

Armazenamento Secundário (part 2)

Prof. Dr. Lucas C. Ribas

Disciplina: Estrutura de Dados II

Departamento de Ciências de Computação e Estatística



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”



IBILCE / UNESP - CÂMPUS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO



● Armazenamento secundário

- HDs: históricos, custo, desempenho...
- Organização de informações em disco: discos, superfícies, setores, trilhas, cilindros
- Sistemas de Arquivos: FAT32 e NTFS

Tópicos da aula



- Minimizando problemas em discos
- HD x SSD
- Fitas Magnéticas
- Jornada de um Byte
- Gerenciamento de Buffer



○ Qual o principal gargalo?

- Discos são *gargalos*
- Discos são muito mais lentos que as redes ou a CPU
- Muitos processos são “*disk-bound*”, i.e, CPU e rede têm que esperar pelos dados do disco

Técnicas para minimizar problemas



- **Multiprogramação:** CPU trabalha em outro processo enquanto aguarda o disco
- **RAID (*Redundant Array of Inexpensive Disks*)**
 - Versus SLED (Single Large Expensive Disk)
 - **Striping:** o arquivo é repartido entre vários drives (paralelismo), preferencialmente de forma transparente para o usuário/programa
 - **Espelhamento:** sistema de disco mais seguro
 - Sempre que houver um gargalo em algum ponto do sistema, considere duplicar o que é a fonte do gargalo e configure o sistema para que vários deles operem em paralelo.
 - **Vantagens:** ganho de desempenho no acesso; redundância em caso de falha em um dos discos; uso múltiplo de várias unidades de discos; facilidade em recuperação de conteúdo perdido; aumento de segurança.

Técnicas para minimizar problemas



- **Disk cache:** blocos de memória RAM configurados para conter páginas de dados do disco
 - Ao ler dados de um arquivo, o cache é verificado primeiro; se a informação desejada não é encontrada, um acesso ao disco é realizado e o novo conteúdo é carregado no cache
- **RAM Disk:** simula em memória o comportamento do disco mecânico
 - Carrega arquivos muito usados, dados descompactados, etc.

