

Memória Externa

João Pedro Carneiro de Almeida
Evandro Felipe Rodrigues

Memória Externa

- ❑ **I - Discos magnéticos**
 - ❑ Características físicas
 - ❑ Organização de dados
 - ❑ Mecanismos de leitura/escrita
 - ❑ Parâmetros de desempenho
 - ❑ RAID
- ❑ **II - Fitas Magnéticas**



Memória Externa

❑ III - Disco ópticos

- ❑ CD-ROM
- ❑ CD-Writable
- ❑ CD-R/W
- ❑ DVD



❑ IV – Dispositivos SSD

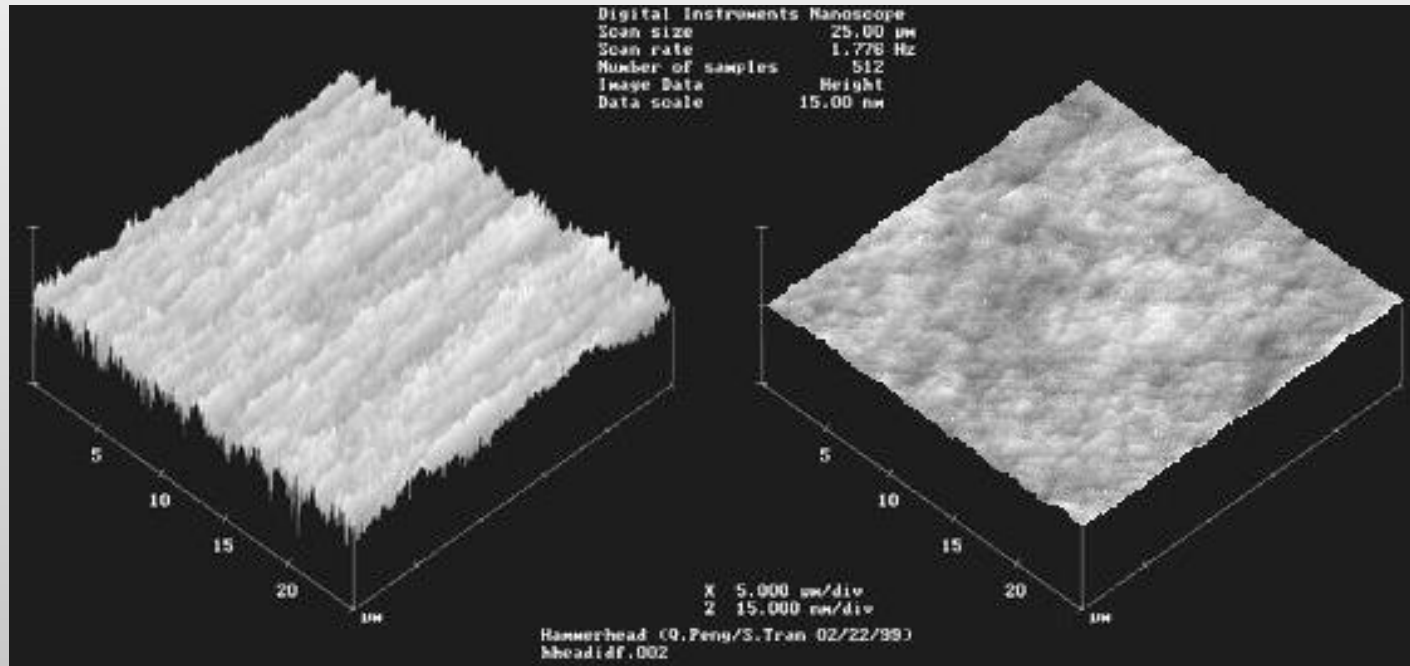
- ❑ Características físicas
- ❑ Arquitetura
- ❑ Vantagens



Discos Magnéticos



Discos Magnéticos - Material



Discos Magnéticos

- ❑ Encapsulamento

- ❑ Floppy- flexível(disquetes)

- ❑ Hard disk - *Winchester(discos rigidos)*

- ❑ Removable hard disk(discos rigidos removiveis)

Características

- ❑ Organização dos dados
- ❑ Cabeçote fixo (raro) ou móvel
- ❑ Disco fixo ou removível
- ❑ Um único lado ou dupla face
- ❑ Um único prato ou diversos
- ❑ Mecanismo de cabeçote
 - ❑ Contato (disco floppy)
 - ❑ Espaço fixo
 - ❑ Flutuante (Winchester)

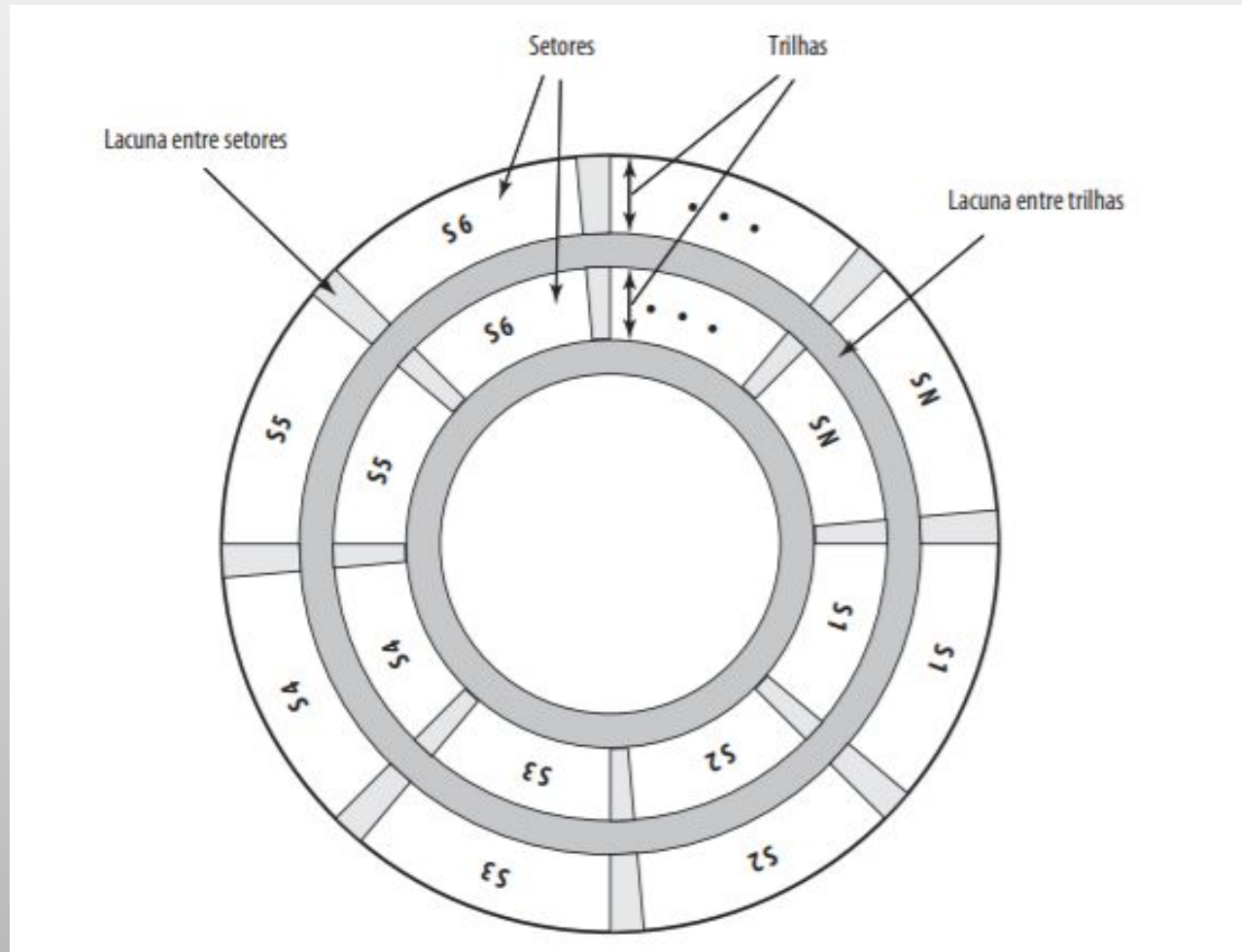
Características

- ❑ **Organização dos dados**
- ❑ Cabeçote fixo (raro) ou móvel
- ❑ Disco fixo ou removível
- ❑ Um único lado ou dupla face
- ❑ Um único prato ou diversos
- ❑ Mecanismo de cabeçote
 - ❑ Contato (disco floppy)
 - ❑ Espaço fixo
 - ❑ Flutuante (Winchester)

Organização de Dados

- ❑ Anéis concêntricos ou trilhas
 - ❑ Espaços (lacunas) entre trilhas
 - ❑ Redução de lacuna \Rightarrow aumento da capacidade
 - ❑ Mesmo número de bits por trilha
 - ❑ Densidade de empacotamento variável
 - ❑ Velocidade angular constante
- ❑ Trilhas divididas em setores
- ❑ O menor tamanho de bloco é um setor
 - ❑ Dados transferidos sempre em Blocos
- ❑ Pode ter mais de um setor por bloco

