

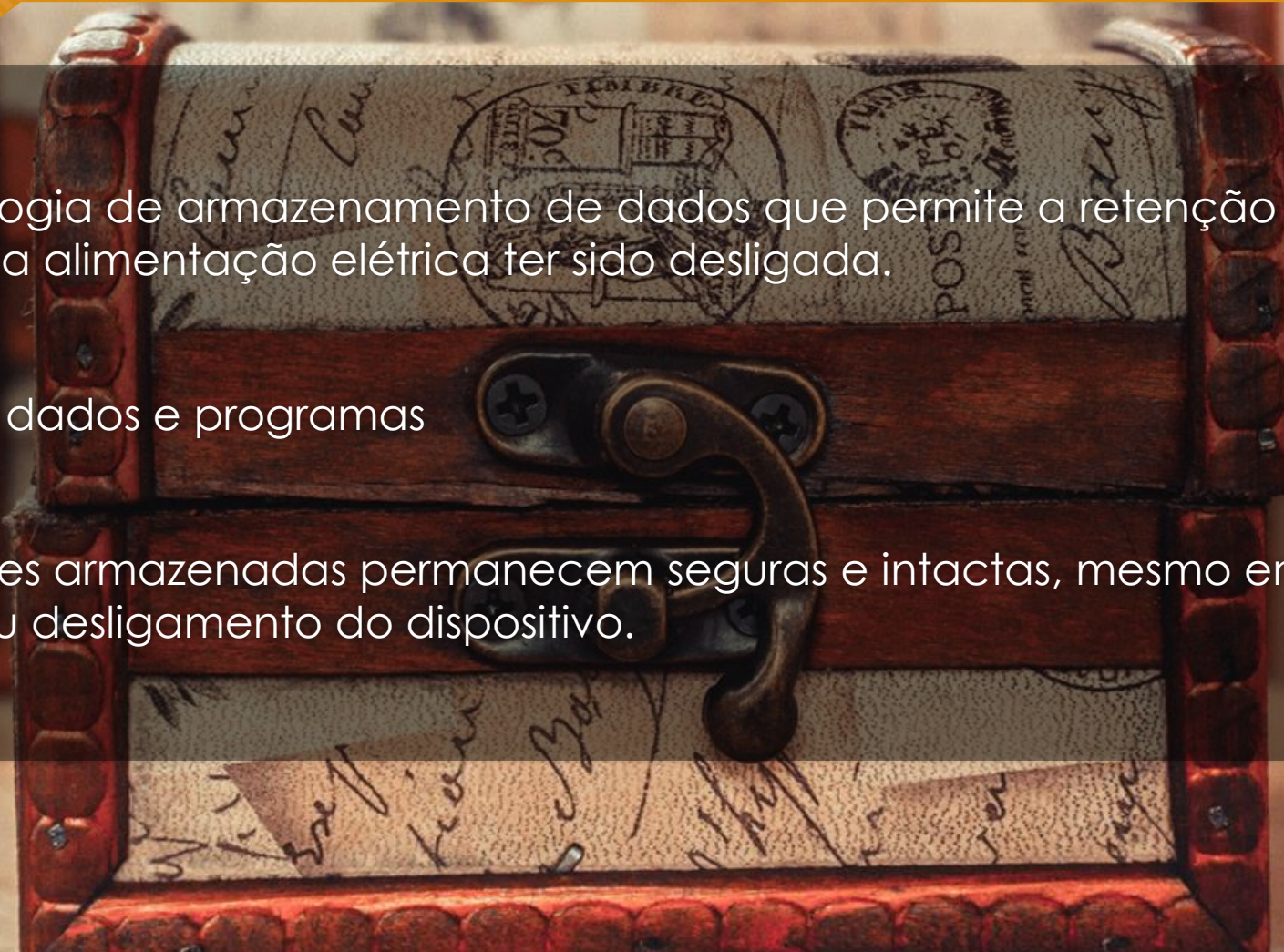
Armazenamento não volátil



Prof. André Backes | @progdescomplicada

Definição

- É uma tecnologia de armazenamento de dados que permite a retenção de informações mesmo após a alimentação elétrica ter sido desligada.
- Armazena os dados e programas
- As informações armazenadas permanecem seguras e intactas, mesmo em caso de falha de energia ou desligamento do dispositivo.



Definição

Vantagens

Segurança de dados

Os dados não são perdidos em caso de falha de energia ou desligamento do dispositivo.

Confiabilidade

Diferente da memória volátil, essa é menos suscetível a danos causados por mau uso ou desgaste físico.

Capacidade de armazenamento

Esses dispositivos têm uma capacidade de armazenamento significativamente maior, permitindo o armazenamento de grandes quantidades de dados.

Desvantagens

Velocidade

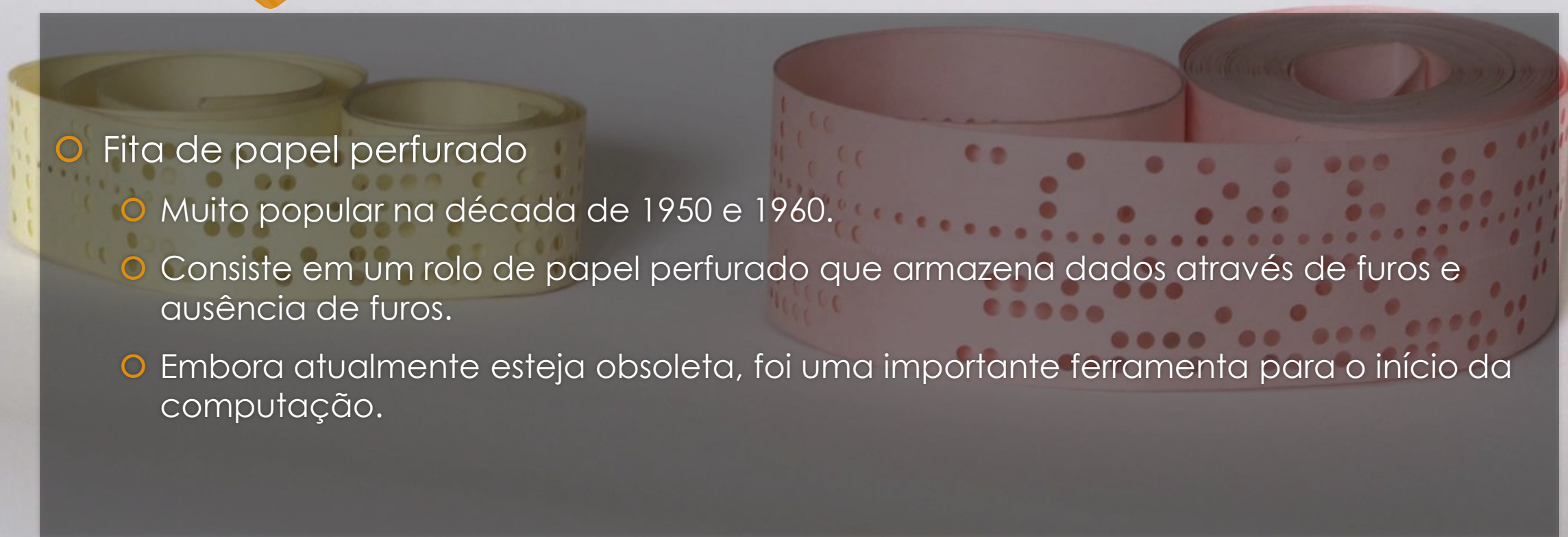
É mais lenta no acesso e na gravação de dados quando comparada com a memória volátil.

