

# **Introdução ao Funcionamento dos Discos Duros (*HARD DISK DRIVES*)**

José A. Fonseca

Nota: Parcialmente baseado no livro  
V.P. Heuring, H.F. Jordan, "Computer Systems Design and  
Architecture", Addison-Wesley, 1997

José A. Fonseca, Janeiro 2002

1

## **HARD DISK DRIVES (HDDs)**

### **Elementos dos HDD actuais:**

- Discos utilizados como suporte para gravação magnética.
- Cabeças de Escrita/Leitura para acesso à informação *raw* contida nos discos.
- Circuitos de condicionamento de sinal.
- Electrónica de interface com o computador.

José A. Fonseca, Janeiro 2002

2

## **HARD DISK DRIVES (HDDs)**

**Dimensões de um HDD actual** (p.exemplo Seagate Barracuda ATA ST328040A de 28Gbytes):

<b>Altura</b>	<b>Largura</b>	<b>Profundidade</b>	<b>Peso</b>
<b>1" (26mm)</b>	<b>4" (102mm)</b>	<b>5.75" (147mm)</b>	<b>550g</b>

## **Evolução dos *HARD DISK DRIVES* (HDDs)**

## **Parâmetros importantes num HDD**

Capacidade

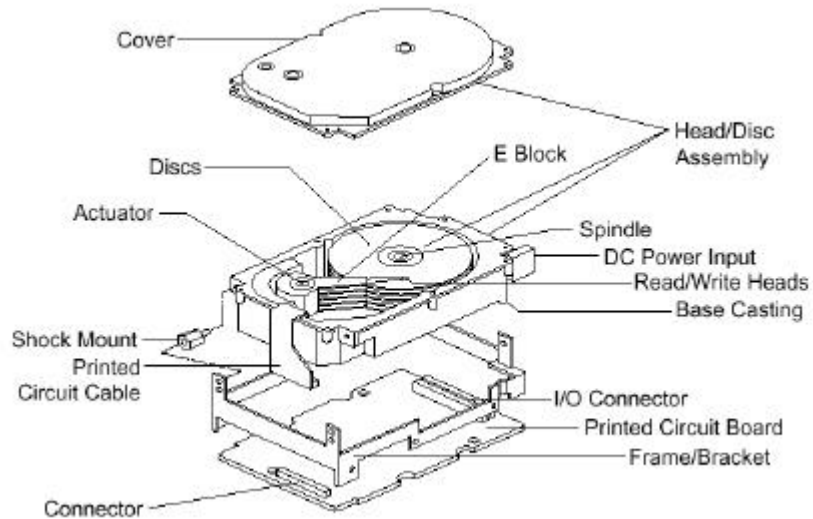
Velocidade de rotação (*Spindle Speed*): 7.200 RPM standard actual, 15.000 anunciados.

Form Factor: 3.5" desktop e servidores; mobile world, 2.5" drives, 1" aplicações especiais

Desempenho: Both positioning and transfer performance factors addressing seek time and latency

Reliability: The reliability of hard disks is improving slowly as manufacturers refine their processes and add new

Interfaces: IDE/ATA and SCSI.

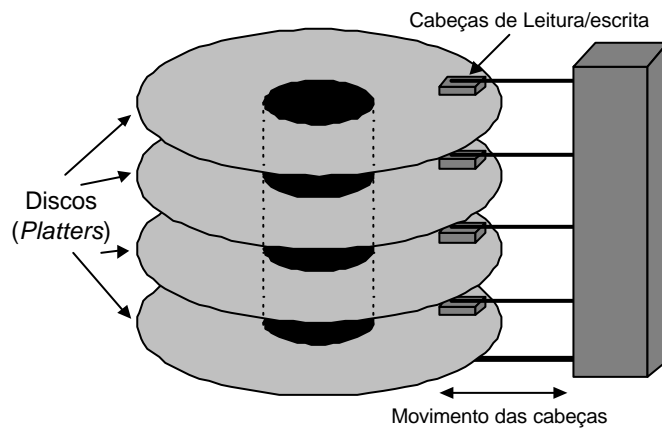


José A. Fonseca, Janeiro 2002

7

### Discos (*platters*) e cabeças de leitura/escrita:

Elementos internos de um HDD:



