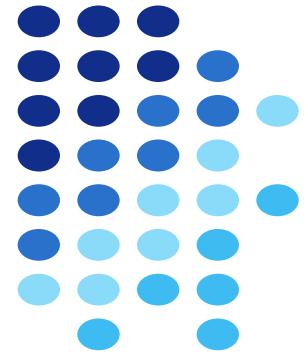


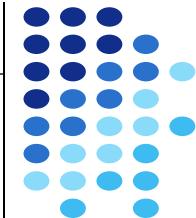
Universidade Federal de Sergipe
Departamento de Sistemas de Informação
SINF0007 – Estrutura de Dados II

**Dispositivos de Armazenamento
Externo**



1

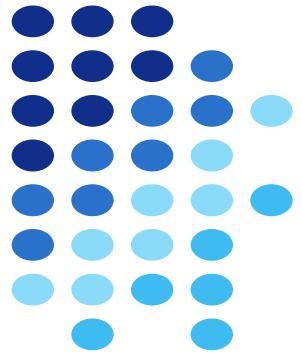
Prof. Dr. Raphael Pereira de Oliveira
raphael.oliveira@academico.ufs.br

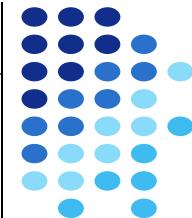


Dispositivos de Armazenamento Externo

- Introdução
- Dispositivos de Armazenamento Externo

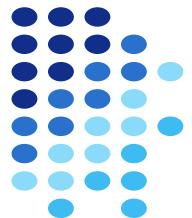
Introdução





Dispositivos de Armazenamento

- Um dispositivo de armazenamento é utilizado em computadores para armazenar dados
- Normalmente, a mídia para o armazenamento da informação em um computador é divida em:
 - **Memória Primária / Memória Principal
(Armazenamento Primário)**
 - **Memória Auxiliar
(Armazenamento Externo)**

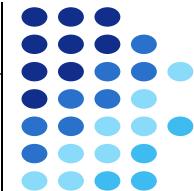


Memória Primária ou Memória Principal

- É de rápido acesso
 - Alto custo por bit
 - É uma memória de baixa capacidade
 - Ex.: **RAM, ROM**
-

Memória Auxiliar

- Mais lenta comparada com a memória principal
- Baixo custo por bit
- É uma memória de alta capacidade
- Ex.: **Hard Disk Drive (HDD ou HD), memória USB / Flash, Fitas**



Memória Cache

- A memória **cache** corresponde a uma memória de **acesso mais rápido** do que a memória usual
- Por ser mais rápida, seu **custo é mais elevado**
 - O tamanho da memória cache geralmente é bem menor que a memória usual
- Na memória **cache** é colocada uma (pequena) cópia dos dados originais (armazenados na memória usual ou computado anteriormente)
 - Somente os dados mais frequentemente utilizados permanecem no cache

Comparando Velocidades CURIOSIDADE

Quão lento é uma Unidade de Disco Rígido (*Hard Disk Drive – HDD / HD*)?

- Para um humano, um HD pode parecer muito rápido! Podendo ter, por exemplo, uma velocidade de **7.200 rpm**
- Contudo, quando comparado com um computador, **um HD é muito lento!** Principalmente quando comparamos sua velocidade de acesso com a velocidade de acesso da memória principal

Comparando Velocidades Curiosidade

Quão lento é uma Unidade de Disco Rígido (*Hard Disk Drive – HDD / HD*)?

- Assuma que o acesso a uma RAM é de **120 ns**
- Assuma que o acesso a um HD é de **30 ms**

- Para **1 acesso ao HD**, quantos acessos podem ser feitos à RAM?

Comparando Velocidades Curiosidade

Quão lento é uma Unidade de Disco Rígido (*Hard Disk Drive – HDD / HD*)?

- Assuma que o acesso a uma RAM é de **120 ns**
- Assuma que o acesso a um HD é de **30 ms**

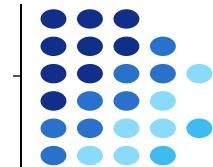
- Para **1 acesso ao HD**, quantos acessos podem ser feitos à RAM?

$$\text{RAM} = 120 \text{ ns} = 120 \times 10^{-9} = 0,00000012$$

$$\text{HD} = 30 \text{ ms} = 30 \times 10^{-3} = 0,03$$

Resposta: **250.000** (basta dividir HD/RAM)

Comparando Velocidades CURIOSIDADE



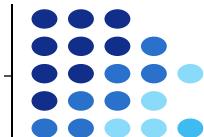
- Para 1 acesso ao HD, quantos acessos podem ser feitos à RAM?

Resposta: 250.000 (basta dividir HD/RAM)

Agora Imagine em termos “humanos”:

- Se o tempo para acessar a RAM fosse **20 SEGUNDOS** => o acesso ao HD demoraria 250.000 mais vezes, ou seja **58 DIAS!**

Comparando Velocidades CURIOSIDADE

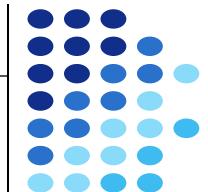


- Para 1 acesso ao HD, quantos acessos podem ser feitos à RAM?

Resposta: 250.000 (basta dividir HD/RAM)

Agora Imagine em termos “humanos”:

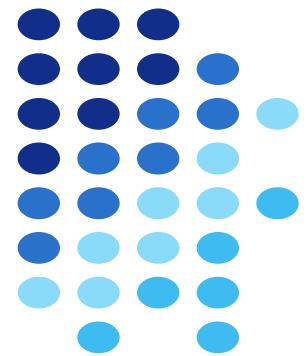
- Se o tempo para acessar a RAM fosse **20 SEGUNDOS** => o acesso ao HD demoraria 250.000 mais vezes, ou seja **58 DIAS!**
ou
- Se o custo para acessar a RAM fosse **5 CENTAVOS** => o acesso ao HD seria 250.000 vezes mais custoso, ou seja **R\$ 12.500!**



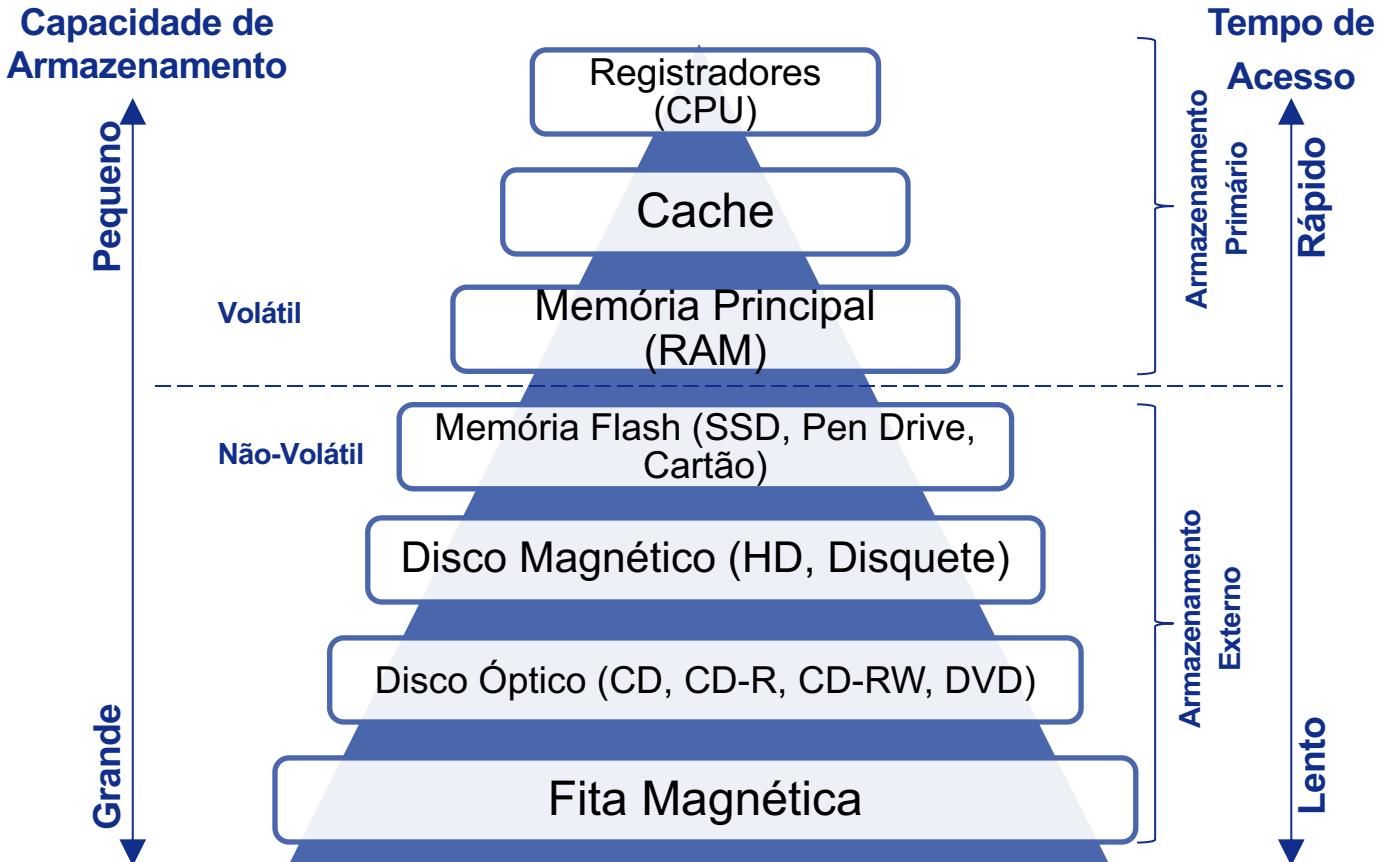
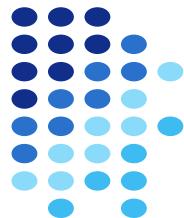
Comparando Velocidades CURIOSIDADE

- Levar em consideração o tipo de memória que pretendemos manipular nossos dados é **muito importante!**
- Hoje em dia, com dados compartilhados em todos os lugares (redes, internet, etc.), **estruturas de arquivos eficientes são ainda mais cruciais!** Principalmente, **financeiramente!**
- As pessoas querem dados rápidos! Assim, evite congestionar ainda mais as **redes/processamentos** com bits extras! 😊