Tecnologia em constante evolução

pode haver uma necessidade de atualização frequente dos dispositivos de armazenamento para manter-se atualizado com os avanços tecnológicos.

Contextualização Tecnológica

- Fita de papel perfurado
 - Muito popular na década de 1950 e 1960.
 - Consiste em um rolo de papel perfurado que armazena dados através de furos e ausência de furos.
 - Embora atualmente esteja obsoleta, foi uma importante ferramenta para o início da computação.



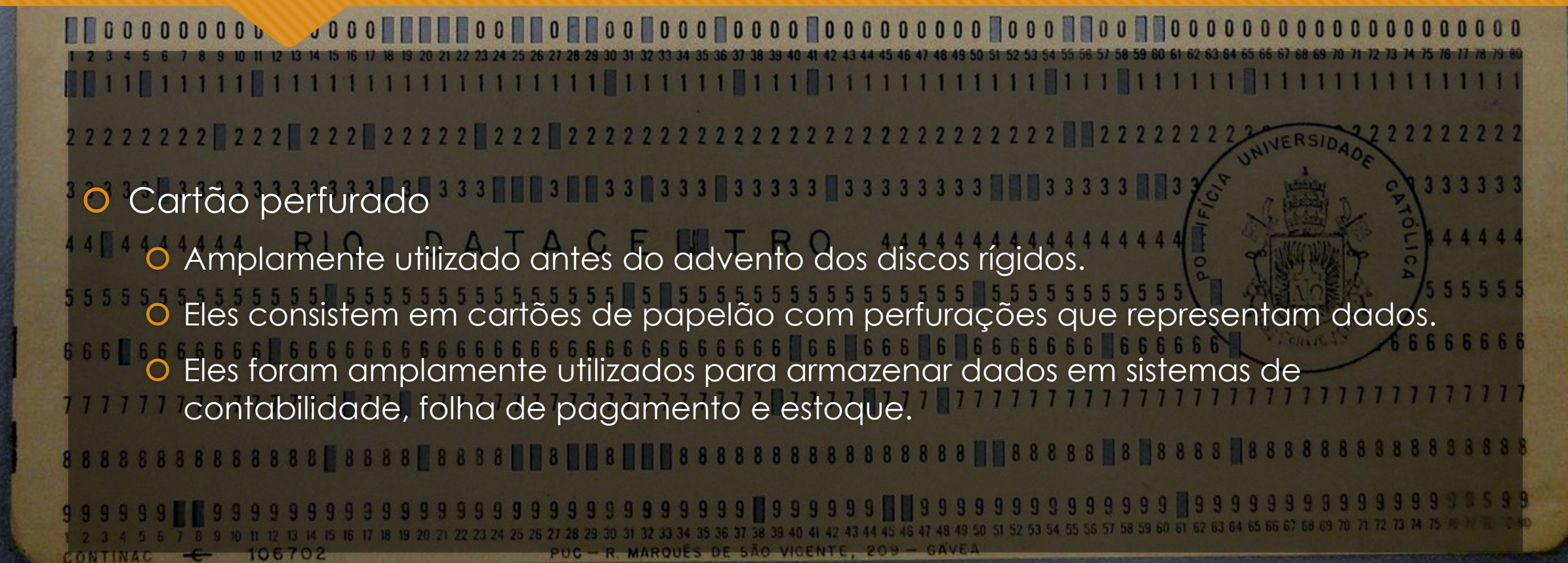
Contextualização Tecnológica

- Cartão perfurado

- Amplamente utilizado antes do advento dos discos rígidos.

- Eles consistem em cartões de papelão com perfurações que representam dados.

- Eles foram amplamente utilizados para armazenar dados em sistemas de contabilidade, folha de pagamento e estoque.



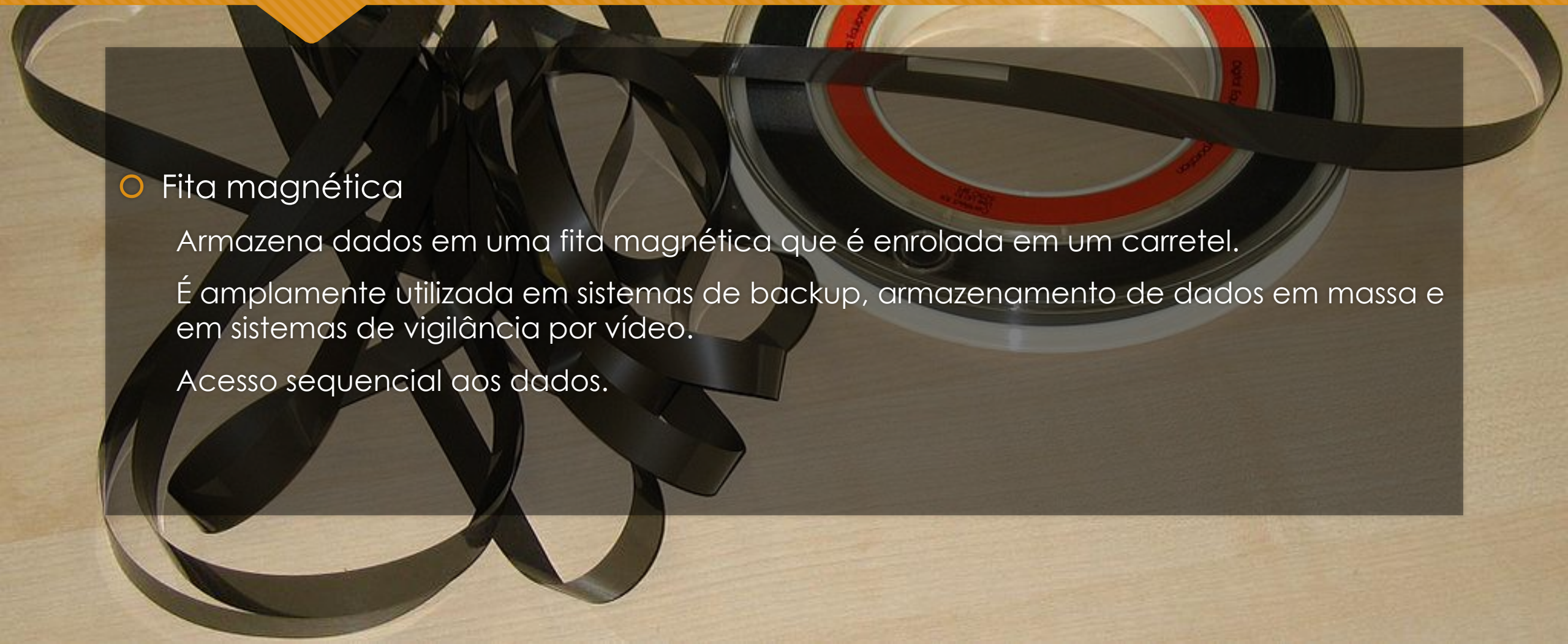
Contextualização Tecnológica

○ Fita magnética

Armazena dados em uma fita magnética que é enrolada em um carretel.