José A. Fonseca, Janeiro 2002

8

**Discos (*platters*) e cabeças de leitura/escrita:**

- Um HDD contém muitas vezes uma pilha de vários discos.
- Normalmente cada disco tem duas superfícies de gravação (por cima e por baixo) o que implica o dobro das cabeças.
- Todas as cabeças se movem em conjunto sobre os discos.
- Os discos rodam a uma velocidade constante (3.600, 7.200, 10.000, 15.000 RPM).
- As cabeças atravessam o disco num tempo aproximadamente igual ao tempo de rotação (8.3 mseg para 7.200 RPM).
- Independentemente do # de cabeças, apenas uma está activa em cada instante: o fluxo de bits de dados é sempre série na escrita ou na leitura.

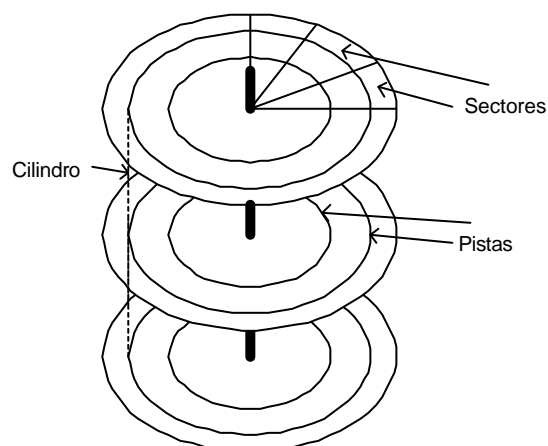
**Organização da informação no disco:**

- É necessário que a electrónica conheça a localização da informação no disco.
- A organização consiste na divisão do disco em pistas (*tracks*) e sectores.
- Pistas: concêntricas    Sectores: radiais
- Exemplo de valores: 1024 pistas e 64 sectores.

## Organização da informação no disco:

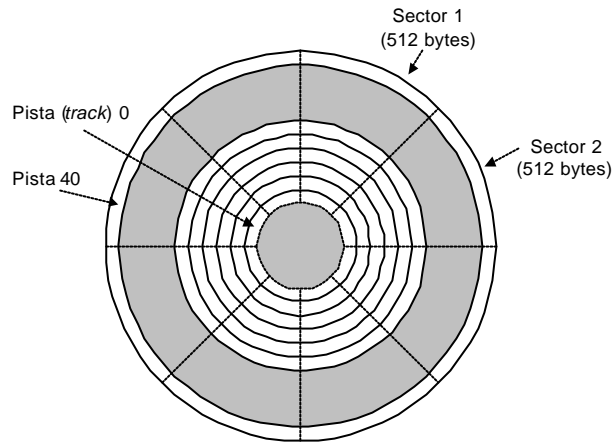
- Posicionamento das cabeças:
  - as pistas são contadas a partir de uma localização conhecida;
  - a identificação do sector é efectuada por um cabeçalho gravado no disco.
- # de bytes por sector:
  - **fixo** em cada disco;
  - entre 512 e 2 Kbytes.
- Cilindro: Um cilindro identifica as pistas da mesma posição (ou mesmo número) em todas as superfícies do disco.

