

CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores

MEMÓRIA SECUNDÁRIA

Prof. Alexandre Tannus

- ▶ Recordar a hierarquia de memórias
- ▶ Relatar a evolução da memória secundária
- ▶ Distinguir entre meios magnéticos, ópticos e eletrônicos de armazenamento

- ▶ O tema da aula é exposto pelo professor em sala de aula. Os alunos interagem durante a apresentação para resolução de dúvidas e exposição de questionamentos relevantes ao tema, os quais podem ser sanados diretamente pelo professor ou serem colocados em discussão pela turma.

- ▶ Ao final da exposição do conteúdo são resolvidos exercícios de fixação, para melhor compreensão do tema. As questões podem ser retiradas de concursos públicos, ENADE, POSCOMP ou de autoria do próprio professor.

Introdução

Meios Magnéticos

Discos de Estado Sólido

Meios Óticos

Referências

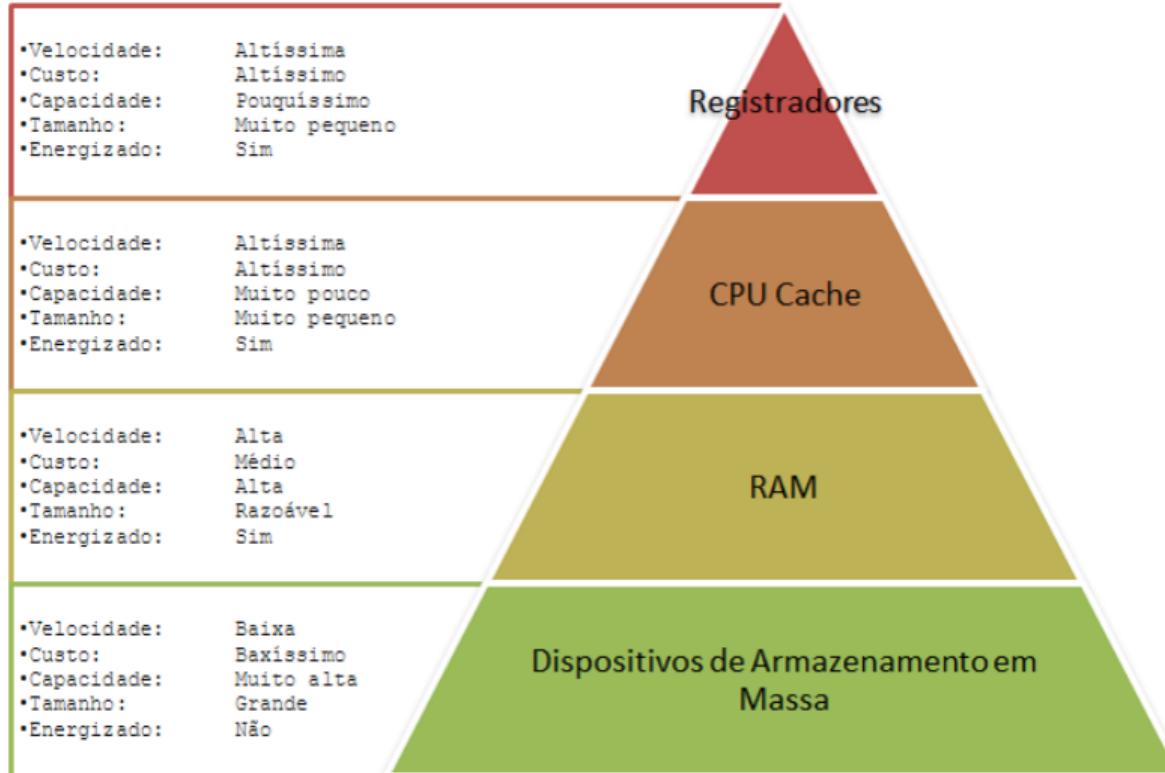
Introdução

Meios Magnéticos

Discos de Estado Sólido

Meios Óticos

Referências



- ▶ Semicondutores
 - ▶ SSD
- ▶ Magnética
 - ▶ HD, disquete
- ▶ Ótica
 - ▶ CD, DVD



Hierarquia de armazenamento

Dispositivo	Tempo de acesso
Registradores	$0,25ns$
Cache	$1 - 10ns$
Memória convencional	$10 - 50ns$
Memória flash	$120\mu s$
Disco magnético	$10 - 50ms$
Disco ótico	$100 - 500ms$
Fita magnética	$0,5s$

Introdução

Meios Magnéticos

Discos de Estado Sólido

Meios Óticos

Referências

- ▶ Principal meio de armazenamento em massa de um computador
- ▶ Capacidade atual na faixa de terabytes (TB)
 - ▶ Dimensões micrométricas da cabeça de leitura/escrita
- ▶ Tempo de acesso rápido (comparado a outros dispositivos de memória secundária)
 - ▶ Alta rotação (3600 a 15000 rpm)

- ▶ Fita Magnética
 - ▶ Áudio (1928)
 - ▶ Dados em computadores (1950)
 - ▶ Vídeo (1980)



- ▶ Disquete (*Floppy disks*)
 - ▶ Desenvolvido pela IBM (1971)
 - ▶ Tamanhos variados
 - ▶ Atualmente obsoleto



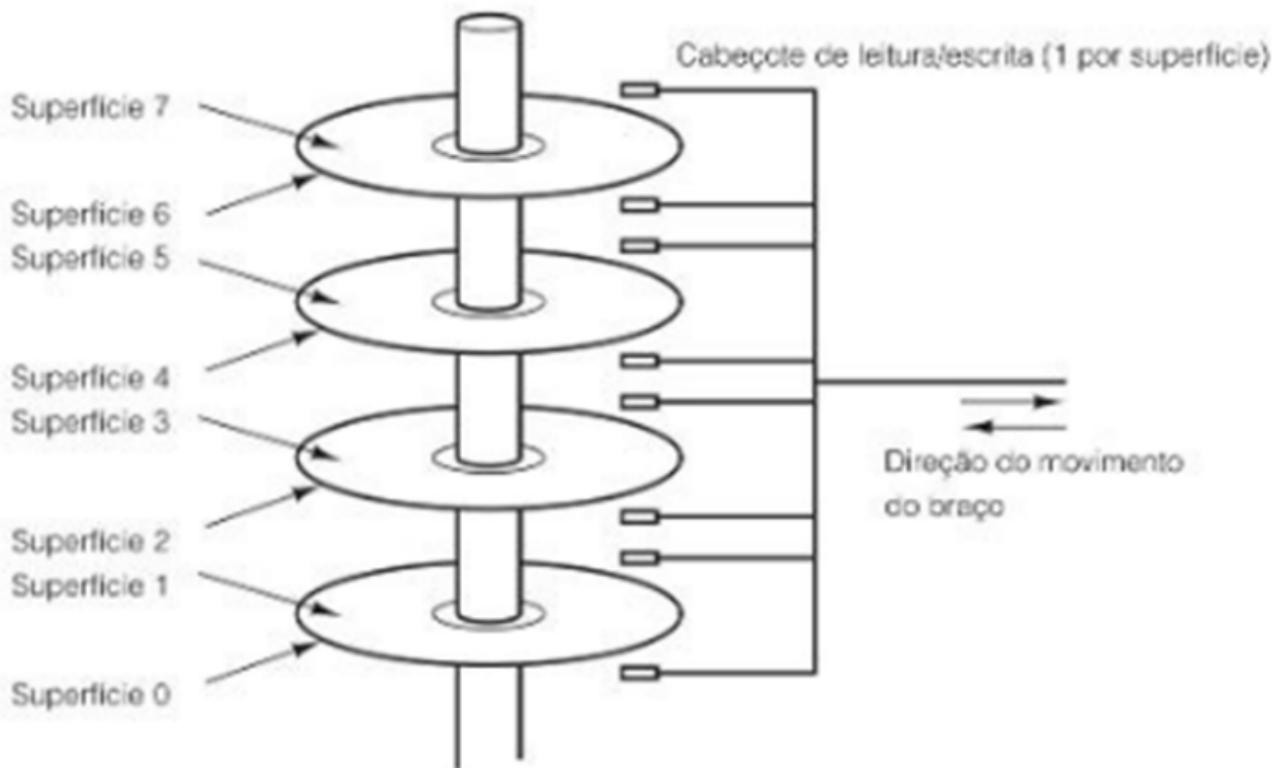
Tamanho (polegada)	Capacidade (bytes)
8	80 k, 256 k 800 k, 1 M
5 1/4	160 k , 360 k 720 k , 1.2 M
3 1/2	720 k , 1.44 M 2.88 M , 5.76 M

