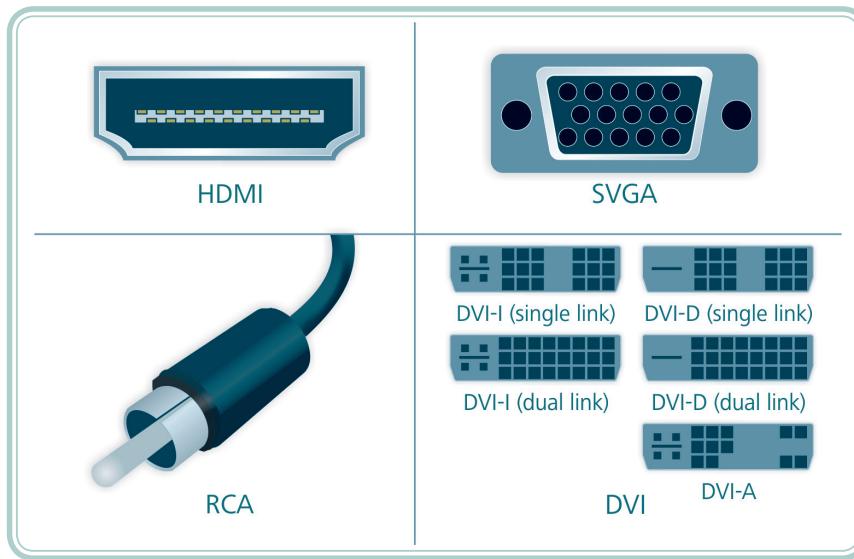
#### **6.1.2.6 HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*)**

Conectores do tipo HDMI apresentam um dos melhores tipos de conexão disponível no mercado. Equipamentos eletrônicos como DVD, Blu-ray, HDTV, entre outros, utilizam este tipo de padrão. Conexões do tipo HDMI apresentam apenas sinais digitais o que faz com que a qualidade de imagem seja melhor que os padrões apresentados anteriormente.

Nesse tipo de conexão, os sinais de áudio digital são transmitidos no mesmo cabo. Desta forma, não há necessidade de um cabo extra para conexão do áudio. O cabo HDMI é semelhante aos conectores USB.

Existem basicamente dois tipos de conectores HDMI: os tipos A e B. O tipo A tem 19 pinos; o tipo B tem 29 pinos. O conector do tipo A, compatível com a tecnologia DVI-D, é o mais comum. Para conectá-lo é necessário que uma ponta do cabo seja DVI-D e a outra ponta do tipo HDMI. O conector do tipo B (HDMI) tem a finalidade de atender altas resoluções e funciona no modo *dual link*, o que faz com que a transmissão tenha sua capacidade duplicada.

Na Figura 6.4 é apresentada uma imagem contendo a ilustração dos principais conectores de vídeo:



**Figura 6.4: Principais tipos de conexão de vídeo**

Fonte: CTISM, adaptado pelos autores de <http://www.virtualdj.com/homepage/Speedy53/blogs/4069/>

#### 6.1.2.7 DisplayPort

DisplayPort é uma interface de vídeo desenvolvida em 2006 pela VESA (Video Electronics Standards Association) para substituir o VGA e o DVI, mantendo a compatibilidade. Também pode ser usado para transmitir as formas de áudio, USB, e outros tipos de dados. É um padrão aberto (livre de *royalties*) que permite a resolução máxima de 2560 × 1600 pixels.

## 6.2 Placas de som

As placas de som caracterizam-se como dispositivos capazes de emitir áudio produzido por um computador. Nos primeiros computadores o único dispositivo presente era o “PC Speaker”, o qual emitia avisos sonoros da placa-mãe. Hoje em dia as placas de som podem ser encontradas basicamente de duas formas: as placas *off-board* compradas separadamente e adicionadas à placa-mãe e as placas *on-board* integradas na placa-mãe do computador.

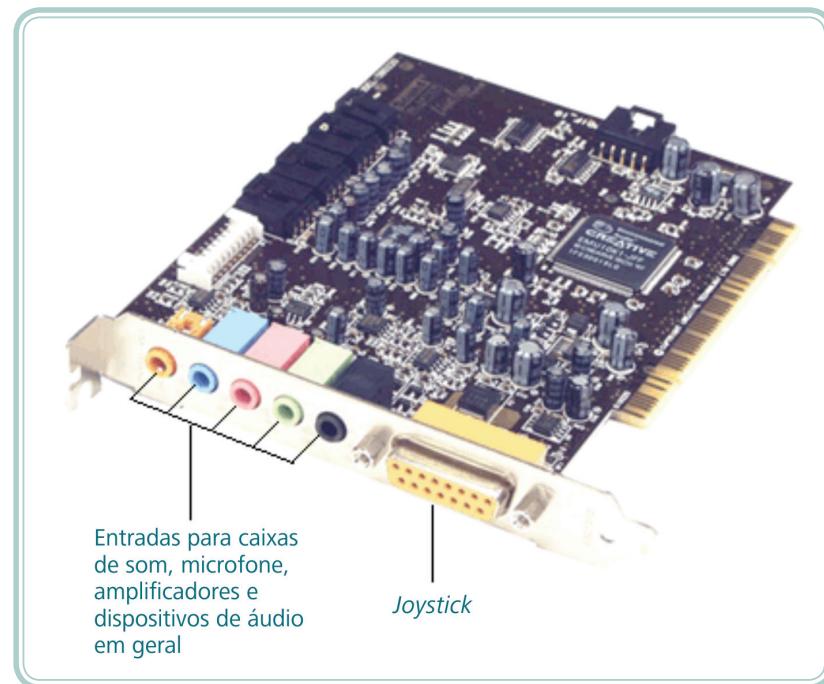


Para obter uma leitura complementar, acesse:  
<http://pcworld.uol.com.br/dicas/2009/01/23/conheca-mais-sobre-as-placas-de-som-para-seu-computador/>

Quanto aos tipos de conexões que uma placa de som pode ter, elas variam conforme o modelo da placa de som. Conforme a Figura 6.5, as conexões mais usuais são (ALECRIM, 2007):

- MIC** (conexão de cor rosa) – conexão para microfone.
- Line-in** (conexão de cor azul) – conexão para entrada de áudio.
- Line-out** (conexão de cor verde) – conexão para caixas de som ou fones de ouvido.

- d) Speaker** (conexão de cor preta) – conexão para caixas de som sem amplificação.
- e) SPDIF e Subwoofer** (conexão de cor laranja) – conexão para dispositivos externos com sinal digital.
- f) Joystick/MIDI** – conexão para controle para jogos (*joystick*) ou instrumentos MIDI.



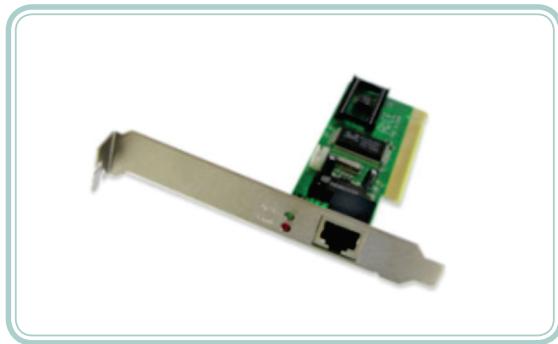
**Figura 6.5: Conexões de uma placa de som**

Fonte: <http://www.infowester.com/placadesom.php>

### 6.3 Placas de rede

A placa de rede é um dispositivo que permite que computadores possam se comunicar. Quanto a essa comunicação (meio físico de transmissão), pode ser guiado e não guiado: via cabo (par trançado, por exemplo) *wireless* (sem fio), fibra ótica, entre outros. A função de uma placa de rede é basicamente: preparar, enviar, receber e controlar os pacotes de dados para a rede.

As placas de rede mais comuns em um computador são as do tipo PCI e podem ter taxas de transferência de 10, 100 ou 1000 Mbits por segundo, as quais utilizam o padrão *Ethernet* (Figura 6.6). Estas, por sua vez, utilizam os cabos de par trançado para comunicação.



**Figura 6.6: Placa de rede PCI**

Fonte: <http://uniss.com.br/placa-de-rede-pci-10100-mymax/>

### 6.3.1 Adaptadores de rede wireless

Com a presença cada vez maior das redes wireless, faz-se necessário conhecer os principais adaptadores que podem ser utilizados para este fim. Os adaptadores podem funcionar com um ou mais padrões apresentados no Quadro 6.1.

**Quadro 6.1: Padrões de comunicação de adaptador wireless**

| Padrão IEEE | Frequência         | Velocidade    |
|-------------|--------------------|---------------|
| 802.11a     | 5 GHz              | 54 Mbps       |
| 802.11b     | 2,4 GHz            | 11 Mbps       |
| 802.11g     | 2,4 GHz            | 54 Mbps       |
| 802.11n     | 2,4 GHz e/ou 5 GHz | 65 a 600 Mbps |

Fonte: Autores

Existem basicamente dois tipos de adaptador de rede wireless disponíveis:

- Adaptador de rede wireless USB** – para utilizá-la é necessário que o computador ou *notebook* em questão tenha uma porta do tipo USB. A Figura 6.7 apresenta um adaptador de rede wireless USB.



