

# **Arquitetura de Computadores**

## **Arquitetura e Funcionamento dos Computadores**

### **Parte 003**

#### **Revisões e Conceitos essenciais - continuação**

## **Memória Principal**

### **Memória Principal:**

- RAM
- ROM

### **RAM:**

#### **Tipos:**

- SRAM - Static RAM – CACHE

Pequena, cara, rápida e de fabrico à base de transístores.

Aplica técnicas que tornam os acessos aos dados de uma forma mais rápida, aumentando assim o desempenho do computador.

### Informação para Leitura-Consulta-CACHE:

“ Na área da computação, a **cache** é um dispositivo de acesso rápido, interno a um sistema, que serve de intermediário entre um operador de um processo e o dispositivo de armazenamento ao qual esse operador acede. A vantagem principal na utilização de uma cache consiste em evitar o acesso ao dispositivo de armazenamento - que pode ser demorado - armazenando os dados em meios de acesso mais rápidos.

O uso de memórias cache visa obter uma velocidade de acesso a memória próxima da velocidade de memórias mais rápidas, e ao mesmo tempo disponibilizar no sistema uma memória de grande capacidade, a um custo similar de memórias de semicondutores mais baratas.

Com os avanços tecnológicos, vários tipos de cache foram desenvolvidos. Atualmente há cache em processadores, discos rígidos, sistemas, servidores, nas placas-mãe, clusters de bases de dados, entre outros. Qualquer dispositivo que requeira do utilizador uma solicitação/requisição a algum outro recurso, seja de rede ou local, interno ou externo a essa rede, pode requerer ou possuir de fábrica o recurso de cache.

Por ser mais caro, o recurso mais rápido não pode ser usado para armazenar todas as informações. Sendo assim, usa-se o cache para armazenar apenas as informações mais frequentemente usadas. Nas unidades de disco também

conhecidas como disco rígido ou *Hard Drive* (HD), também existem chips de cache nas placas eletrônicas que os acompanham. Como exemplo, a unidade Samsung de 160 GB tem 8 MBytes de cache.

No caso da informática, o cache é útil em vários contextos:

- Nos casos dos processadores, em que cache disponibiliza alguns dados já requisitados e outros *a processar*;
- No caso dos navegadores, em que as páginas são guardadas localmente para evitar consultas constantes à rede (especialmente úteis quando se navega por páginas estáticas);
- No caso das redes de computadores, o acesso externo, ou à Internet, se dá por meio de um software que compartilha a conexão ou link, software este também chamado de proxy, que tem por função rotear as requisições a IPs externos à rede que se encontra, nestes proxys temos ainda um cache, que na verdade é uma enorme lista de todos os sites que foram visitados pelos utilizadores dos computadores desta rede, fazendo com isto a mesma função que os caches presentes nos navegadores, ou browsers, só que com a atribuição de servir a toda a rede e com isso aumentar a taxa de acerto dos proxys, minimizar o consumo do link e agilizar a navegação;
- Os servidores Web também podem dispor caches configurados pelo administrador, que variam de tamanho conforme o número de page views que o servidor tem.

### **Cache com Níveis:**

Com a evolução na velocidade dos dispositivos, em particular nos processadores, a cache foi dividida em níveis, já que a demanda de velocidade a memória é tão grande que são necessários caches grandes com velocidades altíssimas de transferência e baixas latências. Sendo muito difícil e caro construir memórias caches com essas características, elas são construídas em níveis que se diferem na relação tamanho X desempenho.

#### **Cache L1**

Uma pequena porção de memória estática presente dentro do processador. Em alguns tipos de processador, como o Pentium 2, o L1 é dividido em dois níveis: dados e instruções (que "dizem" o que fazer com os dados). O primeiro processador da Intel a ter o cache L1 foi o i486 com 8KB. Geralmente tem entre 16KB e 128KB; hoje já encontramos processadores com até 16MB de cache.