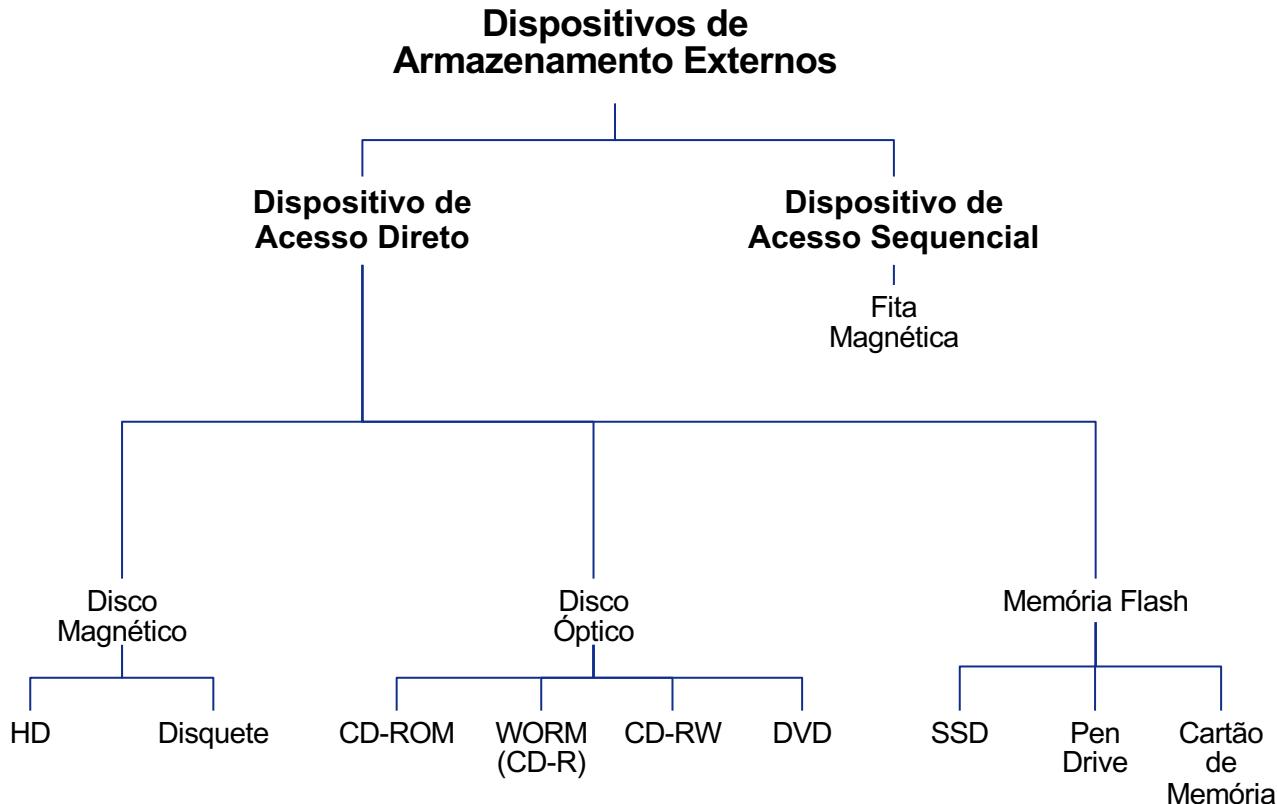
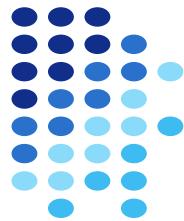
Dispositivos de Armazenamento Externo



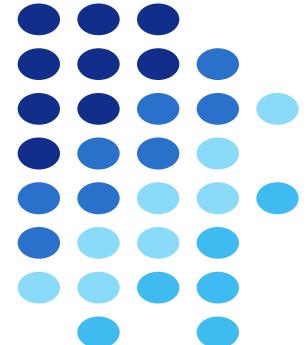
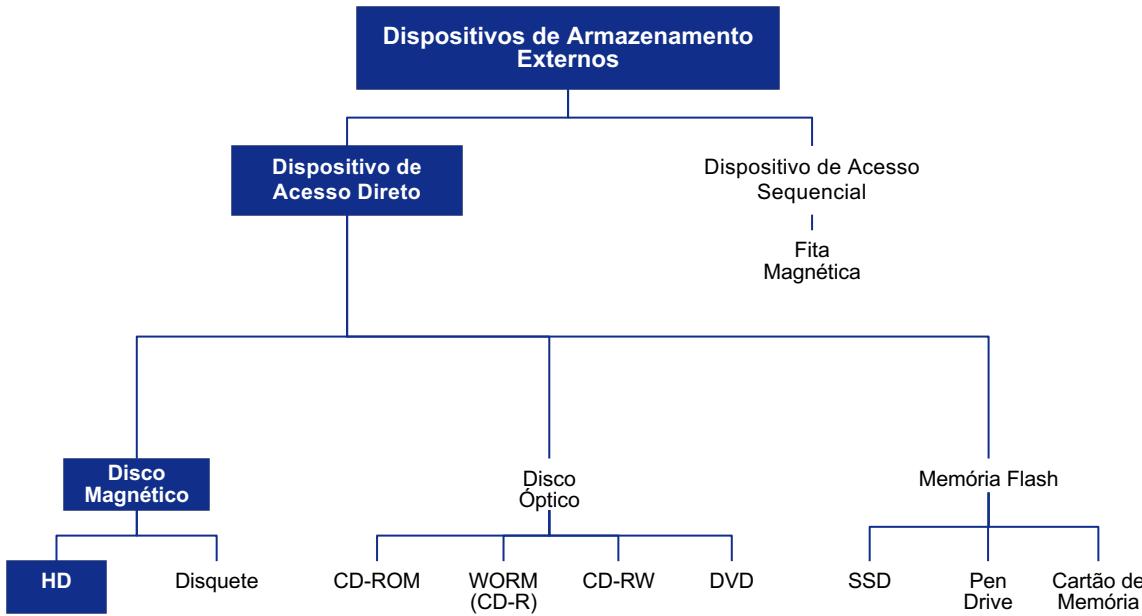
Hierarquia dos Dispositivos de Armazenamento

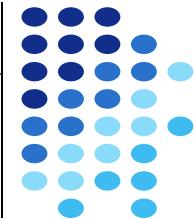


Classificação dos Dispositivos de Armazenamento Externo



Disco Magnético (Hard Disk - HD)





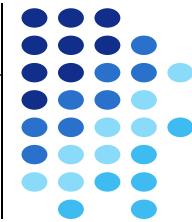
1º Disco Rígido Comercial



1956

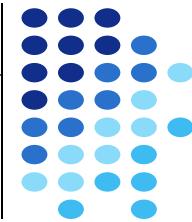
- O computador **IBM RAMDAC** vinha com uma unidade de disco **IBM Model 350**
- Era capaz de armazenar aproximadamente **5MB**
- Tinha 50 discos de 24" cada
- Quase 1 tonelada
- Tempo de acesso ≤ 1 segundo

Imagen: <https://www.businessinsider.com.au/picture-of-ibm-hard-drive-on-airplane-2014-1>



Evolução dos Hard Disks (HDs)

- Os HDs evoluíram tão radicalmente quanto os processadores
 - O primeiro HD tinha menos de **5MB**, por **U\$35 . 000**
 - HDs melhores tinham cerca de **10MB**, mais de **U\$100 por MB**
 - Atualmente, custam alguns **centavos por MB**



O Pai dos HDs

- Em 1973, a IBM lançou o que é considerado o pai dos HDs modernos: **Winchester**

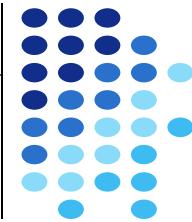


- Modelo 3340 Winchester
 - 2 pratos de 30MB cada
- Ficou conhecido como modelo **30/30 Winchester**

HDs Atualmente

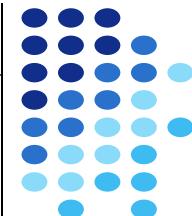
- **Discos:** possuem uma camada magnética
- **Cabeças de leitura:** leem e escrevem nos discos enquanto eles giram (~15.000 rpm atualmente)
 - Convertem entre sinais elétricos e pulsos magnéticos





Características dos HDs

- No início, **as cabeças de leitura dos discos encostavam neles**
 - Necessário para que os dispositivos eletrônicos antigos pudessem ler os campos magnéticos
- Grande avanço: **cabeças de leitura “flutuam”**
 - Quanto mais próximas as cabeças dos disco, melhor
- Capacidade e desempenho melhoraram a cada ano



Cabeças de Leitura

- Distância em relação ao disco
 - Flutuam em função do **colchão de ar** gerado quando o disco gira
 - **Não há vácuo** dentro do disco!

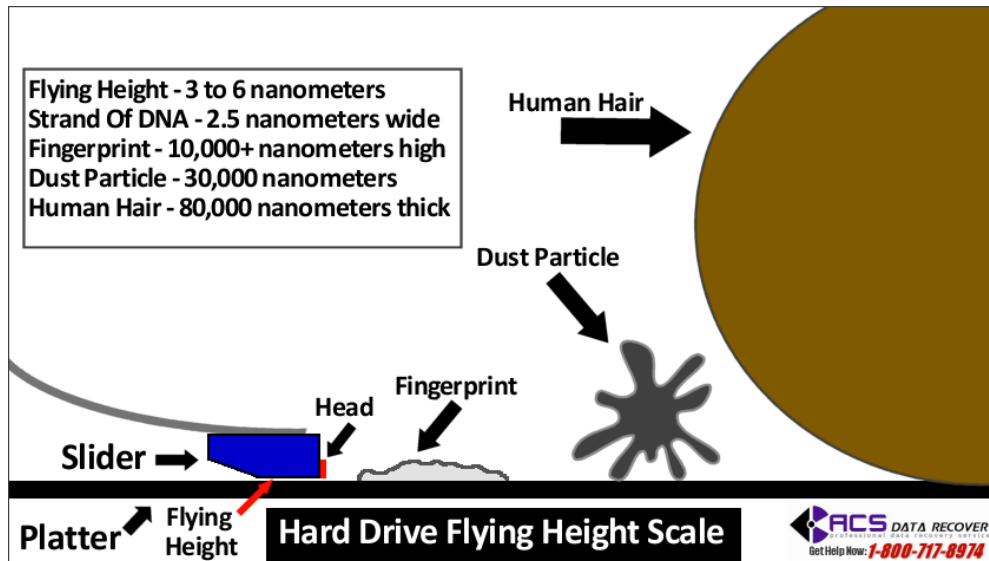
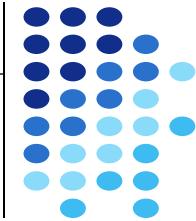