**Figura 6.7: Adaptador de rede wireless USB**

Fonte: <http://www.7735.com/pt/sale/leolink-placa-de-rede-wireless-usb-ck776>

**b) Placa de rede wireless** (avulsa) – geralmente utilizam um *slot* do tipo PCI convencional (em *desktops*). Para a utilização em *laptops* são oferecidas através de um cartão PC Card ou ExpressCard. É importante lembrar que, ao adquirir uma placa de rede wireless, é necessário verificar o padrão de funcionamento da mesma, observando se ela é compatível com os demais dispositivos wireless da rede (SILVA, 2010). A Figura 6.8 apresenta uma placa wireless.



**Figura 6.8: Placa de rede wireless**

Fonte: <http://xtech.com.br/lojajxt/placa-rede-wireless-mbps-3com-p-8269.html>

## Resumo

Nessa aula, você conheceu as principais placas de expansão que podem ser usadas num computador. Aprendeu também que existem diferentes conectores tanto para vídeo quanto para áudio e que nem sempre eles são compatíveis entre si.



## Atividades de aprendizagem

- 1.** Todos os computadores precisam de placas de expansão?
- 2.** Quem normalmente precisa de placas de expansão em seu computador?
- 3.** Quais as opções de conector de vídeo para um monitor moderno?

# Aula 7 – Periféricos

## Objetivos

Conhecer alguns detalhes dos principais periféricos usados nos computadores atuais.

Os dispositivos de entrada e saída (E/S), também conhecidos pela sigla I/O (*Input/Output*), podem ser denominados também como periféricos. Eles são os responsáveis pela interação da máquina com o homem. É por meio deles que os dados entram e saem do computador.

Os dispositivos de entrada têm a função de codificar os dados que entram no computador para que estes possam ser processados pelo mesmo. Os dispositivos de saída decodificam os dados para que estes possam ser entendidos pelo usuário.

Cabe salientar que existem dispositivos que funcionam tanto como periféricos de entrada como de saída; nestes casos sendo classificados como dispositivos de entrada e saída de dados.

Os principais periféricos de entrada de dados são:

- Teclado.
- *Mouse*.
- *Drive* de CD/DVD-ROM.
- *Drive* de Blu-ray.
- Leitora de cartões.
- Leitora de códigos de barra.
- *Pen drive*.

- *Scanner.*
- Microfone.
- *Joystick.*
- *Webcam.*
- Tela sensível ao toque.
- Mesa gráfica.
- Caneta ótica.

Os principais periféricos de saída de dados são:

- Monitor de vídeo.
- Projetores digitais.
- *Drive* gravador de CD-ROM/DVD-ROM.
- *Drive* gravador de Blu-ray.
- Caixas de som.
- *Pen drive.*
- Impressora.
- *Plotter.*

Os periféricos presentes nas duas listas funcionam como dispositivos de entrada e saída.

## 7.1 Monitor

O monitor é um dispositivo de saída de dados do computador, que tem como função transmitir ao usuário informação através da imagem.

Uma imagem mostrada na tela é composta por pontos. Quanto maior for cada ponto da imagem, menor será a sua resolução e menor a nitidez da imagem. Porém, quanto menor for o ponto da imagem, melhor será a resolução e qualidade, pois a mesma possuirá mais pontos.

A qualidade da imagem na tela do monitor está diretamente ligada a dois itens principais:

- a) **Pixel** – abreviatura de *picture elements*, representando os pontos.
- b) **DPI** – sigla de *dots per inch* (pontos por polegada) serve basicamente para formar as imagens na tela do monitor e representa a quantidade de pontos por polegada e, quanto maior, melhor a resolução.

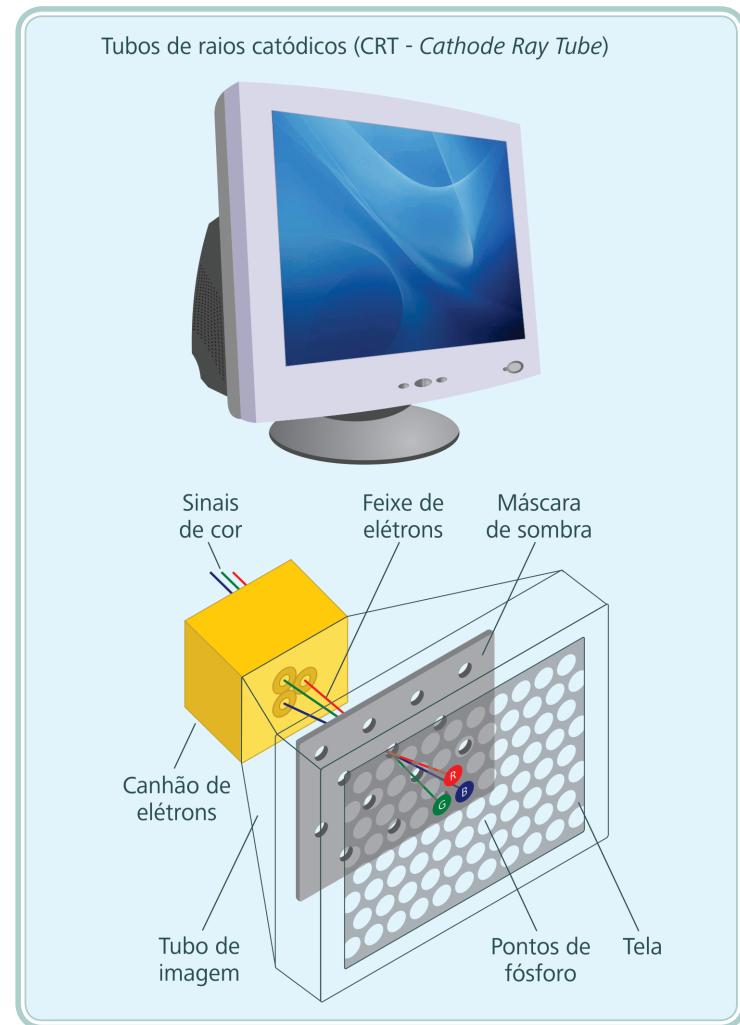
A resolução de tela é o número de *pixels*, distintos, em cada dimensão que pode ser exibida. Por exemplo, um monitor com uma resolução de  $1440 \times 900$  tem uma imagem mais nítida que um monitor  $800 \times 600$ , pois o primeiro pode exibir imagens com 1.296.000 *pixels* enquanto que o segundo apenas 480.000 *pixels*.

Outro ponto importante é que as imagens que aparecem na tela do monitor são geradas por uma placa de vídeo presente no computador. Desta forma, a quantidade de cores e a resolução que o monitor pode apresentar, dependem também da capacidade desta placa.

Atualmente encontram-se vários tipos de monitores, de basicamente cinco tecnologias: CRT, LCD, LED, Plasma e OLED. Na sequência são descritas as principais características destas tecnologias.

### 7.1.1 Monitor CRT

Os monitores do tipo *Catodic Ray Tube* – Tubo de Raios Catódicos (CRT) são semelhantes a uma televisão de tubo. Monitores CRT utilizam um canhão de elétrons que bombardeia as células de fósforo, as quais recobrem a tela. Assim, conforme a intensidade da descarga recebida, as células de fósforo se iluminam em diferentes intensidades formando a imagem. A Figura 7.1 apresenta um monitor CRT.



**Figura 7.1: Monitor do tipo CRT**

Fonte: CTISM, adaptado de <http://toniinfo.com/crt/>

Os monitores CRT utilizam o conector VGA. Este tipo de conector transporta os sinais analógicos referentes às três cores básicas: azul, verde e vermelho. Além desses sinais, o VGA transporta também os sinais de sincronismo horizontal e vertical que são responsáveis pelo movimento do canhão de elétrons que varre toda a tela para atualizar cada *pixel*.

Monitores do tipo CRT trabalham em sua grande maioria com resolução de  $1024 \times 768$  a 85 Hz ou  $1280 \times 1024$  a 60 Hz.

Atualmente, os monitores CRT foram substituídos pelos monitores LCD, que são mais leves, possui um *design* melhorado, além de um menor consumo de energia.

## **7.1.2 Monitor LCD**

Os monitores do tipo *Liquid Crystal Display* – Monitor de Cristal Líquido (LCD) são formados por duas peças de vidro polarizado, preenchidas com cristal líquido e iluminados por lâmpadas fluorescentes.

Os monitores LCD possuem uma boa qualidade de imagem apenas quando trabalham em sua resolução original, enquanto que os monitores CRT podem trabalhar com diversas resoluções sem perder a qualidade.

De modo geral, os monitores LCD possuem um consumo de energia aproximado de 50% menor do que monitores CRT. Outro fator importante é que, atualmente, é mais viável, financeiramente, adquirir um monitor LCD que monitores CRT equivalentes (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 2012).

## **7.1.3 Monitor LED**

Os monitores de *Light Emitting Diode* (LED) encontrados à venda são monitores LCD com iluminação usando LEDs ao invés de fluorescentes. Este tipo de monitor é mais fino e tem um consumo ainda menor que o LCD convencional.

Esse tipo de monitor tem um contraste mais preciso e um número de cores maior, graças à qualidade da iluminação. Enquanto que os monitores LCD normais têm em média 25 mil contrastes por *pixel*, os monitores com LED têm 5 milhões de contrastes por *pixel*.