#### **Cache L2**

Possuindo a Cache L1 um tamanho reduzido e não apresentando uma solução ideal, foi desenvolvida a cache L2, que contém muito mais memória que a cache L1. Ela é mais um caminho para que a informação requisitada não tenha que ser procurada na lenta memória principal. Alguns processadores colocam esse cache fora do processador, por questões económicas, pois uma cache grande implica num custo grande, mas há exceções, como no Pentium II, por exemplo, cujas

caches L1 e L2 estão no mesmo cartucho, que está o processador. A memória cache L2 é, sobretudo, um dos elementos essenciais para um bom rendimento do processador mesmo que tenha um clock baixo. Um exemplo prático é o caso do Intel Itanium 9152M (para servidores) que tem apenas 1.6 GHz de clock interno e ganha de longe do atual Intel Extreme, pelo fato de possuir uma memória cache de 24MB. Quanto mais alto é o clock do processador, mais este aquece e mais instável se torna. Os processadores Intel Celeron têm um fraco desempenho por possuir menos memória cache L2. Um Pentium M 730 de 1.6 GHz de clock interno, 533 MHz FSB e 2 MB de cache L2, tem rendimento semelhante a um Intel Pentium 4 2.4 GHz, aquece muito menos e torna-se muito mais estável e bem mais rentável do que o Intel Celeron M 440 de 1.86 GHz de clock interno, 533 MHz FSB e 1 MB de cache L2.

### **Cache L3**

Terceiro nível de cache de memória. Inicialmente utilizado pelo AMD K6-III (por apresentar o cache L2 integrado ao seu núcleo) utilizava o cache externo presente na placa-mãe como uma memória de cache adicional. Ainda é um tipo de cache raro devido a complexidade dos processadores atuais, com suas áreas chegando a milhões de transístores por micrómetros ou nanómetros de área. Ela será muito útil, é possível a necessidade futura de níveis ainda mais elevados de cache, como L4 e assim por diante”.

- DRAM - Dynamic RAM (RAM Geral)

Vasta, barata, lenta e de fabrico normalmente à base de condensadores.

#### **Tipo popular de DRAM:**

SDRAM – Synchronous Dynamic RAM

É sincronizada com o Barramento do Sistema.

Mais exatamente, é regulada com as transições do Clock (Relógio) do Sistema.

Permite assim uma operação (leitura, escrita) regulada e justa.

#### **Tipos de SDRAM:**

##### SDR SDRAM:

Single Data Rate SDRAM

DDR

##### DDR SDRAMs:

Double Data Rate SDRAMs

DDR1, DDR2, DDR3, DDR4 e DDR5

#### **Informação para Leitura-Consulta das primeiras DDRs:**

**“DDR, DDR2 e DDR3**

Depois de mais de 30 anos de história, muitos padrões e tecnologias, finalmente chegamos aos tipos de memórias presentes nos computadores atuais. No começo, eram as memórias DDR, que operavam com frequências de até 200 MHz. Apesar de esse ser o clock efetivo nos chips, o valor usado pelo barramento do sistema é de apenas metade, ou seja, 100 MHz.

Assim, fica claro que a frequência do BUS não duplica, o que ocorre é que o dobro de dados transita simultaneamente. Aliás, a sigla DDR significa Double Data Rate, que significa Dupla Taxa de Transferência. Para entender como a taxa de transferência aumenta em duas vezes, basta realizar o cálculo:

$$[\text{número de bytes}] \times [\text{frequência do barramento}] \times 2$$

Do padrão DDR para o DDR2 foi um pulo fácil. Bastou adicionar alguns circuitos para que a taxa de dados dobrasse novamente. Além do aumento na largura de banda, o padrão DDR2 veio para economizar energia e reduzir as temperaturas. As memórias DDR2 mais avançadas alcançam clocks de até 1.300 MHz (frequência DDR), ou seja, 650 MHz real.



Memórias DDR1 (Fonte da imagem: [Divulgação/Wikipédia - W-sky](#))

E o padrão mais recente é o DDR3 que, como era de se esperar, tem o dobro de taxa de transferência se comparado ao DDR2. A tensão das memórias caiu novamente (de 1,8 V do DDR2 para 1,5 V) e a frequência aumentou significativamente – é possível encontrar memórias que operam a 2.400 MHz (clock DDR) ”.