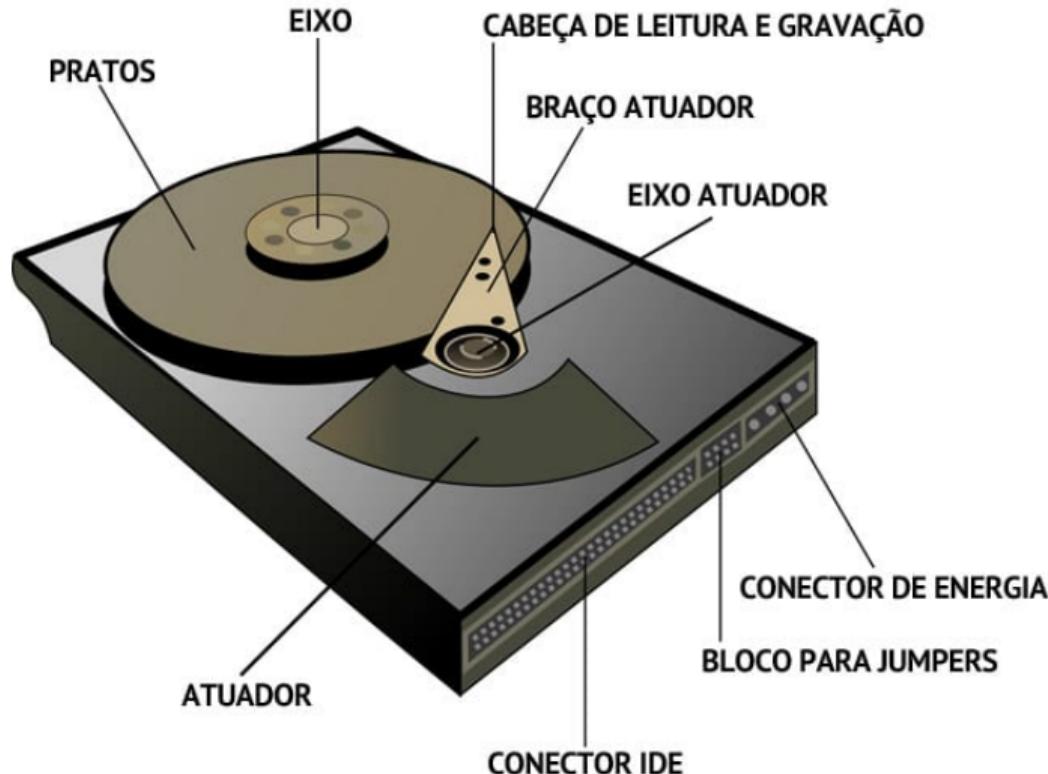
- ▶ Dispositivo de armazenamento mais comum nos computadores atuais
- ▶ Capacidade de armazenamento em terabytes (TB)
- ▶ Custo/byte muito baixo

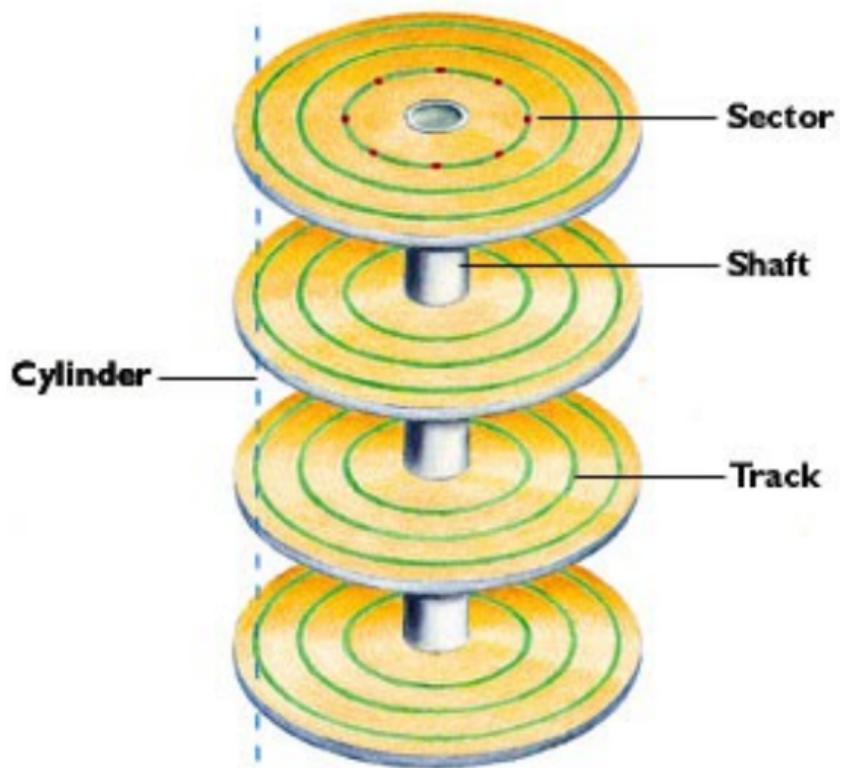


- ▶ Discos circulares de material não magnético
 - ▶ Alumínio
 - ▶ Liga de alumínio
 - ▶ Vidro
- ▶ Material magnetizável cobre o disco



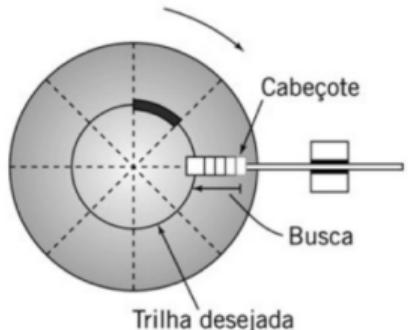




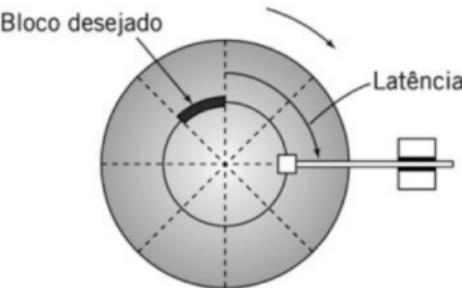


- ▶ Tempo de busca (*seek time*)
 - ▶ Tempo de alinhamento da cabeça de leitura/gravação com o cilindro contendo a trilha com o setor desejado
- ▶ Latência de rotação (*rotation delay*)
 - ▶ Tempo para o disco rodar até a posição de início dos dados no setor
- ▶ Tempo de transferência de dados (*transfer time*)