## **7.1.4 Monitor de plasma**

Os monitores de plasma são visualmente semelhantes aos LCD, mas possuem tecnologia diferente. Eles trabalham sob um princípio diferente do LCD, no qual pequenos volumes de gás neon e xenônio são depositados em minúsculas câmaras seladas, entre duas placas de vidro, que agem como lâmpadas fluorescentes microscópicas, emitindo luz ao serem ionizados pelo campo elétrico. As células em uma tela de plasma são arranjadas em uma matriz de milhares de pontos, cada conjunto de 3 células emite luzes em cores diferentes representando um *pixel*.

As telas de plasma oferecem um bom nível de contraste e uma boa luminosidade. A desvantagem dessa tecnologia é o alto consumo elétrico e o alto custo de produção. Essa combinação de fatores faz com que as telas de plasma sejam mais adequadas a televisões do que a monitores destinados a computadores pessoais.

## 7.1.5 Monitor OLED



Para saber mais sobre monitores LCD e OLED, acesse:  
[http://www.tecmundo.com.br/  
lcd/26163-quantum-dots-a-  
salvacao-do-lcd-para-combatere-  
o-oled.htm](http://www.tecmundo.com.br/lcd/26163-quantum-dots-a-salvacao-do-lcd-para-combatere-o-oled.htm)

A tecnologia *Organic Light-Emitting Diode* (OLED) é baseada no uso de polímeros contendo substâncias orgânicas que brilham ao receber um impulso elétrico. Cada ponto da tela é composto de uma pequena quantidade do material, que depois de receber os filamentos e outros componentes necessários, se comporta como um pequeno LED, emitindo luz (MORIMOTO, 2007c).

Como essa tela possui luz própria, não necessita de luz de fundo ou luz lateral e ocupa menos espaço. Como se torna obscuro quando não polarizado, consome menos energia e produz o “preto real” que os monitores LCDs não conseguem, pois não obstruem completamente a luz de fundo. Essa tecnologia é considerada a sucessora dos monitores LCD e de plasma.

## 7.2 Teclado

O teclado é um dispositivo de entrada de dados para um computador. A maior parte dos teclados utiliza chaves e circuitos para converter cada tecla pressionada em um sinal que o computador possa entender.

Em geral, um teclado tem entre 80 e 110 teclas, entre elas estão: teclas alfanuméricas, teclas de função e teclas de controle.

Atualmente, existem vários tipos de modelos de teclados como: os ergonômicos, os com teclas multimídia, com iluminações, flexíveis, entre outros recursos.

Os teclados mais usuais hoje em dia são de três tipos: *Personal System/2* (PS/2), *Universal Serial Bus* (USB) e *wireless*.

## 7.3 Mouse

O *mouse* é um dispositivo que controla um cursor, também conhecido como ponteiro, na tela do computador. Ele é um meio de comunicação entre o usuário e o computador (ALECRIM, 2008).

Os *mouses* utilizados pelos computadores do padrão AT utilizavam a conexão serial. Com o surgimento do padrão ATX os *mouses* passaram a utilizar as portas PS/2 (através da conexão de cor verde).

Hoje são usuais os *mouses* com conexão USB e também o *wireless*. Os *mouses* sem fio utilizam pilhas ou baterias recarregáveis e a captação de movimentos é

feita pela tecnologia óptica. Este tipo de *mouse* ajuda a diminuir a quantidade de cabos de um computador.

## 7.4 Impressoras

A impressora é um dispositivo de saída de dados que tem como propósito imprimir informações.

Entre os principais termos que podem ser encontrados na descrição de impressoras estão:

- a) **Resolução em DPI** (*dots per inch* – pontos por polegada) – esta medida indica a resolução com a qual o dispositivo pode trabalhar. Assim, se uma impressora é capaz de trabalhar com  $4800 \times 1200$  DPI, significa dizer que o equipamento pode gerar 4800 pontos na horizontal e 1200 pontos na vertical em uma polegada (uma polegada é igual a 2,54 centímetros).
- b) **ppm** (*pages per minute* – páginas por minuto) – medida que indica a velocidade da impressora, ou seja, quantas páginas ela consegue imprimir por minuto.

Quanto aos computadores pessoais, as impressoras mais comuns são: matricial, jato de tinta, *laser* e térmica.

### 7.4.1 Impressora matricial

A impressora matricial é um tipo bastante durável e possui baixos custos em relação aos seus suprimentos. As impressoras matriciais também são conhecidas como impressoras de impacto. A cabeça de impressão possui pequenas agulhas que, sob orientação eletromagnética, vão formando a impressão à medida que empurram a fita de tinta contra o papel.

As impressoras matriciais em geral apresentam como desvantagem o barulho gerado e a lentidão, dependendo do tipo de impressão. Além disso, a qualidade das impressões é limitada, já que elas não conseguem trabalhar com resoluções altas.

Como vantagens no uso de impressoras matriciais, estão a impressão de documentos baseados em texto ou que necessitam de cópias utilizando papel carbono como, por exemplo, a impressão de notas fiscais ou cheques. Apesar de antigas, as impressoras matriciais ainda são bastante utilizadas na impressão de documentos em formulário contínuo.

## 7.4.2 Impressora a jato de tinta

As impressoras a jato de tinta são as mais utilizadas por usuários domésticos e também são bastante comuns nos escritórios. Elas oferecem impressões de muito boa qualidade e fidelidade de cores aliadas a um custo relativamente baixo dos cartuchos de tinta utilizados.

Diferentemente das impressoras matriciais, as impressoras a jato de tinta não são de impacto. A impressão é feita por meio da emissão de centenas de gotículas de tinta (geralmente no tamanho de 3 picolitros) emitidas a partir de minúsculas aberturas existentes na cabeça de impressão. Este último componente é posicionado sobre um eixo que o permite se movimentar da esquerda para a direita e vice-versa, muito rapidamente.

O esquema de cores mais usado nas impressoras a jato de tinta é o CMYK, sigla para as cores ciano (*cyan*), magenta (*magenta*), amarelo (*yellow*) e preto (*black*). Este sistema é aplicado às impressoras porque a combinação de suas cores é capaz de gerar praticamente qualquer outra cor perceptível aos olhos humanos.

É comum encontrar impressoras que trabalham apenas com dois cartuchos, sendo um para a cor preta e outro para as cores ciano, magenta e amarelo (ALECRIM, 2012). Esses cartuchos permitem a recarga de tinta, reduzindo ainda mais os custos de manutenção da mesma.

## 7.4.3 Impressora a *laser*

As impressoras a *laser* são classificadas como de não impacto e são bastante utilizadas no ambiente corporativo. Este tipo de impressora oferece impressões de excelente qualidade, imprime rapidamente, faz pouco barulho e possibilita volumes altos de impressões associados a custos baixos. Dessa forma, pode-se dizer que o funcionamento e os custos da impressora a *laser* é semelhante às fotocopiadoras.

As impressoras a *laser* possuem um cilindro revestido por um material que permite uma carga eletrostática. Quando uma informação precisa ser impressa, um *laser* modela a imagem da informação no tambor deixando-o com carga positiva nesse local. O cilindro recebe um material em pó muito fino e com carga negativa, chamado *toner*. Como o *toner* possui carga negativa ele é atraído pelos pontos de carga positiva que formam a informação que será impressa (SILVA; DATA; PAULA, 2009).

Apesar de a maioria das impressoras a *laser* trabalhar apenas com a cor preta, é possível adquirir impressoras que trabalham com cores (impressão colorida).

#### **7.4.4 Impressora térmica**

A impressora térmica imprime informações aquecendo o papel térmico. O aquecimento é feito quando a cabeça de impressão passa sobre o papel.

Os locais do papel que são aquecidos tornam-se escuros, produzindo a imagem das informações. Esse tipo de impressora também pode ser bicolor, imprimindo em preto e numa cor adicional. Isso é possível porque ela aplica calor em duas temperaturas diferentes.

#### **7.5 Plotter**

Um *plotter* é capaz de trabalhar com impressões de alta qualidade gráfica e com dimensões grandes. Existem vários tipos de *plotters*, sendo dois tipos os mais comuns: *plotters* de recorte e *plotters* de impressão.

Os *plotters* de corte trabalham recortando desenhos em papéis especiais, sendo útil para trabalhos de adesivação, por exemplo. Já os *plotters* de impressão são capazes de imprimir em materiais de grandes dimensões, como cartazes e plantas industriais.

#### **7.6 Scanner**

O *scanner* é um dispositivo de leitura ótica que permite converter imagens, fotos, ilustrações e textos em papel, em um formato digital, podendo este formato ser manipulado em computador.

Existem diversos tipos de *scanners* no mercado, que utilizam variados tipos de tecnologia. Dentre estes o mais comum é o *scanner* de mesa, que parece muito com uma máquina copiadora. Outros tipos são: o *scanner* de mão, o *scanner* leitor código de barras, entre outros.

Em geral os *scanners* se baseiam no princípio da refletância da luz, que consiste em posicionar a imagem de forma que uma luz a ilumine. Um sensor capta a luz refletida pela figura, formando assim uma imagem digital. Os *scanners* mais simples usam lâmpada fluorescente para iluminar a imagem, enquanto que os mais sofisticados usam uma lâmpada do tipo cátodo-frio (ALECRIM, 2004). A Figura 7.2 apresenta um *scanner*.