## ROM:

- PROM

Programmable Read Only Memory

Podem ser gravadas através de dispositivos especiais, mas não podem ser mais apagadas ou alteradas.

- EPROM

Erasable Programmable Read Only Memory

Podem ser apagadas através de raios ultravioleta permitindo assim a sua reutilização.

- EEPROM

Electrically Erasable Programmable Read Only Memory



Podem alterar o seu conteúdo eletricamente, mesmo quando após o seu funcionamento.

- FLASH

É uma memória semelhante à RAM, mas não é volátil.

É uma memória de Leitura e Escrita.

Combina assim as capacidades da ROM e da RAM.

É uma memória cara e veloz.

É usada, por exemplo, em:

Pen Drives,

MP3 Players Audio,

PDA's – Personal Digital Assistant (computadores pequenos tipo agendas),

Telemóveis, etc.

## **Estudo-Caso-InfoWester**

### **Unidades SSD (Solid-State Drive) – FLASH**

#### **(Leitura/Consulta)**

#### **“** Introdução

Memória RAM, GPU, CPU e outros componentes passaram por evoluções espantosas ao longo dos últimos anos. Os HDs também, principalmente no

aspecto da quantidade de dados que podem armazenar, no entanto, aplicações atuais exigem dispositivos do tipo ainda mais sofisticados, que possam unir redução de uso do espaço físico, capacidade razoável de armazenamento, menor consumo de energia e durabilidade. As unidades ou "discos" **Solid-State Drive (SSD)** são a resposta para essa necessidade.

Neste artigo, o InfoWester explica o que é SSD, dá uma noção sobre como essa tecnologia funciona e mostra quais as suas vantagens e desvantagens.

## O que é SSD?

Como você já sabe, SSD é a sigla para Solid-State Drive, algo como "Unidade de Estado Sólido", em português. Trata-se de um tipo de dispositivo para armazenamento de dados que, de certa forma, concorre com os discos rígidos.

Seu nome faz **alusão à inexistência de peças móveis na constituição do dispositivo**, o que já não acontece nos HDs, que precisam de motores, discos e cabeçotes de leitura e gravação para funcionar.

O termo "Estado Sólido" em si faz referência ao uso de material sólido para o transporte de sinais elétricos entre transístores, em vez de uma passagem baseada em tubos a vácuo, como era feito na época das válvulas.

Em aparelhos SSD, o armazenamento é feito em um ou mais chips de memória, **dispensando totalmente o uso de sistemas mecânicos para o seu funcionamento.**

Como consequência dessa característica, unidades do tipo acabam **sendo mais económicas no consumo de energia, afinal, não precisam alimentar motores ou componentes semelhantes** (note, no entanto, que há outras condições que podem elevar o consumo de energia, dependendo do produto).

Essa característica também faz com que "discos" SSD (não se trata de um disco, portanto, o uso dessa denominação não é correto, mas é um termo muito utilizado) **utilizem menos espaço físico, já que os dados são armazenados em chips especiais, de tamanho reduzido.** Graças a isso, a tecnologia SSD começou a ser empregada de forma ampla em dispositivos

portáteis, tais como netbooks, notebooks ultrafinos e tocadores de áudio (MP3-player).



Visão interna e externa de uma unidade SSD de 64 GB da SanDisk -  
Note que **o dispositivo é composto, essencialmente, por chips**

Outra vantagem da não utilização de peças móveis está no silêncio - você **não ouve uma unidade SSD trabalhar**, tal como pode acontecer com um HD - e na melhor resistência física quando o dispositivo sofre quedas ou é balançado (o que não quer dizer que sejam indestrutíveis também). Além disso, **dispositivos SSD pesam menos** e, pelo menos na maioria dos casos, podem trabalhar com temperaturas mais elevadas que as que são suportadas pelos discos rígidos. **Há ainda outra característica considerável: o tempo transferência de dados entre a memória RAM e unidades SSD pode ser muito menor.**

É claro que também há desvantagens: **unidades SSD são muito mais caras que HDs**, embora os preços possam diminuir à medida que sua utilização aumenta. Por causa disso - em muitos casos, também por limitações tecnológicas -, a grande maioria das unidades SSD oferecidas no mercado

tem capacidade de armazenamento muito inferior, quando comparado aos discos rígidos que possuem a mesma faixa de preço.