Imagen: <https://acsdata.com/data-recovery-3tb-seagate-hard-drive/>



Cabeças de Leitura

- Sem o disco

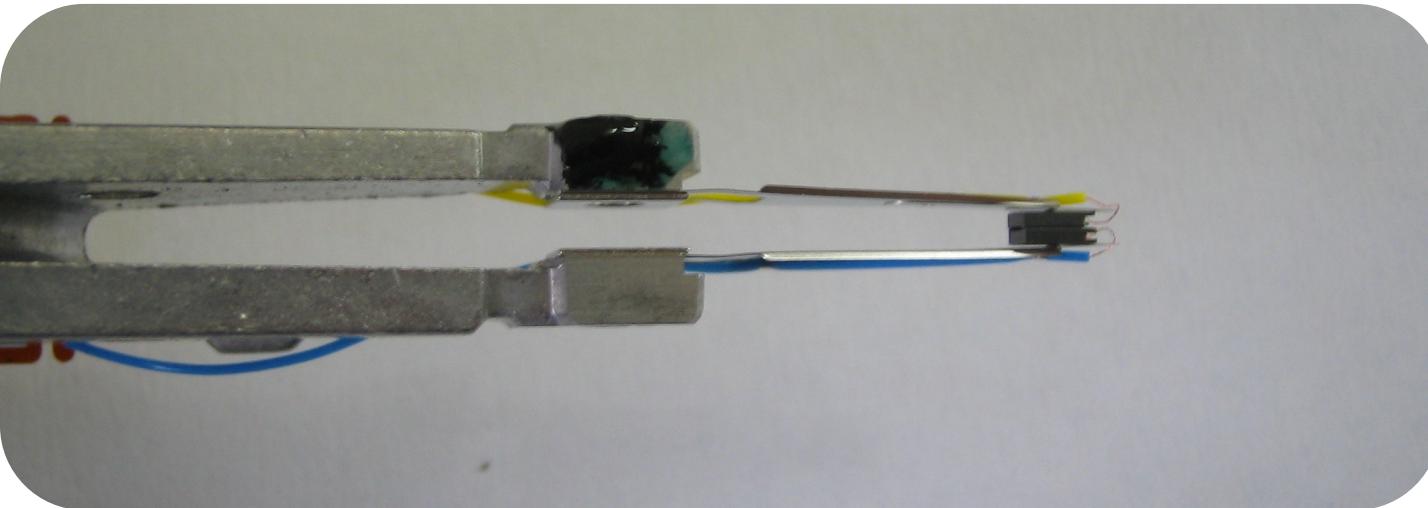
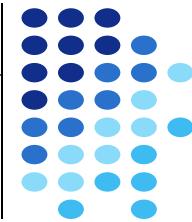


Imagen: <https://www.hardware.com.br/guias/hds/como-hds-funcionam.html>

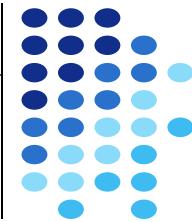


Interior do HD

- Entrada de ar com filtro para manter a pressão interna igual a externa



Imagen: <https://www.hardware.com.br/guias/hds/como-hds-funcionam.html>

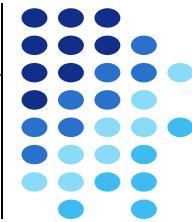


Interior do HD - Curiosidades

- HDs funcionam em altitudes altíssimas (**mais de 3.000m**) ?



Imagen: https://en.wikipedia.org/wiki/Saint_Elias_Mountains



Interior do HD - Curiosidades

- HDs funcionam em altitudes altíssimas (**mais de 3.000m**) ?

Hard Drive Failures Caused by High Altitudes <https://www.dell.com/support/article/pt-br/sln80457/hard-drive-failures-caused-by-high-altitudes?lang=en>

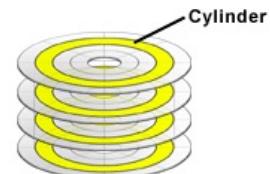
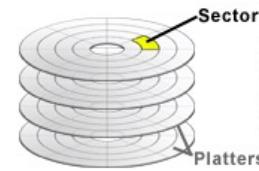


Imagen: https://en.wikipedia.org/wiki/Saint_Elias_Mountains

- HDs são projetados para funcionar a altitudes de até 3.000m acima do mar
- Acima disso, a pressão do ar é menor, podendo comprometer a criação do colchão de ar dentro do HD

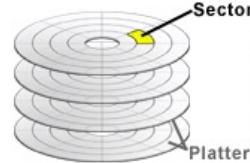
Organização da Informação no Disco

- **Disco**: conjunto de pratos empilhados
 - Dados são gravados nas superfícies desses pratos
- **Superfícies**: são organizadas em trilhas
- **Trilhas**: são organizadas em setores
- **Cilindro**: conjunto de trilhas na mesma posição

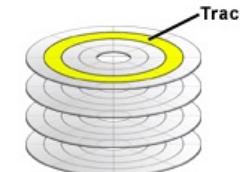


Capacidade do Disco

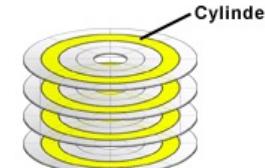
- **Capacidade do Setor**
 - 512 Bytes ou 0,5 KB



- **Capacidade da Trilha**
 - nº de setores por trilha * capacidade do setor

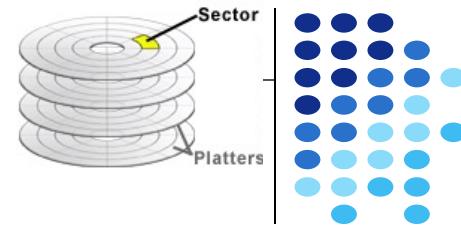


- **Capacidade do Cilindro**
 - nº de trilhas por cilindro * capacidade da trilha

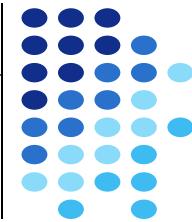


- **Capacidade do Disco**
 - nº de cilindros * capacidade do cilindro

Endereços no Disco

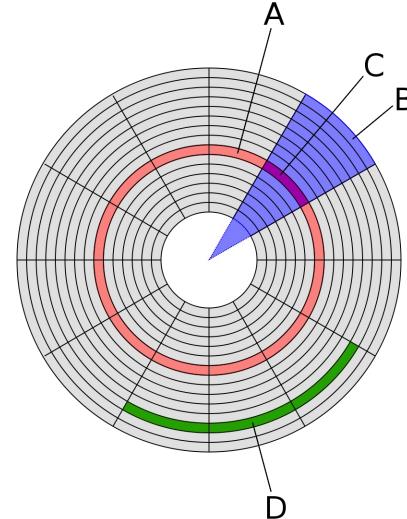


- Um **setor** é a menor porção endereçável do disco
- **Ao ler 1 Byte**
 - SO determina qual **superfície**, **trilha** e **setor** em que se encontra esse byte
 - O conteúdo do setor é carregado para uma memória especial (buffer de E/S) e o byte desejado é lido do buffer para a RAM
 - Se o setor necessário já está no buffer, o acesso ao disco torna-se desnecessário

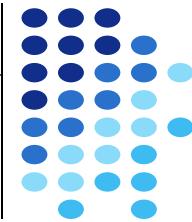


Cluster

- **Conjunto de setores**
logicamente contíguos no disco
- Um arquivo é visto pelo SO como um grupo de clusters distribuído no disco
 - Arquivos são alocados em um ou mais clusters



- A. Trilha
- B. Setores
- C. Setor na Trilha
- D. Cluster



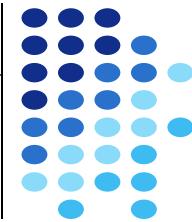
Seeking

- Movimento de posicionar a cabeça de L/E sobre a trilha/setor desejado
- O conteúdo de todo um cilindro pode ser lido com 1 único *seeking*
- É o movimento **mais lento** da operação de leitura/escrita
- **Deve ser utilizado ao mínimo !**

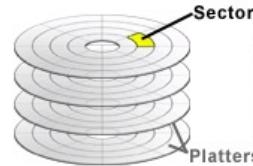
Observação

- Os **tempos de acesso reais** são afetados não só pelas características físicas do disco
 - Também pela **distribuição do arquivo no disco**
 - E **modo de acesso** (sequencial X aleatório)

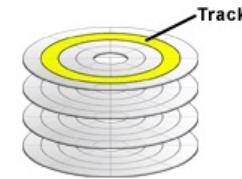
Relembrando...



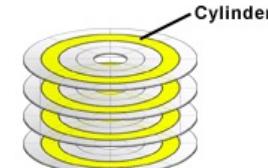
- **Capacidade do Setor**
 - 512 Bytes ou 0,5 KB



- **Capacidade da Trilha**
 - nº de setores por trilha * capacidade do setor

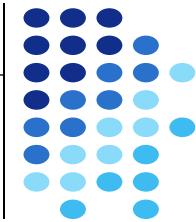


- **Capacidade do Cilindro**
 - nº de trilhas por cilindro * capacidade da trilha

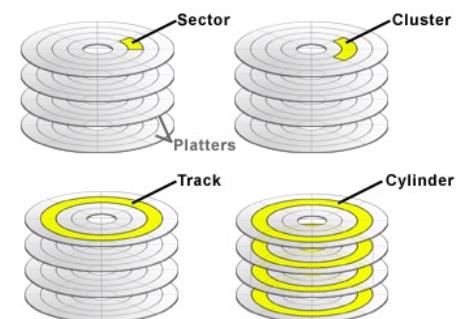


- **Capacidade do Disco**
 - nº de cilindros * capacidade do cilindro

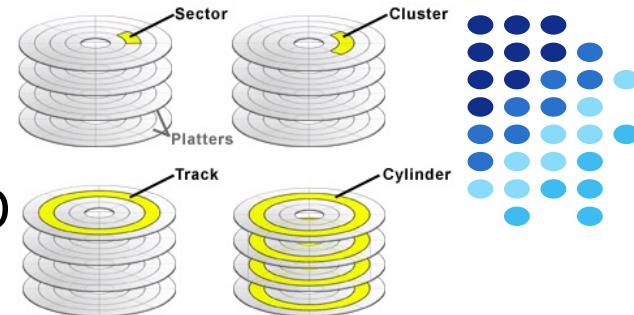
Exercício 01



- Você sabe o seguinte sobre seu HD
 - Número de Bytes por setor: **512**
 - Número de setores por trilha: **17**
 - Número de trilhas por cilindro: **4**
 - Número de cilindros: **305**
- Qual a capacidade desse HD em **KB**?



Exercício 01



- Você sabe o seguinte sobre seu HD
 - Número de Bytes por setor: **512**
 - Número de setores por trilha: **17**
 - Número de trilhas por cilindro: **4**
 - Número de cilindros: **305**
- Qual a capacidade desse HD em **KB**?