## Cilindros e pistas (*tracks*)



## Organização de uma diskette

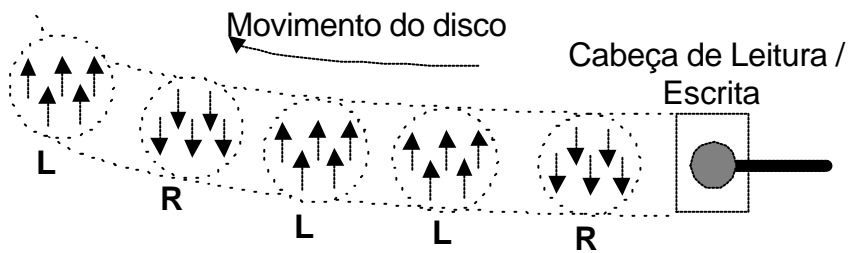
(exceptuando a quantidade de elementos, é idêntica à de um disco duro)



José A. Fonseca, Janeiro 2002

13

## Processo de leitura e escrita:



José A. Fonseca, Janeiro 2002

14

## Processo de leitura e escrita:

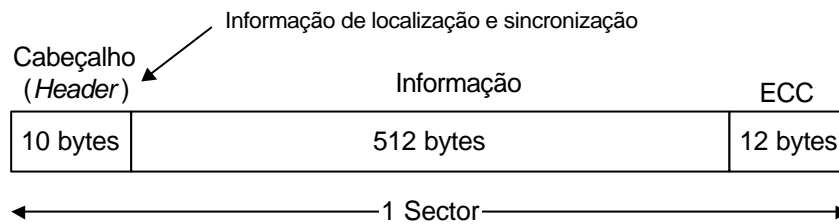
- A informação é escrita na superfície do disco bit a bit, através da magnetização, pela cabeça de escrita, de uma pequena área na pista (a pista consiste apenas na sequência de pequenas áreas – bits - magnetizadas)
- A magnetização é feita orientando os spins do material magnético, considerando-se magnetização esquerda ou direita relativamente ao sentido do deslocamento das cabeças (L ou R).
- A sequência de L Rs não representa directamente a informação a guardar mas sim uma codificação da mesma necessária para facilitar o controlo do posicionamento das cabeças (evitando sequências longas de Ls ou de Rs).

## Processo de leitura e escrita:

- Para evitar problemas relacionados com imperfeições da superfície, é necessária a utilização de códigos correctores de erros (ECC – *Error Correcting Code*).
- A velocidade de rotação dos discos é constante, pelo que, nos HDD iniciais, mantinha-se o # de sectores / pista e de bytes / sector independentemente do facto de a pista estar junto ao centro ou na periferia dos discos.
- Tal permitia manter constante a taxa de leitura/escrita, independentemente da pista.

## Organização dos sectores num HDD

Informação *raw* associada a cada sector:



## Formatação dos discos

- O fabricante formata o disco criando as estruturas físicas (pistas, sectores, informação de controlo) e marcando eventuais sectores que apresentem defeitos para evitar a sua utilização pelo sistema operativo (*Low-level formatting*).

## Propriedades estáticas do disco

(relacionadas com a sua capacidade de armazenamento)

- **Areal Density:** densidade em bits por unidade de área.

$$1$$

---


$$\text{bit\_spacing} \times \text{track\_spacing}$$

- **Maximum Areal Density:** densidade em bits por unidade de área na pista mais interior do disco.
- **Maximum Linear Bit Density:** densidade em bits por unidade de comprimento na pista mais interior do disco.

## Propriedades estáticas do disco

(relacionadas com a sua capacidade de armazenamento)

- **Average Bit Density:** capacidade total em bits da superfície a dividir pela área de armazenamento.
- **Unformatted Capacity:** # total de bits por sector x # de sectores do disco (inclui informação de sincronismo, localização e correcção de erros pelo que não mostra a capacidade útil).
- **Formatted Capacity:** # de bytes úteis por sector x # total de sectores do disco (há várias formas de calcular).