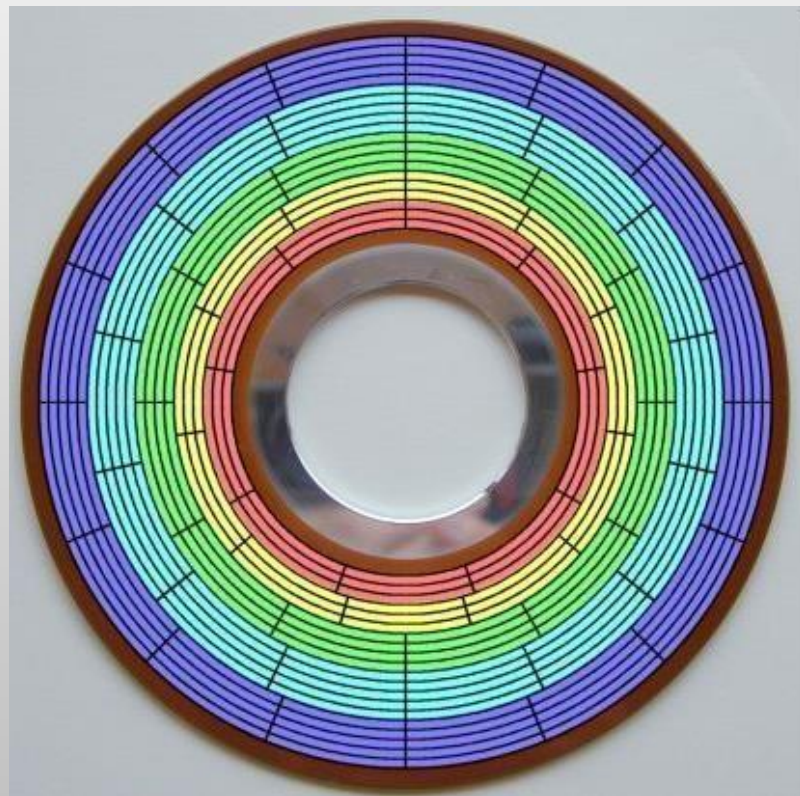
Organização dos Dados no Disco



Gravação dos Dados no Disco

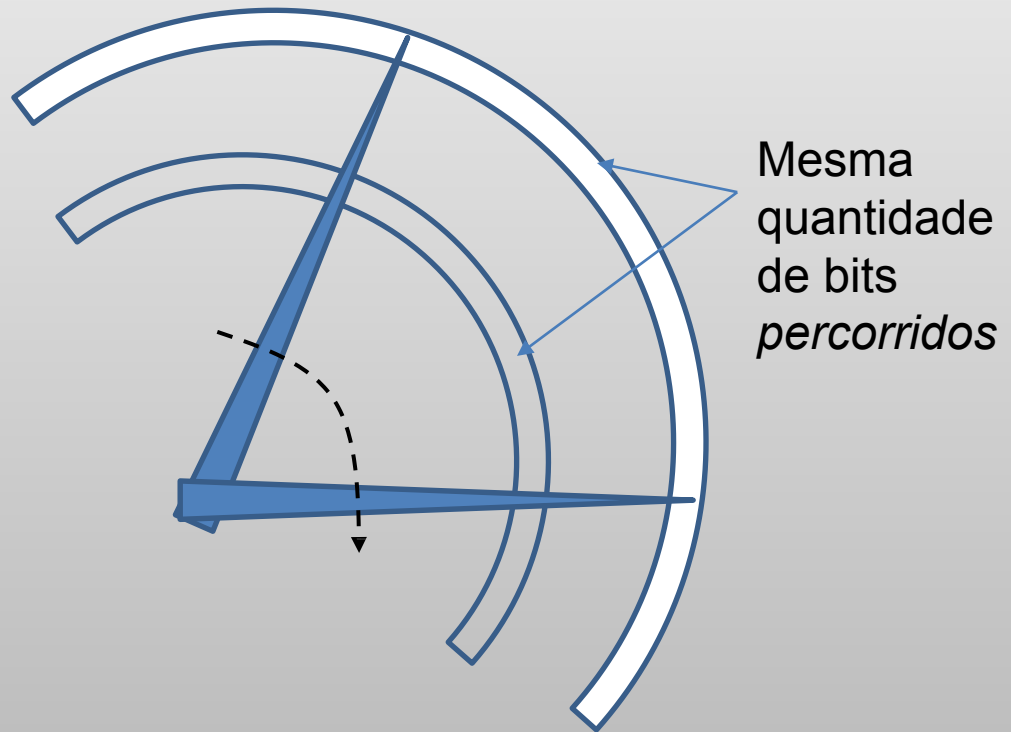


Velocidade angular
constante



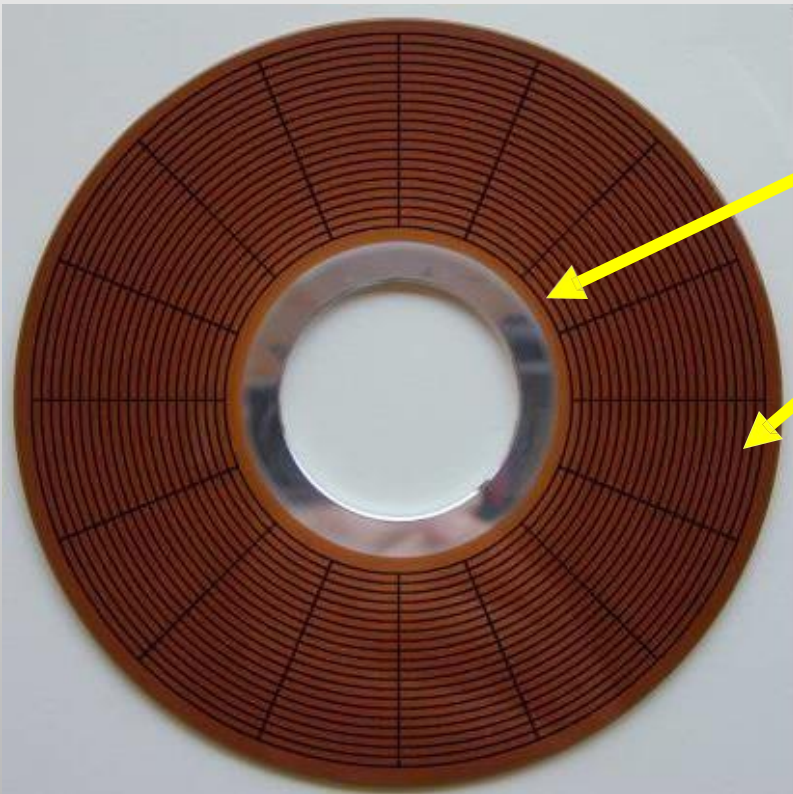
Gravação em múltiplas
zonas

Gravação com velocidade angular constante



Gravação com velocidade angular constante

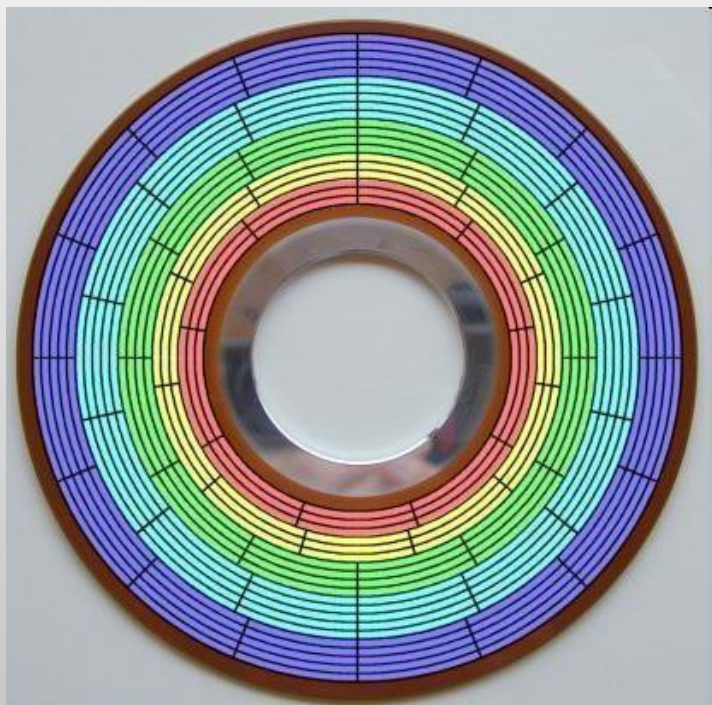
Mesma quantidade de bits por trilha



A densidade das trilhas mais internas é a maior possível

Portanto, maior que a densidade da trilha mais externa

Gravação em múltiplas zonas



- Zona azul - 5 trilhas com 16 setores cada;
- Zona cian - 5 trilhas com 14 setores cada;
- Zona verde - 4 trilhas com 12 setores;
- Zona amarela - 3 trilhas com 11 setores;
- Zona vermelha - 3 trilhas com 9 setores.

Características

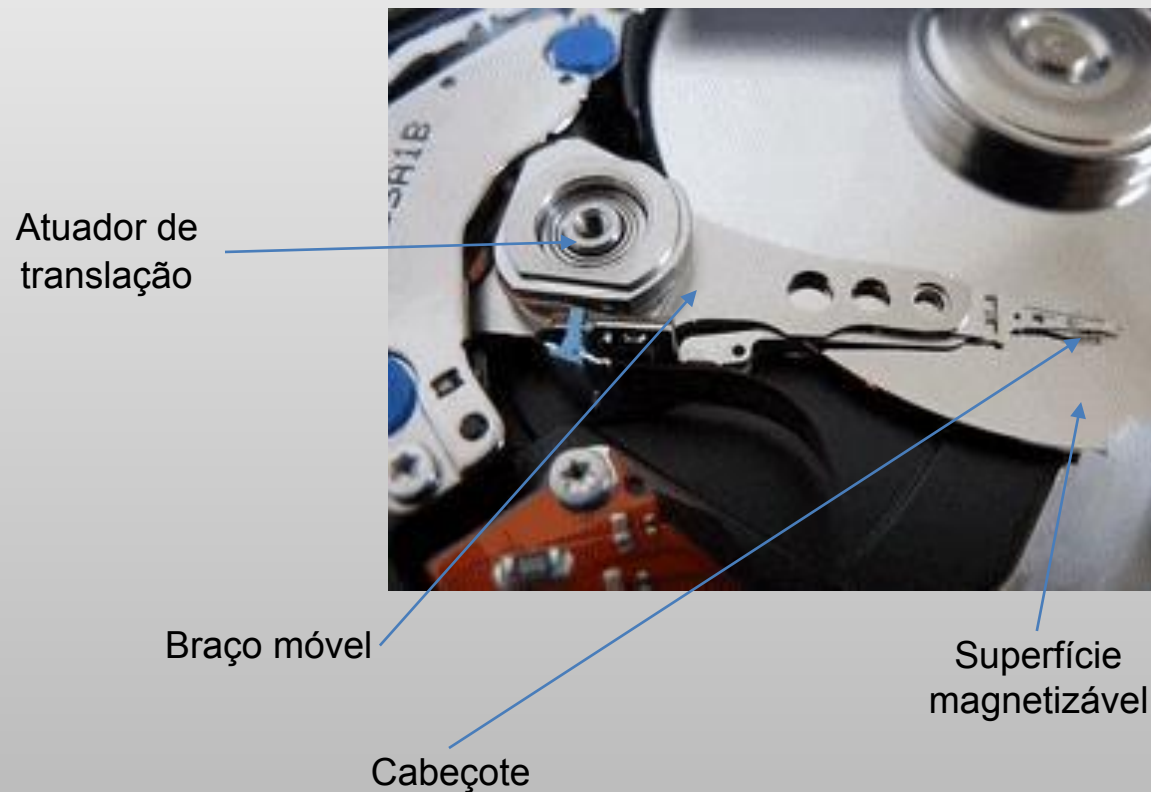
- ❑ Organização dos dados
- ❑ **Cabeçote fixo (raro) ou móvel**
- ❑ Disco fixo ou removível
- ❑ Um único lado ou dupla face
- ❑ Um único prato ou diversos
- ❑ Mecanismo de cabeçote
 - ❑ Contato (disco floppy)
 - ❑ Espaço fixo
 - ❑ Flutuante (Winchester)

Cabeçotes Fixos e Móveis

- ❑ Cabeçote fixo (raro)
 - ❑ Um único cabeçote de escrita e leitura por trilha
 - ❑ Cabeçotes montados sobre braços fixos e rígidos
- ❑ Cabeçote móvel
 - ❑ Um cabeçote de escrita e leitura por lado (face)
 - ❑ Montado sobre um braço móvel
 - ❑ O movimento do cabeçote é responsável pela maior parte do tempo de acesso

Estrutura de acesso aos dados

Cabeçote móvel



Cabeçote de Leitura e Escrita

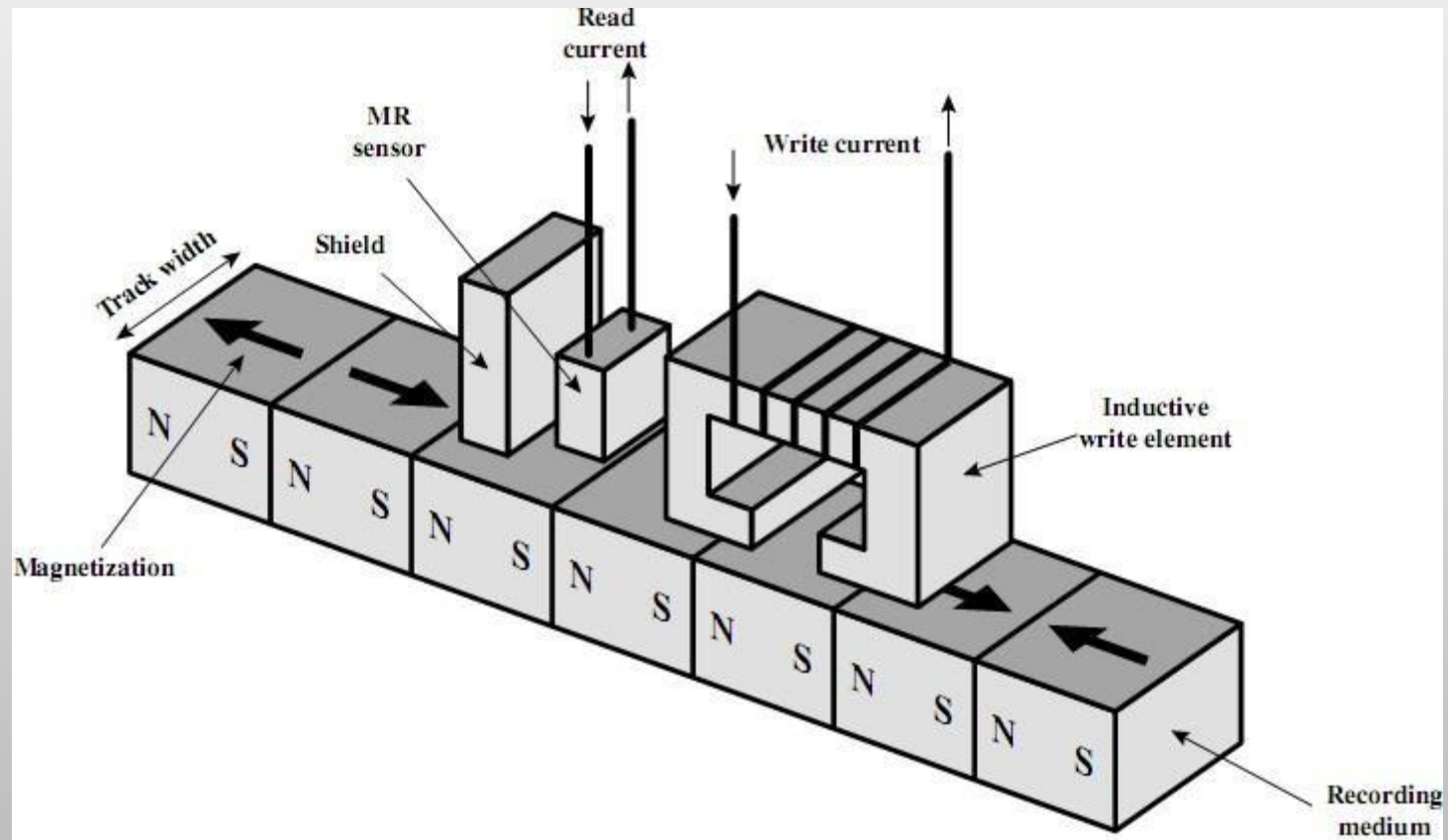
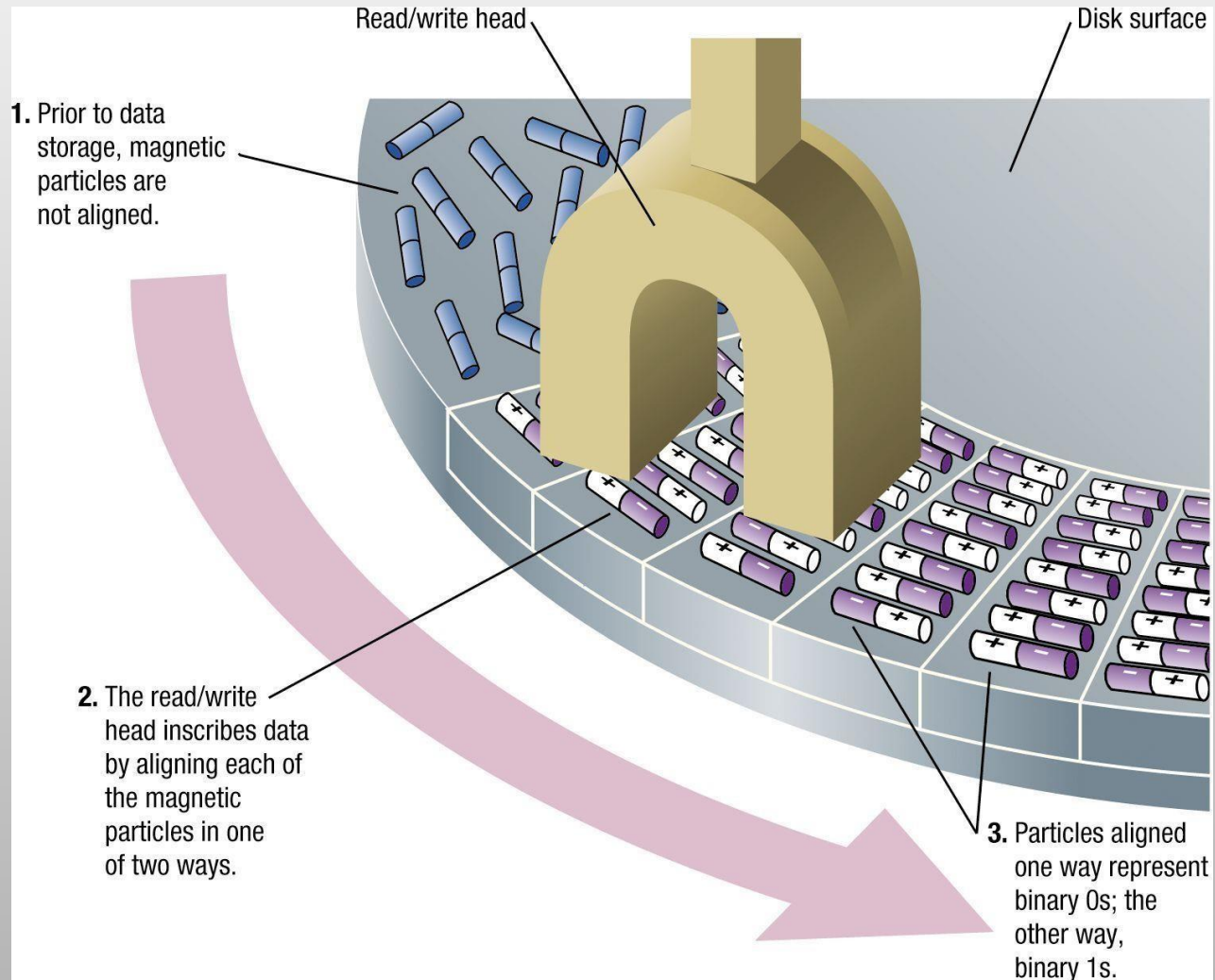