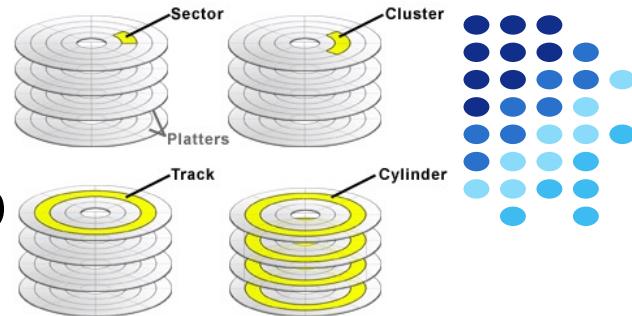
Capacidade da Trilha (tamanho do setor * nº setores por trilha)

Capacidade de 1 Cilindro (nº trilhas por cilindro * capacidade da trilha)

Capacidade do Disco (nº cilindros * capacidade de 1 cilindro)

Capacidade do Disco em KB (tamanho em Bytes / 1024)

Exercício 01



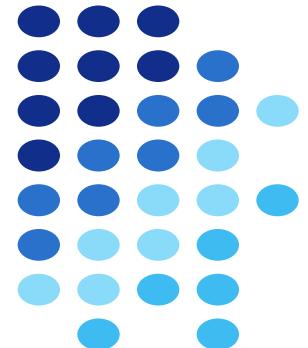
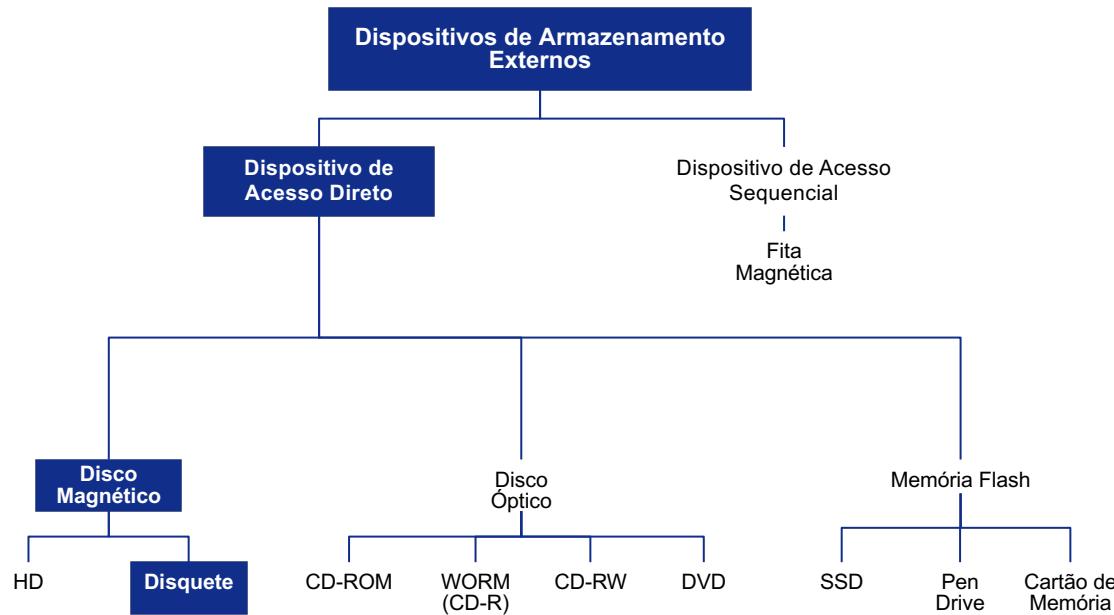
- Você sabe o seguinte sobre seu HD
 - Número de Bytes por setor: **512**
 - Número de setores por trilha: **17**
 - Número de trilhas por cilindro: **4**
 - Número de cilindros: **305**
- Qual a capacidade desse HD em **KB**?

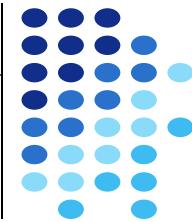
$$\text{Capacidade} = 512 * 17 * 4 * 305$$

$$\text{Capacidade} = 10.618.880 \text{ Bytes}$$

$$\text{Capacidade} = \mathbf{10.370 KB}$$

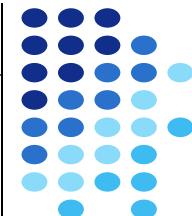
Disco Magnético (Disquete)



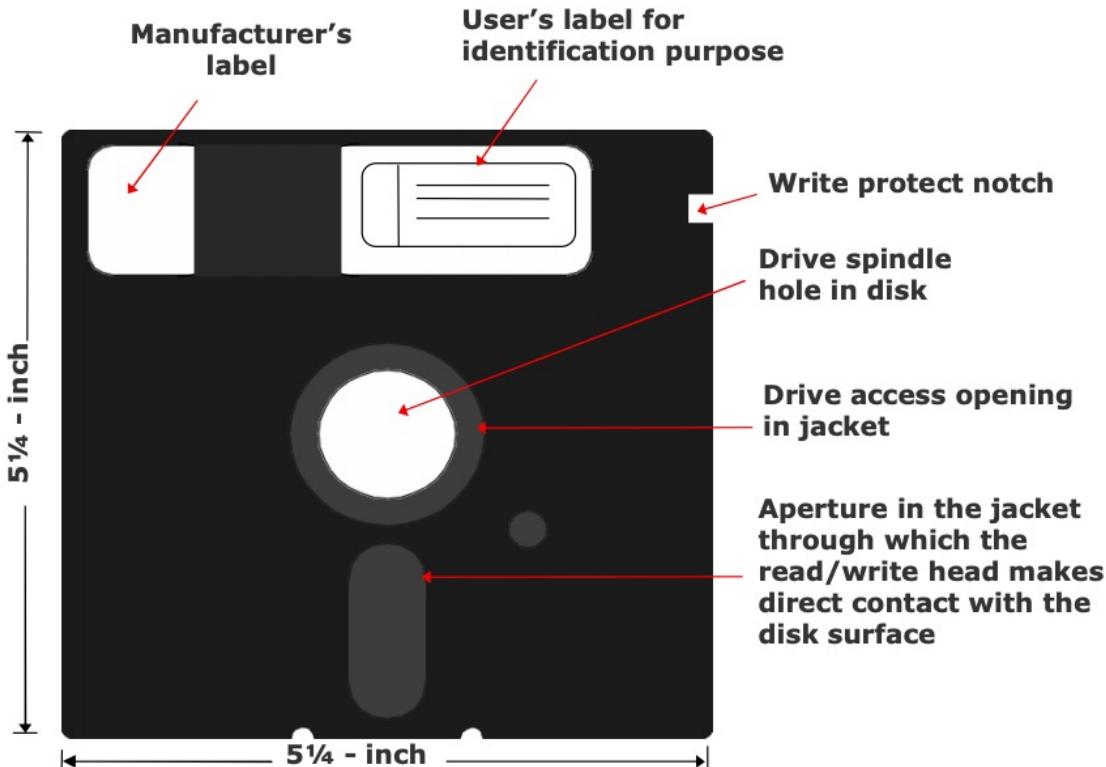


Disquetes (*Floppy Disks*)

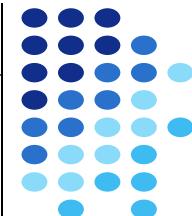
- É um **disco magnético flexível e de plástico**
(Por isso seu nome é *Floppy* = mole, frouxo)
- O disco de plástico é selado por um plástico retangular, forrado com tecido que remove as partículas de poeira



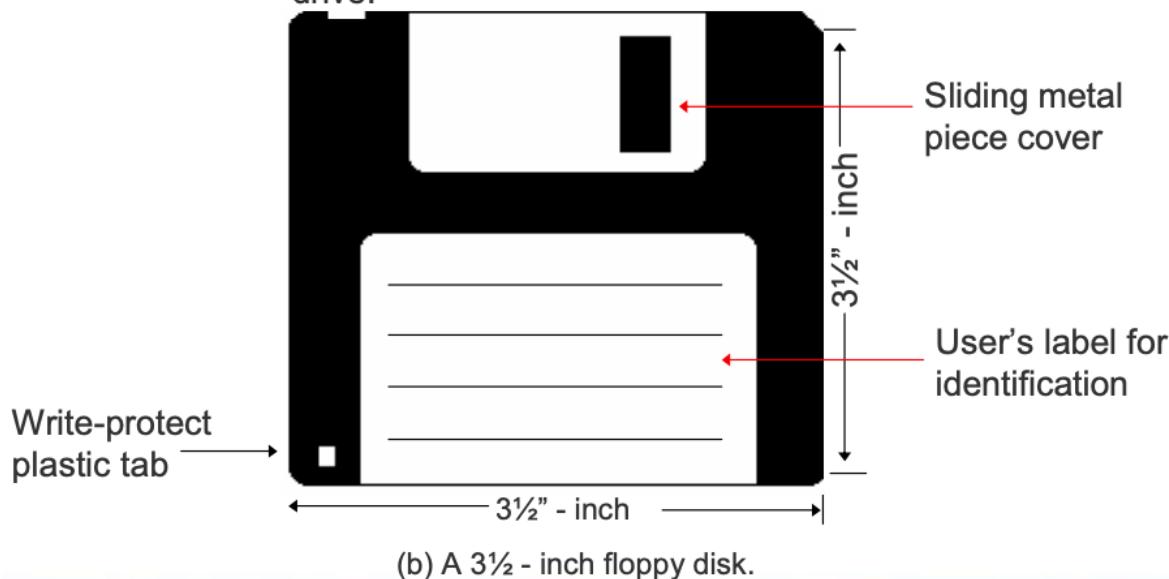
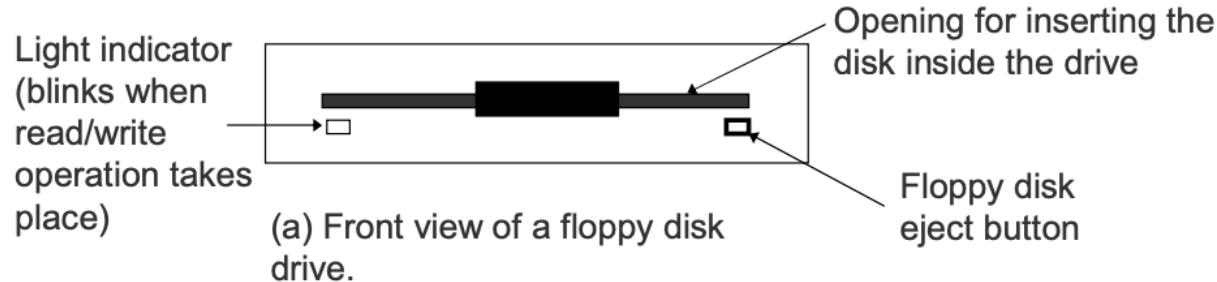
Disquete de 5¼

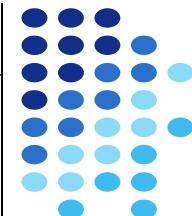


A 5 1/4-inch floppy disk enclosed within jacket. The drive mechanism clamps on to a portion of the disk exposed by the drive access opening in the jacket



Disquete de 3½"





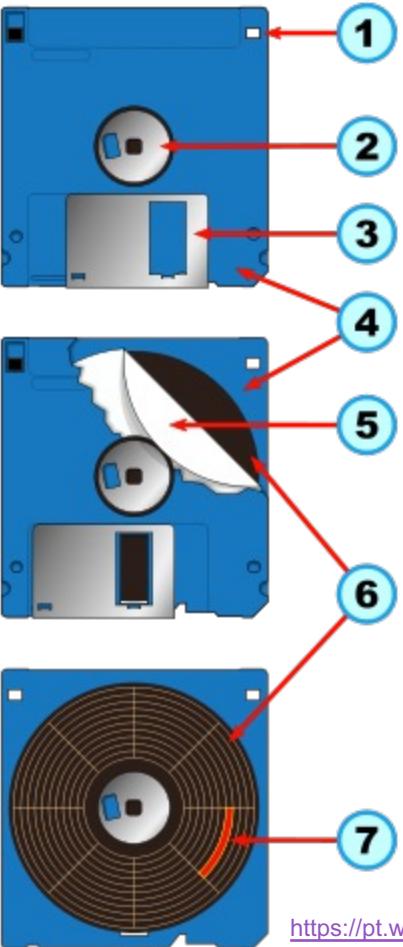
Disquetes



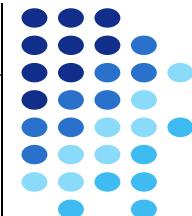
5 ¼ polegadas



3 ½ polegadas



Legenda: 1 - Trava de proteção contra escrita. 2 - Base central. 3 - Cobertura móvel. 4 - Chassi (corpo) plástico. 5 - Disco de papel. 6 - Disco magnético. 7 - Setor do disco.