**Figura 7.2: Scanner aberto**

Fonte: Adaptado de <http://www.atainformatica.com.br/index.asp>

## 7.7 Drives de disquete, CD-ROM, DVD-ROM e BLU-RAY

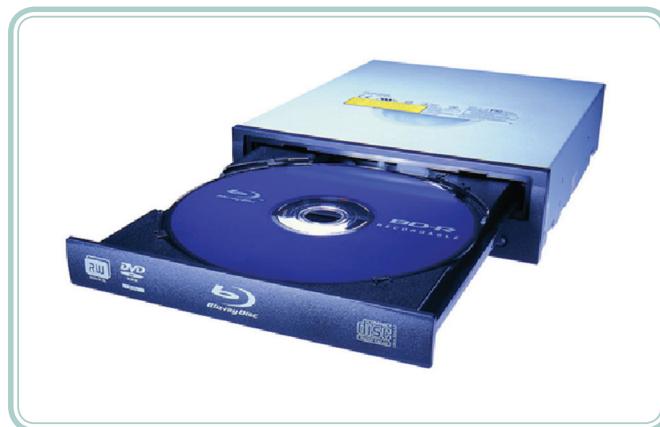
Os *drives* de disquete caíram em desuso, ou seja, é difícil encontrar computadores que ainda utilizam esse dispositivo. O disquete consiste de um *drive* que comporta um disco magnético que suporta até 1,44 MB de armazenamento. Por oferecer pouco espaço para armazenamento de dados e por sua fragilidade, esses discos perderam sua utilidade.

O *drive* de CD-ROM/DVD é, basicamente, o dispositivo que lê CDs e/ou DVDs. Podem ser utilizados também para fazer a gravação de dados. Neste caso, recebe a denominação de CD-RW e DVD-RW. A seguir se tem uma lista dos diferentes tipos de *drives* de disco existentes no mercado (ALECRIM, 2010a):

- a) **CD-ROM** – permite a leitura de CDs.
- b) **CD-RW** (gravador) – permite ler e gravar CD-Rs e CD-RWs.
- c) **CD-RW + DVD** (combo) – permite a leitura de CD-ROM e de DVD, além de poder gravar CDs.
- d) **DVD-RW** (gravador) – esse *drive* permite a leitura e gravação de CDs e DVDs.

Atualmente, é possível encontrar computadores equipados com *drives* de Blu-ray. O Blu-ray é o padrão de disco ótico que vem em substituição do DVD, tanto em reprodutores de vídeo quanto em computadores.

Os discos de Blu-ray (mídias) possuem a mesma dimensão que as utilizadas por CDs ou DVDs, porém essa mídia é capaz de armazenar volumes muito maiores de informação, como por exemplo, 25 ou 50 GB. A Figura 7.3 apresenta um *drive* de Blu-ray com um BD-R.



**Figura 7.3: Drive de Blu-ray**

Fonte: <http://www.cheaptechforme.com/2012/05/dvd-player-or-blu-ray-the-choice-is-yours.../>

## 7.8 Leitor de cartão de memória

Com a popularização do uso dos cartões de memória em dispositivos como câmeras digitais, os usuários destes, normalmente, instalam um *drive* leitor de cartão para facilitar a tarefa de copiar os arquivos desses dispositivos.

Este *drive*, normalmente, é ligado no conector de portas USB da placa-mãe e tem suporte para vários tipos de cartões de memória, como: Compact Flash, Compact UITA, Microdrive, Smart Media, Multimedia Card, MMC, Secure Digital, MMC micro, Mini SD, Micro SD, SD Flash, Memory Stick, T-Flash e MSMG. A Figura 7.4 apresenta um leitor de cartão de memória.



**Figura 7.4: Drive leitor/gravador de cartão**

Fonte: [http://www.doux.com.br/2012/produtos/71b06894e7a8cb65465c2e832217de5e\\_asd.jpg](http://www.doux.com.br/2012/produtos/71b06894e7a8cb65465c2e832217de5e_asd.jpg)

## Resumo

Nessa aula, você ficou conhecendo alguns detalhes sobre os principais periféricos usados nos computadores, com destaque para os monitores e suas diferentes tecnologias.



## Atividades de aprendizagem

1. O que difere um tipo de monitor de outro?
2. Quais os periféricos obrigatórios para ligar um computador?

# Aula 8 – Montagem de computadores

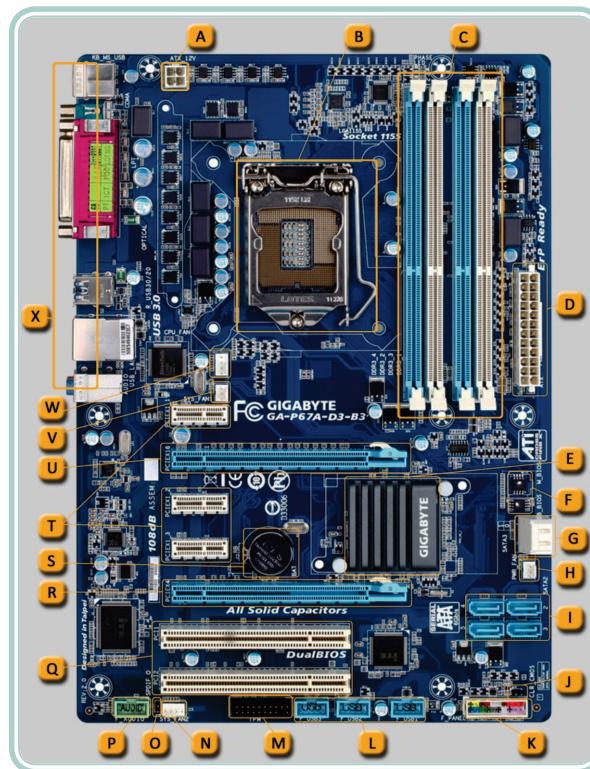
## Objetivos

Conhecer e identificar os principais componentes de um computador e os detalhes relacionados à montagem e manutenção.

### 8.1 Identificação e localização dos componentes da placa-mãe

Para realizar a montagem de um computador é necessário identificar e conhecer os componentes envolvidos e tomar algumas precauções para realizar a instalação sem transtornos.

A Figura 8.1 apresenta uma placa-mãe típica de um computador atual e na sequência a descrição de seus principais componentes.



**Figura 8.1: Placa-mãe e seus principais componentes**

Fonte: Adaptado de [http://www.mygarage.ro/attachments/cooling/212349d1351340916-rezolvat-ventilator-5139\\_big.jpg](http://www.mygarage.ro/attachments/cooling/212349d1351340916-rezolvat-ventilator-5139_big.jpg)

- a)** Conector de energia ATX 12 volts ( $2 \times 2$  pinos) – o conector de energia de 12 V fornece principalmente energia para a CPU. Caso o conector de energia de 12 V não esteja conectado, o computador não ligará.
- b)** Soquete do processador.
- c)** Slots de memória (DDR3, *dual channel*).
- d)** Conector principal de energia ATX ( $2 \times 12$  pinos) – com o uso do conector de energia, a fonte de alimentação pode fornecer energia estável suficiente para todos os componentes na placa-mãe. O conector de energia possui um desenho que impede a conexão de forma incorreta. Caso a fonte utilizada não proporcione energia suficiente, poderá resultar em um sistema instável ou incapaz de iniciar.
- e)** *Chipset*.
- f)** BIOS.
- g)** Conectores SATA 6 Gb/s (SATA 3).
- h)** Conector de ventoinha da fonte de alimentação (PWR\_FAN, 3 pinos).
- i)** Conectores SATA 3 Gb/s (SATA 2).
- j)** *Jumper* limpar CMOS (CLR\_CMOS) – use este *jumper* para limpar os valores CMOS (exemplo → informação de data e configurações BIOS) e retorne os valores CMOS às predefinições de fábrica. Para limpar os valores de CMOS, coloque a capa do *jumper* nos dois pinos para causar curto temporário dos dois pinos ou use um objeto de metal como uma chave de fenda para tocar os dois pinos durante alguns segundos.

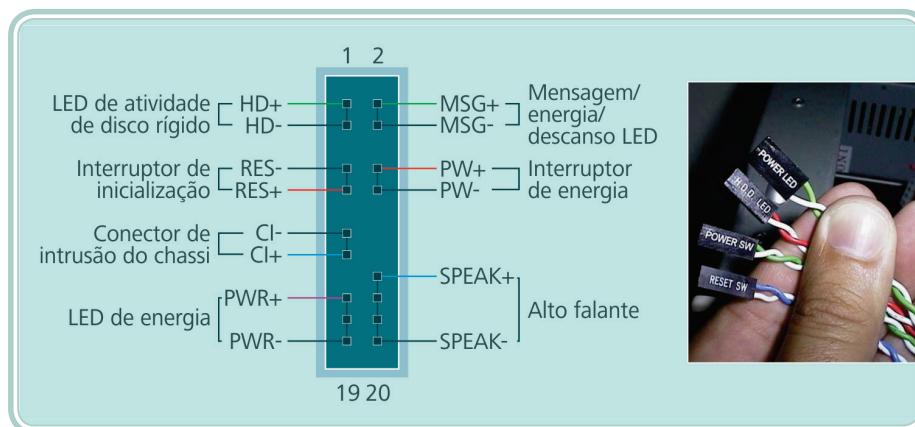


Sempre desligue o seu computador e desconecte o cabo de energia da tomada, antes de limpar os valores de CMOS.