É amplamente utilizada em sistemas de backup, armazenamento de dados em massa e em sistemas de vigilância por vídeo.

Acesso sequencial aos dados.



Contextualização Tecnológica

- Fita magnética era usada em muitas aplicações.



Contextualização Tecnológica

- Disco rígido (HD – *hard disk*)

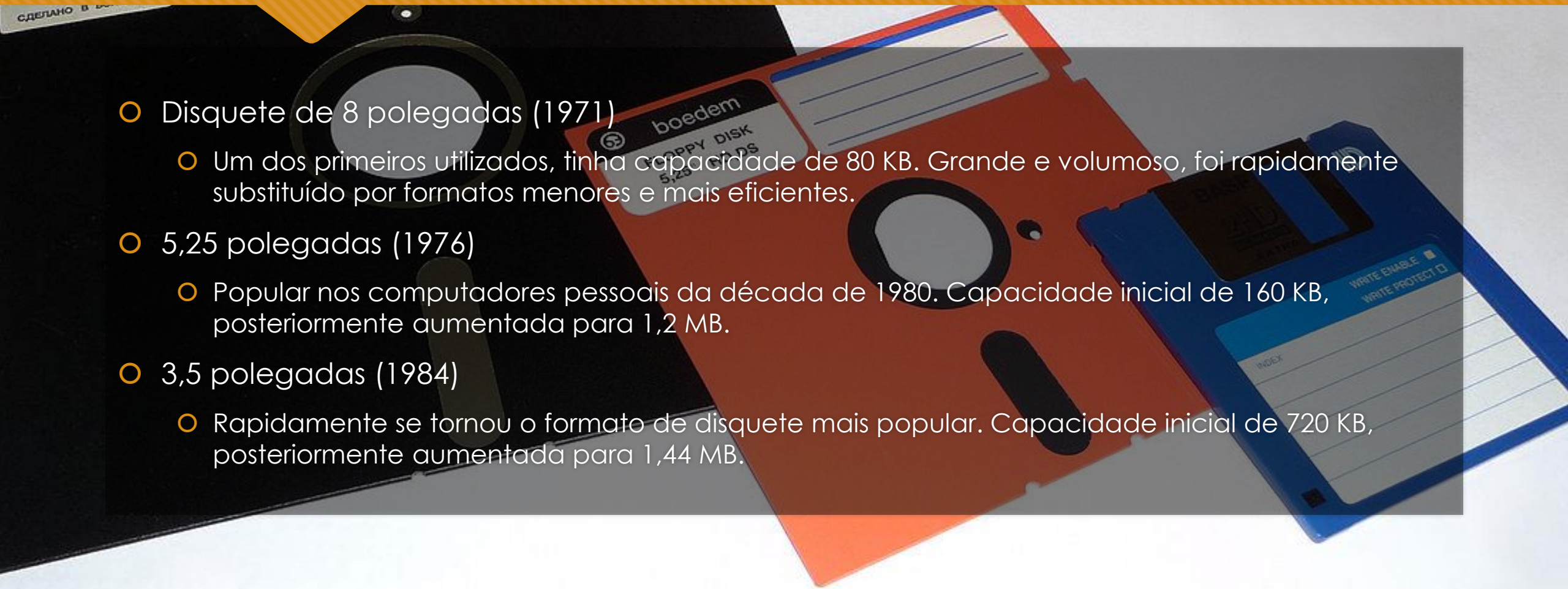
É um dos tipos mais populares de armazenamento não volátil.

Ele armazena dados em discos magnéticos que giram em alta velocidade.

Amplamente utilizado em computadores, servidores e sistemas de armazenamento em rede.

Contextualização Tecnológica

- Disquete de 8 polegadas (1971)
 - Um dos primeiros utilizados, tinha capacidade de 80 KB. Grande e volumoso, foi rapidamente substituído por formatos menores e mais eficientes.
- 5,25 polegadas (1976)
 - Popular nos computadores pessoais da década de 1980. Capacidade inicial de 160 KB, posteriormente aumentada para 1,2 MB.
- 3,5 polegadas (1984)
 - Rapidamente se tornou o formato de disquete mais popular. Capacidade inicial de 720 KB, posteriormente aumentada para 1,44 MB.



Contextualização Tecnológica

○ Memória Flash

- Tipo de armazenamento que se tornou popular nos últimos anos.
- Pequeno e portátil, Pode ser apagada e reprogramada eletricamente.
- Apresenta baixo consumo e boas taxas de transferência
- Amplamente utilizados para transferir arquivos entre computadores e como meio de armazenamento de backup