## Propriedades estáticas do disco

- **Formatted Capacity:**

$$\text{Formatted Capacity} = \frac{\text{bytes}}{\text{sector}} \times \frac{\text{sectors}}{\text{track}} \times \frac{\text{tracks}}{\text{surface}} \times \text{no\_of\_surfaces}$$

Numa diskette de 3½”:

$$\begin{aligned} \text{Formatted Capacity} &= 512 \times 18 \times 80 \times 2 = \\ &= 1.474.560 \text{ Bytes} = 1.4 \text{ MBytes} \end{aligned}$$

## Propriedades estáticas do disco

Por exemplo num Seagate Barracuda ATA ST328010A de 6.8GBytes:

$$\begin{aligned} \text{Formatted Capacity} &= \# \text{ cilindros} \times \# \text{ pistas/cil} \times \# \text{ sectores/pista} \\ &\quad \times \# \text{ bytes/sector} = \\ &= 14.123 \times 15 \times 63 \times 512 = 6.833.272.320 = \\ &= 6.8 \text{ GBytes (6.36 GB com } 2^{30}) \end{aligned}$$

## Propriedades dinâmicas dos discos

- São as propriedades relacionadas com o tempo de acesso para leitura e escrita de dados – dependem da velocidade de rotação do disco e da localização da cabeça quando se inicia o acesso.

### ***Seek Time:***

- Tempo médio necessário para mover a cabeça até uma determinada pista.
- Depende da localização da cabeça no instante do pedido, do deslocamento necessário ou, de outro ponto de vista, da dimensão física dos discos, da capacidade de arranque e paragem das cabeças, ...

## Propriedades dinâmicas dos discos

### ***Seek Time:***

- Utilizam-se valores médios medidos. Actualmente: unidades de msec (7.6 a 8, p.ex. para Barracuda ATA).

***Track-to-Track Access Time:*** tempo necessário para mover a cabeça de uma pista para a adjacente.

### ***Rotational Latency:***

- Tempo médio necessário para que o sector que se pretende ler/escrever esteja acessível pela cabeça após esta ter sido colocada na pista adequada.
- Em média é metade do período de rotação (inverso da frequência).
- Por exemplo: 4.16 msec para um disco de 7.200RPM.

## Propriedades dinâmicas dos discos

**Access Time:** o seu valor médio é igual ao *seek time* mais a *rotational latency*.

**Burst Rate:** máxima taxa à qual o drive permite ler ou escrever dados logo que a cabeça atinge o sector pretendido (se a parte electromagnética e mecânica fôr a que impõe limitações).

$$\text{BurstRate}(\text{bytes/sec}) = \frac{\text{revs}}{\text{sec}} \times \frac{\text{sectors}}{\text{rev}} \times \frac{\text{bytes}}{\text{sector}}$$

## Propriedades dinâmicas dos discos

**Sustained Data Rate:** taxa à qual a informação pode ser acedida durante um período de tempo indeterminado (parâmetro importante para acesso a grandes quantidades de informação). É fornecido em valores médios obtidos por medidas reais (ex. > 15 Mbytes/sec para Barracuda).

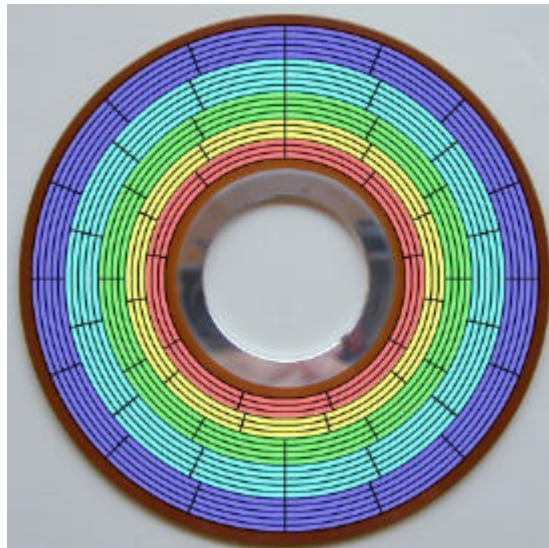
**Head Recalibration** – Actividade periódica em certos discos correspondendo a movimento das cabeças sobre a superfície do disco para identificar marcas de localização. Implica pausas no acesso aos dados que podem ser inaceitáveis em certas aplicações. Ver drives específicos para multimédia que suspendem recalibração durante *sustained accesses*.