Depois de limpar os valores de CMOS e antes de ligar o seu computador, certifique-se de remover a capa do *jumper*. A falha em fazê-lo pode causar danos à placa-mãe.

Após o reinício do sistema, ir para configuração do BIOS para carregar os padrões de fábrica ou configure manualmente o BIOS.

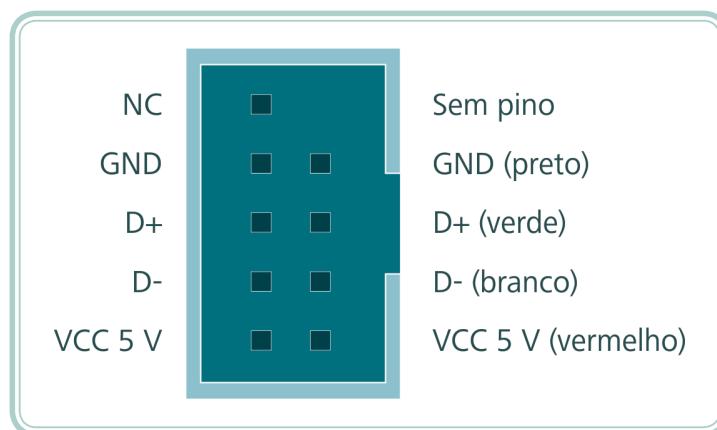
- k)** Conectores do painel frontal – possuem os conectores do interruptor de energia (*Power SW*), botão de reinicialização (*Reset SW*), LED do HD (HDD Led) e LED de energia (*Power Led*). Opcionalmente podem ser conectados o alto-falante do sistema, o conector de intrusão no gabinete e um LED de indicação de baixo consumo de energia/*stand-by*. A Figura 8.2 apresenta os pinos dos conectores do painel frontal.



**Figura 8.2: Pinos dos conectores do painel frontal**

Fonte: Adaptado de Gigabyte, 2012

- D)** Conectores USB 2.0/1.1 – cada conector pode fornecer duas portas USB, sendo cada uma composta por 4 pinos: VCC, D-, D+ e GND. A Figura 8.3 apresenta os pinos do conector USB.



**Figura 8.3: Pinos do conector USB**

Fonte: CTISM, adaptado dos autores



Dependendo do modelo e marca do gabinete, o cabo para conectar na porta USB pode ter:

- Um único conector que impede a conexão invertida.
- Dois conectores com 4 fios em cada conector, sendo um conector para cada porta USB.
- Oito conectores individuais, um para cada pino.

Se o conector não for único, observar atentamente a ordem dos fios, pois a ligação invertida provocará a queima de qualquer dispositivo que for conectado na porta USB.

**m)** Conector *Trusted Platform Module* (TPM).

**n)** Conector de ventoinha do sistema (SYS\_FAN2, 4 pinos) – para melhor dissipação de calor, recomenda-se que a ventoinha do sistema seja instalada dentro do gabinete.

**o)** Conector S/PDIF de saída – este conector suporta a saída S/PDIF digital e conecta um cabo de áudio digital S/PDIF (fornecido pelas placas de expansão) para saída de áudio digital da sua placa-mãe a certas placas de expansão, como placas de vídeo e placas de som.

**p)** Conector de áudio do painel frontal – suportam áudio de alta definição Intel (HD) e áudio AC'97, que pode ser conectado no módulo de áudio do painel frontal do gabinete.

**q)** *Slot PCI*.

**r)** *Slot PCI Express x4*.

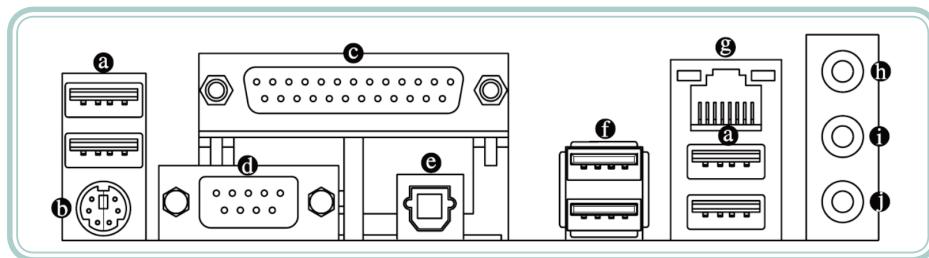
**s)** Bateria – a bateria fornece energia para manter os valores (tais como configurações BIOS, data e informação de tempo) no CMOS quando o computador é desligado.

**t)** *Slot PCI Express x1*.

**u)** *Slot PCI Express x16*.

- v) Conector de ventoinha do sistema (SYS\_FAN1, 3 pinos).
- w) Conector de ventoinha da CPU (CPU\_FAN, 4 pinos) – a placa-mãe suporta controle de velocidade da ventoinha da CPU.
- x) Conectores do painel traseiro – conectores dos dispositivos *on-board* da placa-mãe.

A Figura 8.4 apresenta os conectores do painel traseiro e na sequência a sua descrição.



**Figura 8.4: Conectores do painel traseiro**

Fonte: Gigabyte, 2012

- a) Porta USB 2.0/1.1.
- b) Porta teclado/mouse PS/2.
- c) Porta paralela.
- d) Porta serial.
- e) Conector de saída S/PDIF *optical*.
- f) Porta USB 3.0/2.0.
- g) Porta RJ-45 LAN.
- h) Conector de entrada de áudio (azul).
- i) Conector de saída de áudio (verde).
- j) Conector de entrada do microfone (rosa).

## 8.2 Precauções para instalação

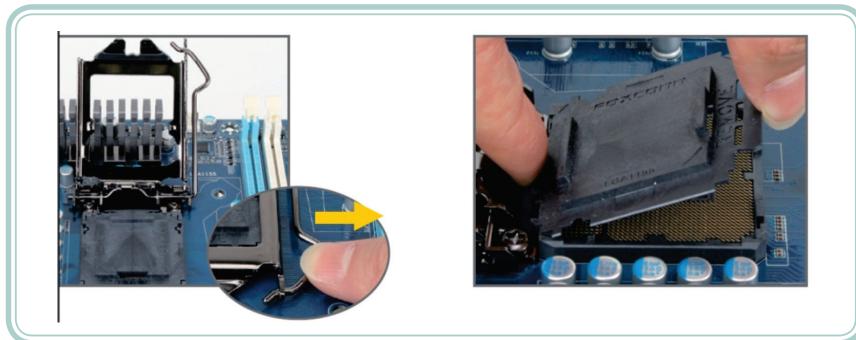
A placa-mãe contém inúmeros circuitos eletrônicos e componentes delicados que podem ser danificados por uma descarga eletrostática (ESD). Antes da instalação leia atentamente o manual do usuário e siga esses procedimentos (GIGABYTE, 2012):

- Sempre desconecte o cabo de energia da tomada antes de instalar, remover a placa-mãe ou outros componentes de *hardware*.
- Ao conectar componentes de *hardware* nos conectores internos da placa-mãe, certifique-se que estejam conectados firmemente e de maneira segura.
- Ao manusear a placa-mãe, evite tocar nos condutores de metal ou conectores.
- É aconselhável usar uma pulseira de descarga eletrostática (ESD) ao manusear componentes eletrônicos. Caso não possua pulseira ESD, mantenha as mãos secas e toque num objeto de metal primeiramente para eliminar a eletricidade estática.
- Antes de ligar a energia, verifique se a voltagem da fonte de alimentação está de acordo com o padrão local de voltagem.
- Para evitar danos à placa-mãe, não permita que parafusos entrem em contato com os circuitos da placa-mãe ou seus componentes.
- Certifique-se de não esquecer parafusos ou componentes de metal colocados na placa-mãe ou dentro do gabinete do computador.

## 8.3 Instalação da CPU e do cooler da CPU

Antes de começar a instalar a CPU, certifique-se de que o soquete da CPU na placa-mãe é compatível com a CPU, e siga os seguintes passos:

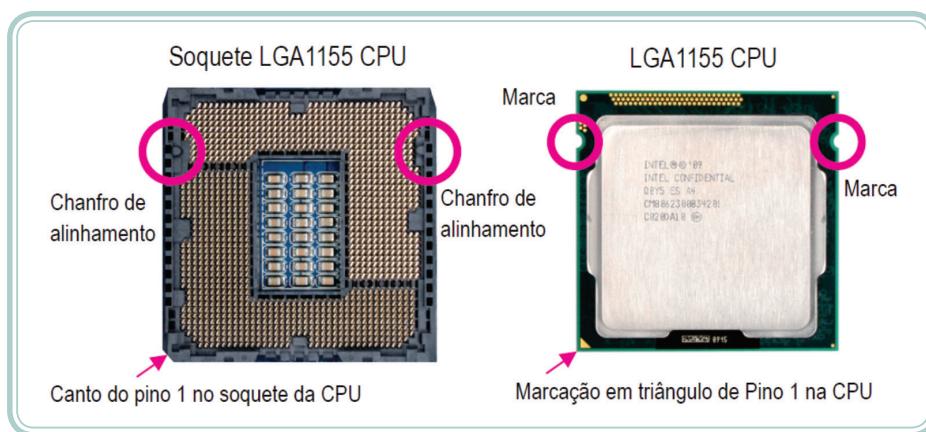
- a) Pressione a alavanca do soquete da CPU para baixo e para longe do soquete e em seguida levante completamente a alavanca do soquete da CPU com a placa metálica. Remova a tampa de soquete da CPU conforme mostra a Figura 8.5, mantendo o dedo indicador sobre a faixa traseira da tampa de soquete e deslizando a extremidade frontal (próximo à marca “REMOVER”), removendo a tampa. NÃO toque nos contatos do soquete. Para proteger o soquete de CPU, mantenha sempre a cobertura de proteção do soquete quando a CPU não estiver instalada.



