

# FACULDADE PITÁGORAS

## PRONATEC

DISCIPLINA: ARQUITETURA DE COMPUTADORES

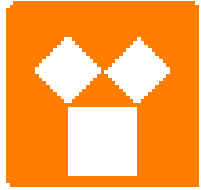
Prof. Ms. Carlos José Giudice dos Santos

[carlos@oficinadapesquisa.com.br](mailto:carlos@oficinadapesquisa.com.br)

[www.oficinadapesquisa.com.br](http://www.oficinadapesquisa.com.br)

**APOSTILA VI**

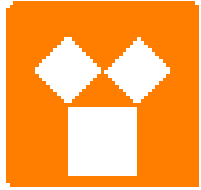
**MEMÓRIA SECUNDÁRIA**



# Objetivos

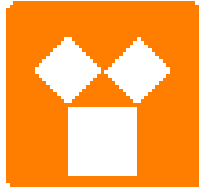
Ao final desta apostila, o aluno deverá ser capaz de:

1. Saber a diferença entre memória principal e secundária
2. Conhecer os principais tipos de meios de armazenamentos de memória secundária



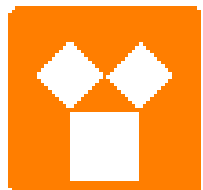
# MEMÓRIA SECUNDÁRIA - I

Tanenbaum é um dos principais autores em computação. Ele afirmou em 2007 que, "seja qual for o tamanho da memória principal, ela sempre será muito pequena". Como nós vimos na apostila anterior, a memória principal ou memória RAM é a memória de trabalho, utilizada para processar dados e fornecer informações. A memória RAM é volátil, ou seja, as informações ficam armazenadas apenas enquanto o computador está ligado. Se desligarmos o computador ou se houver uma interrupção da energia elétrica, todo o conteúdo da memória é apagado.



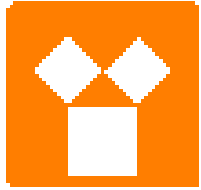
## MEMÓRIA SECUNDÁRIA - II

Assim, existe a necessidade de uma memória para armazenar arquivos que foram processados e/ou copiados no computador. Foi-se o tempo em que um computador era utilizado apenas para processar dados e guardar simples arquivos de texto ou algumas planilhas. Arquivos de multimídia, com som, imagens, vídeos, aliados à conectividade com a grande rede em banda larga, transformaram o computador em um novo tipo de aparelho eletrônico, que rivaliza com a televisão, com o rádio e com os videogames em termos de preferência.



## MEMÓRIA SECUNDÁRIA - III

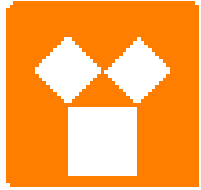
Em 1997, uma pesquisa apontou que a quantidade de informações produzidas pelo homem dobrava a cada onze anos. Acredito que hoje isto já esteja acontecendo em menos tempo. Dados de maio de 2009 apontam que o site Youtube recebia a postagem de vinte horas de vídeo por minuto, o que é equivalente a 600 filmes de longa-metragem por hora! Haja memória secundária para guardar tanta coisa!



# TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO EM MEMÓRIA SECUNDÁRIA

Atualmente (2014) existem três tipos de tecnologia de armazenamento em memória secundária:

1. Armazenamento em meios magnéticos
2. Armazenamento em meios ópticos
3. Armazenamento em meios eletrônicas de estado sólido

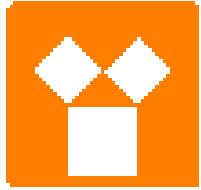


## MEMÓRIA EM MEIO MAGNÉTICO - I

Todos os dispositivos que armazenam em meio magnético (sem exceção) utilizam uma cabeça (ou cabeçote) que magnetiza um meio magnético em uma determinada orientação.

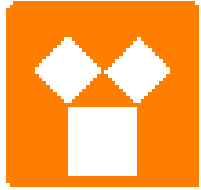
Magnetizar significa criar pequenos ímãs chamados de dipolos magnéticos. O termo dipolo (que significa dois polos) é utilizado porque todo ímã possui dois polos: norte e sul. Assim, por exemplo, uma orientação N/S (Norte/Sul) pode representar 0, e uma orientação S/N (Sul/Norte) pode representar o 1.





## MEMÓRIA EM MEIO MAGNÉTICO - II

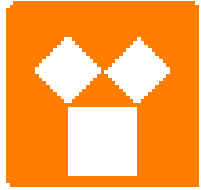
Quando se deseja gravar alguma informação em um meio magnético, energiza-se a cabeça, que ao ser percorrida por uma corrente elétrica, cria um campo magnético que magnetiza o meio magnético, gravando uma informação. Quando se deseja ler alguma informação de um meio magnético, basta deixar a cabeça "desligada". Quando a cabeça "desligada" passa por cima do meio magnético que está em movimento, uma corrente elétrica é induzida na cabeça de acordo com a orientação do dipolo. Se o dipolo for N/S, a corrente induzida será positiva, e a cabeça vai ler esse dipolo como um 1. Se o dipolo for S/N, a corrente induzida será negativa, e a cabeça vai ler esse dipolo como um zero.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Discos Rígidos I

O meio mais comum de armazenamento em meio magnético é o disco rígido. Este dispositivo tem esse nome porque as primeiras unidades produzidas eram fixadas dentro do computador, não podendo ser removidas para transportar dados. Consiste de uma caixa de metal hermeticamente fechada com um ou mais discos metálicos acionados por um eixo comum.