## *Zoned bit recording*

- Permite evitar o subaproveitamento do disco resultante da manutenção do mesmo # de sectores no interior e na periferia do disco.
- Aproveita-se a *Areal Density* possível, introduzindo mais sectores na periferia do que no interior.
- Problemas: como a velocidade de rotação é constante, a velocidade a que é efectuada a leitura e a escrita variam consoante a posição do sector.
- A sincronização torna-se complexa pelo que o disk drive “mascara” as informações físicas reais do disco, fornecendo ao OS dados a partir de valores lógicos do cilindro, sector, pista.

José A. Fonseca, Janeiro 2002

27



José A. Fonseca, Janeiro 2002

28

## **Limitações de capacidade devido ao BIOS e interfaces**

Os HDDs são controlados através de uma interface pela qual são veiculados os comandos de endereçamento, leitura, escrita,

...

O acesso aos HDDs é muitas vezes efectuado pelo BIOS herdado do DOS o que causa limitações importantes nas capacidades; isto aplica-se às interfaces IDE/ATA.

Os discos acedidos via interface SCSI (que usa um BIOS diferente) apresentam menos limitações ao nível do endereçamento.

## **Limitações de capacidade devido ao BIOS e interfaces**

O BIOS dispõe de uma série de Rotinas de Interrupção que podem ser utilizadas pelas aplicações e sistemas operativos.

Tradicionalmente o acesso aos HDDs é efectuado via BIOS embora, devido às limitações, haja sistemas operativos que acedem directamente às interfaces.

Torna-se necessário conhecer o tipo de HDD para efectuar o acesso. Tal implica configuração do BIOS. Actualmente é possível obter os parâmetros de configuração directamente dos discos.

Tipos de acesso aos discos: modo PIO, modo DMA, transferência por blocos.

## Limitações de capacidade devido ao BIOS e interfaces

O acesso aos HDDs via BIOS era tradicionalmente efectuado pelo INT 13H, implicando indicação precisa da geometria do ponto de acesso (endereçamento por acesso CHS)

No entanto, o acesso aos discos efectuado via Int 13H, apenas permite:

255 cabeças x 1.024 cilindros x 63 sectores/pista

8 bits + 10 bits + 6 bits

Isto, x 512 bytes / sector =

8.422.686.720 Bytes = 8,4 Gbytes = 7,84 GiBytes

## Limitações de capacidade devido ao BIOS e interfaces

Int 13h extensions: utilizam-se 64 bits para endereçamento directo de sectores (*Addressable sectors*).

A capacidade acessível passa a ser:

$64 \text{ bits} \times 512 \text{ bytes / sector} = 9.444 \times 10^{21} \text{ bytes}$

Os discos de capacidade superior a 8,4 Gbytes, ostentam assim a indicação de:

*Logical CHS* = 16.383 / 16 / 63

CHS significa: *Cylinder / Head / Sector*

O que equivale a:  $16.383 \times 16 \times 63 \times 512 = 8,4 \text{ Gbytes}$

## Limitações de capacidade devido ao BIOS e interfaces

A capacidade real dos discos só pode ser determinada pelos chamados *Addressable Sectors* indicados no disco ou então é fornecida a capacidade final.

**LBA – Logical Block Addressing:** Os sectores são numerados sequencialmente desde 0 até ao seu número total –1. O acesso é efectuado utilizando directamente o nº do sector.

Exemplo: Seagate ST39140A indica 17.803.440 addressable sectors, logo tem uma capacidade de:

$$17.803.440 \times 512 \text{ bytes} = 9.115.361.280 \text{ bytes} = 9,1 \text{ GBytes}$$

## Limitações de capacidade devido ao BIOS e interfaces

**LBA – Logical Block Addressing:** No standard ATA, utilizam-se 28 bits para identificação da numeração dos sectores. Isto dá origem à designada barreira dos 137,4 Gbytes:

$$\begin{aligned} 2^{28} &= 268.435.456 \text{ sectores} \\ 268.435.456 \times 512 \text{ bytes} &= 137.438.953.472 \text{ bytes} = \\ &= 137,4 \text{ GBytes} \end{aligned}$$