Figure 6.1 Inductive Write/Magnetoresistive Read Head

Cabeçote de Leitura e Escrita



Cabeçote de Leitura e Escrita



Cabeçote de Leitura e Escrita

40 MB 5.25"
cabeçote de
ferrite



3.2 GB, 3.5"
cabeçote
MR

Características

- ❑ Organização dos dados
- ❑ Cabeçote fixo (raro) ou móvel
- ❑ **Disco fixo ou removível**
- ❑ Um único lado ou dupla face
- ❑ Um único prato ou diversos
- ❑ Mecanismo de cabeçote
 - ❑ Contato (disco floppy)
 - ❑ Espaço fixo
 - ❑ Flutuante (Winchester)

Discos Removíveis ou Não

❑ Disco removível

- ❑ Pode ser removido do drive e substituído por outro disco
- ❑ Permite capacidade de armazenamento ilimitada
- ❑ Facilita transferência de dados entre sistemas

❑ Disco não removível

- ❑ Montado permanentemente no drive
- ❑ Interface de mais alto desempenho

Características

- ❑ Organização dos dados
- ❑ Cabeçote fixo (raro) ou móvel
- ❑ Disco fixo ou removível
- ❑ **Um único lado ou dupla face**
- ❑ Um único prato ou diversos
- ❑ Mecanismo de cabeçote
 - ❑ Contato (disco floppy)
 - ❑ Espaço fixo
 - ❑ Flutuante (Winchester)

Um único lado ou dupla face

- ❑ Esta característica diz respeito apenas a configuração da face magnetizada do disco
- ❑ O mais comum é o de dupla face
- ❑ Os Sistemas mais baratos usam única face

Características

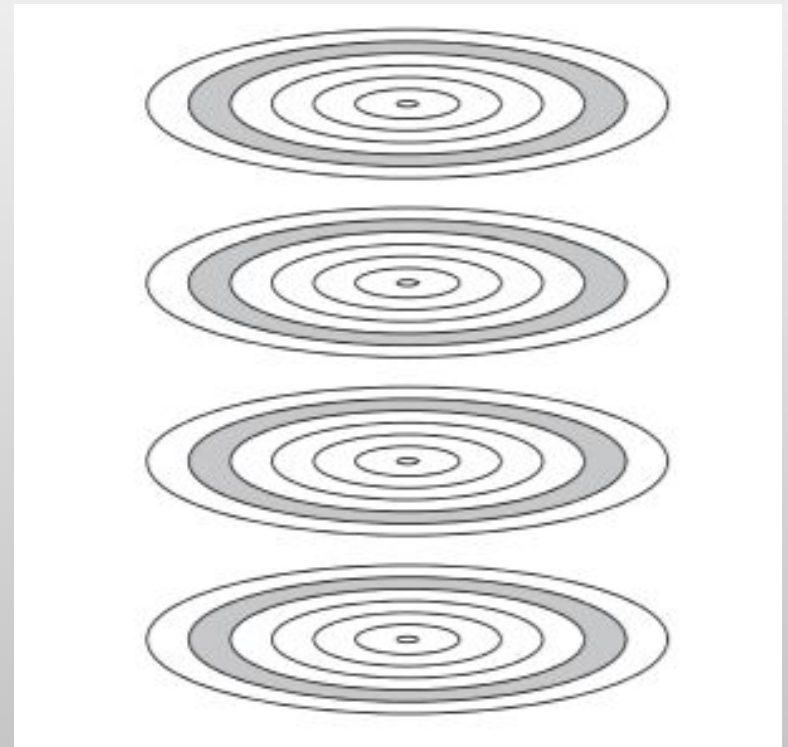
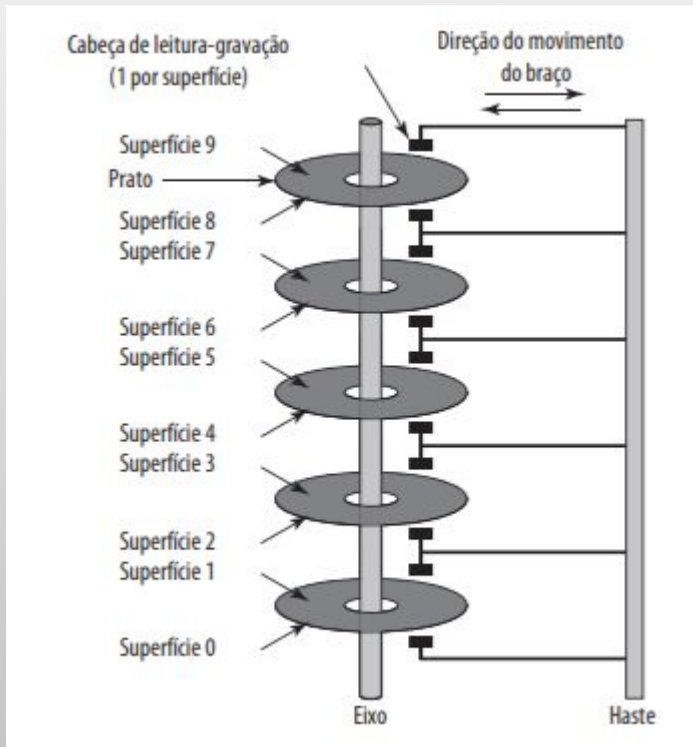
- ❑ Organização dos dados
- ❑ Cabeçote fixo (raro) ou móvel
- ❑ Disco fixo ou removível
- ❑ Um único lado ou dupla face
- ❑ **Um único prato ou diversos**
- ❑ Mecanismo de cabeçote
 - ❑ Contato (disco floppy)
 - ❑ Espaço fixo
 - ❑ Flutuante (Winchester)

Disco de Múltiplos Pratos



Barracuda hard disk com 10 discos

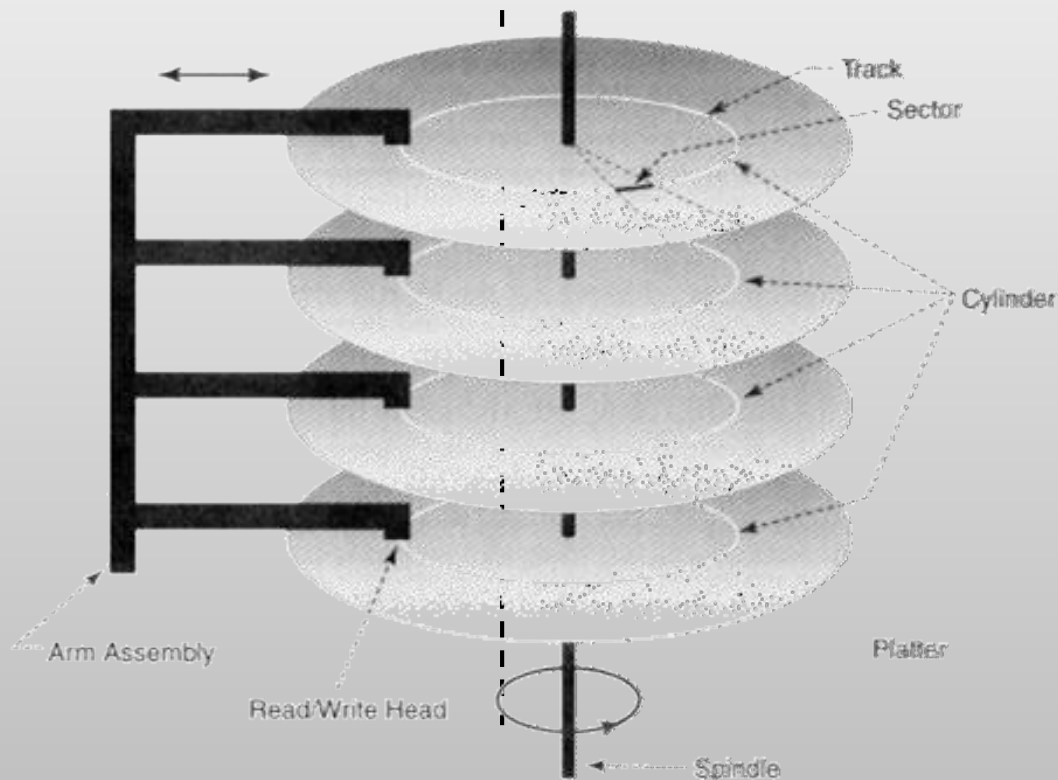
Disco de Múltiplos Pratos



Disco de Múltiplos Pratos

- ❑ cabeçote movel
 - ❑ cabeça de leitura e gravação em cada superfície de placa.
- ❑ Os cabeçotes estão juntos e alinhados
- ❑ As trilhas alinhadas em cada prato formam cilindros
- ❑ Os dados são organizados ao longo do cilindro

Cilindros



Dados organizados nos cilindros

- Reduz o movimento do cabeçote
- Aumenta a velocidade
 - Aumenta a taxa de transferência de dados

Resumo até agora

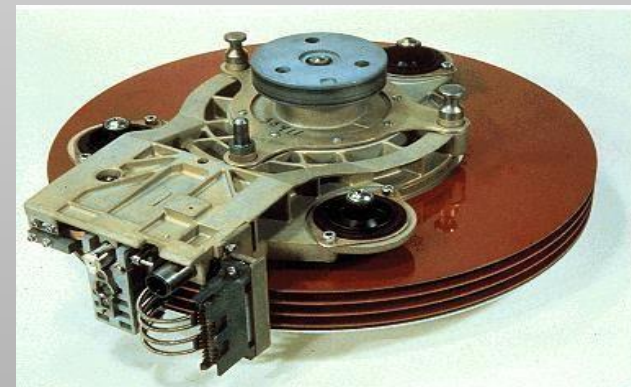
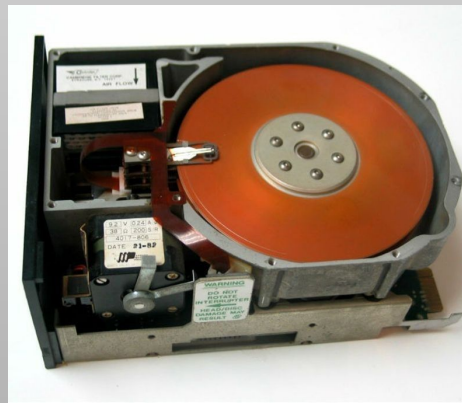
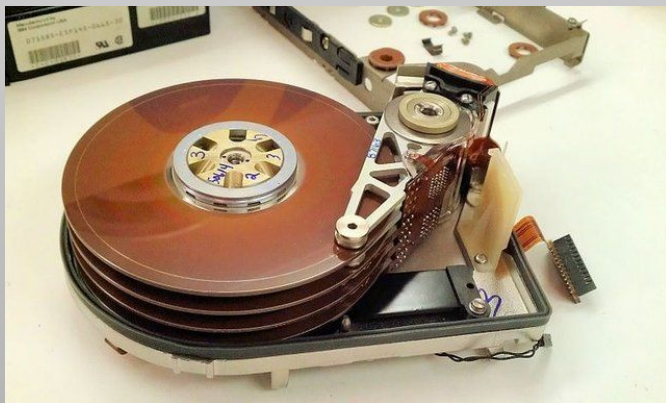
| Movimento da cabeça | Pratos |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Cabeça fixa (uma por trilha) | Único prato |
| Cabeça móvel (uma por superfície) | Múltiplos pratos |
| Portabilidade do disco | Mecanismo da cabeça |
| Disco não removível | Contato (disquete) |
| Disco removível | Lacuna fixa |
| | Lacuna aerodinâmica (Winchester) |
| Faces | |
| Única face | |
| Dupla face | |

Características

- ❑ Organização dos dados
- ❑ Cabeçote fixo (raro) ou móvel
- ❑ Disco fixo ou removível
- ❑ Um único lado ou dupla face
- ❑ Um único prato ou diversos
- ❑ **Mecanismo de cabeçote**
 - ❑ Contato (disco floppy)
 - ❑ Espaço fixo
 - ❑ Flutuante (Winchester)

Winchester Hard Disk – IBM em 1973

- ❑ Unidade hermeticamente fechada
- ❑ Um ou mais pratos (discos)
- ❑ Os cabeçotes flutuam sobre as camadas de ar
- ❑ Permite grande proximidade entre o cabeçote e o disco, mas sem contato
- ❑ por possuir 30 mb de armazenamento fixo e 30 mb de armazenamento removível, recebeu o nome do rifle 30/30 winchester



Disco Floppy (Disquete)

- ❑ tamanhos (8", 5.25", 3.5")
- ❑ Capacidade limitada e pequena
 - ❑ Até 1,44 MB
 - ❑ já existiu um formato de 2,88 MB que não teve sucesso
- ❑ Barato
- ❑ Bem lento