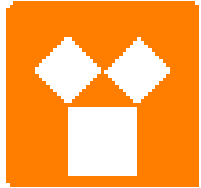
O principal problema dos primeiros discos rígidos é que o disco e a sua controladora eram separados, e cada fabricante e cada modelo disco tinha uma controladora diferente. Assim, qualquer defeito no disco ou na controladora significava perda de dados. Além do mais, a controladora significava mais uma placa no interior do gabinete do computador (mais complexidade e mais calor).



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Discos Rígidos II

Com a evolução da tecnologia, conseguiram colocar a placa controladora junto com o disco rígido. Isto resultou em discos mais rápidos e mais baratos. O nome desta tecnologia é IDE (*Integrated Drive Electronics*). Acompanhe a seguir a evolução desta tecnologia:

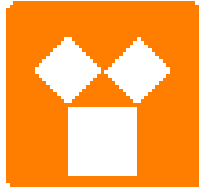
1. Os primeiros discos rígidos IDE tinham o limite de capacidade de 504 MB.
2. O IDE evoluiu para o EIDE (*Extended IDE*), que alcançou o limite de capacidade de 128 GB.
3. O EIDE evoluiu para o ATA-3 (*Attachment*), com tempo de acesso mais rápido que o EIDE.
4. A próxima evolução foi o ATAPI-4 (ATA Packet Interface), mais veloz ainda e com suporte a outros tipos de mídia (unidades de gravação/leitura de CD's).



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Discos Rígidos III

5. O suporte ATAPI-5 substituiu o anterior por ser mais veloz e dar suporte para novas mídias.
6. O padrão ATAPI-6 mudou o limite de tamanho de disco rígido de 128 GB para 128 PB (o suficiente para durar até 2035. Será?). É interessante notar que o padrão IDE até o ATAPI-6 é também conhecido como PATA (*Parallel ATA*).
7. A próxima evolução, que deveria ser o ATAPI-7, foi uma ruptura radical com o modo de transferência de dados do disco, que era paralelo (usando um flat cable) e passou a ser serial. Assim, o padrão ATAPI-7 ficou conhecido como SATA (*Serial ATA*), que é o mais utilizado em computadores hoje.

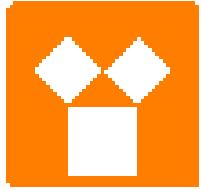
OBS: Todo disco em que a controladora está integrada ao disco é chamado de IDE. Assim, existe o IDE PATA e o SATA.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Discos Rígidos IV

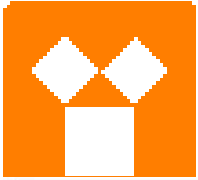
Entretanto, existe um outro padrão em que a placa controladora fica separada do disco rígido. É o padrão SCSI (*Small Computer System Interface*). Pronuncia-se "iscâzi". Apesar de parecer um retrocesso, esse padrão foi criado com o objetivo de obter o máximo de performance. Uma controladora SCSI pode controlar até sete dispositivos, embora as mais modernas possam controlar até quinze discos. A transferência de dados de discos SCSI é feita de modo paralelo. Entretanto, este padrão mudou para serial, como veremos no próximo slide.

Os discos SCSI são os preferidos para servidores, por causa de sua elevada taxa de transferência, e também pela facilidade de se implementar uma tecnologia chamada de RAID (*Redudant Array of Inexpensive Disks*), que aumenta muito a eficiência e a segurança de servidores de arquivos.