**Figura 8.5: Removendo a tampa da CPU**

Fonte: Gigabyte, 2012

- b) Localize os chanfros de alinhamento no soquete de CPU na placa-mãe e as marcações na CPU, conforme a Figura 8.6.



**Figura 8.6: Chanfros de alinhamento no soquete e na CPU**

Fonte: Gigabyte, 2012

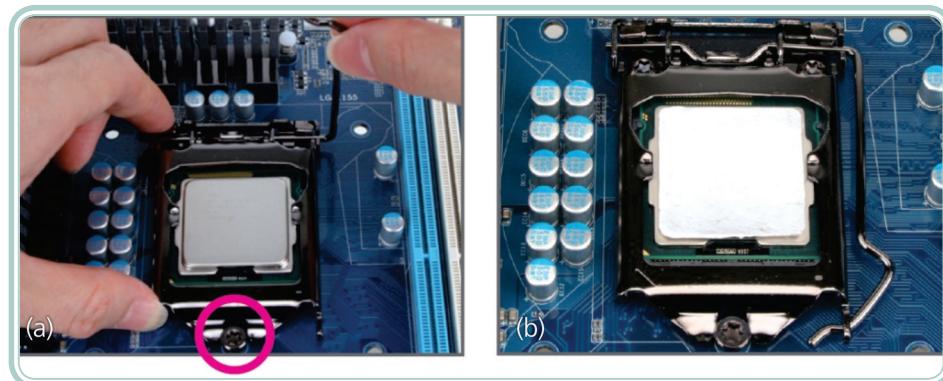
- c) Alinhe o pino 1 de marcação (triângulo) da CPU com o canto do pino 1 do soquete da CPU (ou alinhe as marcas da CPU com os chanfros de alinhamento do soquete) e cuidadosamente insira a CPU na sua posição, conforme a Figura 8.7.



**Figura 8.7: Instalando a CPU no soquete**

Fonte: Gigabyte, 2012

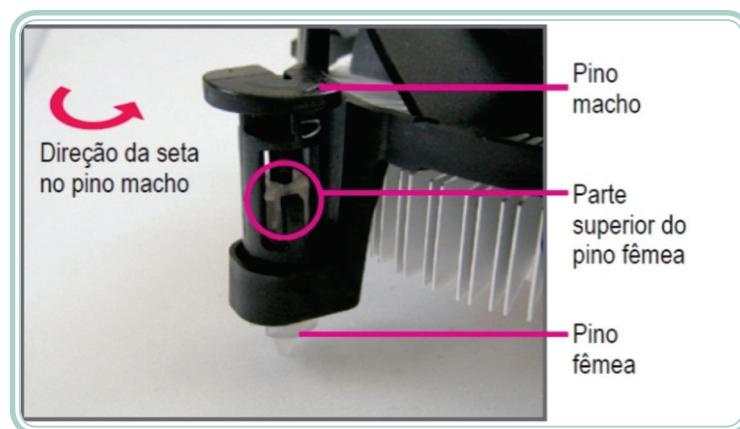
- d) Uma vez que a CPU estiver devidamente inserida, use uma mão para segurar a alavanca do soquete e use a outra mão para reposicionar a placa-mãe levemente. Ao reposicionar a placa de carga, verifique que a extremidade frontal da mesma está sob o parafuso de apoio, conforme a Figura 8.8a. Empurre a alavanca do soquete da CPU novamente para a posição travada, conforme a Figura 8.8b.



**Figura 8.8: Fixando a CPU no soquete**

Fonte: Gigabyte, 2012

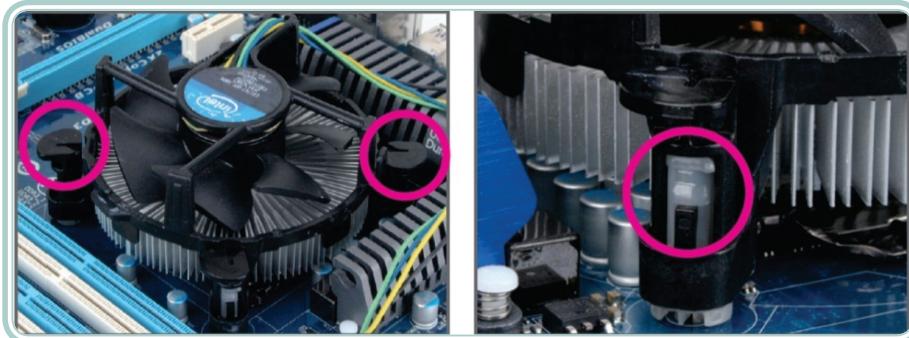
- e) Aplique uma camada uniforme e fina de pasta térmica na superfície da CPU instalada.
- f) Antes de instalar o cooler, repare a direção da seta no pino macho, conforme a Figura 8.9, girando o pino na direção da seta para remover o cooler, e no sentido oposto para instalar.



**Figura 8.9: Fixando o cooler da CPU**

Fonte: Gigabyte, 2012

- g) Coloque o cooler em cima da CPU alinhando os quatro pinos nos orifícios da placa-mãe. Empurre os pinos diagonalmente até ouvir um “clique”. Verifique se os pinos de encaixe macho e fêmea estão bem juntos, conforme a Figura 8.10.



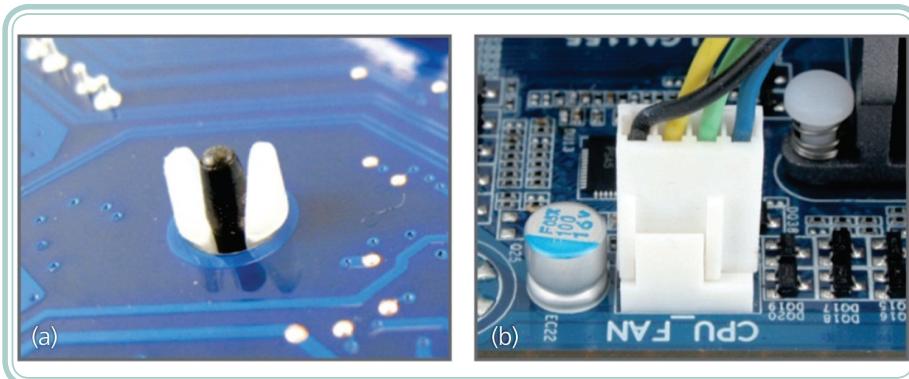
**Figura 8.10: Fixando o cooler da CPU**

Fonte: Gigabyte, 2012

Pinos mal travados reduzem a pressão do cooler no processador, diminuindo sua eficiência e causando superaquecimento.



- h)** Após a instalação, verifique a parte traseira da placa-mãe. Caso o pino esteja inserido conforme a Figura 8.11a, a instalação está completa. Finalmente, fixe o conector de energia do cooler da CPU no conector da ventoinha da CPU (CPU\_FAN) na placa-mãe, conforme a Figura 8.11b.



**Figura 8.11: Finalizando a instalação do cooler da CPU**

Fonte: Gigabyte, 2012

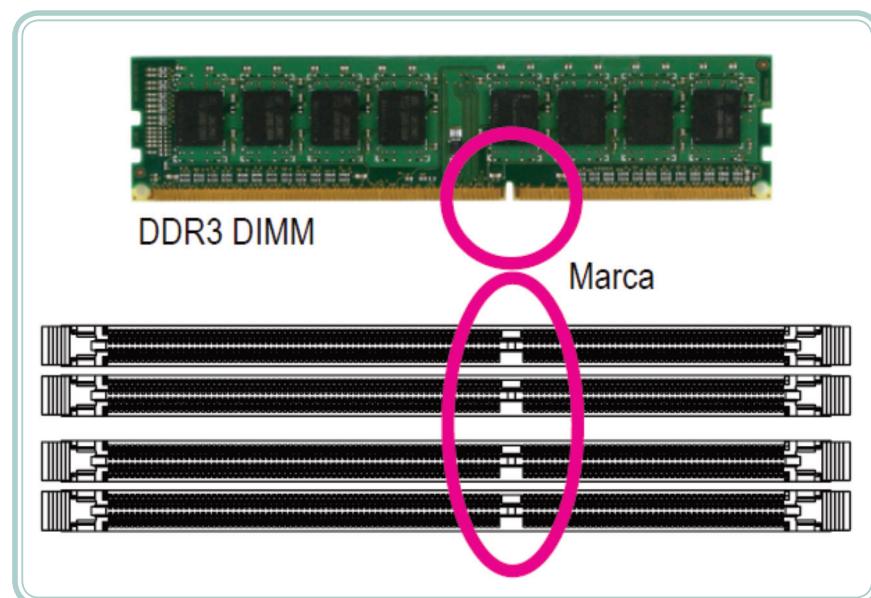
Após encaixar, verifique se os fios do cooler não estão impedindo a rotação da hélice.