## Memória Flash

A tecnologia SSD é baseada em chips especialmente preparados para armazenar dados, mesmo quando não há recebimento de energia. São, portanto, dispositivos **não-voláteis**. Isso significa que não é necessário usar baterias ou deixar o dispositivo constantemente ligado na tomada para manter os dados nele.

Para que isso seja possível convencionou-se entre os fabricantes de SSD o uso de **memórias Flash**. Trata-se de um tipo de memória **EEPROM\*** (ver explicação abaixo) desenvolvido pela Toshiba nos anos 1980. Os chips de memória Flash são parecidos com a memória RAM usada nos computadores, porém, ao contrário desta última, suas propriedades **fazem com que os dados não sejam perdidos quando não há mais fornecimento de energia, como já informado**.

*\* EEPROM é um tipo de memória ROM que permite a regravação de dados, no entanto, ao contrário do que acontece com as memórias EPROM, os processos para apagar e gravar informações são feitos eletricamente, fazendo com que não seja necessário mover o dispositivo de seu lugar para um aparelho especial para que a regravação ocorra.*

Há, basicamente, dois tipos de memória Flash:

**Flash NOR** (*Not OR*) e **Flash NAND** (*Not AND*). O nome é proveniente da tecnologia de mapeamento de dados de cada um. O primeiro tipo permite acesso às células de memória de maneira aleatória, tal como acontece com a RAM, mas com alta velocidade.

Em outras palavras, o tipo NOR permite aceder dados em posições diferentes da memória de maneira rápida, **sem necessidade de ser sequencial**.

O tipo NOR é usado em chips de BIOS ou **firmwares** de smartphones, por exemplo.

O tipo NAND, por sua vez, também trabalha em alta velocidade, porém faz acesso sequencial às células de memória e as trata em conjunto, isto é, em blocos de células, em vez de acedê-las de maneira individual.

Em geral, memórias NAND também podem armazenar mais dados que memórias NOR, considerando blocos físicos de tamanhos equivalentes. É, portanto, o tipo mais barato e mais utilizado em SSD.



Chip de memória Flash NAND da Micron

### Tecnologias Multi-Level Cell, Single-Level Cell e Die-Stacking

Atualmente, há duas tecnologias principais que podem ser empregadas tanto em memórias Flash NOR quando em Flash NAND: **Multi-Level Cell (MLC)** e **Single-Level Cell (SLC)**.

O primeiro tipo, MLC, consiste em um processo que utiliza tensões diferenciadas que **fazem com que uma célula de memória armazene dois (mais comum) ou mais bits**, em vez de apenas um, como é o padrão. Graças à tecnologia MLC, os custos de dispositivos de armazenamento Flash se

tornaram menores, aumentando consideravelmente a oferta de produtos como pendrives e tocadores de MP3 de preços mais acessíveis. Vale frisar que o MLC tem uma tecnologia concorrente e parecida chamada **Multi-Bit Cell(MBC)**.

O tipo SLC, por sua vez, nada mais é do que as memórias Flash "normais", isto é, que armazenam um bit em cada célula. Chips do tipo SLC, obviamente, são mais caros, mas isso não quer dizer que são inviáveis: em geral, são mais resistentes, suportando, por padrão, cerca de 100 mil operações de leitura e escrita por célula, contra 10 mil do MLC (esses números podem variar, conforme a evolução da tecnologia), e permitem que estas execuções sejam efetuadas em menor tempo. A tecnologia SLC é normalmente utilizada em dispositivos de armazenamento de alto desempenho.

É importante destacar que há também uma técnica chamada **Die-Stacking** que igualmente tem o objetivo de aumentar a capacidade de armazenamento de memórias Flash. Para isso, os chips são "empilhados". A ideia aqui é relativamente simples: dois ou mais chips de memória Flash são colocados um em cima do outro, interconectados e encapsulados, como se fossem um dispositivo só. A técnica Die-Stacking pode ser encontrada, por exemplo, nos cartões de memória microSD.