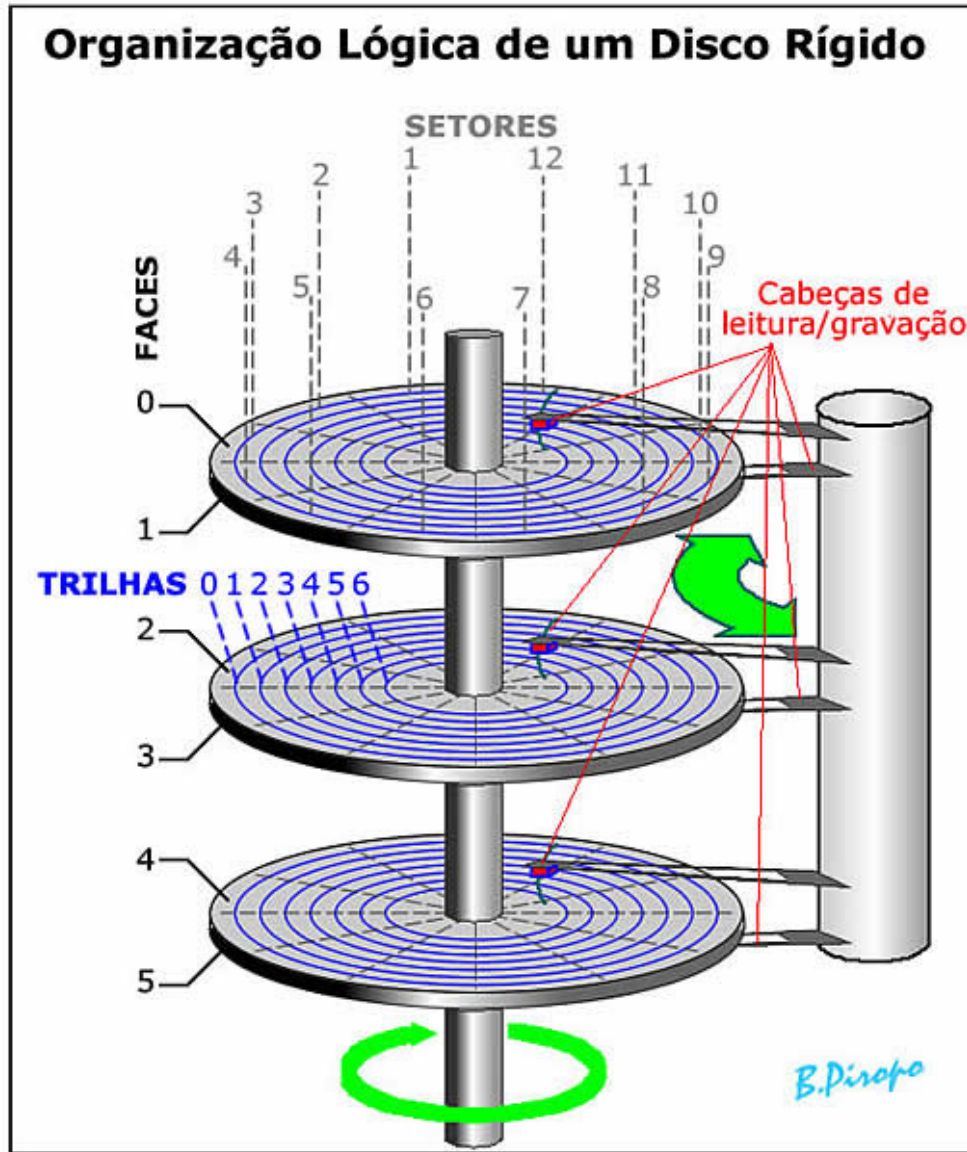


## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Discos Rígidos V

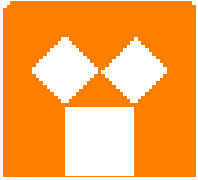
No RAID, uma mesma informação é gravada em todos os discos do arranjo. Essa redundância permite velocidade de acesso maior (a leitura pode ser feita simultaneamente em até 7 discos) e muita segurança (se um disco queimar, basta substituí-lo, pois todos os outros discos do arranjo possuem a mesma informação. Atualmente o SCSI também adotou a transferência serial. Esse novo padrão SCSI chama-se SAS (*Serial Attached SCSI*), sendo totalmente compatível com o SATA. O padrão SAS é *hot swapable*, ou seja, pode-se trocar discos com o computador ligado. Ideal para servidores. Além disso, uma controladora SAS pode controlar até 128 discos.



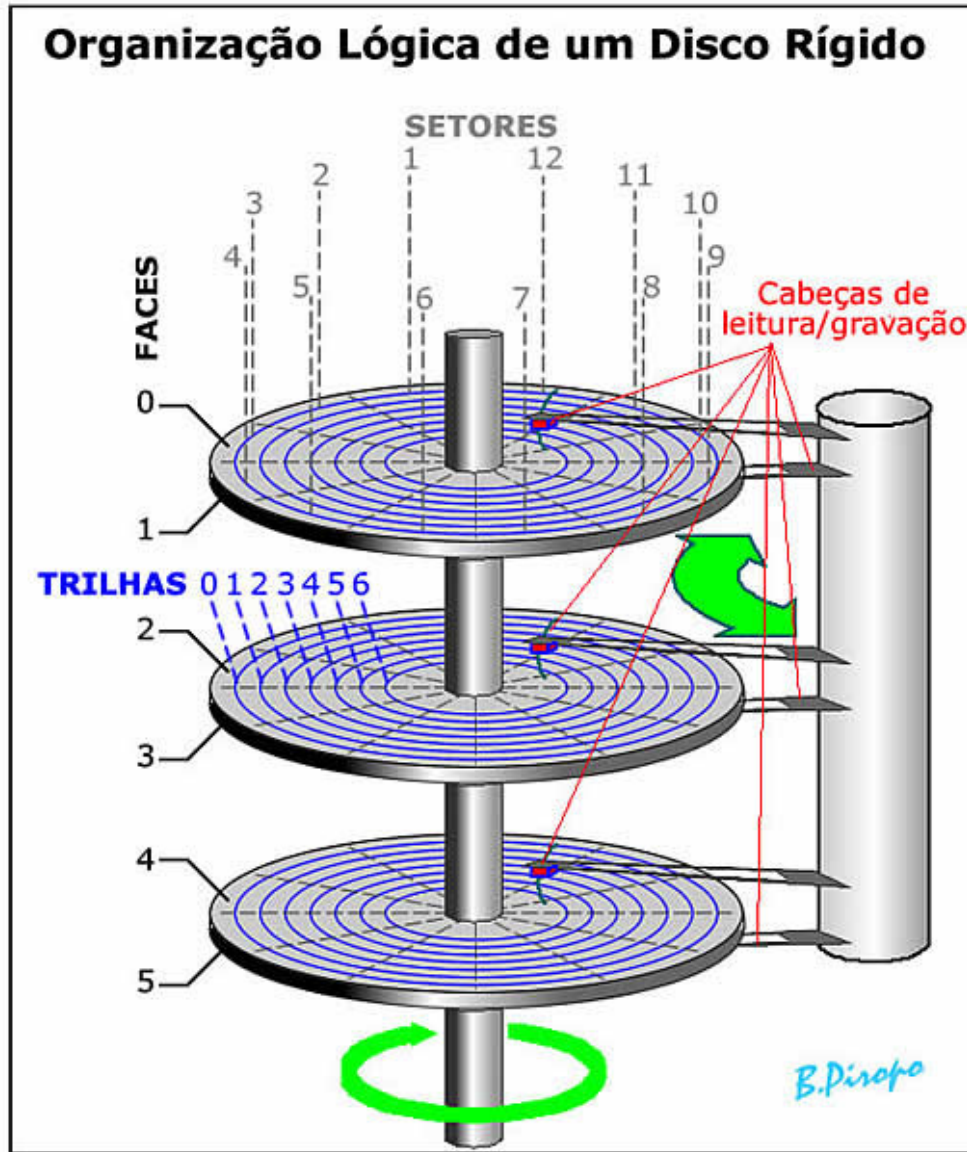
# DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Discos Rígidos VI



Quando se formata um disco rígido, a cabeça grava informações em anéis concêntricos chamados de trilhas. Um conjunto de trilhas (em cada disco) localizadas à mesma distância radial é chamada de cilindro. Cada trilha é dividida em setores (com um certo número de bytes).