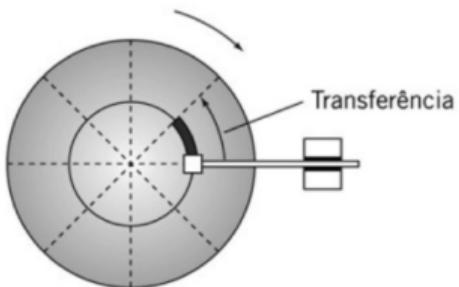
Tempo de acesso



a. Tempo de busca



b. Tempo de latência



c. Tempo de transferência

- ▶ Superfícies (s)
- ▶ Trilhas por superfície (tps)
- ▶ Setores por trilha (spt)
- ▶ Bytes por setor (bps)

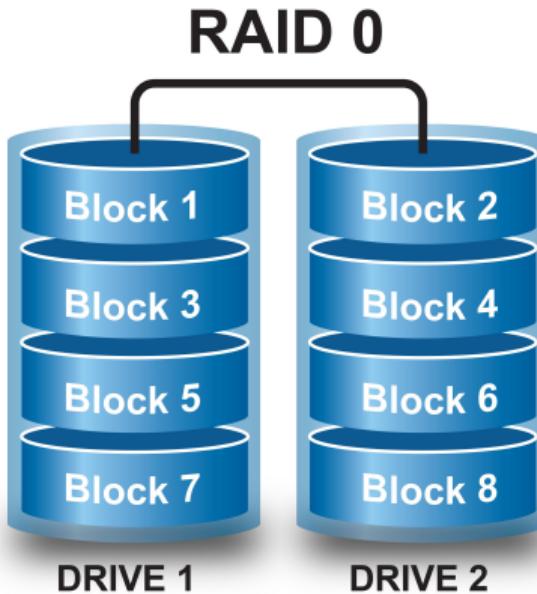
$$capacidade = s * tps * spt * bps$$

- ▶ Gravação magnética em direções opostas
- ▶ Utilização de codificação NRZ (*non return to zero*)
- ▶ Dados + setor + CRC (verificação de erros)

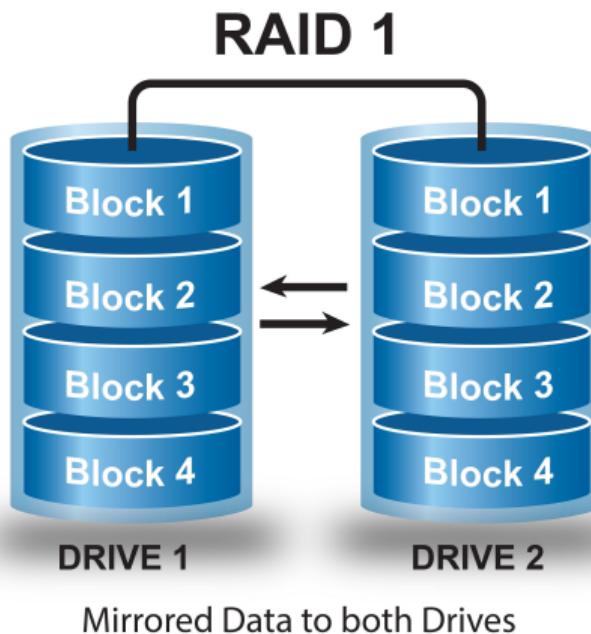
- ▶ Minimizar tempos de busca e atraso de rotação
 - ▶ Dados acessados em conjuntos colocados em cilindros adjacentes
- ▶ Atribuição de setores lógicos adjacentes a setores físicos
- ▶ Atividade realizada pelo controlador do disco
 - ▶ Transparente para o usuário

- ▶ RAID (*Redundant Array of Independent Disks*)
 - ▶ Arranjo de discos que trabalham em conjunto
- ▶ Aumento da capacidade de armazenamento
- ▶ Aumento da disponibilidade
- ▶ Aumento da segurança

- ▶ RAID 0
 - ▶ Múltiplos discos
 - ▶ Nenhuma redundância

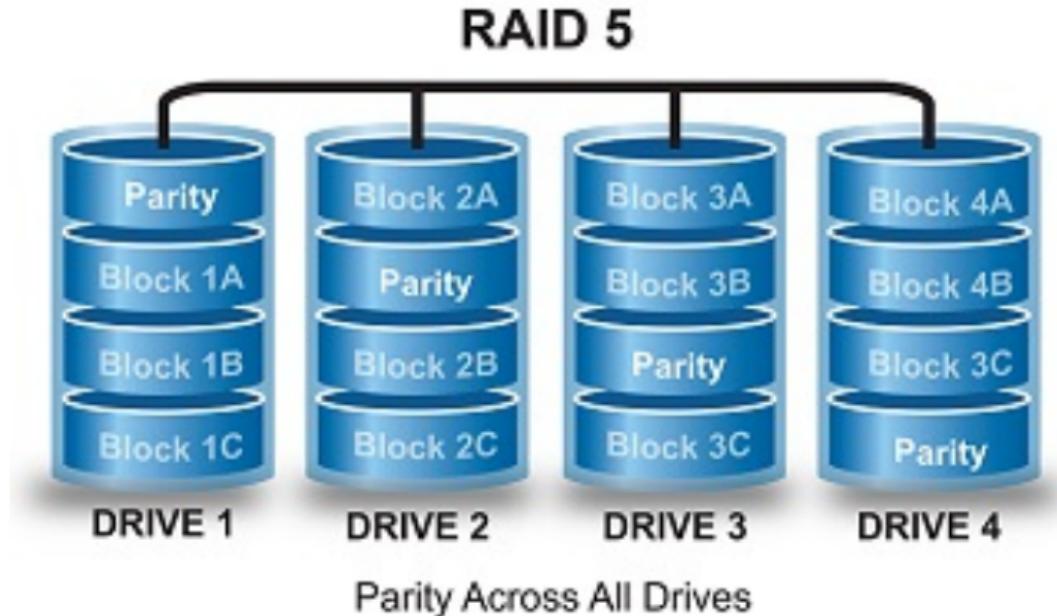


- ▶ RAID 1
 - ▶ Espelhamento de discos



- ▶ RAID 2
 - ▶ Código de correção de erros
 - ▶ Obsoleto
- ▶ RAID 3
 - ▶ Versão simplificada do RAID2
 - ▶ Obsoleto
- ▶ RAID 4
 - ▶ Mínimo de 3 discos
 - ▶ Um disco exclusivo para paridade