Removable Hard Disk

- ❏ JAZ
- ❏ L-120
- ❏ ZIP

Removable Hard Disk

- ❏ **JAZ**
- ❏ **L-120**
- ❏ **ZIP**

- ❑ Não tão barato
- ❑ 1 GB



Removable Hard Disk

- ❑ JAZ
- ❑ **L-120**
- ❑ ZIP

- Também lia disquetes de 3.5"
- Não se tornou muito popular



Removable Hard Disk

- ❏ JAZ
- ❏ L-120
- ❏ **ZIP**

- Barato
- Chegou a ser muito comum
- Apenas 100 MB



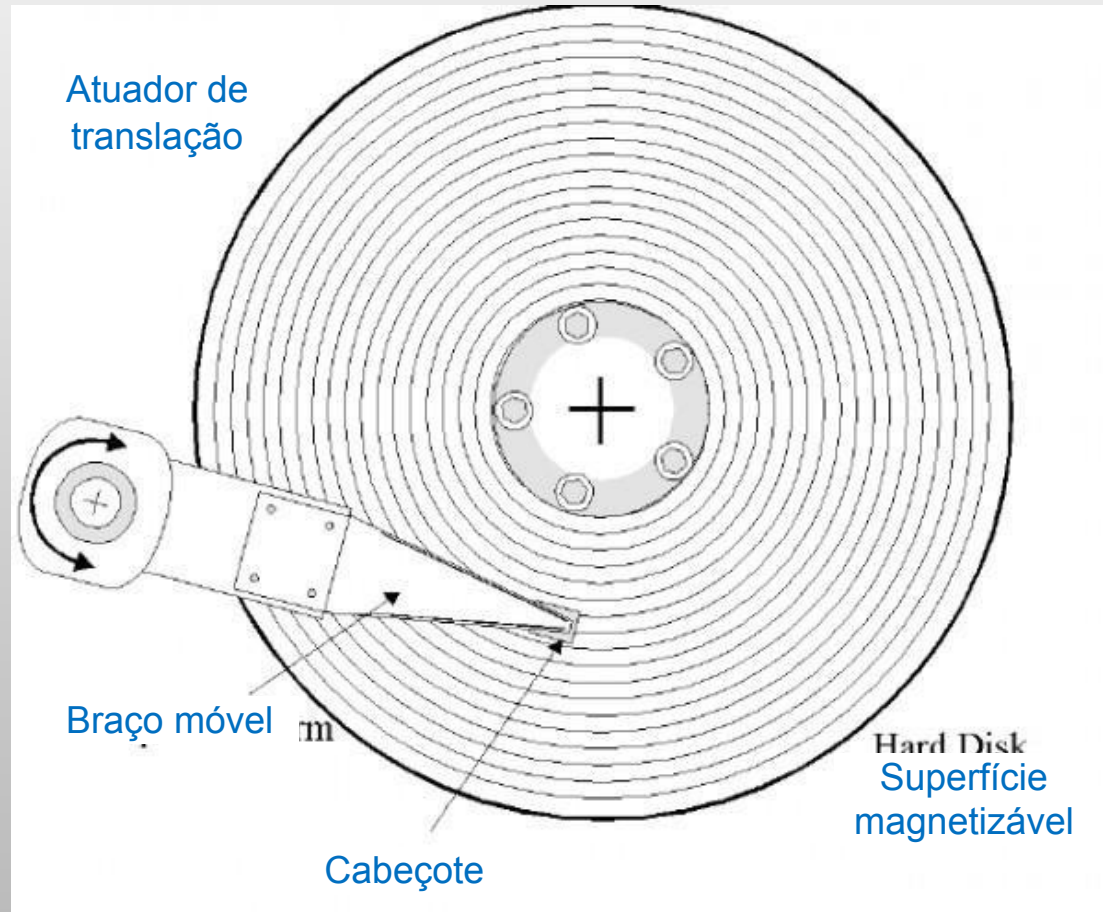
Parametros tipicos de uma unidade de disco rigido

| Características | Seagate Barracuda ES.2 | Seagate Barracuda 7200.10 | Seagate Barracuda 7200.9 | Seagate | Hitachi Microdrive |
|---|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------|------------------------|
| Aplicação | Servidor de alta capacidade | Desktop de alto desempenho | Desktop em nível de entrada | Laptop | Dispositivos portáteis |
| Capacidade | 1 TB | 750 GB | 160 GB | 120 GB | 8 GB |
| Tempo mínimo de busca entre trilhas | 0,8 ms | 0,3 ms | 1,0 ms | — | 1,0 ms |
| Tempo médio de busca | 8,5 ms | 3,6 ms | 9,5 ms | 12,5 ms | 12 ms |
| Velocidade do eixo | 7200rpm | 7200 rpm | 7200 rpm | 5400 rpm | 3600 rpm |
| Atraso rotacional médio | 4,16 ms | 4,16 ms | 4,17 ms | 5,6 ms | 8,33 ms |
| Taxa de transferência máxima | 3 GB/s | 300 MB/s | 300 MB/s | 150 MB/s | 10 MB/s |
| Bytes por setor | 512 | 512 | 512 | 512 | 512 |
| Trilhas por cilindro (número de superfícies do prato) | 8 | 8 | 2 | 8 | 2 |

Parâmetros de Desempenho



Estrutura de acesso aos dados

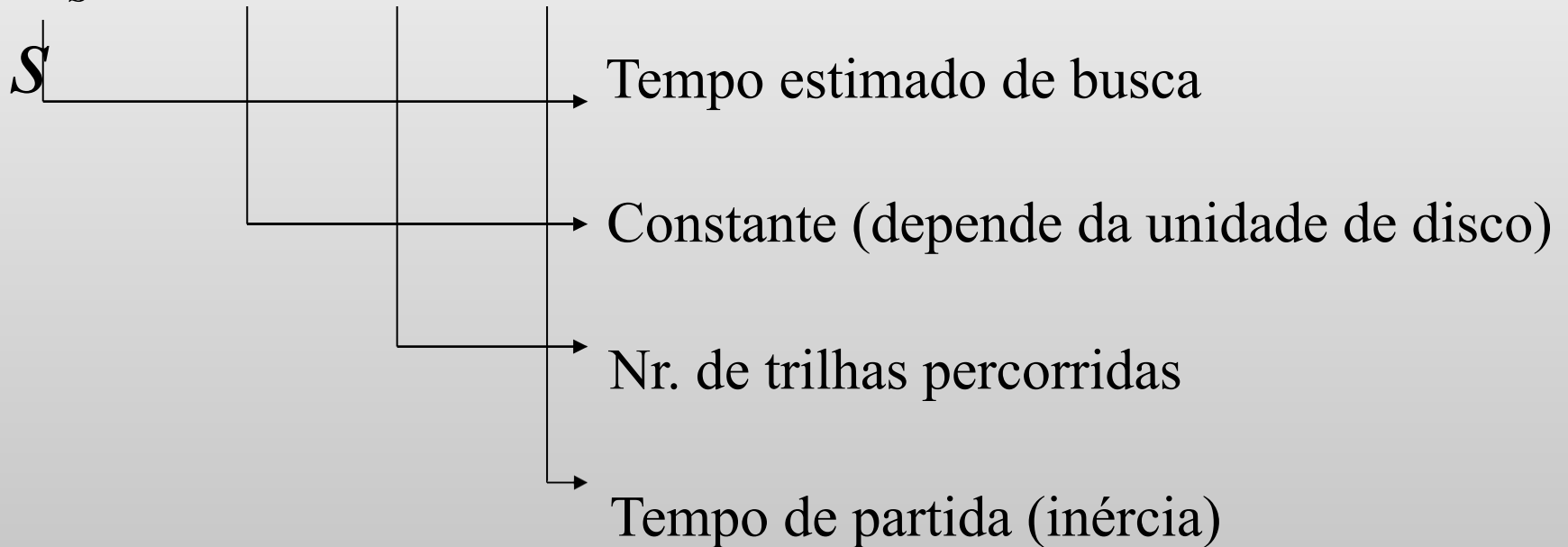


Desempenho

- ❑ Tempo de busca(seek time)
- ❑ Atraso rotacional(latencia rotacional)
- ❑ Taxa de transferência
- ❑ Tempo de acesso = busca + atraso rotacional + tempo de transferência

1. Tempo de busca: T_s

$$T_s = m \times n +$$



- Na prática, não se calcula o tempo de acesso para cada operação
- Um valor médio é fornecido

Exemplo:

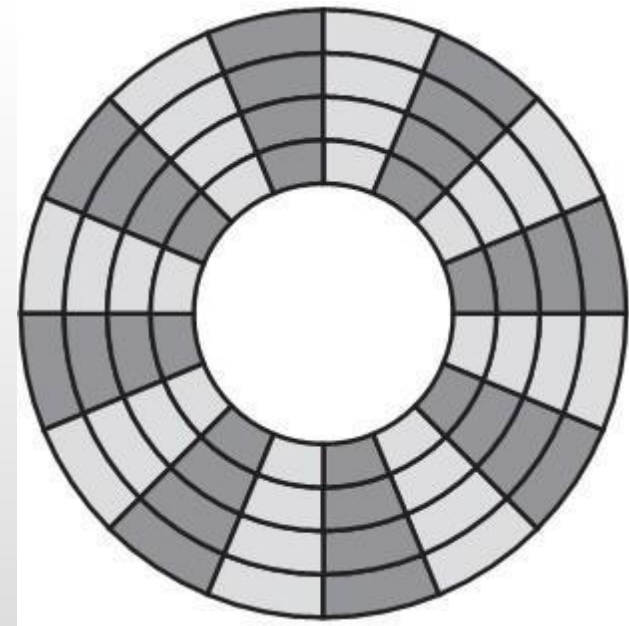
Considere um disco com as seguintes características:

- Tempo de busca médio: $T_s = 4 \text{ ms}$
- Velocidade de rotacao: $\omega = 15000 \text{ rpm}$
- 500 setores (por trilha) de 512 bytes

Deseja-se ler um arquivo:

- 1.28 Mbytes = $1.28 \times 10^6 \text{ Bytes}$
- Armazenado em 2500 setores ($2500 \times 512 = 1.28 \text{ MB}$)
- Ou seja, em 5 trilhas ($5 \times 500 = 2500$)

1 – Armazenamento sequential



Tempo total de leitura da primeira trilha:

Tempo médio de busca = 4 ms

Atraso rotacional médio = 2 ms = $[1/(2r)]$

Leitura de 500 setores = 4 ms = $[512 \times 500 / ((15000/60) \times (512 \times 500))]$

Total = 10 ms

Tempo total = 10ms + [4 trilhas x (2ms + 4ms)] = 34
ms

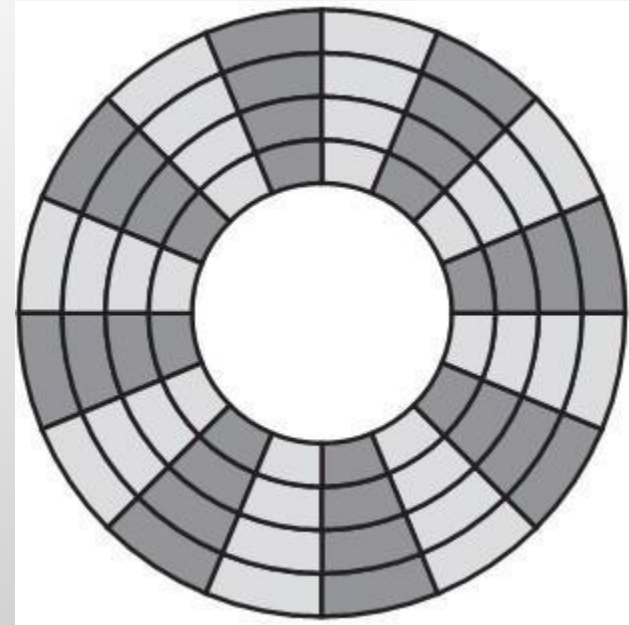
2 – Armazenamento aleatório

Tempo total de leitura do primeiro setor:

| | |
|-------------------------|------------|
| Tempo médio de busca | = 4 ms |
| Atraso rotacional médio | = 2 ms |
| Leitura de 1 setor | = 0.008 ms |
| Total | = 6.008 ms |

Cada setor será lido em 6.008 ms:

$$\text{Tempo total} = 2500 \times 6.008 = 15.02 \text{ s}$$



RAID



RAID

- ❑ Redundant Array of Independent Disks
- ❑ Usualmente 7 níveis (0 a 6)
- ❑ Conjunto de discos vistos como um único drive lógico de disco pelo SO
 - ❑ Dados distribuídos por drives físicos

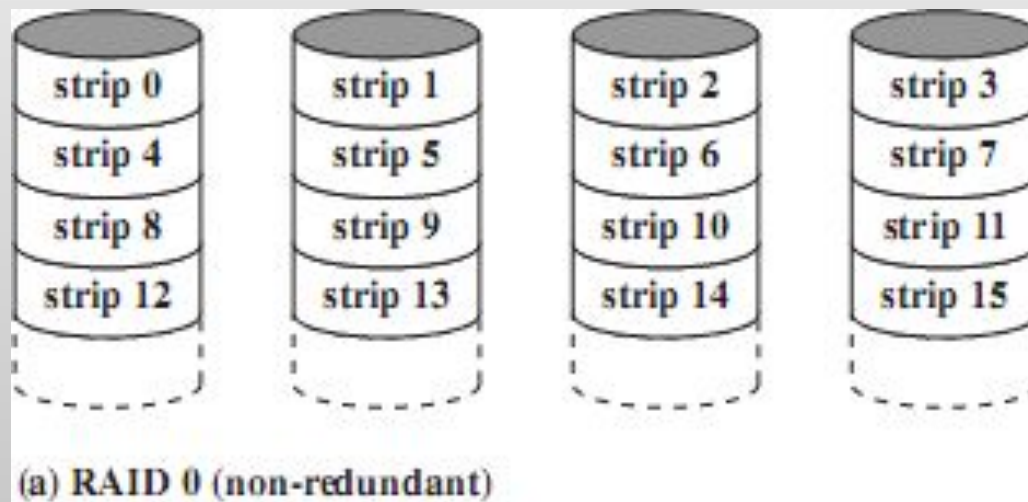
RAID

| Categoria | Nível | Descrição | Discos exigidos | Disponibilidade dos dados | Capacidade para grande transferência de dados de E/S | Taxa para pequena solicitação de E/S |
|---------------------|-------|--|-----------------|--|---|--|
| <i>Striping</i> | 0 | Não redundante | N | Menor que disco único | Muito alta | Muito alta para leitura e gravação |
| Espelhamento | 1 | Espelhado | $2N$ | Maior que RAID 2, 3, 4 ou 5; menor que RAID 6 | Maior que único disco para leitura; semelhante a único disco para gravação | Até o dobro de um único disco para leitura; semelhante a único disco para gravação |
| Acesso paralelo | 2 | Redundante via código de Hamming | $N + m$ | Muito mais alta que único disco; comparável a RAID 3, 4 ou 5 | Mais alta de todas as alternativas listadas | Aproximadamente o dobro de um único disco |
| | 3 | Paridade de bit intercalada | $N + 1$ | Muito mais alta que único disco; comparável a RAID 2, 4 ou 5 | Mais alta de todas as alternativas listadas | Aproximadamente o dobro de um único disco |
| Acesso independente | 4 | Paridade de bloco intercalada | $N + 1$ | Muito mais alta que único disco; comparável a RAID 2, 3 ou 5 | Semelhante a RAID 0 para leitura; muito menor que único disco para gravação | Semelhante a RAID 0 para leitura; muito menor que único disco para gravação |
| | 5 | Paridade de bloco distribuída e intercalada | $N + 1$ | Muito mais alta que único disco; comparável a RAID 2, 3 ou 4 | Semelhante a RAID 0 para leitura/ menor que único disco para gravação | Semelhante a RAID 0 para leitura; geralmente, menor que único disco para gravação |
| | 6 | Paridade de bloco dual distribuída e intercalada | $N + 2$ | Mais alta de todas as alternativas listadas | Semelhante a RAID 0 para leitura; menor que RAID 5 para gravação | Semelhante a RAID 0 para leitura; muito menor que RAID 5 para gravação |