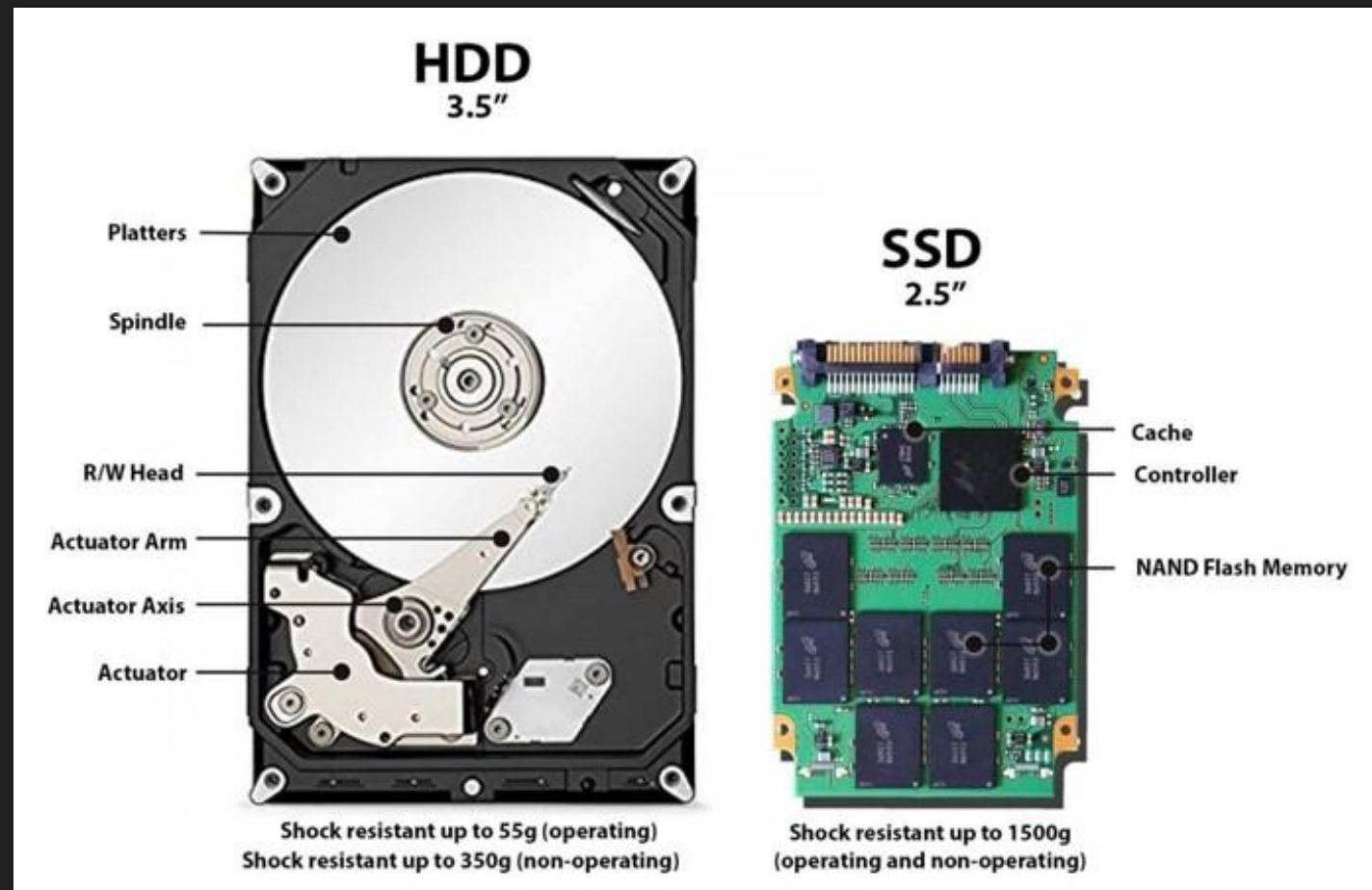
Contextualização Tecnológica

- SSD

- É outro tipo de armazenamento que se tornou popular nos últimos anos.
- Ele armazena dados em chips de memória flash, que oferecem maior velocidade e eficiência energética em relação aos discos rígidos.
- Amplamente utilizados em laptops, desktops e servidores.



Contextualização Tecnológica



Contextualização Tecnológica

	HD	SSD	SSD NVMe
Velocidade média de leitura e escrita	30 a 150MB/s	500MB/s	3.000MB/s
Conexões	SATA III	SATA III ou M.2	M.2
Custo médio por GB em um modelo de 500GB*	R\$ 0,31	R\$ 1,56	R\$ 2,33

Dispositivos de Armazenamento

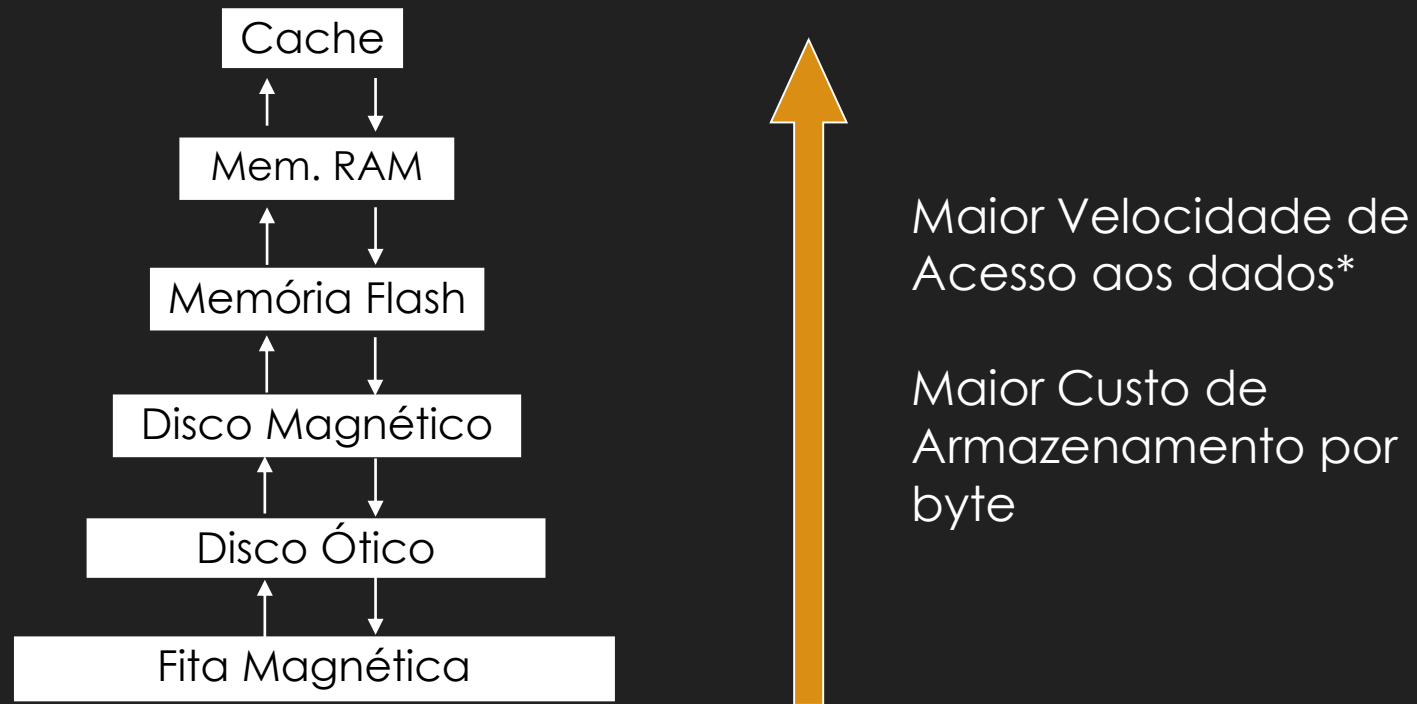
- Armazenamento Óptico - CDs e DVDs (1985-1997)
 - CD-R (Compact Disc – Recordable)
 - Capacidades comuns: 650 ou 700 MB.
 - CD-RW (Compact Disc Rewritable)
 - Como o CD-R, porém pode ser gravado várias vezes
 - DVD-R comum (Single Layer)
 - Capacidade: 4,7 GB.
 - DVD-R dupla-camada (Dual Layer)
 - Capacidade maior de armazenamento: 8,5 GB
 - DVD-RW
 - Pode ser gravado várias vezes pela unidade gravadora de DVD