## 8.4 Instalação da memória

Antes de instalar um módulo de memória, certifique-se de que a placa-mãe suporta a memória. Recomenda-se que memórias de mesma capacidade, marca, velocidade e *chips* sejam utilizadas. Certifique-se que o computador esteja desligado antes de instalar ou remover um módulo de memória.

Os módulos de memória possuem encaixes que impedem a conexão invertida e em conectores não compatíveis, conforme a Figura 8.12. Caso não consiga inseri-lo no *slot*, troque a direção e verifique se o módulo de memória é compatível com o *slot*. Módulos de memória DDR3 e DDR2 não são compatíveis um com o outro ou com módulos DDR.



**Figura 8.12: Encaixe do slot de memória**

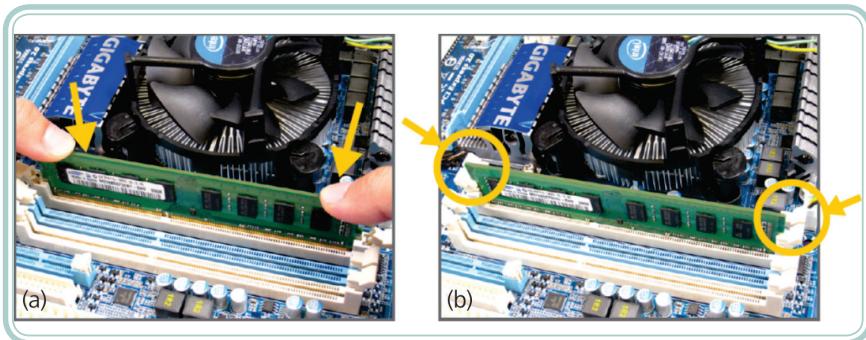
Fonte: Gigabyte, 2012



Em algumas placas-mãe, o *slot* de memória chamada de banco 0, deve ser preenchido antes dos outros *slots* de memória da placa-mãe. Em alguns casos, o banco 0 precisa ter o módulo de RAM maior, se estiver usando módulos de tamanhos diferentes. Consulte sempre o manual da placa-mãe, já que não existe uma regra fixa

Para instalar um módulo de memória:

- a) Abra os cliques de retenção em ambas extremidades do soquete de memória. Coloque o módulo de memória no soquete. Conforme indicado na Figura 8.13a, empurre a memória para baixo e insira a mesma de forma vertical no soquete de memória.
- b) Os cliques em ambas extremidades do *slot* voltarão ao seu lugar quando o módulo de memória for inserido de forma segura, conforme a Figura 8.13b.



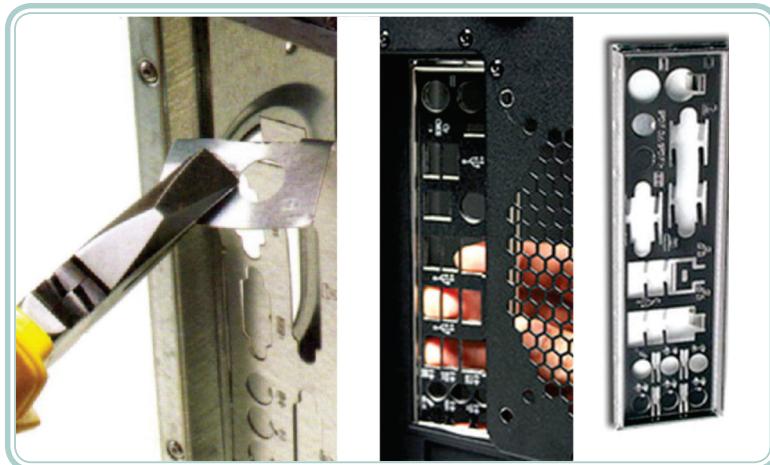
**Figura 8.13: Instalando um módulo de memória**

Fonte: Gigabyte, 2012

## 8.5 Instalação dos componentes no gabinete

O próximo passo consiste em instalar os componentes no gabinete. Para isso, siga os seguintes passos:

- Remova os parafusos que fixam as laterais do gabinete.
- Desencaixe e remova as tampas laterais do gabinete.
- Remova a chapa traseira dos conectores padrão do gabinete, conforme a Figura 8.14 e instale a chapa correta que acompanha a placa-mãe.



**Figura 8.14: Instalando a chapa traseira dos conectores**

Fonte: Adaptado de Gigabyte, 2008

- Conecte os conectores do painel frontal de acordo com a especificação do manual da placa-mãe, conforme o exemplo da Figura 8.2.
- Fixe no gabinete o disco rígido (HD), os *drives* ópticos (DVD ou Blu-ray) e o leitor de cartão, conforme a Figura 8.15.



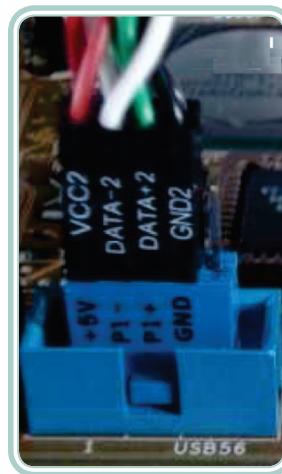
**Figura 8.15: Instalando HD e drive ótico**

Fonte: Adaptado de <http://www.pcyourself.com/building/introduction.php/>

- f) Conecte os conectores das portas USB frontais, de acordo com a especificação do manual da placa-mãe, conforme a Figura 8.16.



A conexão incorreta do conector USB frontal na placa-mãe provoca danos nos dispositivos.



**Figura 8.16: Conector USB**

Fonte: Gigabyte, 2008

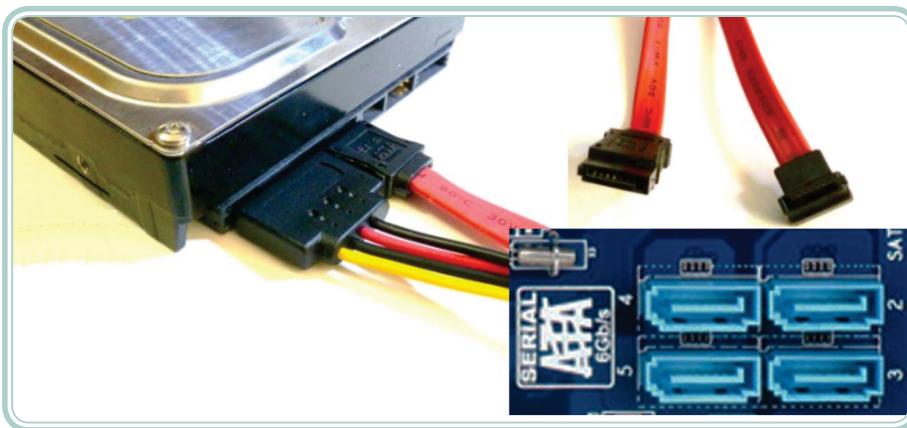
- g) Fixe a placa-mãe no gabinete usando os parafusos ou conectores adequados. Jamais coloque a espuma antiestática (da embalagem da placas-mãe) entre a placa-mãe e o chassi metálico do gabinete, pois isso impede a correta circulação do ar e dissipação do calor.
- h) Conecte os cabos de energia nos *drives*, o conector principal da fonte ATX (24 pinos) e o conector ATX 12 V (4 pinos) nos respectivos encaixes na placa-mãe. Algumas fontes e algumas placas-mãe possuem um conector 12 V de 8 pinos. A Figura 8.17 apresenta os conectores da fonte de alimentação.



**Figura 8.17: Conectores da fonte de alimentação**

Fonte: Adaptado de [http://www.sonic84.com/Home/CHP\\_v1.html](http://www.sonic84.com/Home/CHP_v1.html)

- i) Conecte o cabo SATA no HD, DVD e Blu-ray e no respectivo conector da placa-mãe, conforme a Figura 8.18.



**Figura 8.18: Cabo SATA, conexão no HD e conector SATA na placa-mãe**

Fonte: Adaptado de <http://www.infowester.com/serialata.php>

- j) Conecte os conectores das ventoinhas do sistema (SYS\_FAN1 e SYS\_FAN2), se tiver.

Organize e fixe os cabos com presilhas para evitar que os mesmos encostem nas ventoinhas.



- k) Se tiver placas de expansão, localize um *slot* de expansão que suporte a sua placa. Remova a tampa metálica do *slot* do painel traseiro do gabinete. Alinhe a placa com o *slot* e pressione-a para baixo até que esteja completamente assentada no *slot*. Certifique-se que os contatos de metal na placa estejam completamente inseridos no *slot*. Prenda o suporte de metal da placa ao painel traseiro do gabinete com um parafuso. Para remover a placa, pressione a trava na extremidade final da fenda para PCI Express de forma a liberar a placa e depois puxe a placa para cima a partir da fenda, conforme a Figura 8.19.



**Figura 8.19: Instalando uma placa de vídeo PCI Express**

Fonte: Gigabyte, 2012

- I) Recoloque as tampas laterais do gabinete, fixando-as com os parafusos.