Vale destacar que a tecnologia Flash é a mais aplicada em unidades SSD, no entanto, não é a única. A Gigabyte, por exemplo, lançou um produto chamado iRAM que pode ser entendido como um tipo de SSD. Nele, os dados são armazenados em um dispositivo que permite a conexão de pentes de memória RAM DDR. Os dados são mantidos graças a uma bateria recarregável. A autonomia da bateria é de aproximadamente 15 horas, um desvantagem considerável. Apesar disso, o dispositivo pode ser útil para armazenar temporariamente dados de um servidor que irá passar por manutenção, por exemplo.

## Formatos de SSD

Pela abordagem que fizemos até agora, podemos entender qualquer dispositivo que utiliza memória Flash como sendo uma unidade SSD. Mas,

na verdade, é mais adequado pensarmos em SSD como um tipo de dispositivo concorrente ao disco rígido - não podemos esquecer da palavra "Drive" no nome.

Nessa linha de pensamento, a indústria começou a fornecer unidades SSD como se fossem HDs, só que com chips de memória em vez de discos.

Assim, esses dispositivos podem ser conectados em interfaces

SATA - *Serial Advanced Technology Attachment* - ou IDE (PATA)

A interface **IDE** (*Intelligent Drive Electronics* ou *Integrated Drive Electronics*) também é conhecida como **ATA** (*Advanced Technology Attachment*) ou, ainda, **PATA** (*Parallel Advanced Technology Attachment*).

Trata-se de um padrão que chegou pra valer ao mercado na época da antiga linha de processadores 386 - por exemplo.

Dessa forma, é possível encontrar então unidades SSD em formatos de 1,8, 2,5 e 3,5 polegadas, tal com em HDs.



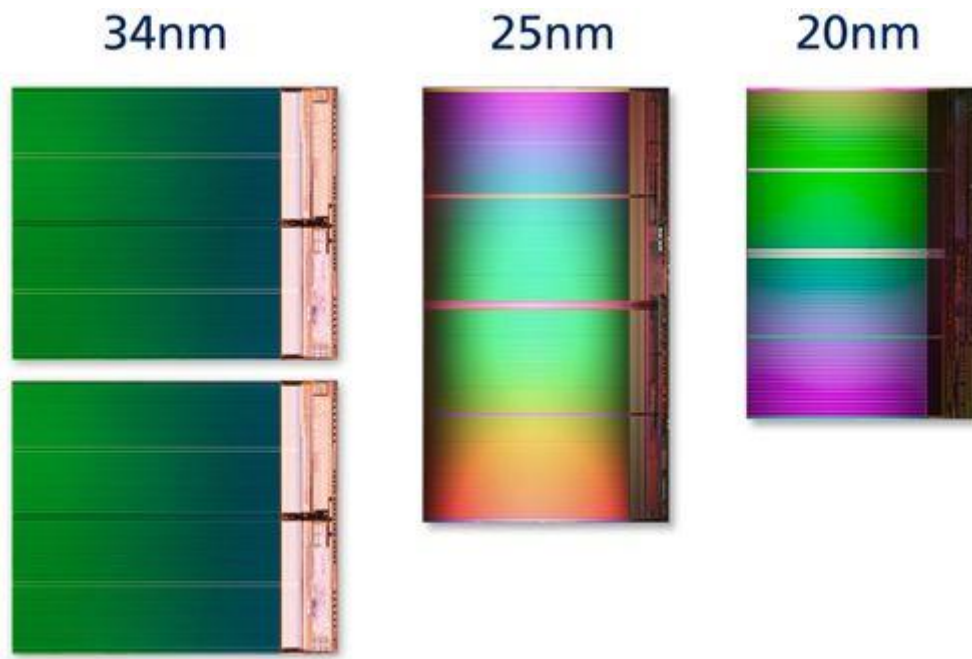
Unidade SSD de 2,5 polegadas e interface SATA da Micron

Esses drives SSD também podem contar com uma pequena quantidade de memória RAM que atua como *cache* (ou *buffer*), não só para acelerar o acesso aos dados mais utilizados, mas também para aumentar a vida útil do dispositivo. E é claro: também podem ter um chip controlador (muitas vezes chamado de SoC, de *System on a Chip*) responsável por gerenciar o acesso aos chips de armazenamento.