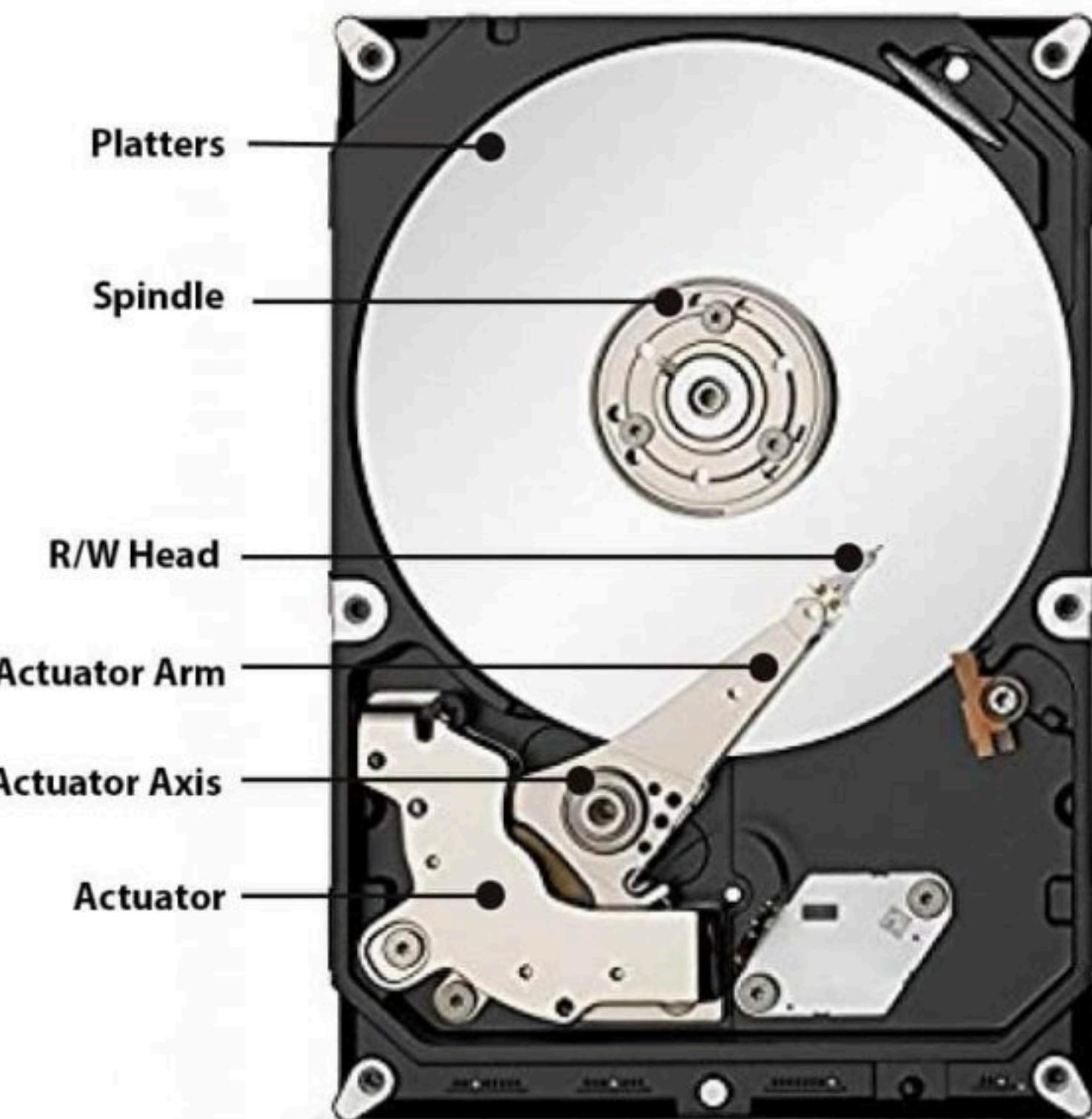
HD x SSD



- Alternativa ao HD
- Dispositivos SSD – *Solid State Drive*
 - Dispositivo sem partes móveis
 - Construídos em torno de um circuito integrado semicondutor, responsável pelo armazenamento, diferentemente, portanto, dos sistemas magnéticos (como os HDs) ou ópticos (discos como CDs e DVDs).
 - Usam memória flash (estilo pendrive, cartão de memória SD de câmeras digitais, celulares, etc.) ou RAM (voláteis).