Dispositivos de Armazenamento

- Armazenamento Óptico – Blu-ray e HD-DVD
 - Novas tecnologias de armazenamento óptico que oferecem grande capacidade de armazenagem;
 - Disco do mesmo tamanho do CD ou DVD;
 - Utilizados para armazenar vídeo de alta definição ou grandes quantidades de dados;
 - Alto custo;
 - Capacidades de armazenagem:
 - HD-DVD Single Layer: 15 GB
 - HD-DVD Dual Layer: 30 GB
 - Blu-Ray Single Layer: 25 GB
 - Blu-Ray Dual Layer: 50 GB

Dispositivos de Armazenamento



**Vários dispositivos de memória flash ainda possuem taxas de transferência de dados menores do que as taxas de transferência de muitos discos magnéticos.*

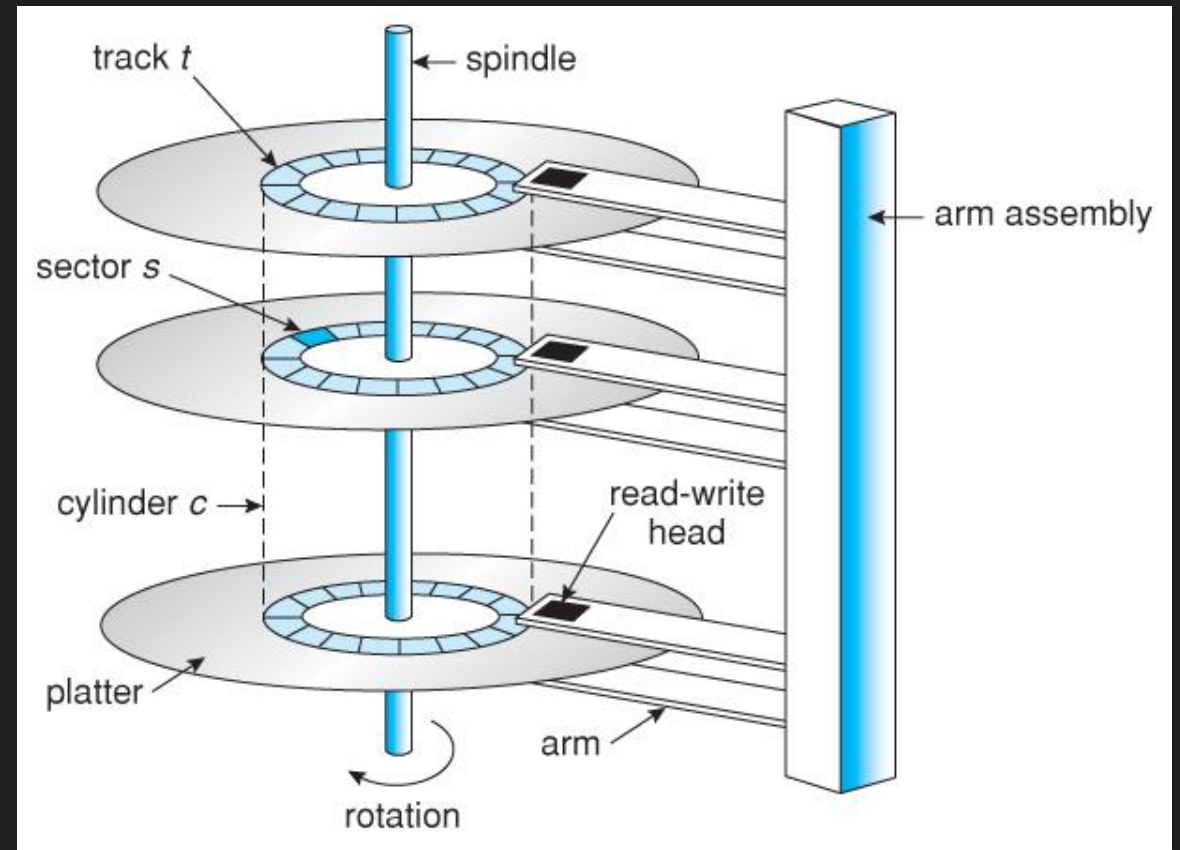
Voltando ao HD

- Desafios
 - Ler do disco o menor número de vezes possível, ou seja, ler blocos de informação de uma vez
 - Ir direto ao ponto (acesso direto, ou quase)



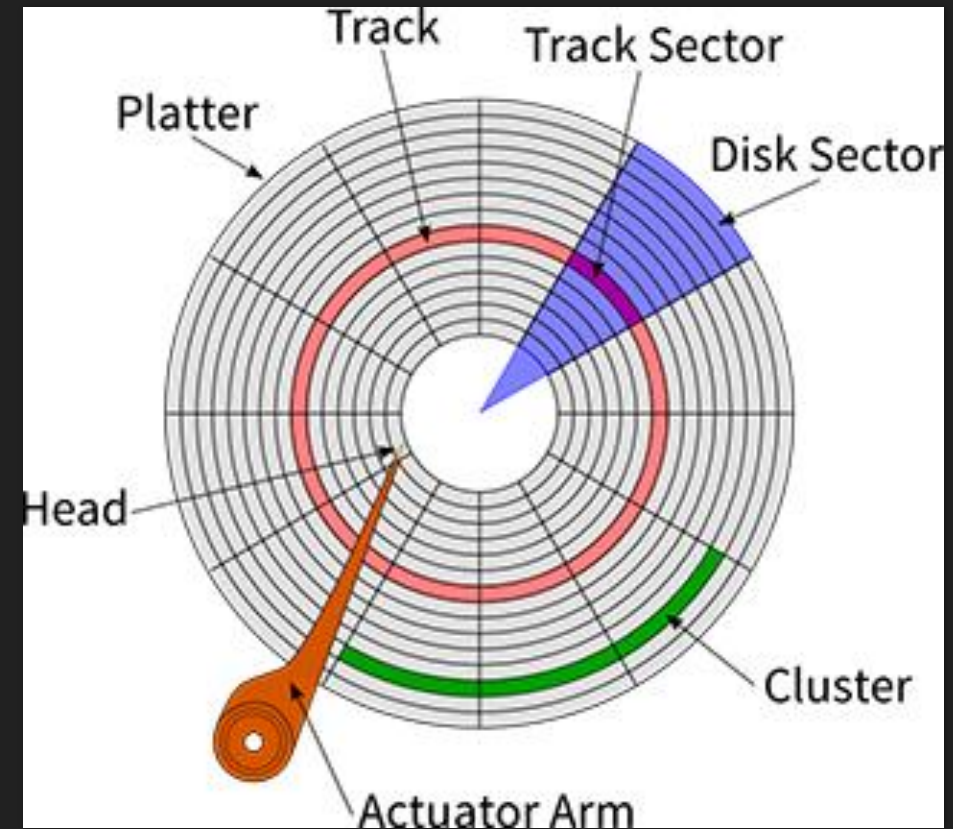
Estrutura do HD

- Conjunto de pratos empilhados
- Dados são gravados nas superfícies desses pratos