A tecnologia aplicada nos chips de memória Flash das unidades SSD pode variar de modelo para modelo. Como você já sabe, unidades baseadas em MLC são mais baratas, sendo indicadas para uso doméstico ou em escritórios. Unidades com chips SLC, por sua vez, são mais adequados para aplicações mais críticas, como um servidor de ERP, por exemplo.

A capacidade de cada chip também pode variar, obviamente. Um dos principais fatores para isso é uma característica chamada *miniaturização*. Aqui, a ideia é a de deixar os transistores que compõem o chip com o menor tamanho possível. Assim, pode-se armazenar mais dados sem, no entanto, ser necessário aumentar o tamanho físico do chip como um todo. Na época da publicação desta matéria, a Intel havia anunciado unidades SSD com chips com processo de fabricação de apenas 25 nanômetros (nm), medida que equivale a um milionésimo de milímetro, isto é, um milímetro dividido por um milhão. Em abril de 2011, a própria Intel havia anunciado uma tecnologia de fabricação de chips NAND com 20 nm:





A imagem, fornecida pela Intel, mostra uma comparação entre 34, 25 e 20 nanómetros

É interessante notar também que existem dispositivos "híbridos", que misturam as funções de HD e SSD. Um exemplo é a linha Momentum XT, anunciada pela Seagate em maio de 2010. Nela, são oferecidos HDs com 250 GB, 320 GB e 500 GB, no entanto, todos os modelos também contam com uma memória Flash de 4 GB. A função dessa memória extra, no entanto, não é a de aumentar ligeiramente a capacidade dos dispositivos, mas sim a de oferecer um *cache (buffer)* generoso, capaz de otimizar o desempenho da máquina, uma vez que os dados mais acessados são direcionados a esse *buffer*, dado o seu tempo de acesso reduzido.



Ilustração que a Seagate utilizou para promover a unidade híbrida  
Momentus XT

Por fim, vale ressaltar que há unidades SSD adaptadas para determinadas aplicações e, que, portanto, podem ter formatos não usuais, assim como há unidades SSD que utilizam interface USB ou FireWire, por exemplo, fazendo frente aos famosos HDs externos.

#### TRIM

Quando o assunto é SSD, especialmente quando nos referimos às unidades mais recentes, uma característica relacionada vem ganhando cada mais atenção: o recurso **TRIM**. Ele é extremamente importante. Vamos entender o porquê.

Em geral, quando você apaga um arquivo em seu sistema operacional, ele não é completamente eliminado. Na verdade, a área ocupada por ele é marcada como “livre para uso” e os dados ficam ali de maneira oculta ao sistema até que uma nova gravação ocorra. É por isso que muitos programas de recuperação de arquivos apagados acidentalmente conseguem ter sucesso nessa tarefa.

Nos HDs, o espaço disponível para dados pode ser gravado e regravado sem maiores dificuldades. Isso é possível porque, nos discos rígidos, os dados são agrupados em setores de 512 bytes (saiba mais sobre isso [nesta matéria sobre HDs](#)), onde cada setor pode ser gravado e regravado de maneira independente.

No SSD, esse processo é um pouco diferente, já que na memória Flash os dados são agrupados em blocos, geralmente de 512 KB, sendo que cada grupo é composto por várias divisões chamadas *páginas*, onde cada uma tem, usualmente, 4 KB. O problema é que esse blocos de dados não podem simplesmente ser gravados e, posteriormente, regravados com a mesma facilidade existente nos HDs. Para isso, é necessário primeiro apagar os dados de uma área gravada, fazendo-a retornar ao seu estado original, para somente depois inserir os dados novos. A questão se agrava pelo fato de que, geralmente, esse processo precisar abranger o bloco inteiro e não apenas determinadas páginas deste. Você já deve ter percebido que essa situação pode causar uma significativa perda de desempenho.