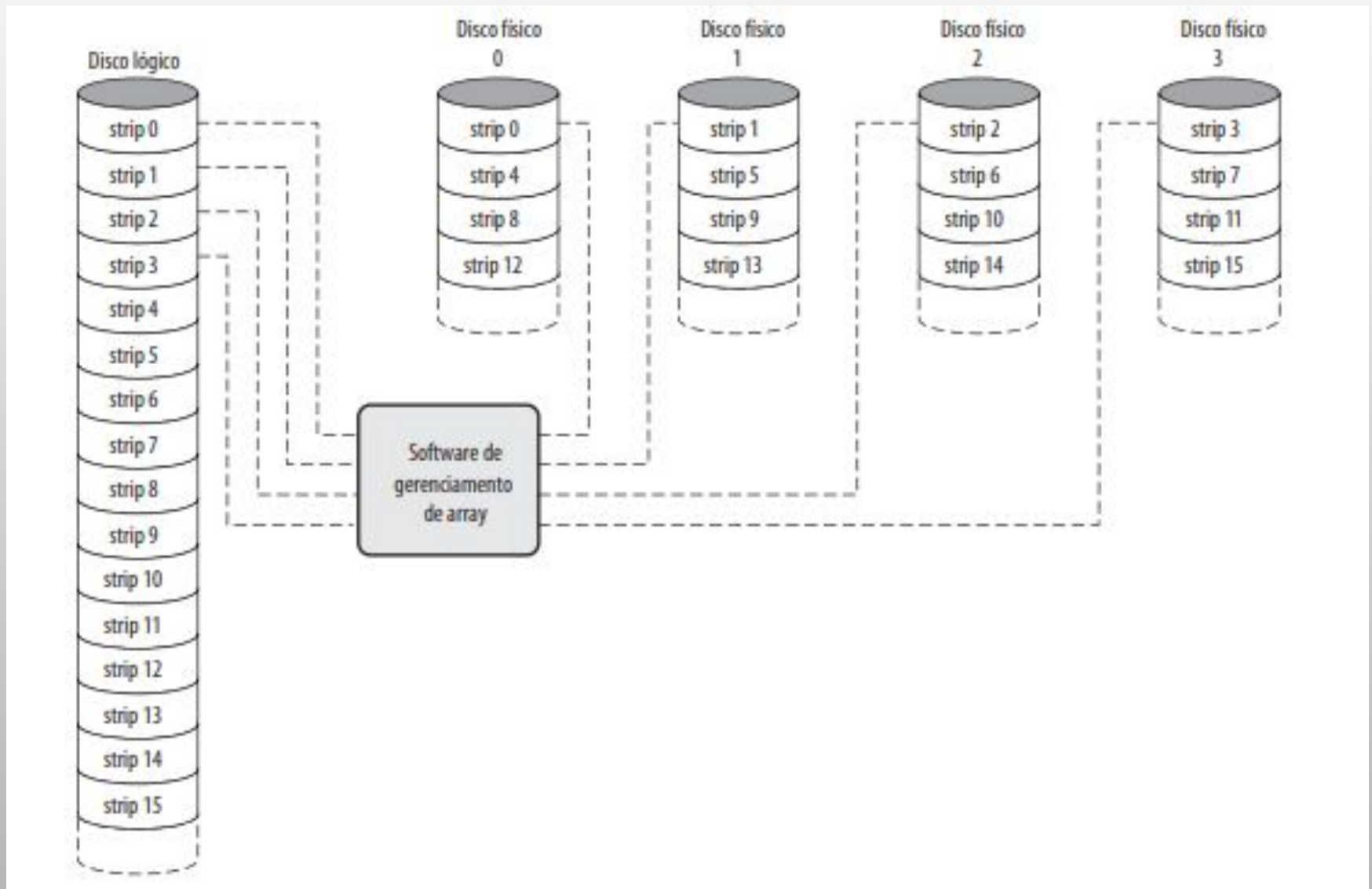
RAID 0

- ❑ Sem redundância
- ❑ Dados distribuídos ao longo de todos os discos
- ❑ Aumenta velocidade
 - ❑ Múltiplas requisições de dados provavelmente não são feitas ao mesmo disco

RAID 0



RAID 0



Aplicações

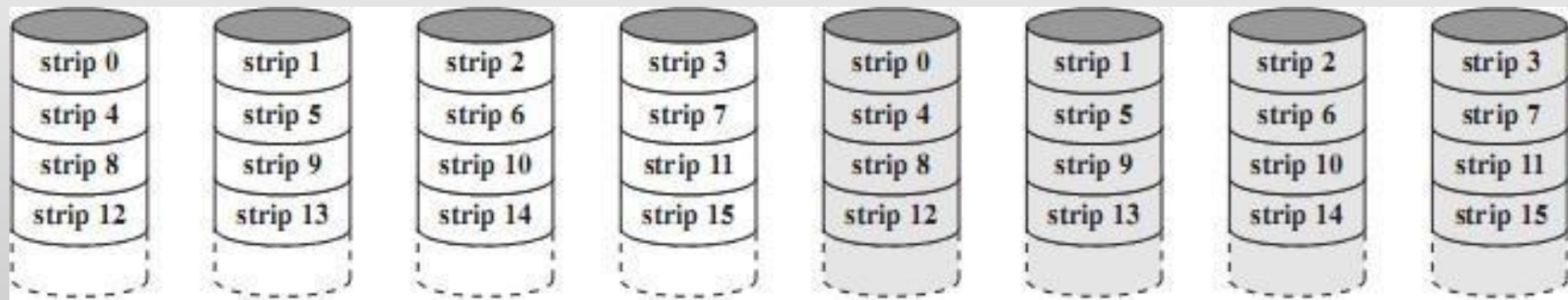
O RAID 0 é ideal para as aplicações que necessitam do máximo de velocidade e capacidade.

Aplicações que necessitam de desempenho e capacidade acima da média e o baixo custo acima de confiabilidade avançada como em supercomputadores

RAID 1

- ❑ Discos espelhados
- ❑ Dados distribuídos ao longo dos discos
- ❑ 2 cópias de cada tira em discos separados
- ❑ Leitura feita de uma das cópias
- ❑ Escrita em ambas
- ❑ Fácil recuperação
- ❑ Caro

RAID 1



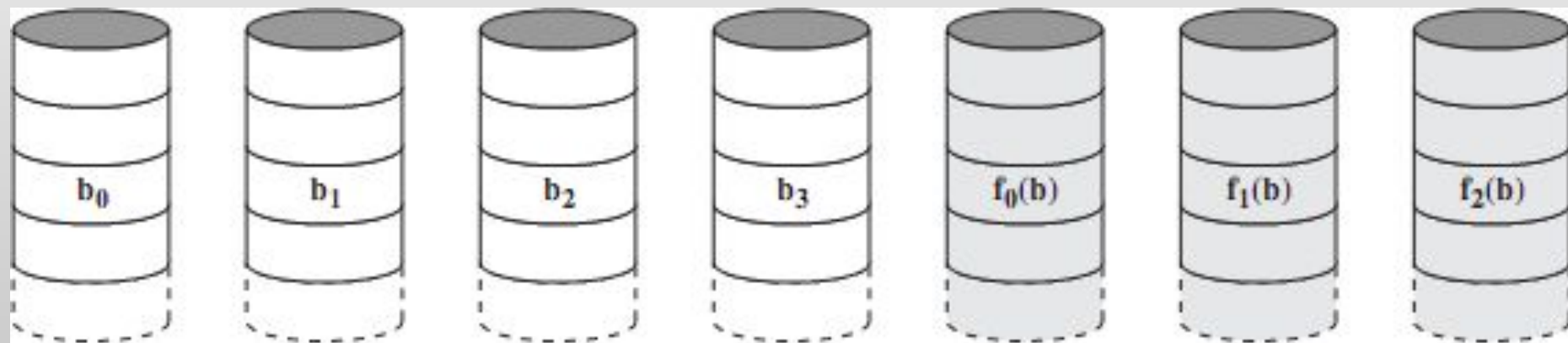
(b) RAID 1 (mirrored)

RAID 2

- ❑ Discos **sincronizados**
- ❑ **acesso paralelo**
- ❑ Camadas de disco (tiras) muito pequenas
 - ❑ Com frequência compostas de alguns bytes ou palavras
 - ❑ Acessa todos todos os discos simultaneamente
- ❑ Correção de erros calculada ao longo dos bits correspondentes nos discos
- ❑ Redundância excessiva
 - ❑ Caro
 - ❑ Não utilizado

Taxas de transferência muito altas

RAID 2

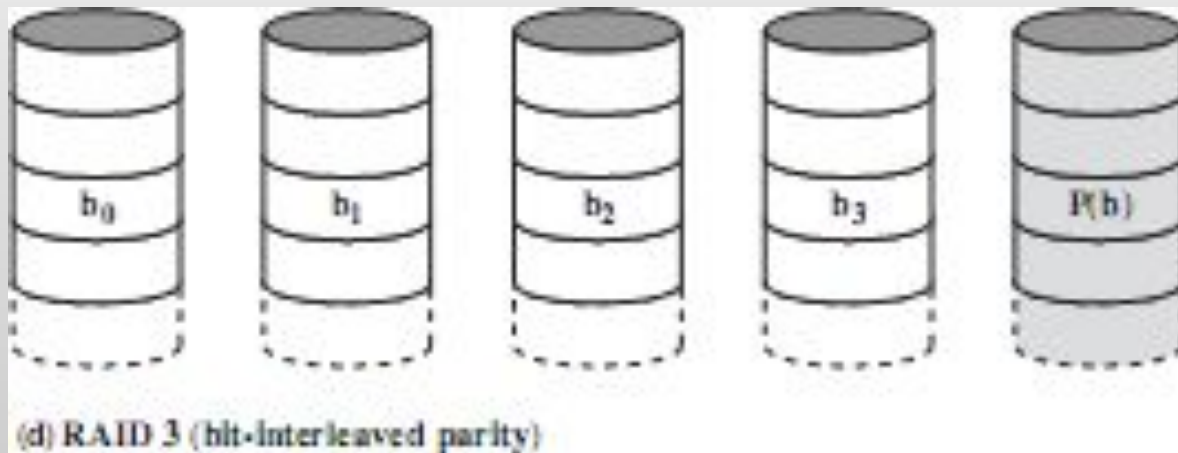


(c) RAID 2 (redundancy through Hamming code)

RAID 3

- ❑ Similar ao RAID 2
- ❑ Apenas um disco de redundância, independentemente do tamanho da sequência
- ❑ Um único **bit de paridade** para cada conjunto de bits correspondentes
- ❑ Dados em drives danificados podem ser recuperados usando os dados restantes e a informação de paridade
- ❑ Taxas de transferência muito altas

RAID 3



Aplicações

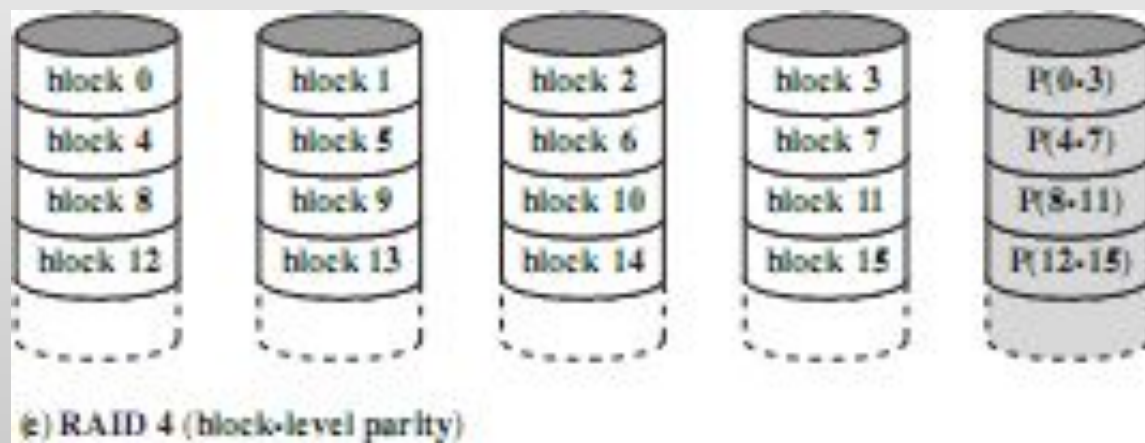
Mesmo que RAID 0, com redundância.

Não é recomendado para uma utilização intensiva com arquivos não sequenciais, uma vez que o desempenho de leitura aleatório é prejudicado (discos sincronizados).