## 8.6 Configuração do BIOS

*Basic Input/Output System (BIOS)* é um sistema básico de entrada e saída que registra parâmetros de *hardware* do sistema no CMOS da placa-mãe. Suas principais funções incluem a realização do *Power-On Self-Test (POST)* durante a inicialização do sistema, em que o processador, memória e controlador de vídeo estejam presentes e funcionando. Permite também ao usuário modificar as configurações básicas do sistema ou para ativar certos recursos.

Quando a energia é desligada, a bateria da placa-mãe fornece a energia necessária para o CMOS manter os valores de configuração.

Para acessar o programa de configuração do BIOS, deve ser pressionada a tecla *Delete*, *F2* ou *F10* (dependendo do modelo) durante o POST quando o computador está inicializando. Também é possível escolher o dispositivo de *boot* cujo sistema operacional será inicializado através do pressionamento da tecla *F8* ou *F12*.

Atualmente, todas as placas-mãe permitem a atualização do BIOS para suportar novas funcionalidades do *hardware*, através do *download* da nova versão e instalação via *software*.

As principais funcionalidades do BIOS, que podem variar de acordo com o modelo, são (GIGABYTE, 2012):

- a) **Save CMOS to BIOS** – salva as configurações atuais.
- b) **Load CMOS from BIOS** – carrega um perfil de configurações salvo anteriormente.

- c) **Load fail-safe defaults** – carrega uma configuração básica do sistema, que não proporciona o melhor desempenho, mas garante a maior compatibilidade entre dispositivos de *hardware*, minimizando problemas como erros e travamentos.
- d) **Load optimized defaults** – carrega uma configuração otimizada para um melhor desempenho.
- e) **Standard CMOS features** – configura a data e hora do sistema, o tipo de disco rígido (HD), e ainda, o comportamento do sistema em caso de erros de *hardware* durante a inicialização, dentre outros.
- f) **Advanced BIOS features** – configura a ordem dos dispositivos na inicialização do sistema, características da CPU e a definição da controladora de vídeo principal (*on-board* ou externa).
- g) **Integrated peripherals** – configura todos os dispositivos periféricos, como SATA, USB, áudio integrado, placa de rede (LAN), dentre outros.
- h) **Power management setup** – configura todas as funções de gerenciamento de energia.
- i) **PC health status** – exibe as informações de temperatura e voltagem da CPU e velocidade das ventoinhas.
- j) **Set supervisor password** – define ou desabilita a senha que permite alterar a configuração do BIOS.
- k) **Set user password** – define ou desabilita a senha para acessar o computador e visualizar as configurações do BIOS.
- l) **Password check** – define quando a senha será solicitada: a cada vez que inicializar o sistema ou apenas quando entrar no modo de configuração do BIOS.
- m) **Save & exit setup** – salva a configuração no CMOS e sai do programa.
- n) **Exit without saving** – sai do programa sem salvar as alterações.

Todos os modelos de placa-mãe possuem BIOS que detectam automaticamente as frequências de operação da CPU, barramentos e memória, de acordo com o modelo instalado. Alguns modelos de BIOS permitem alterar manualmente as configurações de frequência da CPU, barramentos e memória, para obter um desempenho acima do especificado pelo fabricante.

Para alterar as configurações do BIOS que esteja protegida por senha, deve-se fazer o processo de “limpar” a configuração através do *jumper Clear CMOS Setup* da placa-mãe ou removendo e recolocando a bateria. Devem-se esperar alguns segundos para recolocar a bateria.

## Resumo

Nessa aula, você conheceu os detalhes práticos da montagem e manutenção de computadores, com a identificação de cada conector, as precauções na montagem e o passo-a-passo para realização da montagem. Aprendeu também alguns detalhes sobre a configuração do BIOS para o correto funcionamento do computador.



## Atividades de aprendizagem

1. Existe algum conector que permite a conexão de forma incorreta?
2. Quais as peças que podem sofrer danos durante a montagem?
3. Há risco de queimar algum componente se a montagem for incorreta? Qual(is)?

## Referências

- ALECRIM, E. **Scanners**. 10 jul. 2004. Disponível em: <<http://www.infowester.com/scanners.php>>. Acesso em: 23 jun. 2012.
- \_\_\_\_\_. **Placa de som**: principais características. 08 fev. 2007. Disponível em: <<http://www.infowester.com/placadesom.php>>. Acesso em: 09 jul. 2012.
- \_\_\_\_\_. **Mouses**: funcionamento, tipos e principais características. 21 abr. 2008. Disponível em: <<http://www.infowester.com/mouse.php>>. Acesso em: 05 maio 2012.
- \_\_\_\_\_. **Conectores de vídeo**: VGA, DVI, S-video e component video. 13 jun. 2010a. Disponível em: <<http://www.infowester.com/conectoresvideo.php>>. Acesso em: 09 jun. 2010.
- \_\_\_\_\_. **Guia de hardware para iniciantes**. 23 nov. 2010b. Disponível em: <<http://www.infowester.com/guiahdinic.php>>. Acesso em: 16 jun. 2012.
- \_\_\_\_\_. **O que é Blu-Ray?** 13 ago. 2011a. Disponível em: <<http://www.infowester.com/blu-ray.php>>. Acesso em: 09 jun. 2012.
- \_\_\_\_\_. **Placa de vídeo e GPU**: principais características. 28 out. 2011b. Disponível em: <<http://www.infowester.com/placavideo.php>>. Acesso em: 26 maio 2012.
- \_\_\_\_\_. **Impressoras matriciais, a jato de tinta e a laser**. 20 jan. 2012. Disponível em: <<http://www.infowester.com/impressoras.php>>. Acesso em: 05 maio 2012.
- GUIA como se faz** – Montagem, manutenção e instalação de computadores. São Paulo: Editora Escala, 2008.
- GIGABYTE. GA-P67A-D3-B3. **Manual do usuário**. 2012. Disponível em: <[http://download.gigabyte.ru/manual/mb\\_manual\\_ga-p67a-d3-b3\\_pt.pdf](http://download.gigabyte.ru/manual/mb_manual_ga-p67a-d3-b3_pt.pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2012.
- HENNESSY, John L.; PATTERSON, David A. **Arquitetura de computadores**: uma abordagem quantitativa. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- MONTEIRO, Mário A. **Introdução à organização de computadores**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- MORIMOTO, Carlos E. **Hardware, o guia definitivo**. GDH Press e Sul Editores, 2007a.
- \_\_\_\_\_. **Placas-mãe, uma introdução**. 27 ago. 2007b. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/dicas/placa-mae.html>>. Acesso em: 23 jun. 2012.
- \_\_\_\_\_. **Plasma e OLED** – Monitores, parte 1. 17 set. 2007c. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/tutoriais/monitores-1/pagina4.html>>. Acesso em: 05 maio 2012.
- \_\_\_\_\_. **Iniciantes**: entendendo o chipset. 17 nov. 2009a. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/dicas/chipsets.html>>. Acesso em: 19 maio 2012.

\_\_\_\_\_. **Soquetes e processadores**: um resumo. 23 nov. 2009b. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/dicas/resumo-soquetes.html>>. Acesso em: 24 jun. 2012.

\_\_\_\_\_. **Os barramentos**: ISA, EISA, VLB e PCI - Placas-mãe e barramentos. 02 mar. 2011. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/guias/placas-mae-barramentos/isa-eisa-vlb-pci.html>>. Acesso em: 26 maio 2012.

MOORE, Gordon E. Cramming more components onto integrated circuits. **Electronics**. Volume 38, number 8, april 19, 1965.

MURDOCCA, Miles J.; HEURING, Vincent P. **Introdução à arquitetura de computadores**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

PATTERSON, David A.; HENNESSY, John L. **Organização e projeto de computadores**: a interface hardware/software. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

SILVA, Camila C. da; DATA, Marcelo L.; PAULA, Everaldo A. de. **Manutenção completa em computadores**. Santa Cruz do Rio Pardo - SP: Viena, 2009.

SILVA, Camila C. da. **Redes de Computadores** – Conceito e prática. Santa Cruz do Rio Pardo - SP: Viena, 2010.

STALLINGS, William. **Arquitetura e organização de computadores**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

TANENBAUM, Andrew S. **Organização estruturada de computadores**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Microinformática** – Dispositivos de entrada e/ou saída. 18 jun. 2012. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/dicas/mic/mic-e-s.htm>>. Acesso em: 01 jul. 2012.

## Currículo do professor-autor

**Fernando de Cristo** possui graduação em Informática pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) e mestrado em Engenharia de Produção na área de Tecnologia da Informação pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atualmente, é avaliador do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e professor da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Tem experiência na área de Automação, Robótica e Otimização Combinatória com ênfase em Heurísticas e Metaheurísticas. Atua principalmente nos seguintes temas: suporte ao usuário, redes de computadores, manutenção de computadores, instalação de software e configuração de periféricos.



**Evandro Preuss** possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) e mestrado em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Atualmente é professor da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Linguagens de Programação, Sistemas Operacionais e Arquitetura de Computadores, atuando principalmente nos seguintes temas: programação, internet e sistemas distribuídos.



**Roberto Franciscatto** possui graduação em Informática pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) e mestrado em Computação Aplicada pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS - RS). Atualmente é professor da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Tem experiência em Sistemas Operacionais Multiplataforma, Gerência de Redes de Computadores, Segurança da Informação, Aplicações para Web e Desenvolvimento de Aplicativos para Dispositivos Móveis utilizando as tecnologias J2ME e Android.