- ▶ RAID 5
 - ▶ Paridade distribuída



Introdução

Meios Magnéticos

Discos de Estado Sólido

Meios Óticos

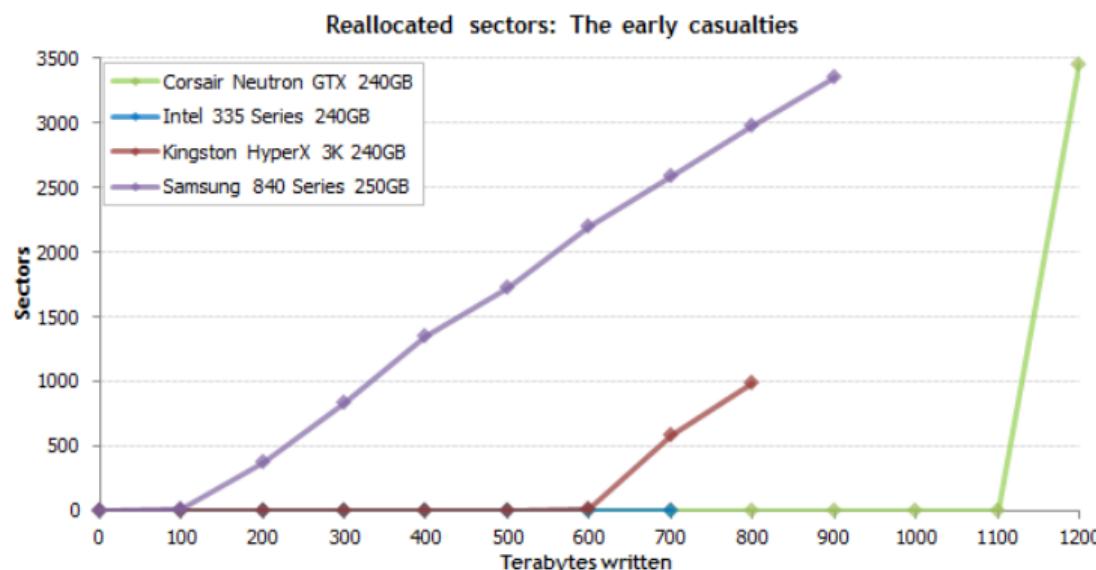
Referências

- ▶ *Solid State Disks - SSD*
- ▶ Dispositivo de armazenamento não volátil
- ▶ Conjunto de memórias semicondutoras

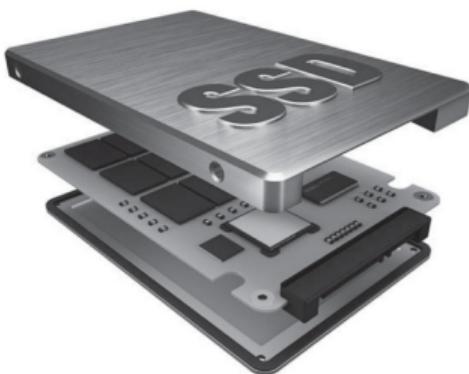


- ▶ Imunidade a falhas devido à vibração e choque físico
- ▶ Baixo consumo de energia
- ▶ Tamanho reduzido
- ▶ Menor peso

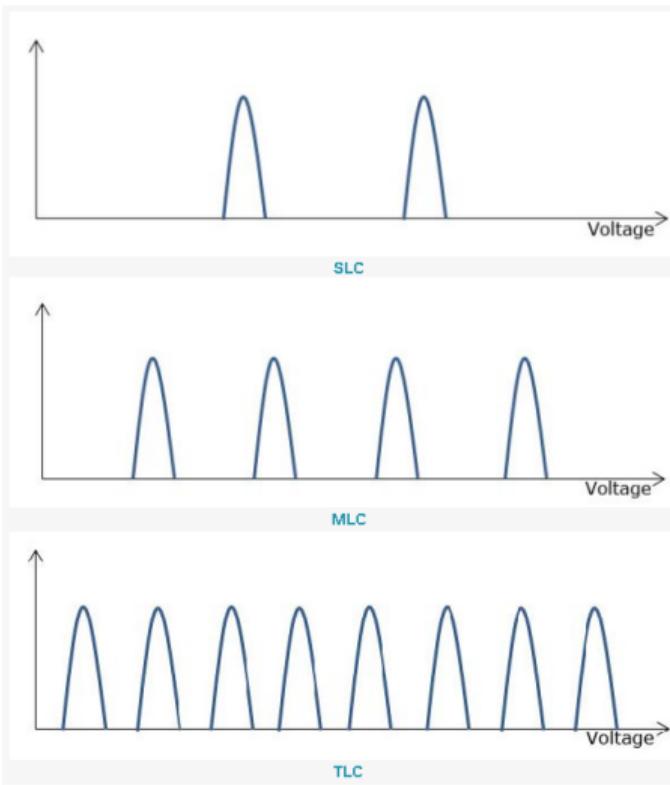
- ▶ Alto custo por bit (comparado ao armazenamento magnético)
- ▶ Limitação de quantidade de operações de escrita

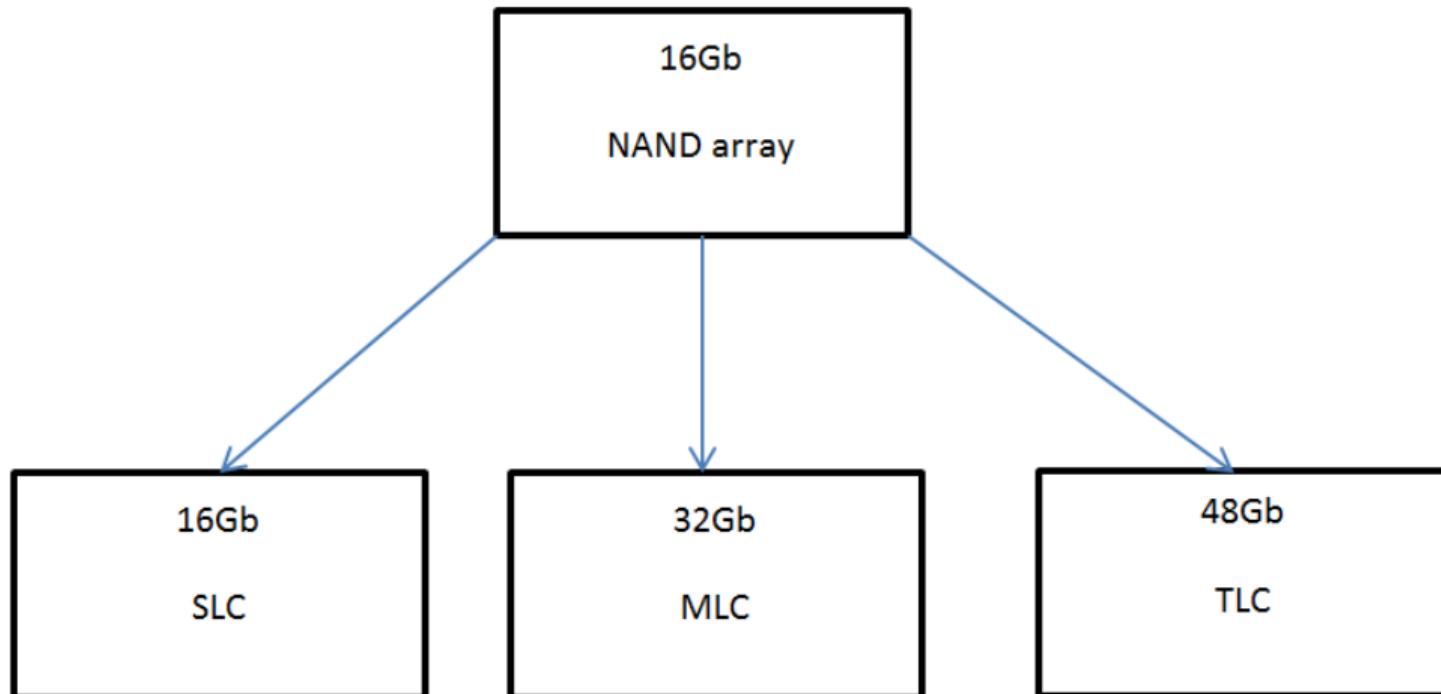


- ▶ Placa de circuito impresso única
 - ▶ Conjunto de memórias
 - ▶ Controlador do disco
 - ▶ Alimentação