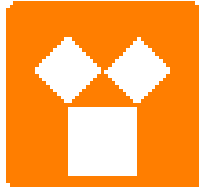


# DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Discos Rígidos VII



Cada setor é composto por 3 partes: um preâmbulo (bytes que servem para sincronizar a cabeça de leitura/gravação, indicando o início do setor), um certo número de bytes para gravação de dados e mais alguns bytes para verificação / correção de erros (ECC), que verifica se os dados foram lidos ou gravados corretamente. Entre os setores existe uma lacuna inter-setores. Por essa razão, a capacidade formatada de um disco rígido é cerca de 15% inferior à capacidade nominal (não formatada).



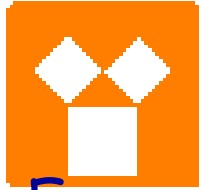


## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Discos Rígidos VIII

Os primeiros discos rígidos tinham um tempo médio de acesso (tempo que a cabeça de leitura/gravação leva para acessar um determinado byte) de cerca de 150 ms (150 milésimos de segundo). Hoje os discos possuem tempo de acesso inferior a 4 ms (4 milissegundos). Parece uma grande evolução, mas não devemos esquecer que essa velocidade é no mínimo 100 mil vezes maior que o tempo de acesso à memória RAM (que por sua vez, é bem mais lenta que a CPU).

A título de comparação, o último padrão PATA tinha uma taxa de transferência de 133 MB/s. No padrão SATA temos:

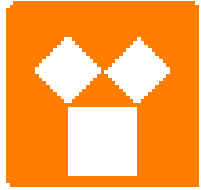
- SATA I: Taxa de 1,5 Gbps - equivale a 150 MB/s
- SATA II: Taxa de 3,0 Gbps - equivale a 300 MB/s
- SATA III: Taxa de 6,0 Gbps - equivale a 600 MB/s



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Discos Rígidos IX

Em relação ao tamanho, os primeiros discos tinham o tamanho de um tijolo (equivalente a cerca de duas unidades de CD-ROM em termos de tamanho). Os discos de hoje possuem o tamanho de uma pequena agenda (desktops), ou de um maço de cigarros (laptops) ou de uma caixa de fósforos (palmtops). As capacidades evoluíram de 5 MB (1980) para 2 TB (2010), ou seja, um aumento de 400 mil vezes.

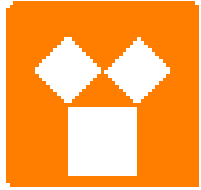
Resumindo, as duas principais tecnologias para discos rígidos hoje são a IDE e a SCSI. Todas duas passaram por numerosas evoluções sempre buscando maior capacidade, menor tempo de acesso e maior taxa de transferência de dados. O que nos interessa atualmente é saber a tecnologia mais utilizada. Em sistemas (caseiros, pequenos escritórios e alguns servidores) que trabalham com um ou dois discos, utiliza-se discos SATA (evolução do IDE). No caso de servidores que utilizem o RAID, os disco SAS (evolução do SCSI) são a escolha natural.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Discos Rígidos X

Hoje (segundo semestre de 2014), computadores caseiros e de pequenos escritórios não precisam de discos com capacidade superior a 320 GB. Entretanto, discos 500 GB costumam ser mais fáceis de se achar e possuem praticamente o mesmo preço dos discos de 320 GB.

Pequenos servidores e aqueles que trabalham com aplicações gráficas mais leves necessitam de pelo menos 1 TB. Já os grandes servidores e aplicações gráficas mais pesadas vão exigir sempre mais de um disco, e a configuração depende das necessidades que os servidores vão atender.

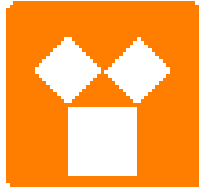


## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Discos Rígidos XI

Hoje existem diversos fabricantes de discos rígidos. Duas das fabricantes mais tradicionais são a **Western Digital** (que incorporou a **Quantum**) e a **Seagate** (que incorporou a **Maxtor**).

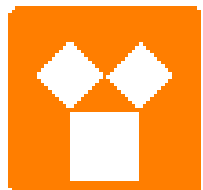
Além destes dois fabricantes, que disputam a liderança do mercado, há outros, como é caso da **Samsung**, da **Toshiba** e da **Hitachi**.

A **IBM** também fabricou discos rígidos, mas nunca teve interesse em atuar seriamente no mercado de discos para desktops. Há ainda fabricantes indianos e chineses, mas que não conseguiram ainda uma participação significativa no mercado.



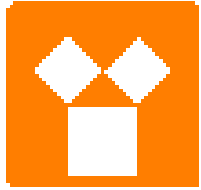
## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Disquetes e outros I

Os disquetes foram a mídia de armazenamento mais comum. O esquema de funcionamento de um disquete é parecido com o disco rígido, com a diferença que no disquete, a cabeça de gravação encosta na superfície magnética. Os disquetes eram os meios utilizados para distribuir softwares e armazenar dados. Caíram em desuso por causa da pouca capacidade, lentidão de acesso, baixa taxa de transferência de dados e principalmente pela confiabilidade. Qualquer sujeira, pó ou campo magnético (TV, telefone) era suficiente para apagar os dados gravados.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Disquetes e outros II

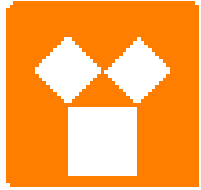
Os primeiros disquetes tinham 8 polegadas e 80 KB de capacidade. Eram gravados apenas de um lado. Com a evolução da tecnologia, passamos pelos disquetes de  $5\frac{1}{4}$  que conseguiam armazenar 1,2 MB quando gravados dos dois lados. O formato mais usado foi o disquete de  $3\frac{1}{2}$  polegadas que no formato mais comum gravava 1,44 MB. Disquetes com maior capacidade (por exemplo, 5,76 MB) não tiveram sucesso, pois costumavam dar muito erros.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Disquetes e outros III

Algumas empresas lançaram um novo tipo de disquete com uma tecnologia proprietária melhor que a dos disquetes (**Zip Drive** e **Jaz Drive**), mas não tiveram muito sucesso, porque o aparelho e as mídias eram caras em relação às unidades ópticas que gravavam CD-R e CD-RW (naquela época, recém lançadas).