Uma das maneiras de lidar com isso é fazer com que o sistema operacional sempre utilize uma área livre do SSD. Mas essa é uma solução paliativa, uma vez que, mais ou cedo ou mais tarde, os blocos não utilizados serão todos preenchidos. O TRIM surge justamente para evitar que o usuário "entre em pânico" ao perceber que sua unidade SSD está "sobrescrevendo" dados e, conseqüentemente, ficando mais lenta.

Com o TRIM, o sistema operacional é instruído a fazer uma verificação para “zerar” as páginas de arquivos apagados, em vez de simplesmente marcá-las como “disponível para uso”, como acontece nos HDs. Assim, quando os blocos que passarem por esse processo tiverem que receber novos dados,

já estarão preparados para recebê-los, como se nunca nada tivesse sido gravado ali. É por isso que o TRIM é tão importante. A sua função é capaz de evitar sérios problemas de desempenho. O único porém é que esse recurso precisa ser suportado tanto pelo sistema operacional quanto pela unidade SSD, portanto, confira sua existência ao adquirir um produto do tipo. O Windows 7 e versões mais recentes do kernel Linux, por exemplo, têm suporte ao TRIM.

#### Características a se observar na escolha de uma unidade SSD

Ao escolher uma unidade SSD, é sempre importante verificar as especificações do dispositivo. Uma delas está ligada ao aspecto do desempenho. Quantos kilobytes podem ser lidos por segundo? Quantos podem ser gravados nesse mesmo tempo? Tais parâmetros podem variar bastante de um produto para outro. É comum, por exemplo, encontrar unidades SSD formada por um conjunto de 10 chips de memória Flash. O controlador do dispositivo pode dividir um determinado arquivo em 10 partes para que estes sejam gravados simultaneamente na unidade, tornando o processo de gravação como um todo mais rápido, por exemplo. Porém, recursos a mais ou menos podem melhorar ou piorar esse processo. Daí a importância de verificar esses detalhes. Felizmente, é praticamente regra entre os fabricantes informar a quantidade de dados que podem ser gravados e também lidos por segundo.

Outro parâmetro que também pode ser observado é o **IOPS** (*Input/Output Operations Per Second*), que indica a quantidade estimada de operações de entrada e saída por segundo, tanto para leitura quanto para escrita de dados. Quanto maiores esses números, melhor.

Quanto à capacidade, como já informado no texto, esta costuma ser muito menor quando comparado aos HDs porque ainda se trata de uma tecnologia cara. Por isso, não será raro encontrar situações onde um mesmo computador oferece, por exemplo, HD de 500 GB ou, como opção, SSD de apenas 128 GB. Dependendo do caso, você pode utilizar ambas as tecnologias: instalar o sistema operacional em um SSD para agilizar o desempenho e armazenar seus arquivos pessoais em um disco rígido convencional.

Por fim, vale a pena checar também qual o tempo médio de durabilidade previsto pelo fabricante e se a unidade conta com recursos adicionais, como *buffer*, o já mencionado TRIM, a tecnologia de monitoramento S.M.A.R.T. (amplamente utilizada com HDs), ou até mesmo **RoHS** (*Restriction of Certain Hazardous Substances*), que indica que o fabricante não utilizou determinadas substâncias prejudiciais à saúde e ao meio ambiente na fabricação do produto.

Finalizando

Muita gente se pergunta se a tecnologia SSD sinaliza o fim da era dos discos rígidos. É difícil dizer. Em relação à capacidade de armazenamento, os HDs ainda representam uma excelente relação custo-benefício, sem contar que esses dispositivos contam com uma média de durabilidade bastante satisfatória.

Uma vez que as unidades SSD têm um custo de armazenamento muito mais elevado e, em muitos casos, são vistas com a desconfiança que é natural em tudo o que é novo, vai levar algum tempo para que os HDs percam o

seu reinado, se é que isso vai acontecer. Mas o fato é que, inegavelmente, a tecnologia SSD veio para ficar”.