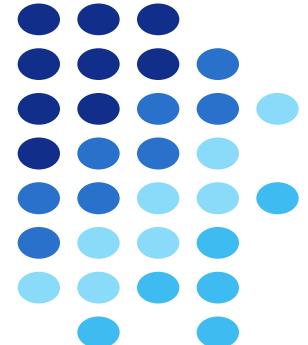
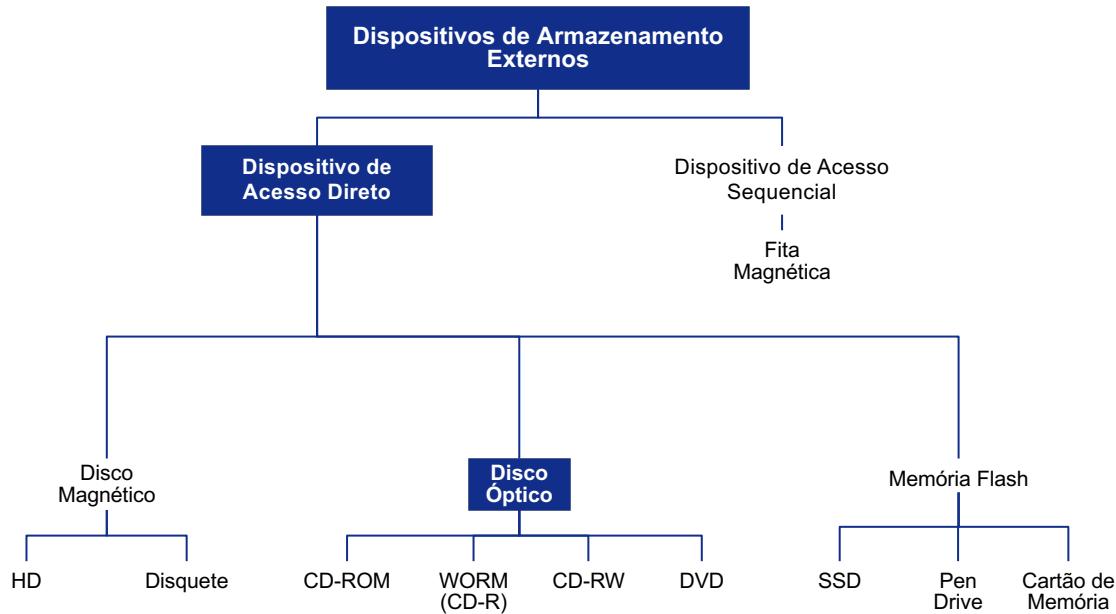


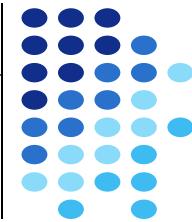
Disquetes

Size (Diameter in inches)	No. of surfaces	No. of tracks	No. of sectors/track	No. of bytes/sector	Capacity in bytes	Approximate capacity
5¼	2	40	9	512	3,68,640	360 KB
5¼	2	80	15	512	12,28,800	1.2 MB
3½	2	40	18	512	7,37,280	720 KB
3½	2	80	18	512	14,74,560	1.4 MB
3½	2	80	36	512	29,49,120	2.88 MB

Curiosidade: Star Wars - Imperial March on Eight Floppy Drives
(https://www.youtube.com/watch?v=cM_sAxrAu7Q)

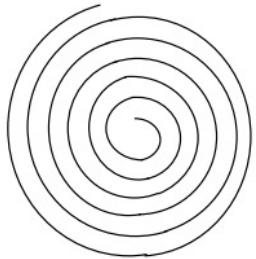
Disco Óptico



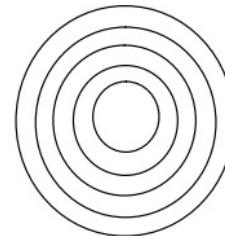


Disco Óptico

- Possui uma **longa trilha em espiral**, que começa na parte mais externa seguindo para o centro do disco

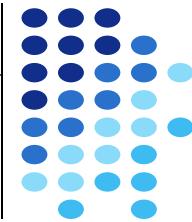


(a) Track pattern on an optical disk



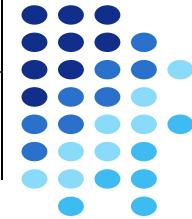
(b) Track pattern on a magnetic disk

Diferença nos padrões de trilhas em **discos ópticos(a)** e **discos magnéticos (b)**

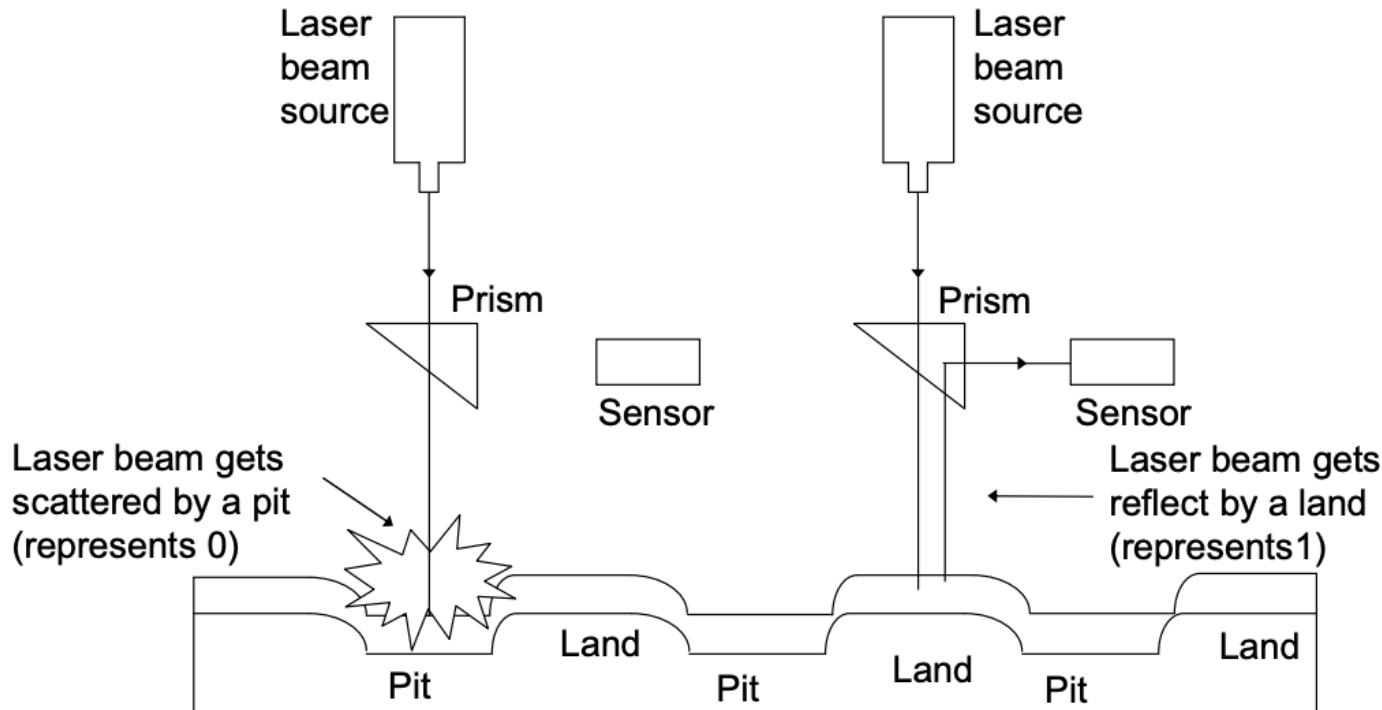


Disco Óptico

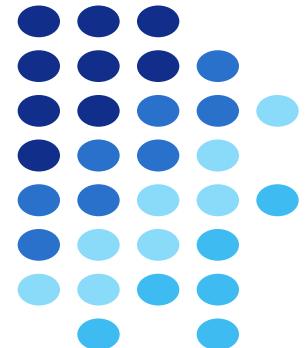
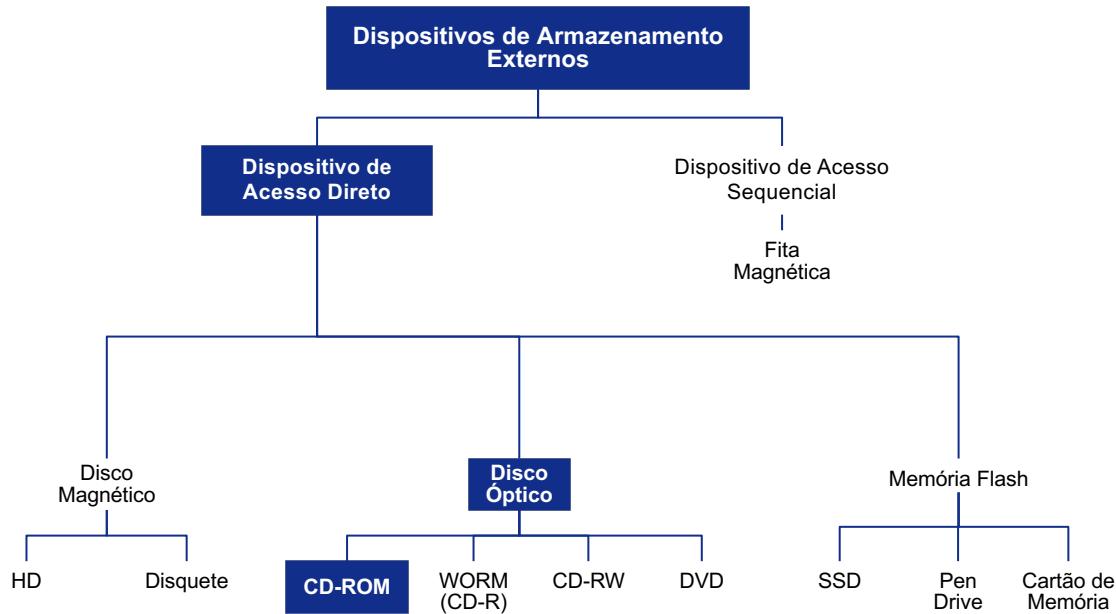
- Cada **setor tem o mesmo tamanho**, independente de estar localizado perto ou longe do centro do disco
- A velocidade de rotação do disco deve variar inversamente com o raio. Assim, os leitores de discos ópticos utilizam **Velocidade Linear Constante (CLV)**
- **É mais lento** que discos magnéticos. Tempo de acesso:
 - Disco magnético: de 5 a 30 ms
 - Disco óptico: de 100 à 300 ms

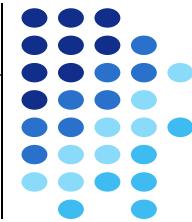


Disco Óptico



Disco Óptico (CD-ROM)