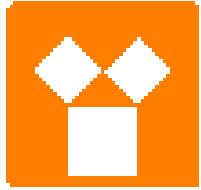
O último meio de armazenamento magnético (muito utilizado para backups) é a fita DAT (*Digital Auto Tape*), que ainda hoje é muito utilizada. Existem robôs que fazem backups de servidores de maneira automatizada a partir de uma programação feita pela equipe de TI.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Organização nos discos I

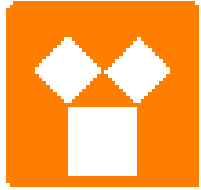
A gravação de informações em disquetes, conforme falado anteriormente, obedece ao mesmo princípio do disco rígido: setores, trilhas e cabeças. Por exemplo, em um disquete comum de 1,44 MB nós temos: 80 trilhas (tracks), 18 setores por trilha (sectors per track) e 2 cabeças (heads) - porque um disquete tem dois lados, ou seja, uma cabeça de cada lado do disco. Como cada setor tem 512 bytes,  $40 \text{ tracks} \times 18 \text{ sectors} \times 2 \text{ heads} \times 512 \text{ bytes} = 1.474.560 \text{ bytes}$ .





## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Organização nos discos II

No caso do disco rígido, o endereçamento é baseada em uma geometria lógica e não física. Isto acontece porque a maioria dos discos rígidos possuem apenas dois discos enquanto que em uma geometria lógica, eu posso ter tantas cabeças quanto forem os bits de endereçamento. Em um disco rígido eu vou ter cilindros (cylinders) em vez de trilhas, porque tem mais de um disco. Assim, o padrão IDE reservava o máximo de 4 bits para número de cabeças ( $2^4=16$ ), 6 bits para o número de setores ( $2^6=64$ ) e 10 bits para o número de cilindros ( $2^{10}=1024$ ). Uma vez que o sistema sempre reserva um setor em cada trilha (setor sobressalente), a capacidade máxima de um disco IDE era:



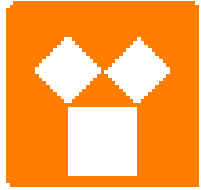
## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO MAGNÉTICO - Organização nos discos III

$16 \times 63 \times 1024 \times 512 = 528.483.304$  bytes (504 MB)

Heads x Sectors x Cylinders x Tamanho do setor em bytes

O endereçamento lógico de blocos (*Logical Block Addressing*) veio para resolver esta limitação, endereçando cada setor como um bloco e reservando 28 bits para o número de setores. Assim, com  $2^{28}$  blocos com 512 bytes cada, o novo limite passou a ser de 128 GB.

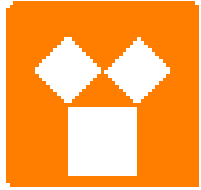
Quando esta limitação se tornou um problema, o padrão LBA foi alterado, reservando 48 bits para o número de blocos, o que elevou a capacidade total para  $2^{48}$  blocos de 512 bytes ou 128 PB. Estima-se que esta capacidade talvez dure até o ano de 2035.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO ÓPTICO - CDs, DVDs e BDs - I

Com o advento da tecnologia do laser, surgiram as mídias ópticas que podiam ser gravadas a um custo extremamente reduzido. Não vamos entrar em detalhes sobre o funcionamento destas unidades. O importante aqui é saber as informações mais relevantes.

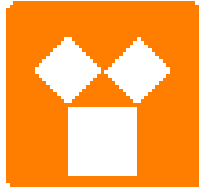
A primeira informação importante é que em um CD as informações são gravadas em uma espiral, e não em trilhas como nos discos rígidos. Uma vez que o feixe de laser necessita de uma velocidade constante da mídia para ler ou gravar, fica fácil perceber que para ler ou gravar perto da borda do disco, a velocidade de rotação do motor deve ser menor do que aquela utilizada para gravar perto do centro do disco.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO ÓPTICO - CDs, DVDs e BDs - II

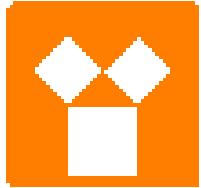
Isto exige um motor que rode a mídia a uma velocidade variável. Em um HD (*Hard Disk*) a velocidade é sempre constante. Uma vez que a velocidade é variável e a espiral é sequencial, o acesso às informações é muito mais lento que em um disco rígido. Entretanto, esta tecnologia é um sucesso hoje. Por quê?