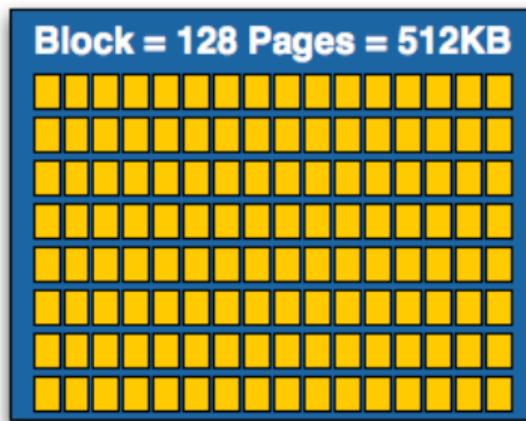


- ▶ Células Flash NAND
 - ▶ *Single-Level Cell* - SLC
 - ▶ *Multi-Level Cell* - MLC
 - ▶ *Triple-Level Cell* - TLC

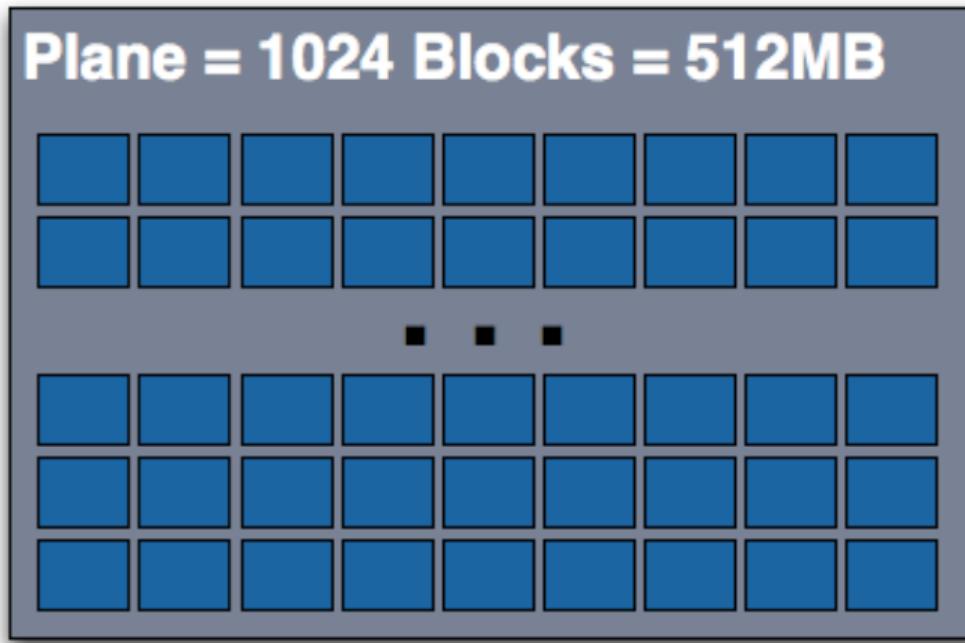




- ▶ Organização em páginas
 - ▶ Tamanho padrão: 4 kB
- ▶ Páginas agrupadas em blocos
 - ▶ Tamanho típico: 128 páginas



- ▶ Painéis



Introdução

Meios Magnéticos

Discos de Estado Sólido

Meios Óticos

Referências

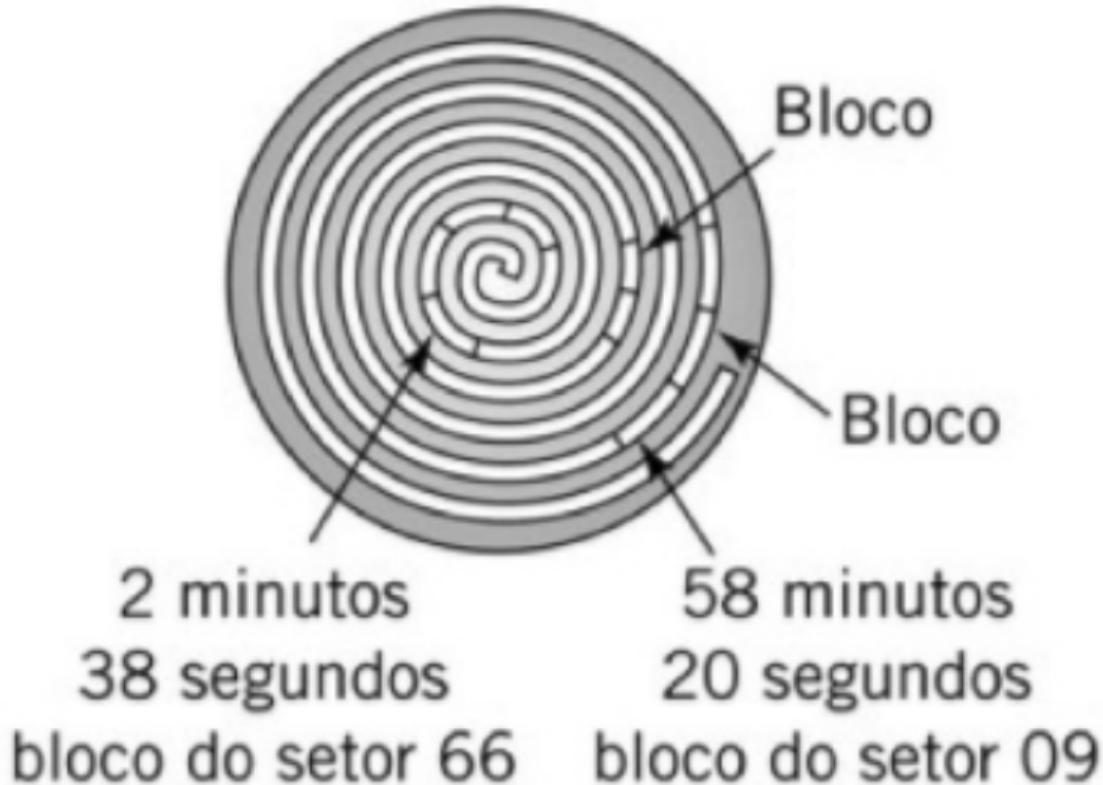
- ▶ Armazenamento não volátil
- ▶ CD, DVD, Blu-ray
- ▶ Capacidade de 700 MB (CD), 4.7 GB (DVD) e 50 GB (Blu-ray)
 - ▶ Possibilidade de gravação *double-layer* - duplicação da capacidade de armazenamento



- ▶ Primeira tecnologia de armazenamento ótico amplamente utilizada
- ▶ Capacidade de 700 MB
 - ▶ 74 minutos de áudio
 - ▶ 20 minutos de vídeo
- ▶ Utilização de feixes de luz infravermelha (780 nm)