RAID 4

- ❑ Cada disco opera independentemente
- ❑ Bom para altas taxas de requisição de E/S
 - ❑ E/S distintas podem ser satisfeitas em paralelo
- ❑ Camadas de disco (blocos) grandes
- ❑ **Paridade** bit a bit calculadas ao longo de cada disco
- ❑ Paridades guardadas no disco de paridade

RAID 4



RAID 5

- ❑ Similar ao RAID 4
- ❑ **Paridade** calculada ao longo de todos os discos
- ❑ Alocação alternada de camadas de paridade
 - ❑ Evita o gargalo do disco de paridade do RAID 4
- ❑ Muito usado em servidores de rede

RAID 5



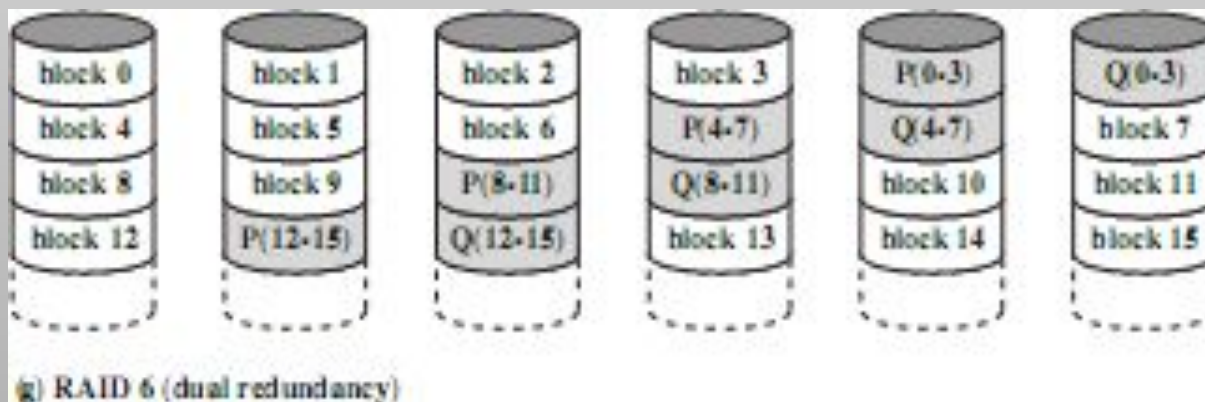
f) RAID 5 (block-level distributed parity)

Aplicações

O RAID 5 é útil as aplicações que necessitam de um bom desempenho e acesso constante aos respectivos dados.

RAID 6

- Dois cálculos de paridades distintos
- Resultado armazenado em discos diferentes (similar ao RAID 5)



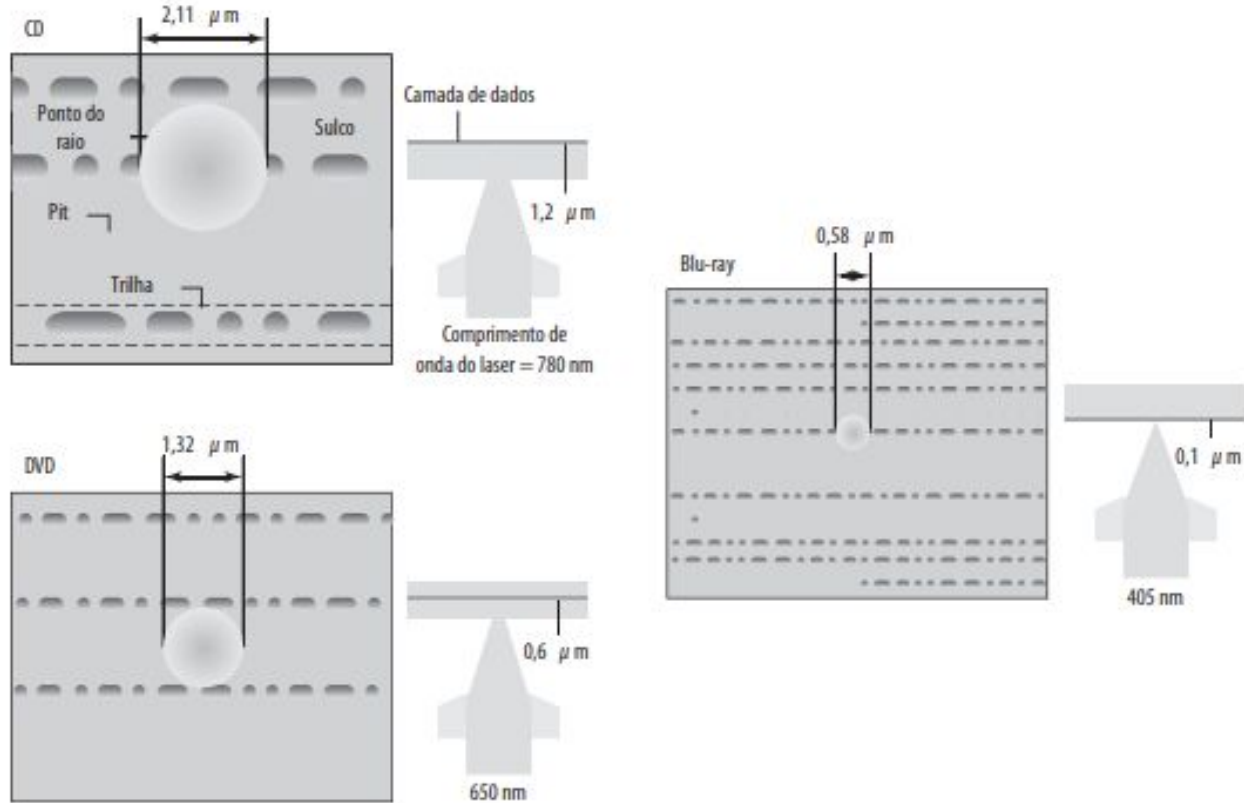
Fitas Magneticas



Características

- ❑ Mesmo principio dos discos magneticos
- ❑ Fita de poliester coberta com material magnetizavel
- ❑ Semelhante a gravadores de fita domésticos
- ❑ 0,38 a 1,27 cm de largura

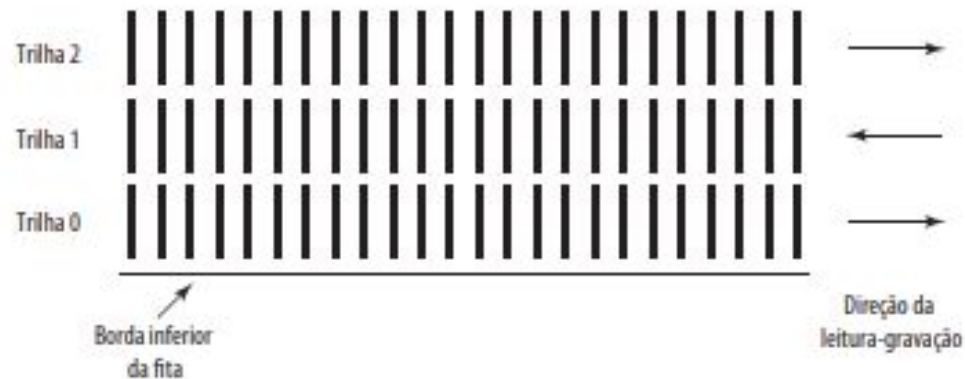
Características



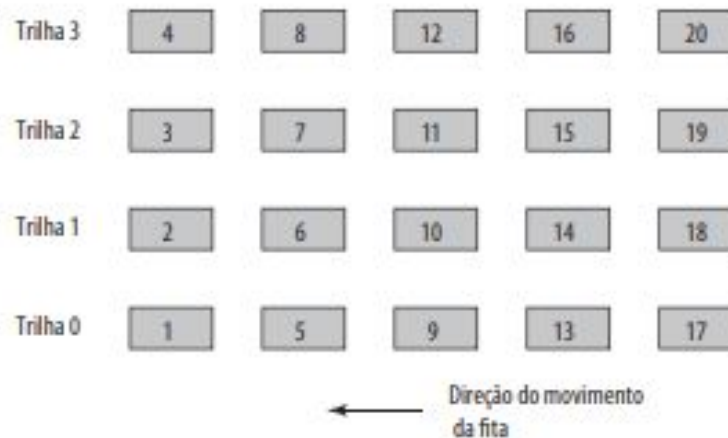
Características

- ❑ Dados estruturados em trilhas paralelas no comprimento da fita
- ❑ primeiros modelos possuíam nove trilhas
- ❑ gravação paralela ou serial

Gravação por Serpentina



(a) Leitura e gravação em serpentina



(b) Layout em bloco para sistema que lê-grava quatro trilhas simultaneamente

Características

| | LTO-1 | LTO-2 | LTO-3 | LTO-4 | LTO-5 | LTO-6 |
|--|--------|--------|--------|----------|--------|--------|
| Data de lançamento | 2000 | 2003 | 2005 | 2007 | TBA | TBA |
| Capacidade compactada | 200 GB | 400 GB | 800 GB | 1 600 GB | 3,2 TB | 6,4 TB |
| Taxa de transferência compactada (MB/s) | 40 | 80 | 160 | 240 | 360 | 540 |
| Densidade linear (bits/mm) | 4 880 | 7 398 | 9 638 | 13 300 | | |
| Trilhas de fita | 384 | 512 | 704 | 896 | | |
| Comprimento da fita | 609 m | 609 m | 680 m | 820 m | | |
| Largura da fita (cm) | 1,27 | 1,27 | 1,27 | 1,27 | | |
| Elementos de gravação | 8 | 8 | 16 | 16 | | |

MEMÓRIA ÓPTICA

- CD-ROM
- CD-R
- CD-RW
- DVD

CD



- Compact Disk
- Dados Computacionais

CD - ROM



- Resistencia - Superior ao antecessor
- Dispositivos de Correção - Garantindo uma gravação de dados mais confiável

CD - ROM

- Fabricação - Resina, como o policarbonato.
- Informações registradas digitalmente - Sulcos microscópicos na superfície do policarbonato.

CD - ROM

- Laser de precisão - Alta intensidade
- Disco mestre - Substrato para estampar cópias no policarbonato
- Superfície altamente refletora - Alumínio e Ouro

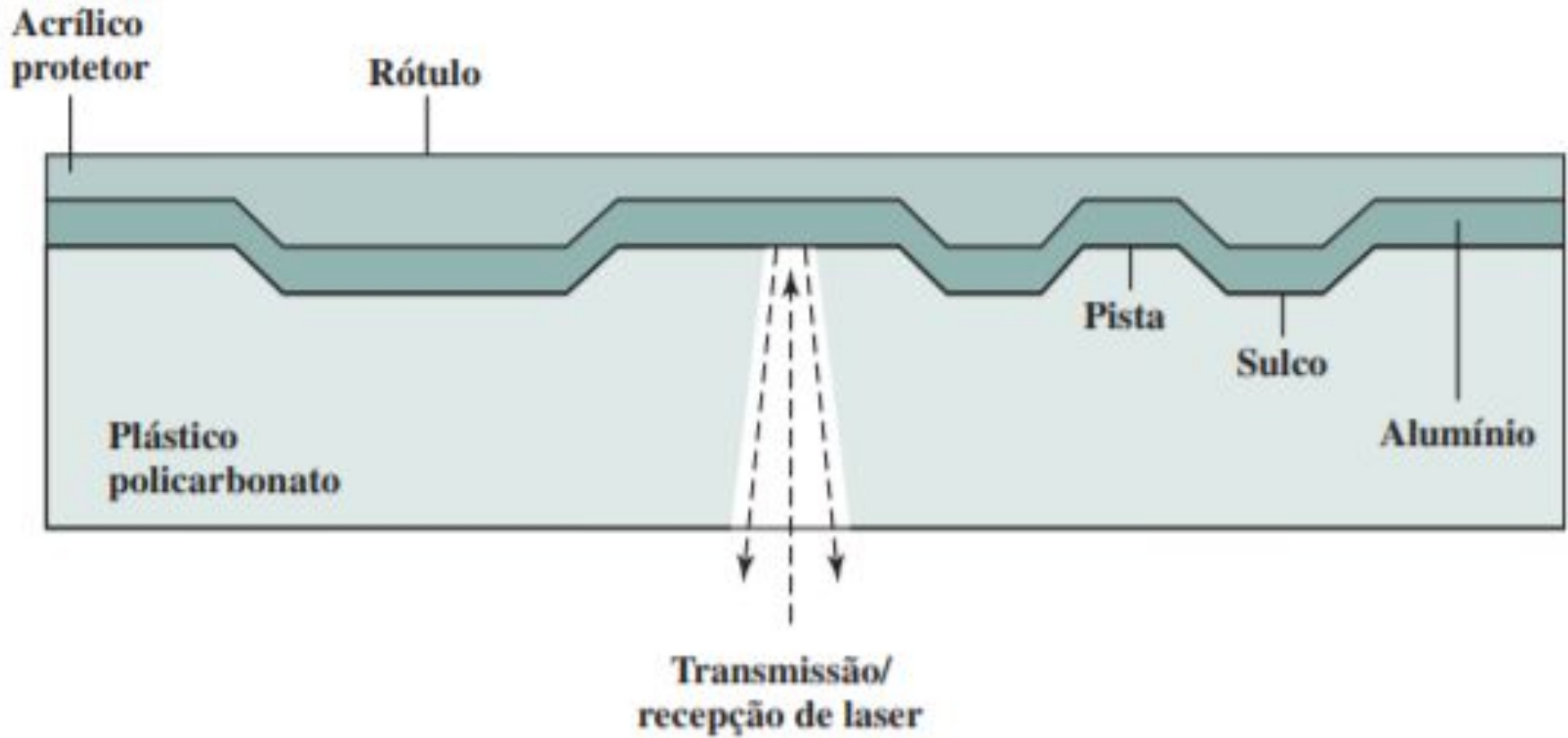
CD - ROM

- Superfície protegida contra poeira e arranhões - Camada externa de acrílico claro.
- Rótulo pode ser aplicado por serigrafia (silkscreen) sobre o acrílico.