A necessidade de espaço para armazenar arquivos cresceu muito, assim como também cresceu o tamanho dos arquivos por causa das aplicações multimídia. Uma vez que a mídia óptica é barata (menos de um real no caso de um CD-R) e confiável (em condições normais de uso pode durar até 100 anos), não é de se espantar que ela tenha se tornado um sucesso.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO ÓPTICO - CDs, DVDs e BDs - III

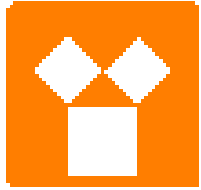
O CD-ROM (*Compact Disc - Read Only Memory*) é uma mídia "queimada" de fábrica, e pode ser apenas lida por meio de um feixe de laser infravermelho. Drives de CD-ROM normais conseguem transferir cerca de 150 KB/s. Mesmo os drives de CD rápidos de hoje (52x), consegue transferir a uma taxa de  $52 \times 150 \text{ KB} = 7,8 \text{ MB/s}$ , ou seja, nem de longe ele consegue concorrer com discos rígidos que transferem 300 MB/s. Entretanto, a confiabilidade e o baixo custo da mídia e das unidade de gravação compensam essa lerdeza.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO ÓPTICO - CDs, DVDs e BDs - IV

Uma mídia CD-R (*Compact Disc Recordable*), ou CD gravável pode ser gravado uma única vez. Assim, unidades de gravação de CD devem ter um laser com potência diferente para gravação (mais forte) do que para a leitura. Um CD-R tem capacidade padrão de 650 MB.

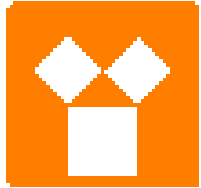
Existem alguns "loucos" que conseguem gravar mais de 740 MB em um CD-R, mas nesse caso, ele terá sérios problemas para ler um disco desses depois de algum tempo. As unidades de leitura/gravação COMBO (que gravam mais de um tipo de mídia - CD e DVD, por exemplo) hoje conseguem gravar com relativa segurança até 700 MB.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO ÓPTICO - CDs, DVDs e BDs - V

Quando o feixe de laser grava uma informação, ele "queima" um determinado ponto da camada de gravação, que deixa de refletir a luz do mesmo modo que refletia antes de ser queimado. Estas diferenças de reflexão são percebidas como zeros e 1s. A camada de gravação de um CD-R pode ser "queimada" apenas uma única vez.

Uma mídia *CR-RW* (*CD Recordable Rewritable*), ou CD gravável e regravável podem ser gravadas e regravadas várias vezes. São mais caras porque utilizam uma liga especial de prata, índio, telúrio e antimônio na camada de gravação.

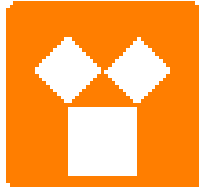


## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO ÓPTICO - CDs, DVDs e BDs - VI

O laser de uma unidade de gravação de CD-RW deve ter três potências diferentes: baixa para leitura, alta para gravação e média para retornar a liga ao seu estado original (antes da gravação). Por este motivo, regravar a mídia demora mais tempo do que gravar a primeira vez, porque é uma operação que requer dois feixes de laser: primeiro, em potência média para fazer a liga voltar ao estado de reflexão original, e depois em potência alta para gravar as informações.

As mídias CD-RW devem ser gravadas com no máximo 650 MB de informação. Gravar mais do que isso utilizando programas especiais compromete a confiabilidade dos dados.

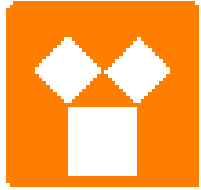




## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO ÓPTICO - CDs, DVDs e BDs - VII

O DVD-ROM surgiu como o sucessor do CD. Inicialmente a sigla significava Digital Video Disk, mas quando ele passou a ser utilizado para gravar dados, além de vídeo, foi rebatizado como Digital Versatile Disk.

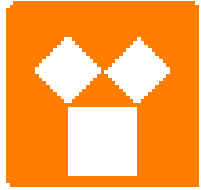
A tecnologia básica é a mesma do CD, ou seja, um laser "queima" pontos na superfície óptica criando depressões. No caso do DVD, o laser é vermelho (o do CD é infravermelho), e mais preciso que o utilizado em unidades de CD. Com isso, ele queima depressões menores e em uma espiral mais apertada. Isso resulta em uma capacidade bem maior (4,7 GB) na implementação de mídia mais comum.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO ÓPTICO - CDs, DVDs e BDs - VIII

A taxa de transferência de dados em velocidade normal em um DVD é maior que a de um CD (1,4 MB/s contra 150 KB/s do CD). Existem unidades de DVD que conseguem ler em velocidade 12x, ou seja, a transferência de dados nesse caso pode chegar a 16,8 MB/s, ainda muito inferior à dos HD's.

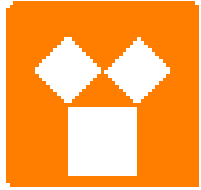
De maneira similar à tecnologia dos CDs, existem mídias de DVD graváveis (DVD-R) e regraváveis (DVD-RW). Em todas essas mídias, o limite padrão de 4,7 GB deve ser respeitado para manter a confiabilidade dos dados gravados.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO ÓPTICO - CDs, DVDs e BDs - IX

Existem unidades de leitura e gravação que são chamadas de COMBO, pois conseguem ler e gravar CDs e DVDs. Essa tecnologia exige a adoção de dois tipos de laser diferentes ou um esquema de conversão óptico para poder manejar diferentes mídias.

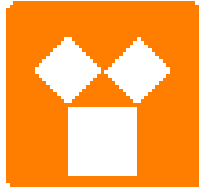
Existem mídias de DVD de duas faces e quatro camadas, que podem armazenar até 17 GB de informação. Entretanto, por ser uma mídia cara e exigir uma unidade de DVD especial também mais cara, acabou não se firmando no mercado. A mídia de DVD mais usada hoje tem capacidade de 4,7 GB.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO ÓPTICO - CDs, DVDs e BDs - X

O BD (*Blu Disk*) é considerado o sucessor do DVD. É uma tecnologia óptica que utiliza um laser azul em vez de vermelho. Como esse laser é mais preciso que o vermelho (por ter um comprimento de onda menor), ele consegue uma capacidade de 25 GB (em discos de uma face), e 50 GB (em discos de dupla face). O principal diferencial dessa tecnologia é a facilidade de se gravar em várias camadas (assim como no DVD), o que aumenta muito a capacidade de armazenamento.