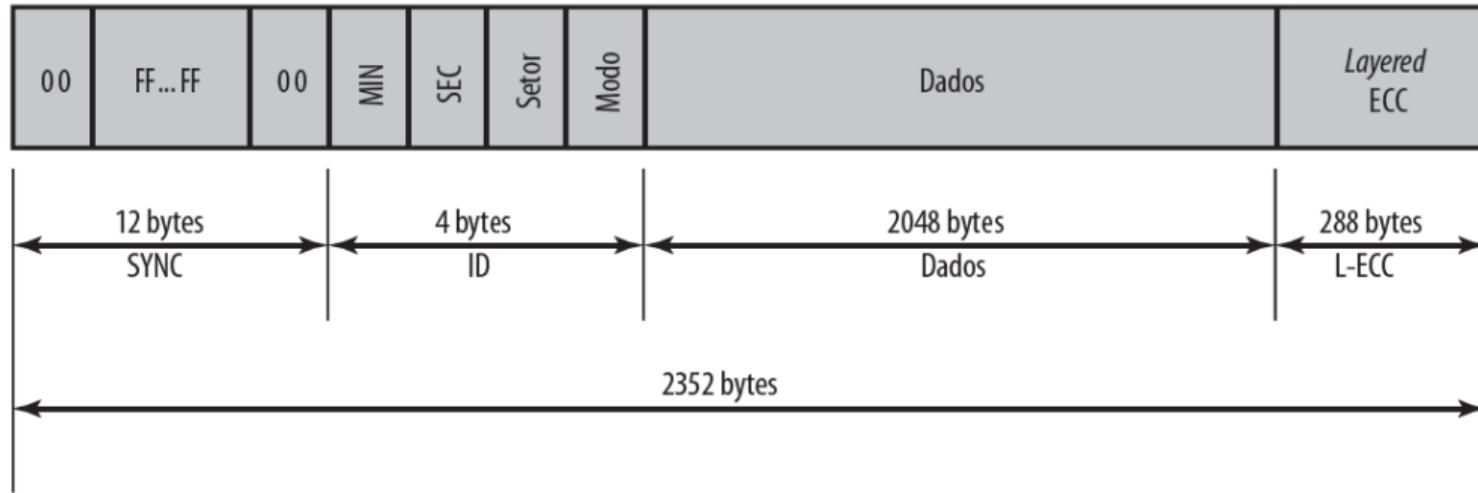


Organização dos dados



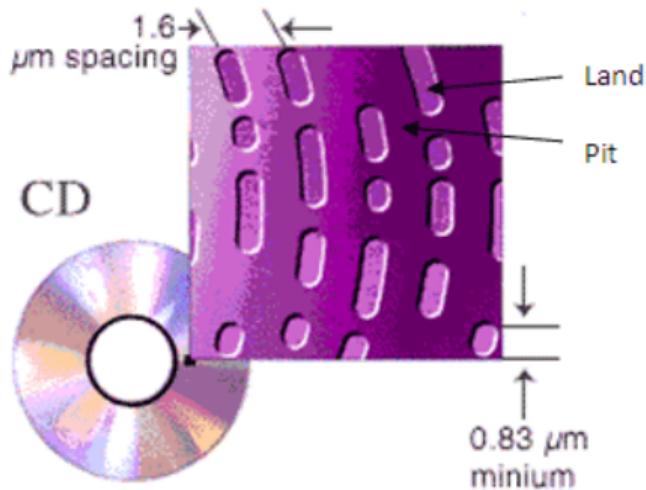
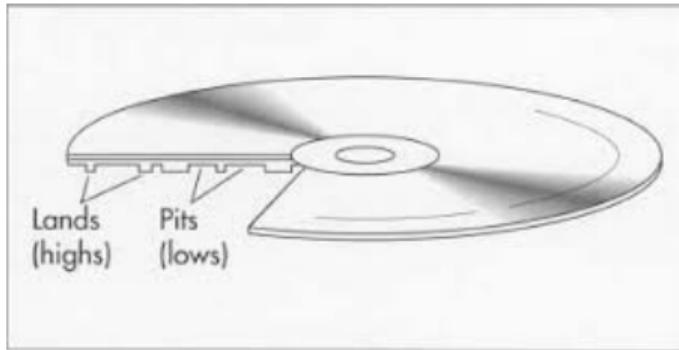
- ▶ 270 mil blocos
- ▶ Capacidade do bloco
 - ▶ 2352 bytes de extensão
 - ▶ 2048 bytes de dados
 - ▶ 16 bytes de cabeçalho
 - ▶ 288 bytes de correção de erros (Reed Solomon)
- ▶ Identificação do bloco
 - ▶ Ocupa 4 bytes do cabeçalho
 - ▶ 3 bytes indicam o setor, minuto e segundo
 - ▶ 1 byte de modo de operação

Organização dos dados



Formato de bloco de CD-ROM

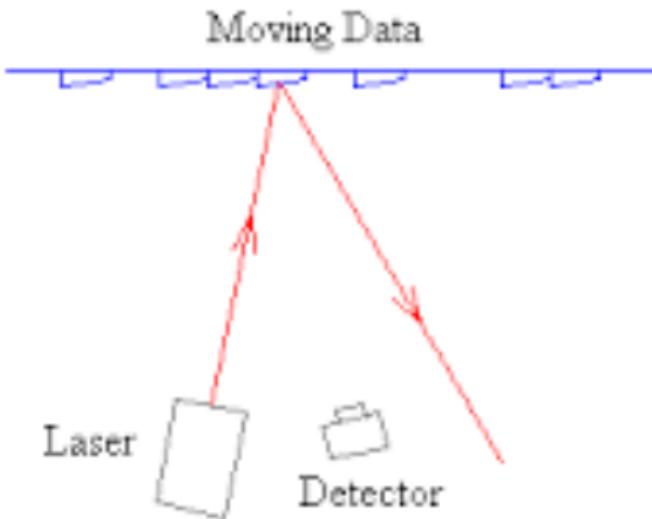
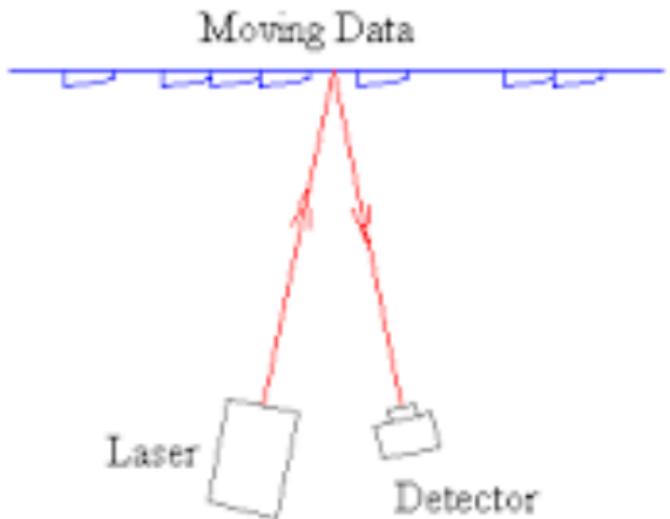
- Reentrâncias (*lands*)
- Saliências (*pits*)