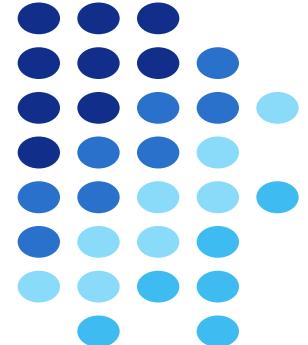
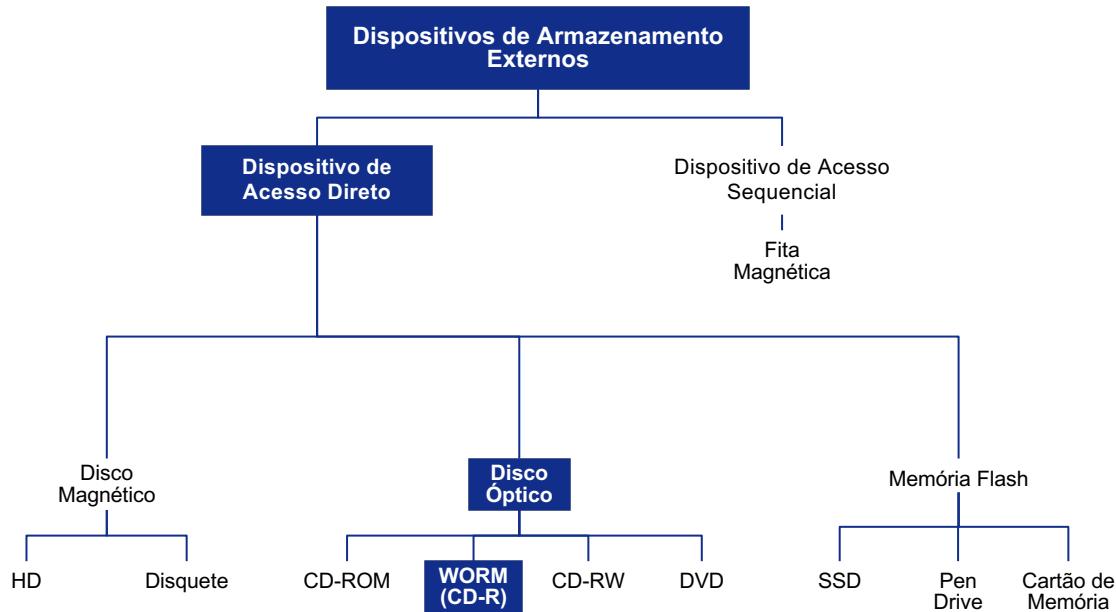


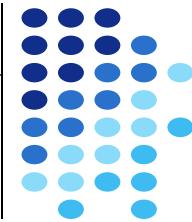
CD-ROM

- Significa **Compact Disk-Read Only Memory** (Disco Compacto – Somente de Leitura)
- Com capacidade de ~ **650MB**
- Discos vêm pré-gravados e a informação armazenada neles não pode ser alterada
- Foi muito utilizado pela indústria de videogames e para a distribuição de software



Disco Óptico (WORM CD-R)





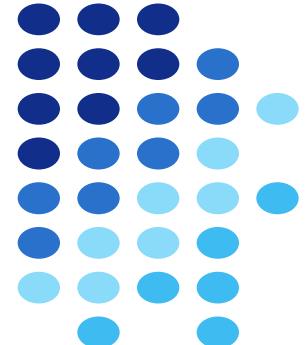
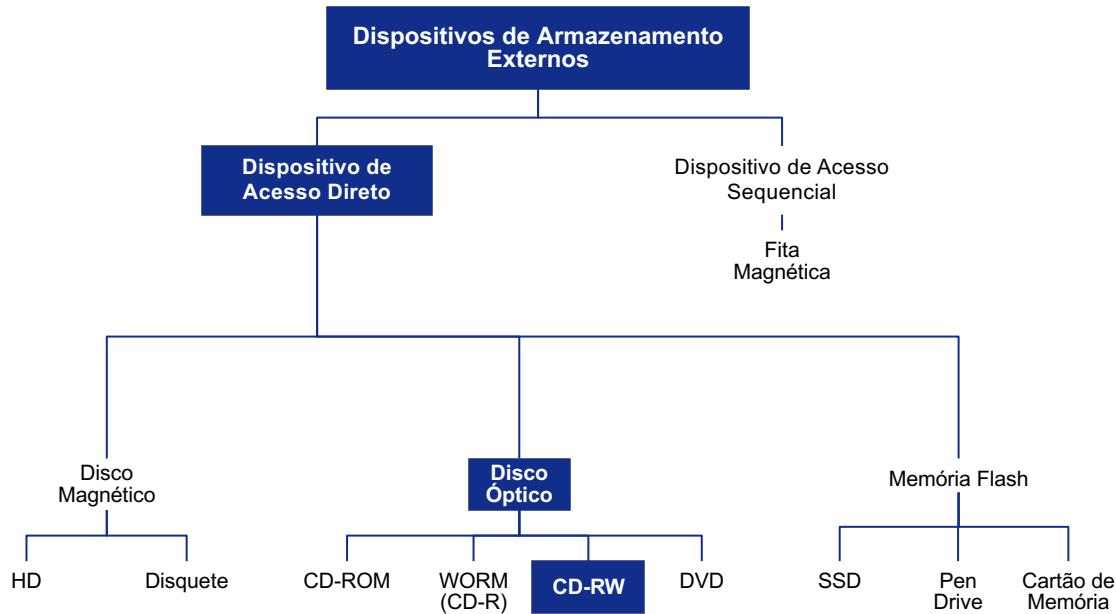
WORM Disk / CD-Recordable (CD-R)

- **WORM** significa **Write Once Read Many** (Grave uma vez e leia várias)
- CD – Recordable = CD – Gravável
- Permite que usuários criem seus próprios CD-ROMs utilizando um drive CD-R
- Muito utilizado para fazer **backup de dados**



Imagen: <https://en.wikipedia.org/wiki/CD-R>

Disco Óptico (CD-RW)

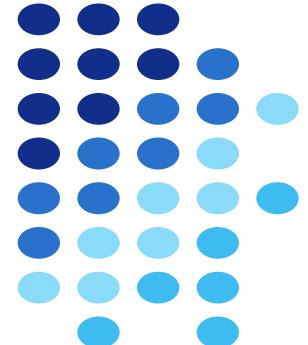
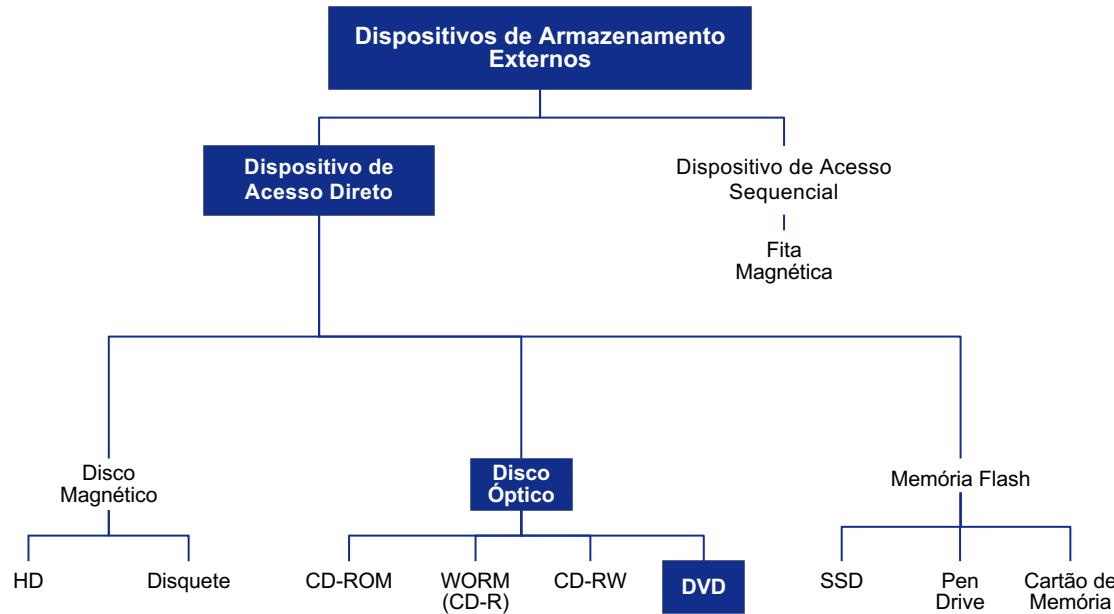


CD-Read/Write (CD-RW)



- CD-RW: **permite Leitura e Escrita**
- Parecido com o CD-R, contudo, **dados podem ser apagados e escritos novamente**
- Permite que usuários criem seus próprios CD-ROMs utilizando um drive CD-R

Disco Óptico (DVD)

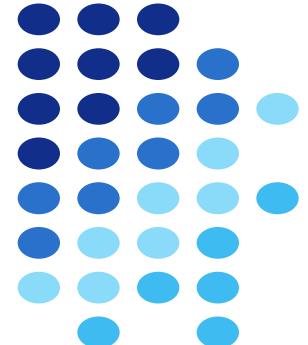
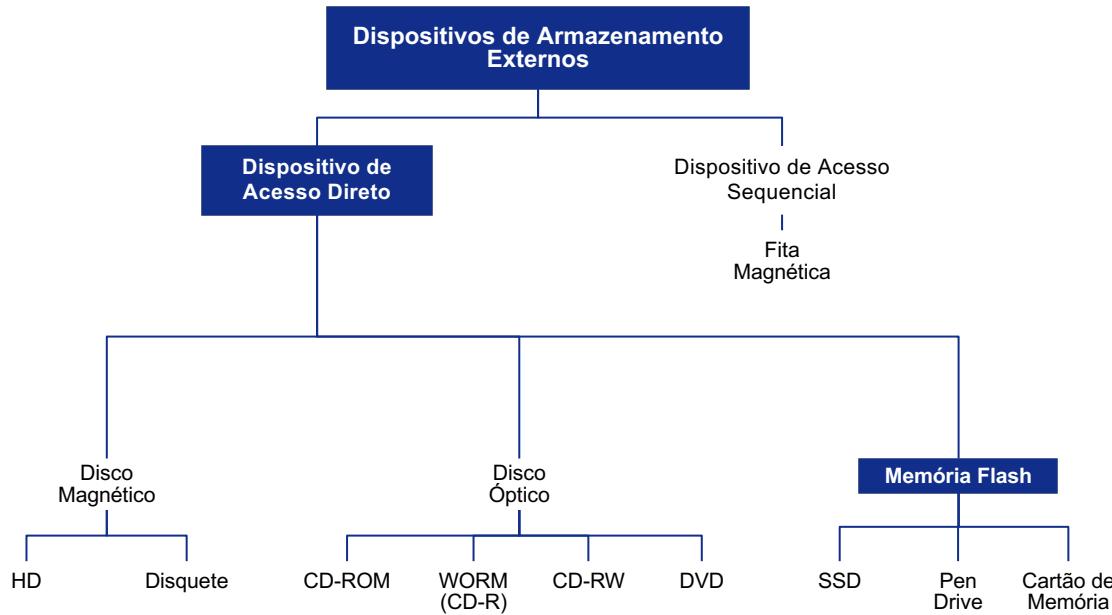