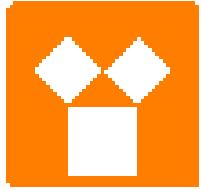
O nome Blu vem de Blue, que significa azul em inglês. O motivo de não se usar Blue é a dificuldade de se registrar nomes comuns como produtos em alguns países.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO EM MEIO ÓPTICO - CDs, DVDs e BDs - XI

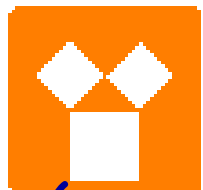
A taxa de transferência de dados normal de um Blu-Disk é de 4,5 MB/s em velocidade normal, e as unidades atuais mais rápidas são 8x, o que daria uma taxa de transferência máxima de 36 MB/s. Melhorou muito, mais ainda não são páreo para os HDs.

Existe a mídia BD-ROM (apenas leitura), a BD-R (grava apenas uma vez) e a BD-RW. Tanto as mídias como as unidades de leitura e gravação são ainda muito caras (em relação ao DVD), mas isso deve mudar em breve.



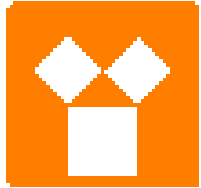
## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - I

Quando se fala de dispositivos de armazenamento eletrônicos em estado sólido, estamos falando do bom e velho chip, com todas as características que lhe são intrínsecas: gasta pouca energia (excetuando-se, claro, os processadores), não contém peças móveis, é tão ou mais confiável que um HD (hard disk ou disco rígido) para armazenar informações, é robusto ("aguenta o tranco") quando se trata de baques ou quedas (quem nunca derrubou um celular que depois continuou funcionando?), e, em se tratando de localização de dados, é bem rápido. Parece um sonho, não é mesmo? Mas não é. Não ainda. Pelo menos por enquanto.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - II

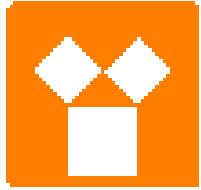
É verdade que esta tecnologia de armazenamento evoluiu muito. Falo isto porque já usamos esta tecnologia há algum tempo. Estes tais dispositivos de armazenamento de estado sólido são utilizados como cartões de memória em máquinas fotográficas digitais e em mídias de armazenamento removíveis, como os pen drive. Começam agora a surgir discos rígidos de estado sólido, que de discos não tem nada. Não passa de um pen drive "metido a besta" que cansou de ficar circulando em bolsas, chaveiros e colares, "ficou rico" e mandou trocar a sua interface USB ("Fusquinha") por uma interface SATA ("Ferrari") e foi morar confortavelmente dentro do "quentinho" do gabinete de um microcomputador.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - III

Brincadeiras à parte, todas as informações que passei até agora são verdades. O primeiro pen drive que comprei foi um Kingston de 1 GB, pouco depois de seu lançamento. Estava ficando comum pen drives de 64, 128 e 256 MB, e tinham acabado de lançar o pen drive de 512 MB e de 1 GB. Não me contento com pouco. Queria o pen drive de maior capacidade, pelo qual eu paguei 110 dólares (pouco mais de 240 reais na época) a um amigo que voltava do exterior. Quando peguei aquela "maravilha" e espetei em meu computador, veio a primeira decepção: após formatar, constatei que a capacidade real era de cerca de 0,93 GB (pouco mais de 983 milhões de bytes). Pensei: "Isto está parecendo disco rígido, que quando formata, perde mais de 10% da capacidade!" Tudo bem que era 7% a menos, mas eu queria um 1 GB.

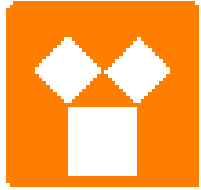




## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - IV

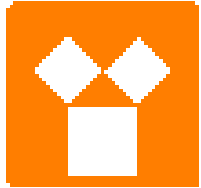
A segunda decepção aconteceu quando comecei a gravar dados. Lento! Muito lento! Parecia meu laptop que gasta "meia hora" e metade da carga da bateria para iniciar o Windows Vista. Quando eu passei os dados para meu outro computador, fiquei um pouco mais animado, pois percebi que a velocidade de leitura era bem mais rápida que a de escrita.

Cheguei à conclusão que era um dispositivo rápido para acesso de leitura, mas lerdo para gravar dados. Pensei que a tecnologia deveria melhorar em breve.



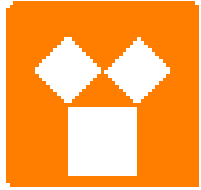
## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - V

Dois anos depois resolvi comprar outro pen drive, agora de 16 GB. Preço: 90 reais em em shopping popular. Dei cem reais. O comerciante não tinha troco naquele momento, e me faz uma proposta: "Quer levar um pen drive de 1 GB de troco?". Levei um susto. Eu simplesmente não acreditava que apenas dois anos antes eu tive o maior sacrifício para comprar algo que agora era apenas "troco". Comprei o pen drive, que apesar de maior capacidade e preço baixo, continuava lento. Imaginei que a culpa desta lerdeza poderia ser da interface USB, e comecei a estudar mais o assunto.



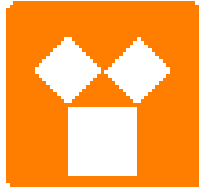
## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - VI

Ao começar a ler sobre o assunto e me lembrar das minhas sofridas aulas teóricas de eletrônica quando fiz engenharia, matei a charada. A culpa não é da interface USB, embora ela seja mais lenta sim que uma interface SATA. Acontece que as memórias flash utilizam uma tecnologia de transistor chamada MOSFET. Não entrarei em detalhes aqui, mas posso assegurar uma coisa: usando esta tecnologia, a leitura sempre será muito mais rápida que a gravação de dados neste tipo de memória. E mais: qualquer dado gravado em uma memória dessas pode virtualmente ficar gravado para sempre sem gasto de energia, ou seja, ela é muito confiável. E tem mais ainda: eu posso ler infinitas vezes essa memória, e essa operação de leitura não "gasta" a memória. Maravilha, não? Vamos agora ao pesadelo...