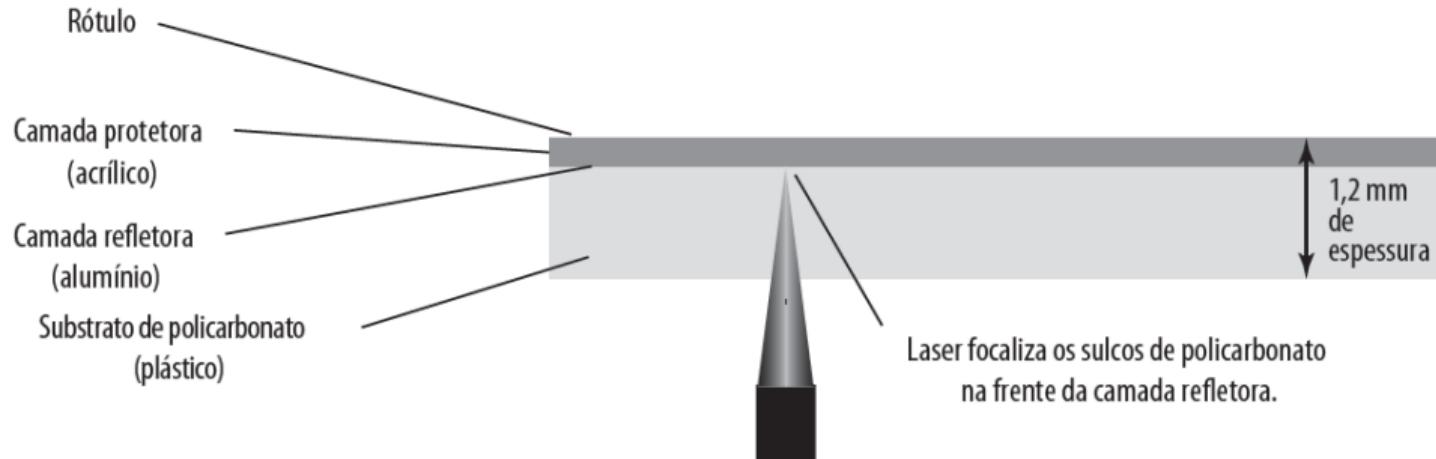
- ▶ Modificação do padrão de *lands* e *pits*
- ▶ Utilização de um laser especial para escrita (*Write Laser*)
- ▶ Laser cria uma série de *pits*



Leitura de dados

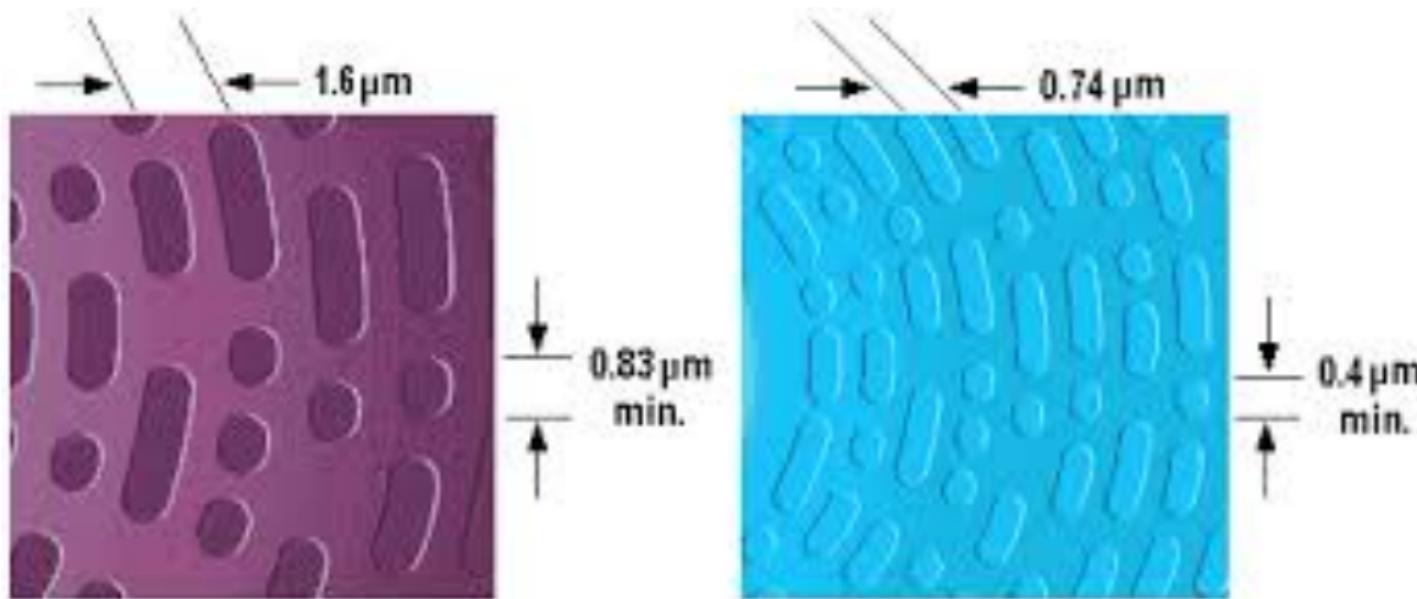


Leitura dos dados

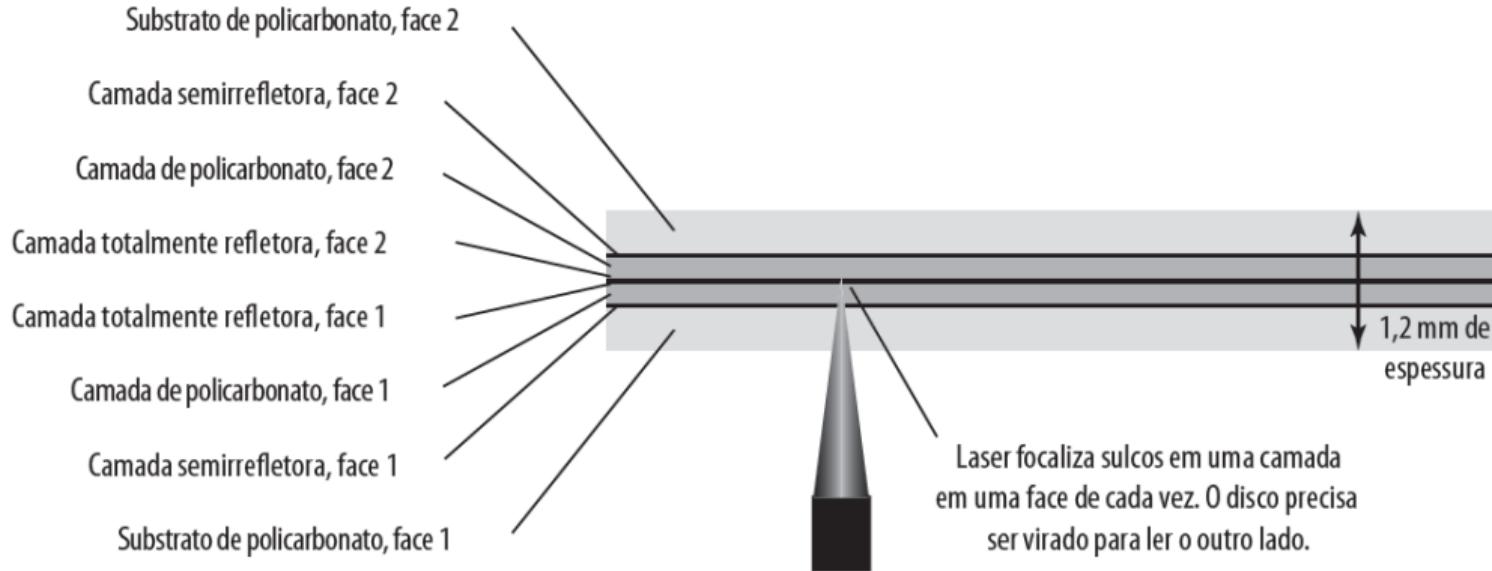


- ▶ Aumento da capacidade de armazenamento - 4.7 GB
- ▶ Possibilidade de gravação em duas camadas (*double layer*)
 - ▶ Capacidade de 8.6 GB
- ▶ Feixe de luz vermelha (650nm)