CD - ROM

- Leitura feita com laser de baixa frequência
- Sulcos e Pistas - Diferença captada por sensor convertida em sinais digitais

CD - ROM

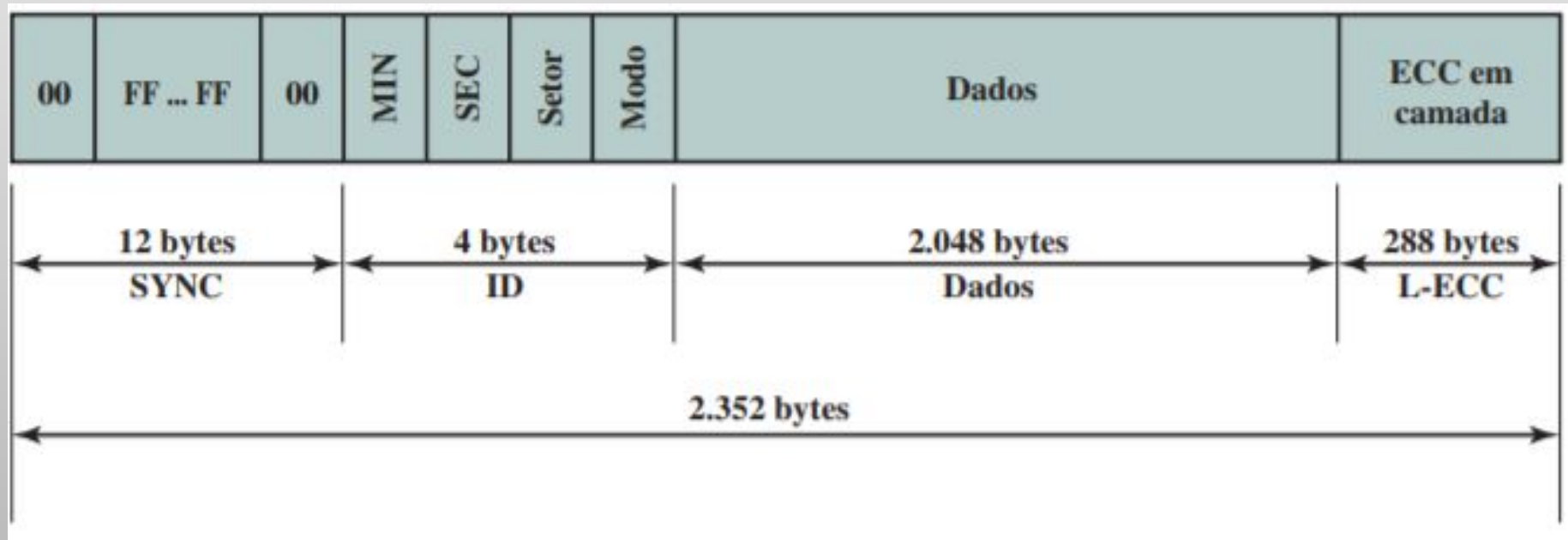


CD - ROM

- Trilhas concêntricas - Trilha espiral
- Dividida em partes iguais - Varridas na mesma velocidade
- Laser de Velocidade Linear constante

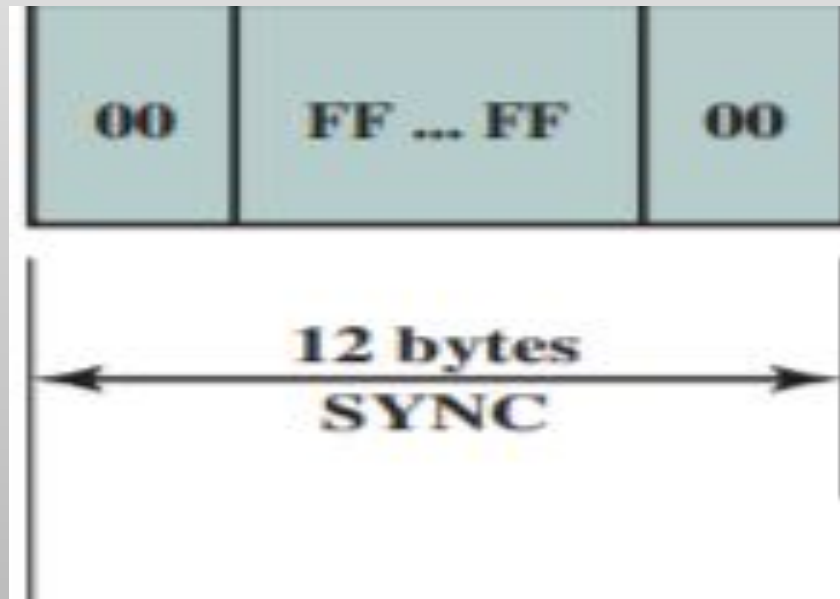
CD - ROM

- Dados no CD-ROM são organizados como uma sequência de blocos



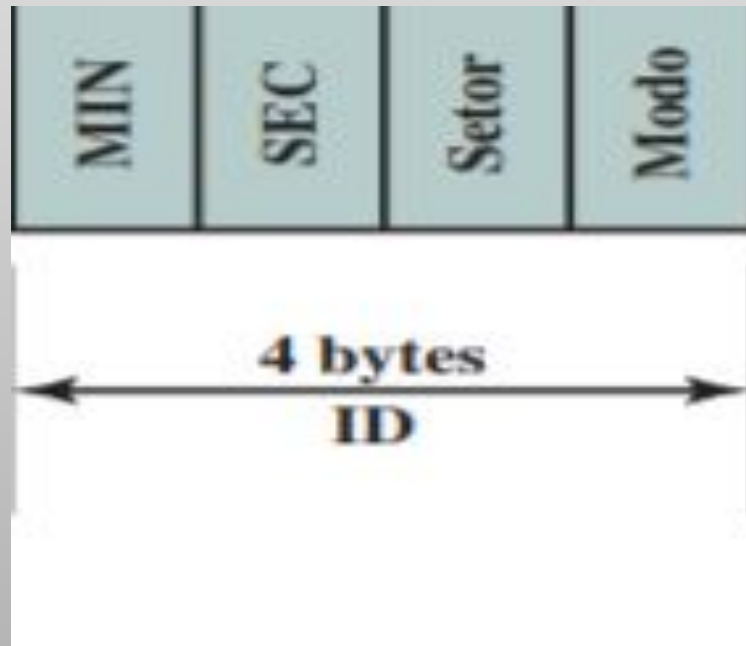
CD - ROM

- Sync: o campo de sincronismo identifica o início de um bloco.



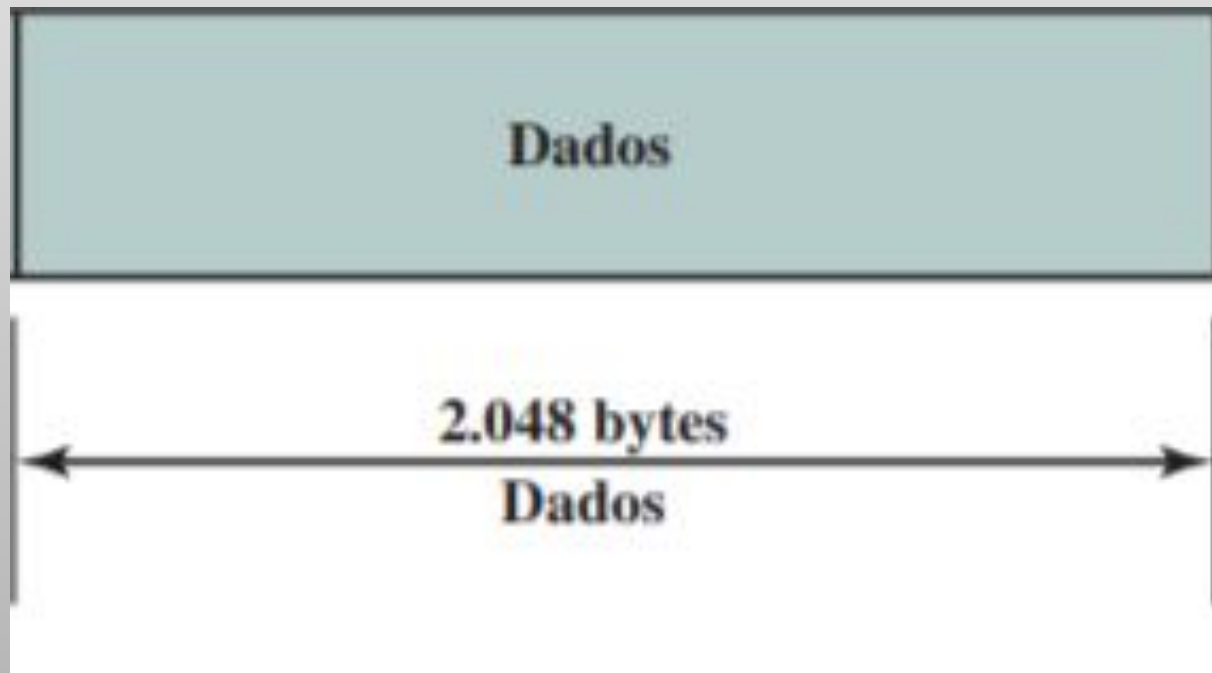
CD - ROM

- Cabeçalho: o cabeçalho contém o endereço de bloco e o byte de modo. O modo 0 especifica um campo de dados em branco; o modo 1 especifica o uso de um código de correção de erro e 2.048 bytes ,o modo 2 especifica 2.336 bytes



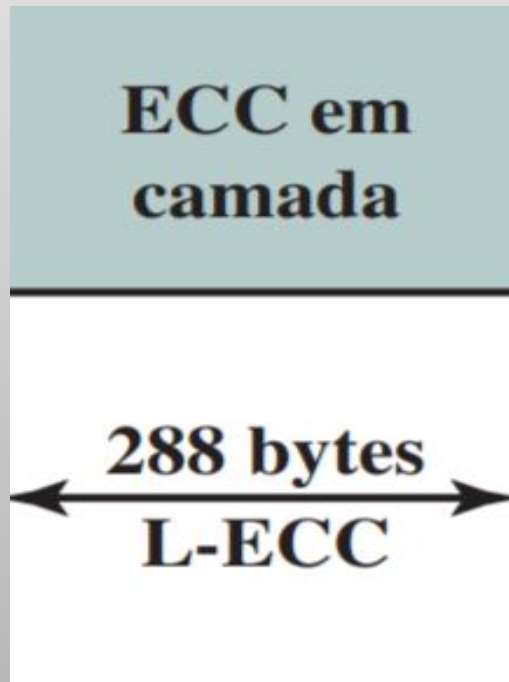
CD - ROM

- Dados: dados do usuário.



CD - ROM

- Auxiliar: dados adicionais do usuário no modo 2. No modo 1, este é um código de correção de erro com 288 bytes.



CD - ROM

- Vantages:
 - Facilidade de Replicação em massa
 - Disco Removível

CD - ROM

- Desvantagens:
 - Apenas para leitura
 - Tempo de acesso aos dados - Até 0,5s

CD - R



- Recordable

CD - R

- Gravável - Uso e laser de média intensidade
- Uma gravação - Múltiplas Leituras

CD - R

- Camada extra de substrato
- O substrato é usado para mudar a refletividade
- Ativado por um laser de alta intensidade

CD - R

- Lido em drive de CD-R e CD-ROM.
- Arquivamento de documentos e arquivos.

CD - RW



CD - RW

- Rewritetale
- Pode ser gravado e apagado diversas vezes - 500.00 a 1.000.000

CD - RW

- Técnica de mudança de Fase
- Fase amorfa e Fase cristalina

CD - RW

- Vantagem sobre os outros discos
- Disputa com discos magnéticos - Confiabilidade e durabilidade