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - VII

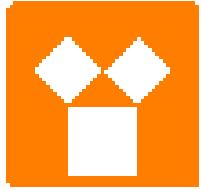
Para gravar dados vocês já conseguiram perceber pelo papo anterior que uma memória flash é "meio lerda". Agora outra má notícia: quando uma informação é gravada, essa operação "gasta" a memória, o que sugere uma vida útil estimada de cerca de 10.000 operações de escrita em memória. Após esse número de operações de gravação de dados, a memória perde a capacidade de gravar novos dados e de armazenar os dados já gravados, ou seja, tem que ser substituída. Perceberam o problema? Quem quiser saber porque isso acontece, favor me perguntar pessoalmente em sala de aula. A explicação para poder entender como uma memória flash grava uma informação, como a mantém gravada, e porque se desgasta ao gravar mas não se desgasta nada para ler exige alguns conhecimentos básicos de eletrônica. Entretanto eu asseguro: é muito interessante!



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - VIII

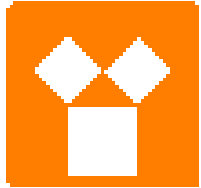
Suponha que você use o seu pen drive e grave informações nele 3 vezes por dia (de manhã, à tarde e à noite), todos os dias. Se você fizer isso, seu pen drive vai durar pouco mais de 9 anos. Tudo bem, porque em 9 anos, a capacidade atual do seu pen drive já vai estar obsoleta mesmo, e você pode até ganhar um de brinde na compra de qualquer eletrônico. O papo está bom, mas vocês devem querer saber: e os SSD's?

SSD é o acrônimo de *Solid State Disk*, ou seja, "disco" em estado sólido, ou seja, utilizando memória flash. Mas como fica um "disco" com esse tipo de memória? Ah, a tecnologia de memória flash dos "discos" é um pouco diferente. A memória flash dos pen drives utiliza a tecnologia SLC (*Single Level Cell* - Células de nível simples), que suportam o máximo de 10.000 operações de escrita.



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - IX

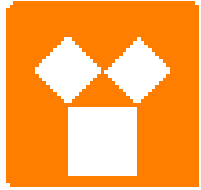
A tecnologia usada na memória flash de "discos" usa a tecnologia MLC (*Multi Level Cell* - Células de Nível Múltiplo), que suportam até 100.000 ciclos de operações de escrita. Melhorou alguma coisa? A resposta é sim e não. Suportar 10 vezes mais operações de escrita ajuda ajudaria alguma coisa nos casos dos pen drives, que poderiam durar então uns 90 anos. Mas no caso de um disco com sistema operacional não ajuda nada por dois motivos: primeiro, porque esse tipo de memória é lerda para gravar dados (lebraram?), e a velocidade de leitura de informações também não empolga muito. Segundo porque os sistemas operacionais atuais não ficam mais de um segundo sem acessar o disco: (continua...)



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - X

(...continuação) múltiplos programas rodando ao mesmo tempo, arquivos temporários, swap de memória virtual, spool de impressão e outras necessidades que seu professor de sistemas operacionais vai poder explicar um milhão de vezes melhor do que eu. Em outras palavras, um SSD funcionando direto não duraria nem dois dias.

Vamos resolver este mistério, e de quebra, vamos descobrir porque esses discos são tão caros. Uma empresa anunciou SSD's para servidores de redes com garantia de funcionamento de 5 anos. Basta lembrar que os melhores discos rígidos hoje possuem garantia de 1 ano, e funcionam por no máximo uns 3 anos. E tem mais: são bem mais rápidos que os discos rígidos tanto em tempo de acesso como em velocidade de transferência de dados.

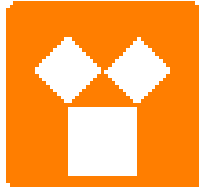


## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - XI

Como acontece essa mágica? Vamos lá: todo mundo se lembra (ou pelo menos deveria se lembrar) do conceito de cache. Agora raciocinem comigo!

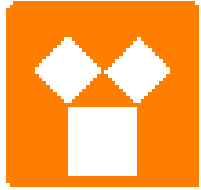
Qual é o pior tamanho para uma memória cache? Essa resposta é fácil: zero, porque sem memória cache para disco, as operações necessárias ao funcionamento do sistema operacional tornam-se insuportavelmente lentas.





## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - XII

Agora outra pergunta! Qual é o melhor tamanho para cache? Essa também é fácil: o tamanho de toda a memória RAM (se for cache de memória) ou o tamanho inteiro do disco (se for cache de disco). Pois a mágica está aí. Em um SSD de 146 GB (um dos mais comuns em 2012), existe uma memória flash de 146 GB que é pouquíssimo utilizada, porque é lerda e se desgasta em operações de escrita. Em compensação, tem 146 GB (o mesmo tamanho) de memória DDR, que é rapidíssima, não se desgasta, mas é volátil. E aí?



## DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO EM ESTADO SÓLIDO - FINAL

Como resolve isso? E porque esses discos são tão caros? Porque esses disco não possuem tanta capacidade quanto os seus congêneres magnéticos (os maiores discos com essa tecnologia hoje são de 1,5 TB e custam mais de 3 mil dólares). Essas perguntas eu vou deixar vocês pensarem e discutimos em sala de aula.

**BONS PENSAMENTOS!**