Organização dos dados



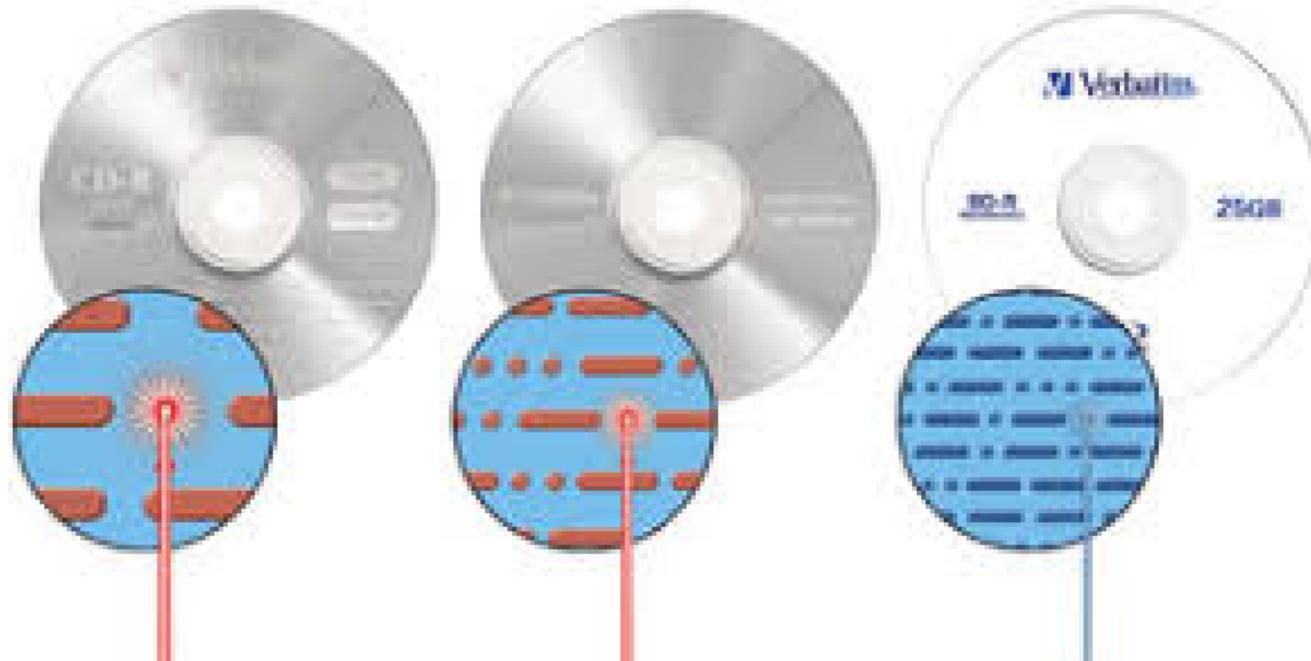
Número de faces	Número de camadas	Capacidade de armazenamento
1	1	4,7 GB
1	2	8,6 GB
2	1	9,4 GB
2	2	17 GB



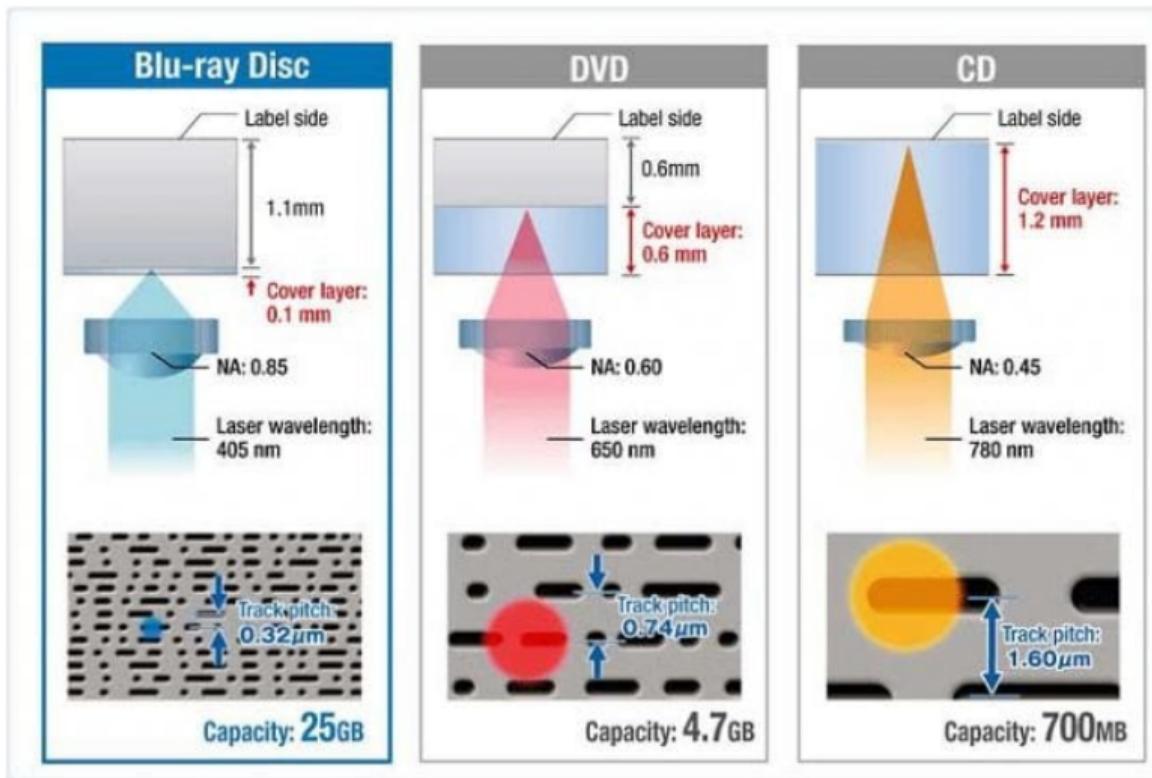
- ▶ Capacidade de armazenamento de 25 GB
- ▶ Feixe de luz azul (406 nm)



Armazenamento de Dados



Comparativo



Comparativo



Introdução

Meios Magnéticos

Discos de Estado Sólido

Meios Óticos

Referências

-  I. Englander, *A arquitetura de hardware computacional, software de sistema e comunicação em rede: uma abordagem da tecnologia da informação.*
Rio de Janeiro: LTC, 2011.
-  M. A. Monteiro, *Introdução à organização de computadores.*
Rio de Janeiro: LTC, 2010.
-  W. Stallings, *Arquitetura e Organização de Computadores.*
São Paulo: Pearson, 8 ed., 2010.
-  K. Vättö, "Understanding TLC NAND," 2012.
-  A. S. Tanenbaum, *Organização estruturada de computadores.*
2007.