Estrutura do HD

- Superfícies são organizadas em trilhas
- Trilhas são organizadas em setores
- Setores são a menor unidade de acesso ao disco
- Cilindro é um conjunto de trilhas superpostas, ao longo dos diversos pratos



Medidas de desempenho do HD

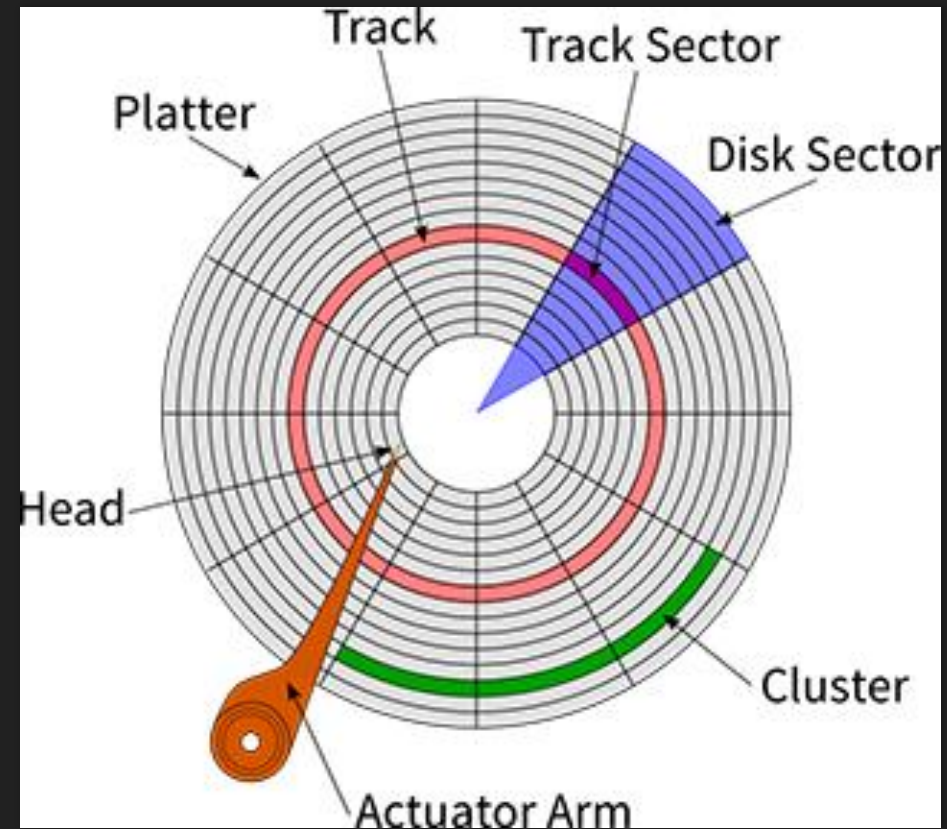
- Capacidade de armazenamento (gigabytes? terabytes?)
- Tempo de acesso: é influenciado pelas partes mecânicas (aproximadamente 8,5 milissegundos)
- Confiabilidade: tempo médio para a falha, vida útil

Capacidade de armazenamento

- Capacidade do setor
 - Ex. 512 bytes
- Capacidade da trilha
 - Número de setores por trilha x capacidade do setor
- Capacidade do cilindro
 - Número de trilhas por cilindro x capacidade da trilha
- Capacidade do disco
 - Número de cilindros x capacidade do cilindro

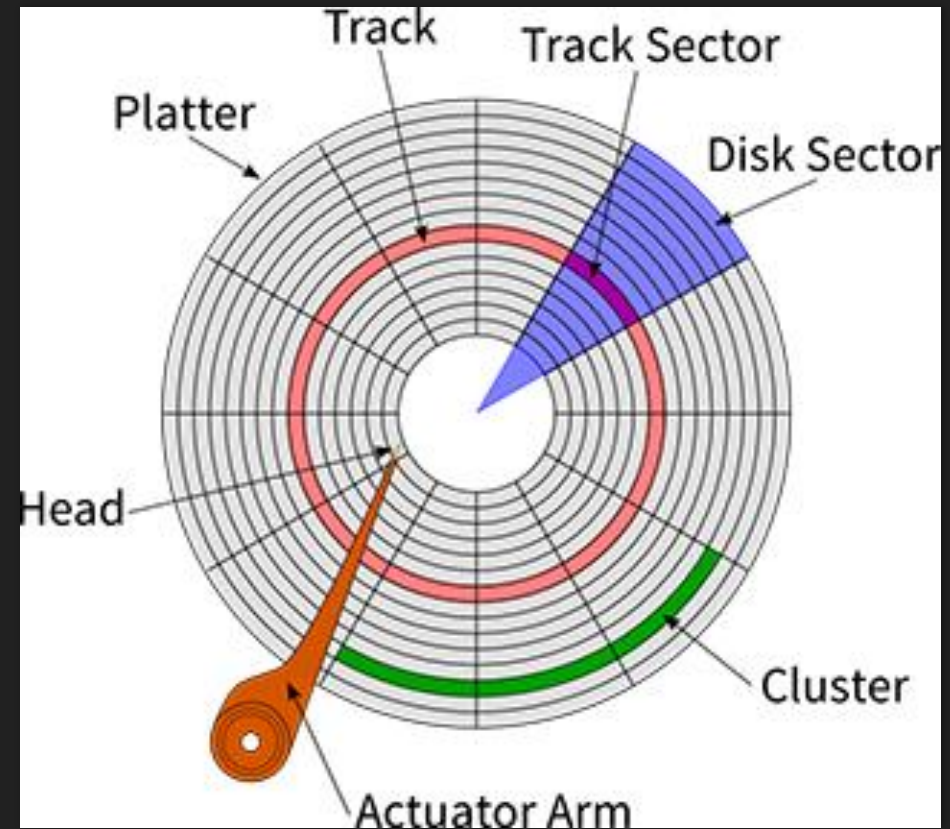
Tempo de acesso

- Tempo de Busca (seek)
 - Tempo para posicionar a cabeça de leitura / gravação no cilindro correto.
- Latência rotacional
 - Tempo para aguardar o disco girar até chegar no setor correto
- Taxa de transferência de dados
 - Tempo para transferir os dados para memória primária



Tempo de acesso

- Tempo de Busca (seek)
 - É o movimento mais lento
 - Deve ser minimizado
 - Torna a leitura aleatória muito mais lenta do que a leitura sequencial
- Leitura x escrita
 - É possível ler todo um cilindro em um único seek