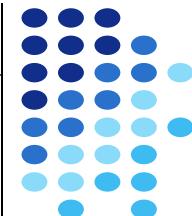
Digital Video/Versatile Disk (DVD)

- DVD: **Disco Digital Versátil**
- Parecido com o CD-ROM, contudo, **com capacidades de 4.7GB, 8.5GB, 9.4GB e 17.08GB**
- Criado inicialmente para armazenar **filmes**
- Pode ser utilizado para armazenar grandes quantidades de dados (**backups**)



Memória Flash



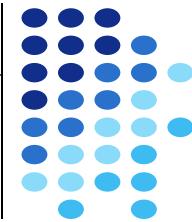


Memória Flash

- Um tipo de **EEPROM** (*Electrostatically-Erasable Programmable Read-Only Memory*)
 - Um tipo de armazenamento não-volátil
 - Pode ser apagado eletronicamente e ser reprogramado
- Inventada em 1980 na Toshiba
- Se popularizou 20 anos depois com preços mais acessíveis

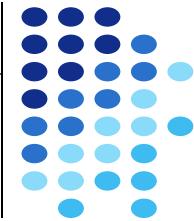


Imagen: <https://pt.wikipedia.org/wiki/EEPROM>



Memória Flash

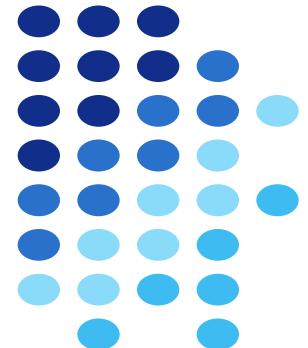
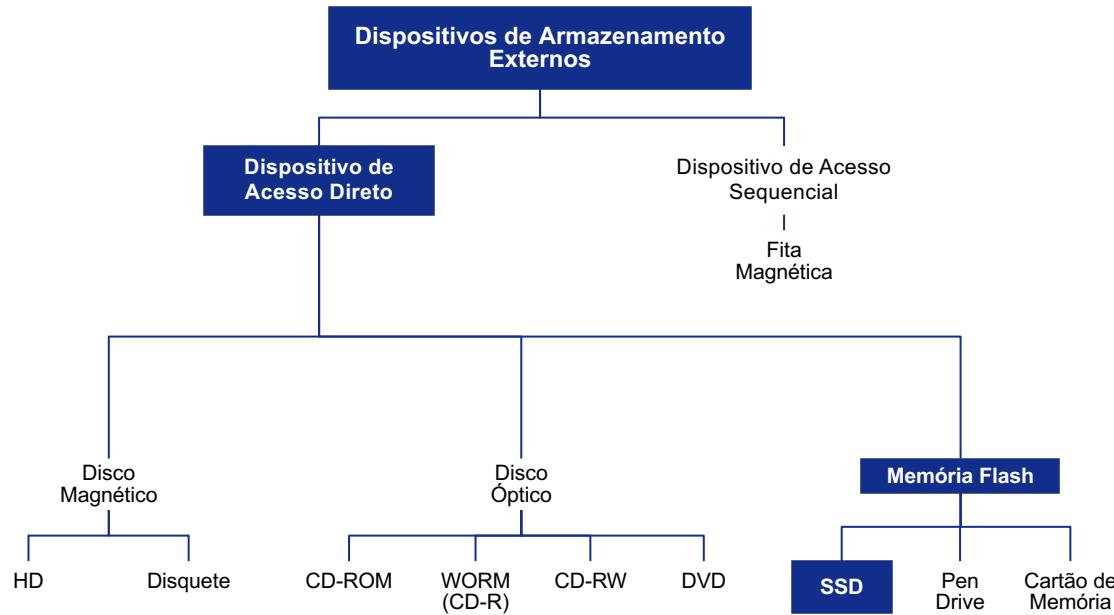
- Tempo de acesso: **0,2 milissegundos**
 - (HD ~ 10ms / SSD ~ 0,2ms / RAM ~ 0,0007ms)
- Boa resistência:
 - Choque, pressão, temperatura e umidade
- Mais confiável que HDs (por não conterem partes móveis), podem ser mais rápidas e consomem menos energia
- Mais caras por MB, menor capacidade e podem ter um tempo de vida inferior (escritas podem desgastar cada uma das células de memória)

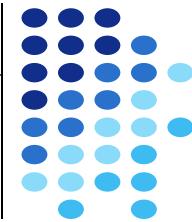


Memória Flash

- Há um **número finito de ciclos** programar-apagar
 - A maioria dos produtos garantem aproximadamente **100 mil ciclos**
 - Após isso, o dispositivo pode começar a **deteriorar**

Memória Flash (SSD)





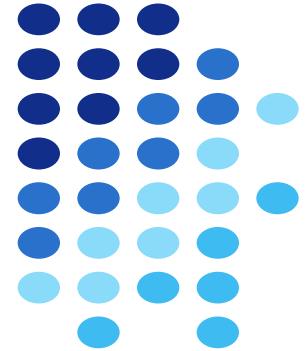
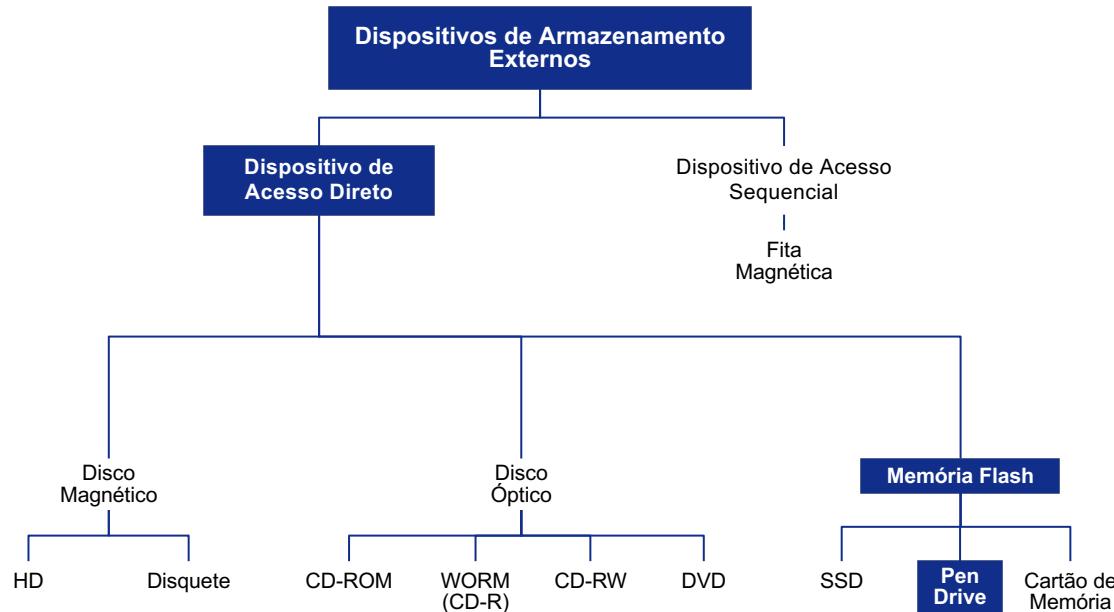
Solid-State Disk (SSD)

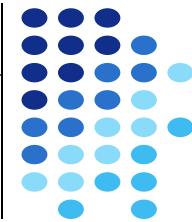
- **SSD: Unidade de Estado Sólido**
- Capacidade mais comuns de **60GB** à **1TB** (acima disso, ainda são muito caros!)
- Em geral, possuem custo mais elevado
- Capacidade de armazenamento inferior aos discos magnéticos



Imagen: https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_drive

Memória Flash (*Pen Drive / Flash Drive*)





Pen-Drive

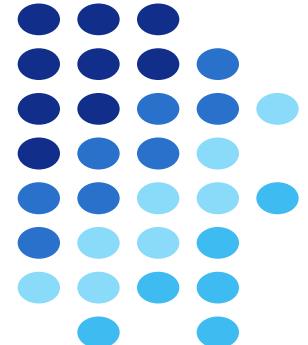
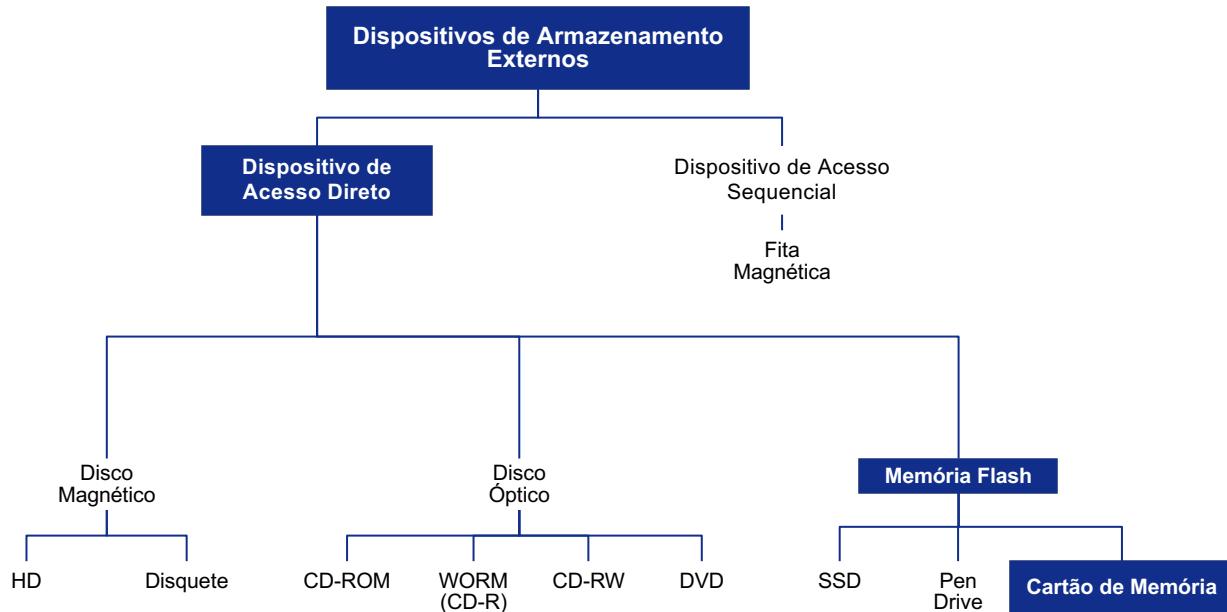
- Também conhecido como ***Flash Drive***
- Dispositivo compacto e removível para o transporte de dados
- Dispositivo ***Plug-and-Play*** conectado a porta USB de um computador
- Disponível em diversos tamanhos, podendo variar de **4GB** até **2TB**

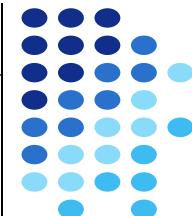


Imagens: https://en.wikipedia.org/wiki/USB_flash_drive

Memória Flash

(Cartão de Memória / *Memory Stick*)