DVD



DVD

- Disco Versátil Digital
- Substituindo VHS
- Evolução do CD

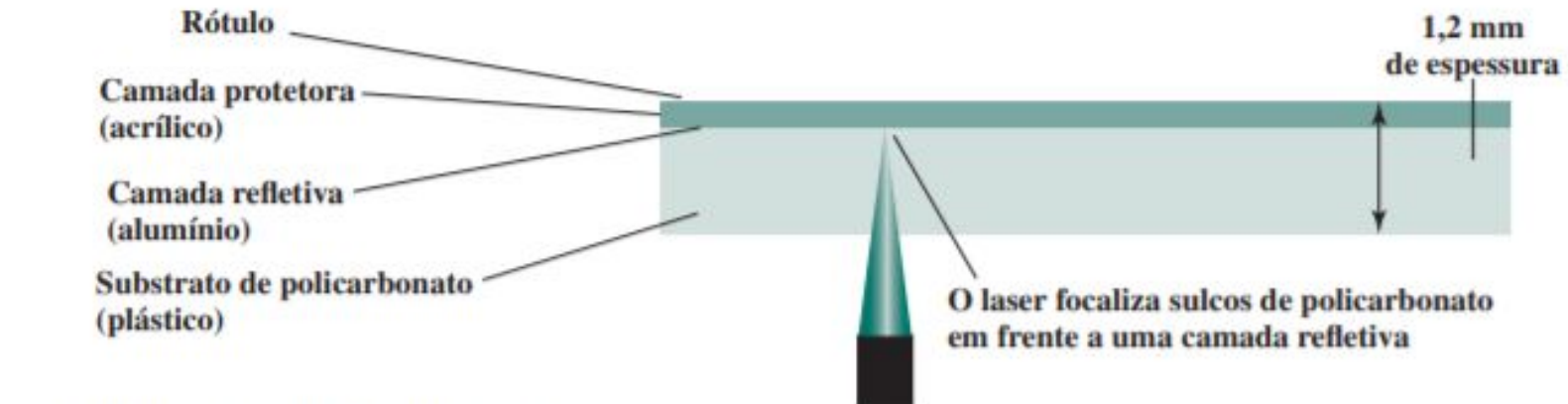
DVD

- Maior espaço de armazenamento
- Alta qualidade de imagem

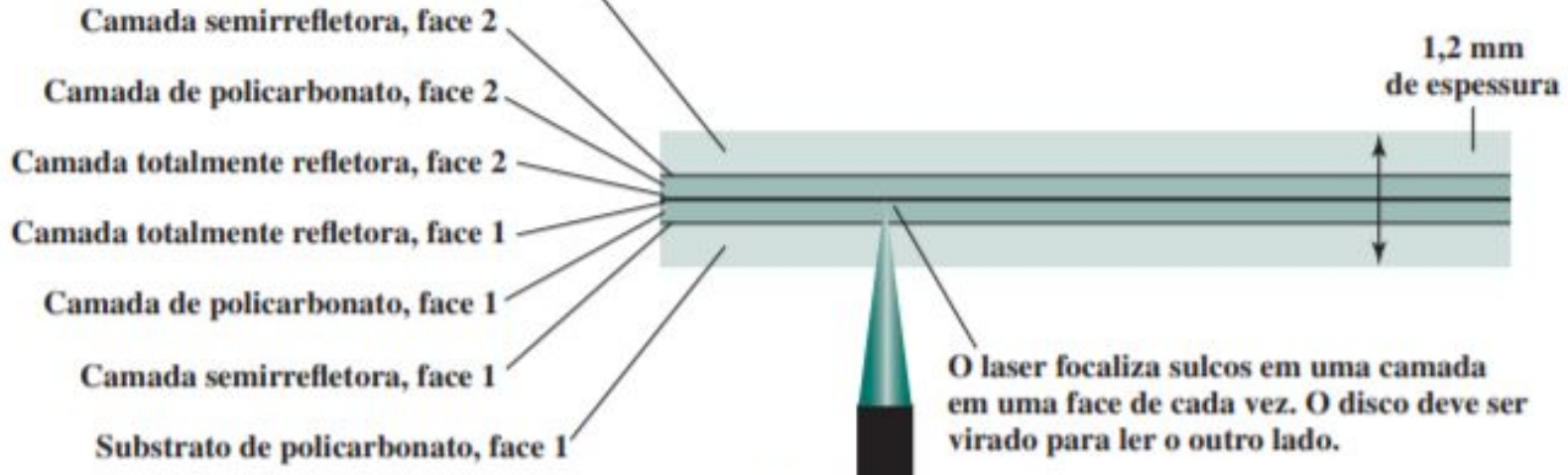
DVD

- A maior capacidade dar-se por:
 - Menor distância entre os bits
 - Laser com comprimento de onda mais curto
 - Segunda camada de sulcos e pistas
 - O DVD-ROM pode ser de dois lados

DVD



(a) Capacidade do CD-ROM de 682 MB



(b) DVD-ROM, dupla face, dupla camada — capacidade de 17 GB

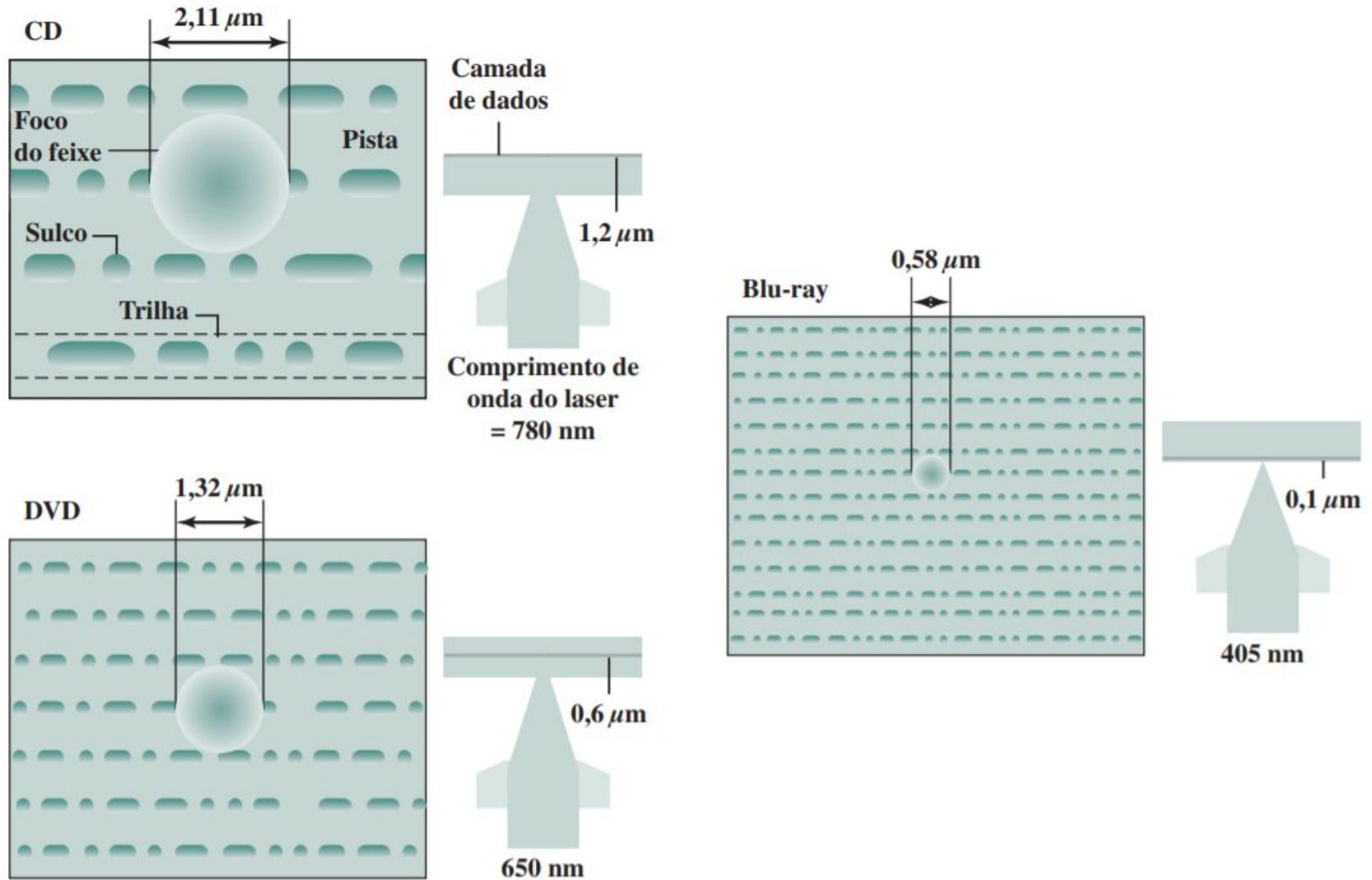
Discos Ópticos de Alta Definição

- Feitos para armazenar conteúdos ainda maiores
- Bits mais proximos
- Comprimento de onda mais curto - faixa do azul violeta

Discos Ópticos de Alta Definição

- HD DVD vs BLU-Ray DVD
- Existem três versões:
 - Somente leitura (BD-ROM),
 - Gravável uma vez (BD-R)
 - Regravável (BD-RE).

Discos Ópticos de Alta Definição



SSD

- Solid State Drives



SSD

- Circuito eletrônico construído com semicondutores.
- Feito com componentes de estado sólido
- Substituição ao drive de disco rígido

SSD

- Comparado ao HDD:
 - Operações de entrada/saída por segundo de alto desempenho: aumenta significativamente o desempenho dos subsistemas de E/S.
 - Durabilidade: menos suscetível a choque físico e vibração.

SSD

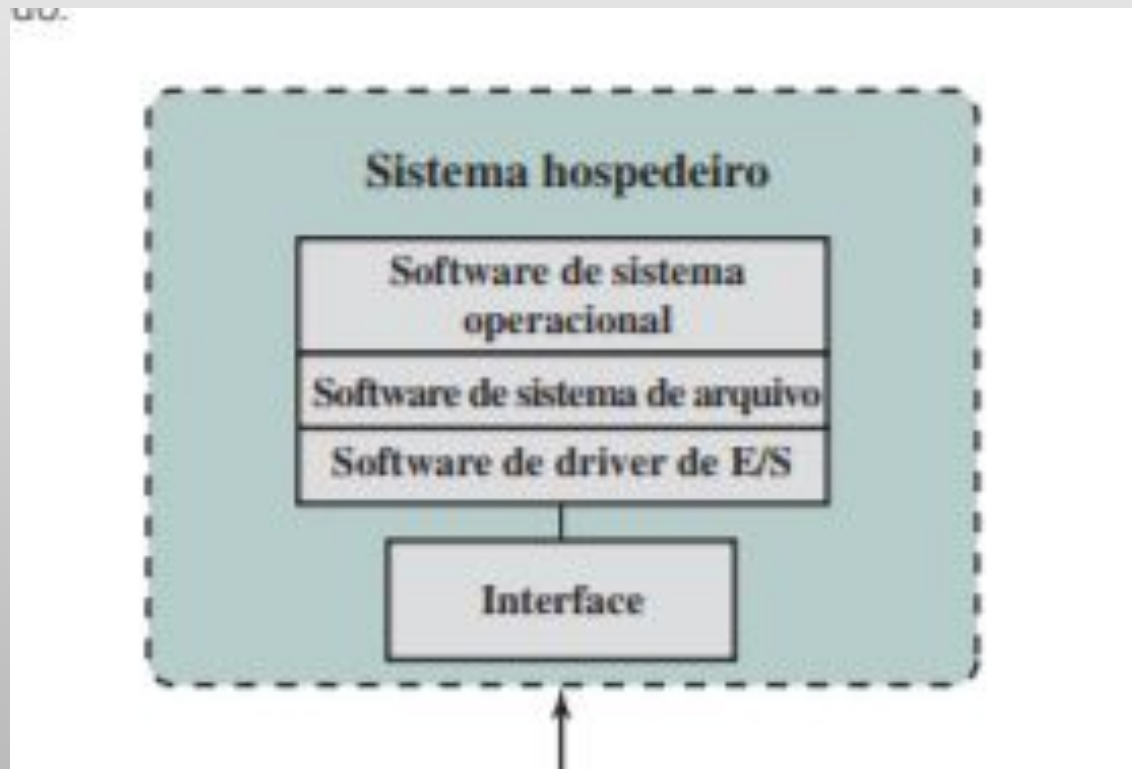
- Comparado ao HDD:
 - Longa vida útil: SSDs não são suscetíveis a desgaste mecânico.
 - Baixo consumo de energia: SSDs usam consideravelmente menos energia que HDDs de tamanhos comparáveis.

SSD

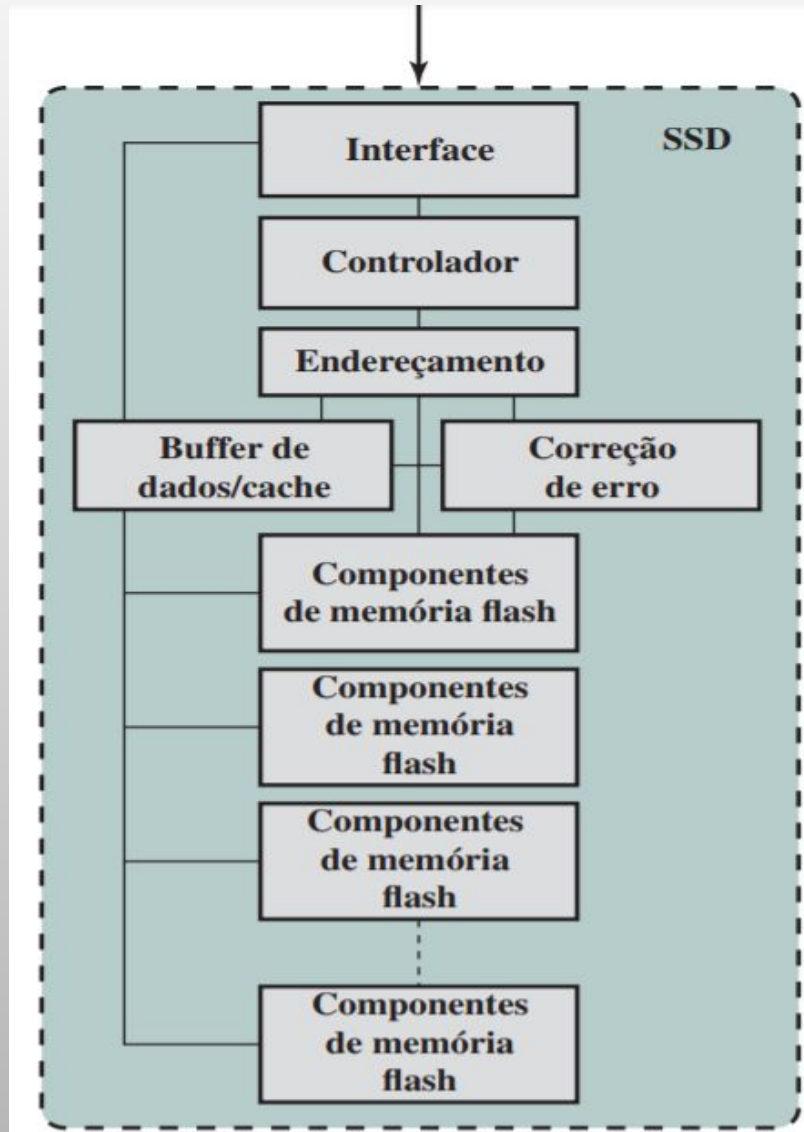
- Comparado ao HDD:
 - Capacidades de funcionamento mais silenciosas e resfriadas: menos espaço exigido, menores custos de energia e empresas mais ecológicas.
 - Menores tempos de acesso e taxas de latência: acima de 10 vezes mais rápido que os discos giratórios em um HDD.

SSD

- Organização



SSD



SSD

- Organização
 - Controlador: proporciona o interfaceamento e a execução do firmware do dispositivo de SSD.
 - Endereçamento: a lógica que apresenta a função de seleção nos componentes de memória flash.

SSD

- Organização
 - Buffer de dados/cache: componentes de memória RAM de alta velocidade usados para combinação da compatibilização da velocidade e para o aumento da taxa de transferência de dados.
 - Correção de erros: a lógica para a detecção e correção de erros.
 - Componentes de memória flash: chips individuais de flash NAND.

Exercícios

- 1 - Como os dados são lidos de um disco magnético? Defina os termos trilha, cilindro e setor
- 2- Defina resumidamente os sete níveis de RAID.
- 3 - Que diferenças entre um CD e um DVD são responsáveis pela maior capacidade de armazenamento do último?

Obrigado!