Organizando o HD

- Formatação Física
 - Divide o disco em trilhas, setores, cilindros
 - Pode identificar setores defeituosos
 - Já vem “de fábrica”
- Formatação Lógica
 - Coloca o sistema de arquivos (SO) para trabalhar no disco
 - Organiza o disco em regiões endereçáveis
 - Começa a armazenar algumas informações de controle

Organizando o HD

- Organização em **blocos** de setores (ou páginas, ou clusters)
- Arquivo = sequência de bytes / sequência lógica de Blocos
- **Bloco** é uma abstração que permite independência de hardware
 - Permite ao SO trabalhar uniformemente com dispositivos com diversos tamanhos de setores (512k, 1024k, etc.).
 - É também uma medida de otimização.
- Exemplo de tamanho de **bloco**: 4k

Sistema FAT (File Allocation Table)

- Sistema de arquivos mais antigo utilizado em dispositivos de armazenamento
- Desenvolvido pela Microsoft em 1977
 - Ainda utilizado em dispositivos removíveis como cartões SD e pendrives
- É baseado em uma tabela de alocação de arquivos (*File Allocation Table*)

Sistema FAT (File Allocation Table)

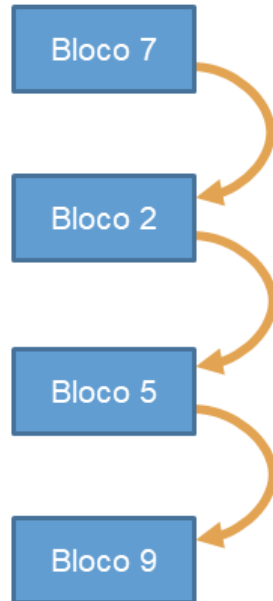
- A tabela FAT armazena informações sobre a localização dos arquivos no dispositivo de armazenamento
- Cada arquivo é dividido em clusters (conjunto de setores do disco)
- A tabela FAT registra quais clusters estão livres e quais estão ocupados pelos arquivos

Sistema FAT (File Allocation Table)

- Cada arquivo é representado como uma lista ligada de blocos
- Cada bloco é indexado em uma tabela, que informa se o bloco está livre (ou não) e o próximo na sequência (se existir)
- A tabela indica os blocos que formam um arquivo, mas não o início do arquivo. Isso é feito pela tabela de diretórios, que armazena a hierarquia das pastas e permissões.

Sistema FAT (File Allocation Table)

/temp/arquivo.txt



FAT

índice	Ocupado	Próximo
0	0	
1	1	3
2	1	5
3	0	
4	1	-1
5	1	9
6	0	
7	1	2
8	1	4
9	1	-1
10	0	

Directory Table Format

/

Nome	Início	Metadado
temp	1	

/temp

Nome	Início	Metadado
arquivo.txt	7	

Sistema FAT (File Allocation Table)

Vantagens

- Compatível com uma grande variedade de sistemas operacionais
- Simples e fácil de implementar, o que o torna popular em dispositivos de armazenamento com recursos limitados
- Eficiente em dispositivos de armazenamento pequenos, pois usa menos espaço para armazenar informações sobre a localização dos arquivos

Limitações

- O sistema FAT tem uma limitação no tamanho máximo do arquivo que pode ser armazenado. No caso do sistema FAT32, o tamanho máximo do arquivo é de 4 GB
- Tende a fragmentar arquivos grandes em vários clusters, o que pode causar lentidão no acesso aos arquivos
- Não oferece recursos de segurança avançados, como criptografia de arquivos e pastas

Página de disco

- É uma unidade básica de armazenamento.
 - Ela é geralmente definida como um bloco de dados consecutivos de um tamanho fixo.
 - É o menor bloco de dados que pode ser lido ou gravado em um dispositivo de armazenamento.
 - É geralmente usada como uma unidade de transferência de dados entre o dispositivo de armazenamento e a memória do sistema.
- Pode levar a perda de espaço
 - Suponha que temos uma página de disco de 4kb
 - Se meu arquivo tiver 4kb + 1 byte , quantas páginas de disco vou alocar para meu arquivo?

Devemos aumentar o tamanho da página?

Vantagens

- Redução do overhead: o número total de páginas necessárias para armazenar um arquivo é reduzido, melhorando desempenho do sistema.
- Redução da fragmentação: um único arquivo pode ser armazenado em menos páginas, melhorando o desempenho de leitura e gravação de arquivos.
- Aproveitamento mais eficiente do espaço em disco
- Redução do tempo de acesso, já que menos operações de leitura e gravação.

Desvantagens

- Maior tempo de busca: cada página contém mais dados e pode ser mais difícil de localizar.
- Maior tempo de resposta: operações de E/S maiores.
- Possível aumento da fragmentação e desperdício de espaço em disco: um único arquivo pode ocupar um espaço maior em disco (devido ao espaço não utilizado no final de cada página) e deixar espaços vazios menores que não podem ser usados para armazenar outros arquivos.

Recursos de otimização

- Buffer
 - O *buffer* é uma região de memória principal que armazena temporariamente os dados do disco.
- Por que utilizar um *buffer*?
 - A resposta é **eficiência**!
 - Para ler e escrever dados no disco temos que posicionar a cabeça de gravação em um ponto específico do disco.
 - Se tivéssemos que fazer isso para cada byte, a leitura/escrita seria uma operação muito lenta.

Recursos de otimização

- **Exemplo:** solicitação de leitura de 1 byte
 - Se já não estiver no buffer, carrega a página que contém o byte. Como a leitura é em bloco, já lê uma boa porção do arquivo de uma só vez, diminuindo a chance de necessidade de um novo acesso ao disco para a leitura de uma nova porção do mesmo arquivo.
 - Se já não estiver no buffer, carrega a página que contém o byte.
 - Altera a página no buffer, mas não envia de imediato, necessariamente, para o disco. Aguarda um conjunto de alterações na página e/ou um momento oportuno e/ou a necessidade de espaço no buffer, ou uma operação de fechar arquivo.

Recursos de otimização

- Organização por blocos de setores.
- Armazenamento temporário / redundante em buffers.
- **Extents**, alocação de blocos sequencialmente para um arquivo, quando possível.
- Leitura antecipada.
- Desfragmentação

Recursos de otimização

- Algoritmos de escalonamento cabeça de leitura
 - Ordenam acessos pendentes a trilha de modo a minimizar o movimento da cabeça de leitura.
 - Algoritmo do elevador: move o braço em uma única direção, processando a próxima requisição nessa direção enquanto houverem requisições nessa direção, então reverte a direção e repete.