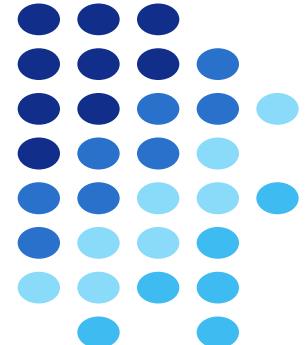
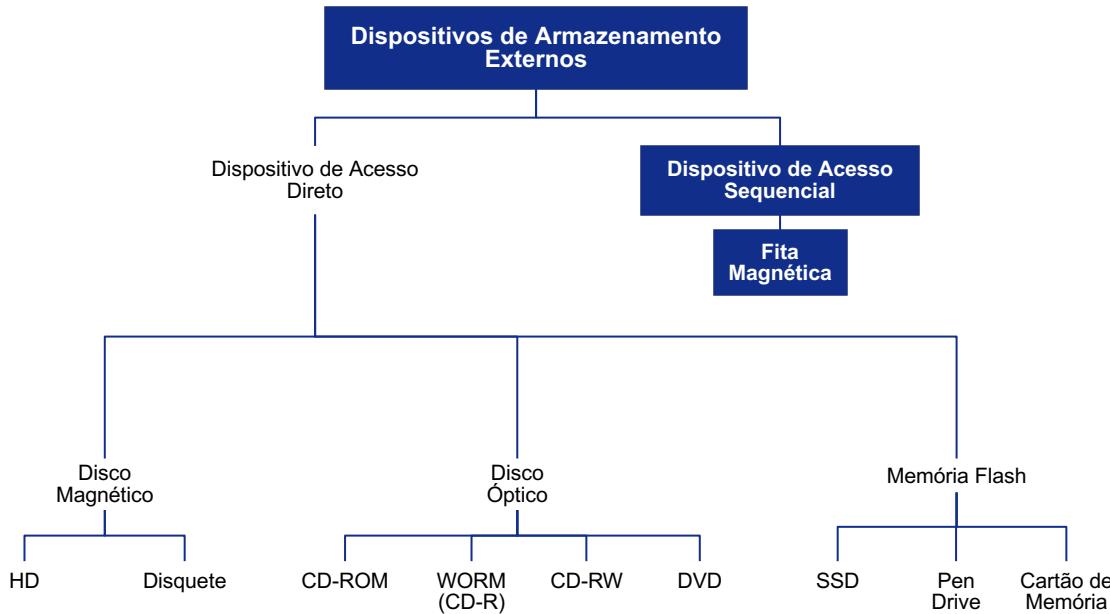
Cartão de Memória / Memory Stick

- Também conhecido como ***Memory Stick***
- Muito utilizado em **Câmeras e Players de Música**
- Dispositivo ***Plug-and-Play*** conectado a porta de um computador
- Disponível em diversos tamanhos, podendo variar de **16MB** até **32GB**



Imagens: https://pt.wikipedia.org/wiki/Memory_Stick

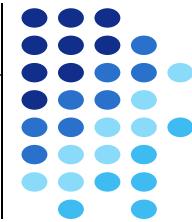
Fita Magnética



Fitas Magnéticas



- Introduzidas pela **IBM** na década de 50
 - **Padronizou o tamanho do Byte como 8 bits!**
- Material de plástico coberto por material magnetizável (óxido de ferro ou de cromo)

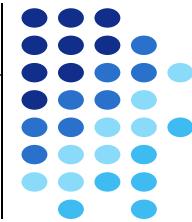


Fitas Magnéticas



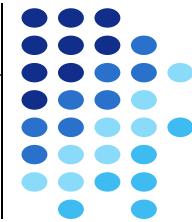
Carretel diâmetro
de 10,5" de fita
com 9 pistas

Imagen: https://pt.qwe.wiki/wiki/Magnetic_tape_data_storage



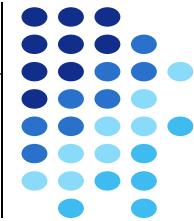
Fitas Magnéticas

- Leitor
 - Motor que rotacional a fita
 - Cabeças de leitura que leem a fita **sequencialmente**
- Tecnologia similar a fitas cassetes
- Sofre **mais desgaste** que discos



Fitas Magnéticas

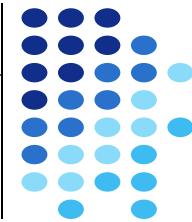
- **Fitas:** permitem o **acesso sequencial muito rápido**, mas **não permitem acesso direto/aleatório**
- Compactas, resistentes, fáceis de transportar, mais baratas que disco
- Usadas como **memória terciária** (backup, arquivo-morto) juntamente com os discos óticos



Quando usar Fitas Magnéticas?

- Apropriadas para **armazenamento sequencial**, quando **não é necessário acesso direto/aleatório**
- Quando **não é necessária a atualização imediata** (alterações periódicas são suficientes)
- Baixo custo e alta capacidade, adequada para **armazenagem e transporte**

Fitas ainda são Utilizadas?



Fitas ainda são Utilizadas?



Por:

R\$ 770,00

1
+
-



COMPRAR

CEP:

-

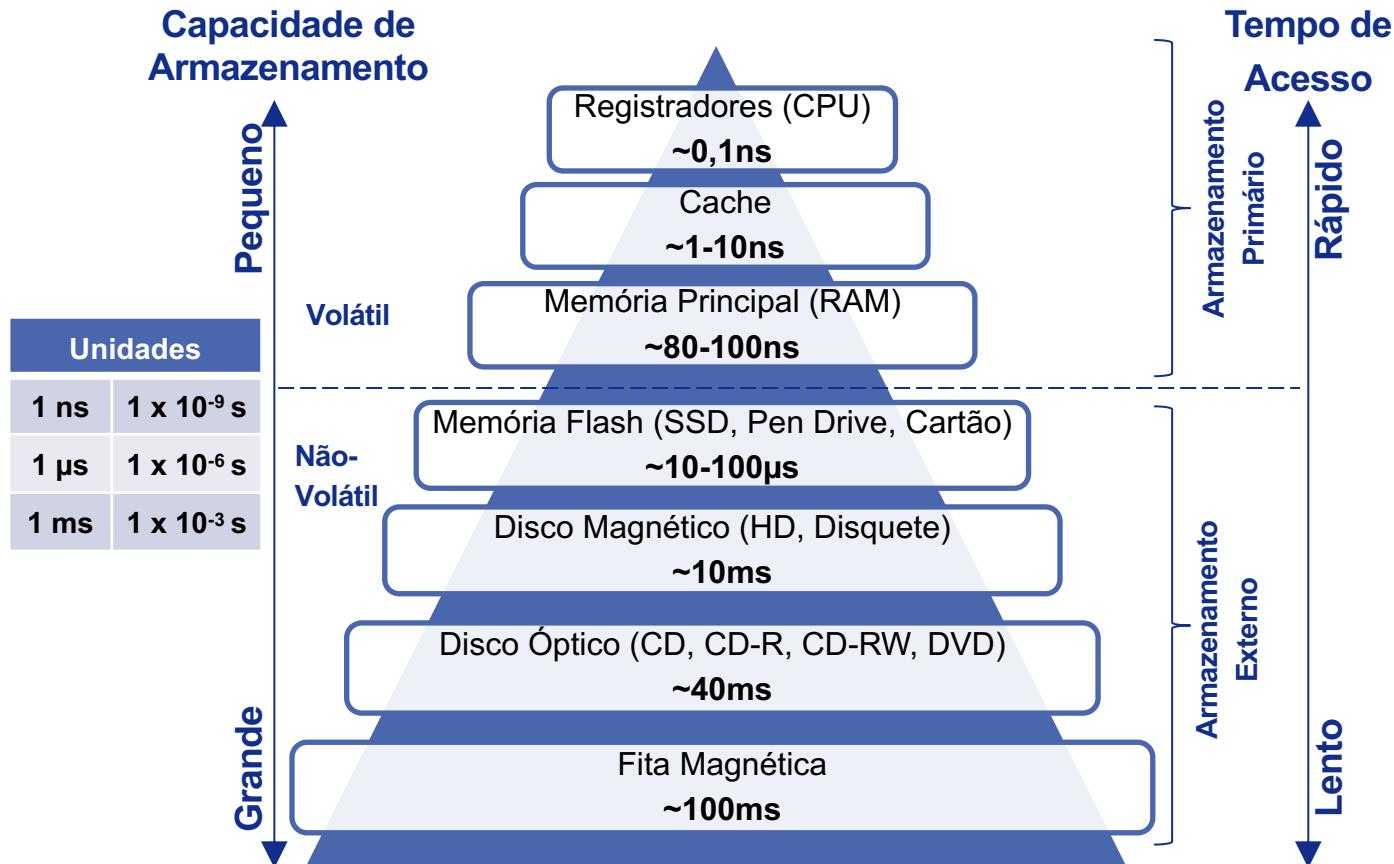
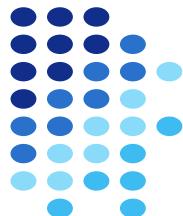
CALCULAR

Q2078A FITA MAGNÉTICA HP LT08 ULTRIUM 30TB

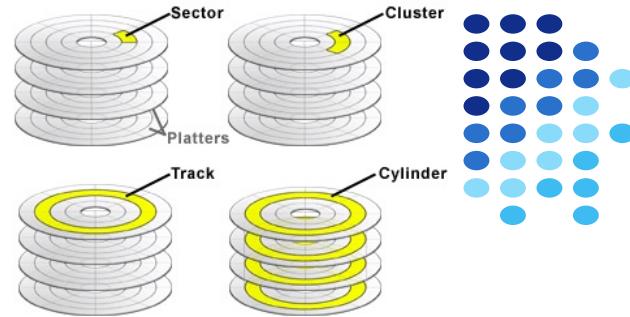
Manufacturer HP - Hewlett Packard
Format LTO Ultrium 8 Tape Media
HP Part No. Q2078A
Native Capacity 12TB
Compressed Up to 30TB
Tape Technology Barium Ferrite (BaFe)
Archival Life 30 Years
Load/Unload Cycles 20,000



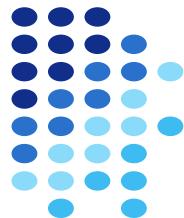
Tempos de Acesso



Desafio 01



- Você sabe o seguinte sobre seu HD
 - Número de Bytes por setor: **512**
 - Número de setores por trilha: **40**
 - Número de trilhas por cilindro: **11**
 - Número de cilindros: **1.331**
- Há um conjunto de dados composto por **20.000 registros**, sendo que cada registro tem **256 Bytes**
- **Quantos cilindros são necessários para se armazenar esses 20.000 registros?**



Referências

- Alan L. Tharp. File Organization & Processing 1st Edition.
- Emilio Francesquini. Sistemas de Armazenamento em Massa. Universidade Federal do ABC. 2019.
- João do E.S. Batista Neto. Algoritmos e Estruturas de Dados II. Armazenamento Secundário. ICMC - USP. 2018.
- Kanchan Patil, Assistant Professor at SRES's Sanjivani College of Engineering, Kopargaon. (External storage devices and basics of file)
- Michael J. Folk, Bill Zoellick, Greg Riccardi. File Structures: An Object-Oriented Approach with C++. 3a Edição. 1997. Addison Wesley.