TDAA e TAAP

- Tabela de Descritores de Arquivos Abertos - TDAA
 - O acesso a um arquivo é feito através do seu descritor
 - Para evitar a pesquisa frequente ao disco, o SO mantém na memória uma **Tabela de Descritores de Arquivos Abertos**
 - O arquivo é aberto quando ele começa a ser utilizado. Desse modo, todas as informações sobre os arquivos em uso são mantidas na memória principal

TDAA e TAAP

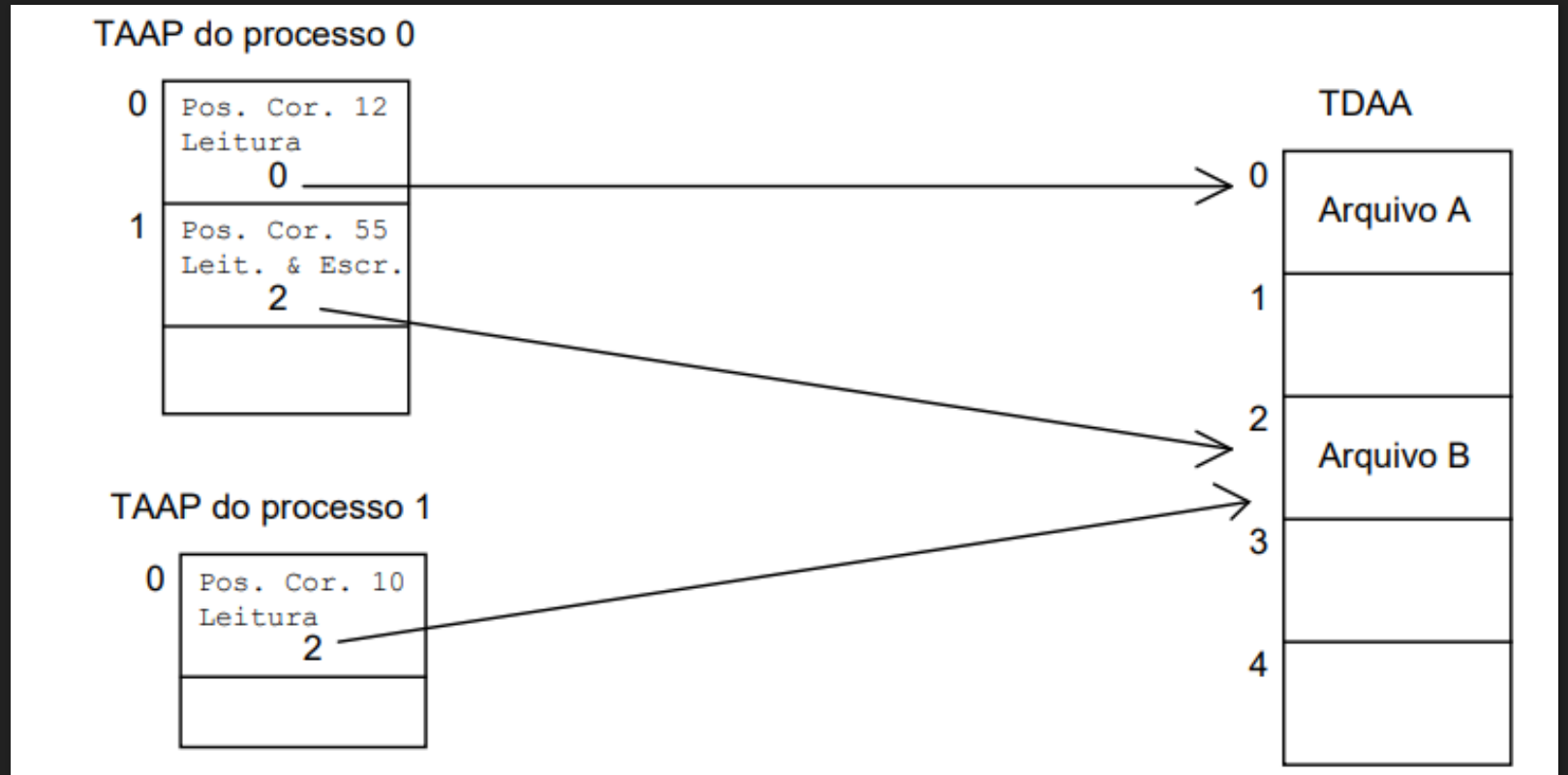
- Um mesmo arquivo pode ser utilizado simultaneamente por vários processos
 - Vários processos usando a mesma entrada da TDAA
 - O mesmo arquivo pode ser acessado por diferentes processos em pontos diferentes e com direitos de acesso diferentes
- Cada entrada da TDAA tem uma indicação de quantos processos estão usando o arquivo
- Assim, cada processo contém uma tabela extra com informações apenas sobre os arquivos abertos por esse processo.
- Essa tabela é denominada **Tabela de Arquivos Abertos por Processo** (TAAP)

TDAA e TAAP

- No mínimo, a TAAP contém em cada entrada as seguintes informações:
 - Posição corrente no arquivo
 - Tipo de acesso (apenas leitura ou leitura e escrita)
 - Apontador para a entrada correspondente na TDAA

TDAA e TAAP

- Tanto a TDAA como as TAAP devem ficar na memória do sistema operacional, fora do acesso dos processos de usuário



RAID

- RAID é a sigla para "Redundant Array of Independent Disks" (conjunto redundante de discos independentes).
- É uma tecnologia de armazenamento que utiliza vários discos para melhorar o desempenho e a confiabilidade do sistema.
- Existem vários tipos de RAID, cada um com suas próprias vantagens e desvantagens.

RAID

○ RAID 0

- Também conhecido como "striping".
- Divide os dados entre vários discos para melhorar o desempenho de leitura e gravação.
- Não oferece redundância de dados, ou seja, se um disco falhar, todos os dados serão perdidos.
- Possui alto desempenho, mas baixa confiabilidade.

○ RAID 1

- Também conhecido como "mirroring".
- Cria uma cópia exata dos dados em dois discos diferentes.
- Se um disco falhar, os dados ainda estão disponíveis no outro disco.
- Possui alta confiabilidade, mas baixa capacidade de armazenamento (50% do total dos discos é usado para a redundância).

RAID

○ RAID 5

- Usa distribuição de paridade para fornecer redundância de dados.
- Os dados são divididos entre vários discos, e a paridade é calculada e armazenada em um disco separado.
- Se um disco falhar, os dados ainda podem ser reconstruídos a partir da paridade.
- Possui alta confiabilidade e bom desempenho de leitura, mas seu desempenho de gravação é mais lento e possui maior complexidade de implementação.

○ RAID 6

- Semelhante ao RAID 5, mas usa duas funções de paridade para a redundância de dados.
- Pode tolerar a falha de dois discos simultaneamente.
- Possui alta confiabilidade, mas ainda mais complexidade de implementação e desempenho de gravação mais lento.

RAID

- RAID 10 (ou RAID 1+0)
 - Combina os benefícios do RAID 1 e do RAID 0.
 - Os dados são divididos entre vários pares de discos, e cada par é espelhado em outro par.
 - Isso fornece redundância de dados e alto desempenho.
 - Possui alta confiabilidade e alto desempenho, mas um alto custo de implementação.