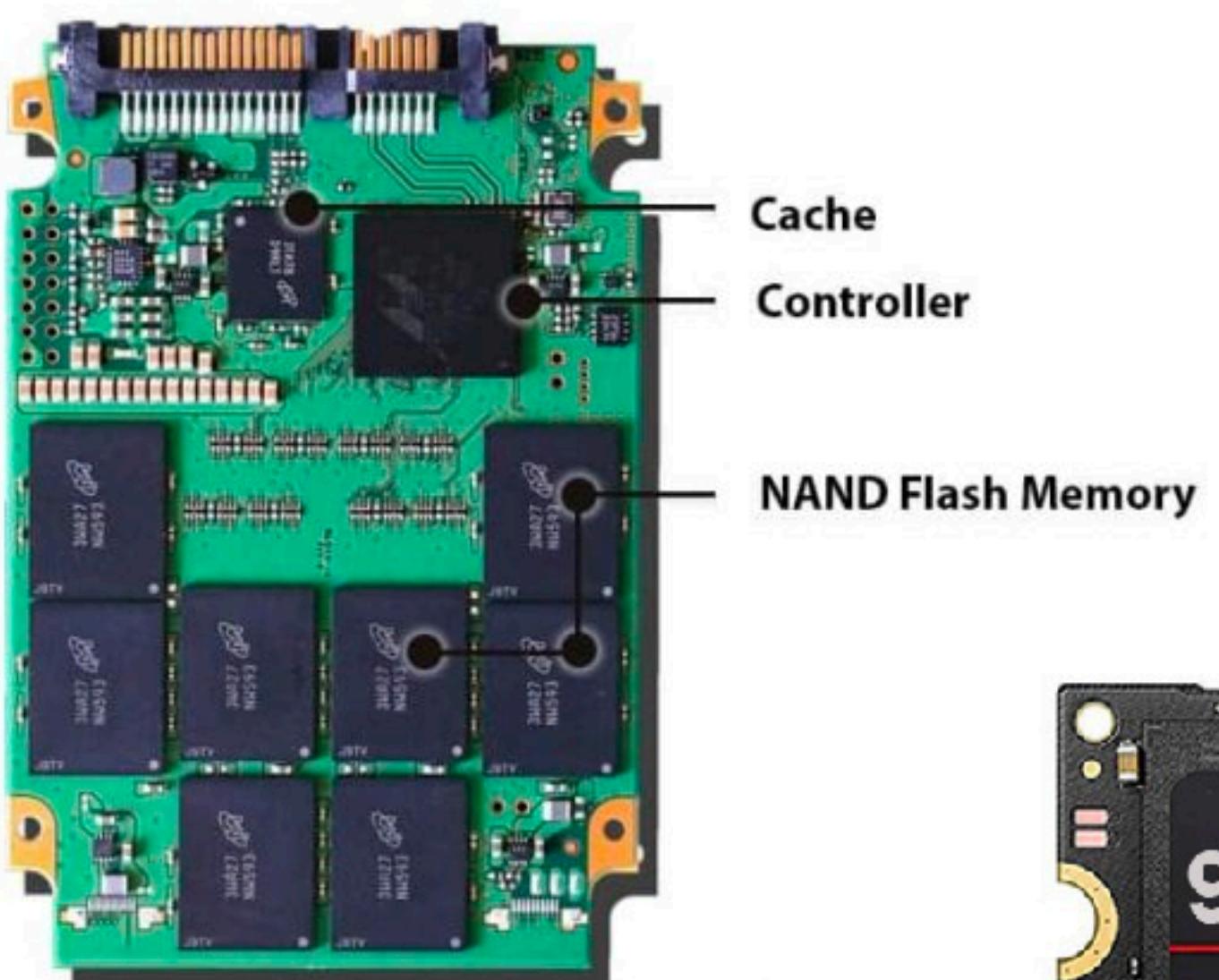


HDD
3.5"



Shock resistant up to 55g (operating)
Shock resistant up to 350g (non-operating)

SSD
2.5"



Shock resistant up to 1500g
(operating and non-operating)





◎ MLC (Multi Level Cell)

- empregadas em “pen-drives” e cartões de memória
- são mais baratas, mais compactas (uma única “célula” pode armazenar dois bits através da variação dos níveis de corrente que conduz em quatro intensidades identificáveis)
- em contrapartida apresentam um desempenho duas vezes menor que o das memórias SLC e impõem um limite de ~10.000 (dez mil) operações de escrita por célula.

◎ SLC (Single Level Cell)

- são mais caras, menos densas (cada célula armazena apenas um bit, como toda célula de memória que se preza)
- em contrapartida admitem até 100.000 (cem mil) operações de escrita por célula e apresentam um desempenho muito superior: **tempo de leitura de 25 microssegundos**, de **escrita de 200 microssegundos** e necessitam de apenas 1,5 microssegundo para apagar o dado armazenado (repare que a unidade é **microssegundo**, ou milionésimo de segundos, e não **milissegundo**, ou milésimo de segundo, usualmente adotado para medir o desempenho de discos magnéticos)
- usado até o momento apenas em aplicações militares, industriais e corporativas.



- Tempo de acesso baixo para operações de leitura
- Velocidade muito elevada de leitura aleatória, que é comparável à sua velocidade de leitura sequencial
- A falta de peças mecânicas garante baixo consumo de energia, operação silenciosa e proteção contra vibração
- Torna-se inoperante apenas se for fisicamente quebrada
- **Desvantagem:**
 - Preço
 - **Vida útil:** com o tempo, o *floating gate* vai perdendo sua capacidade de reter cargas, e por isso, a vida útil de um SSD tende a ser menor que a de um HD

Comparando...



Atributo ou Característica	flash-SSD	HD
Tempo de acesso randômico	Extremamente baixo, cerca de 0.1 a 0.3ms pois a memória é sólida.	Lento, de 5 à 10ms, precisa mover o leitor até à trilha que contém as informações que deseja-se ler.
Latência de leitura	Baixa pois a leitura é direta de qualquer local do disco, o que resulta em menor tempo de boot do sistema e inicialização de aplicativos.	Alta pois requer o tempo de posicionamento do leitor no local correto.
Desfragmentação	Não traz grandes benefícios pois a leitura de qualquer local do disco é rápida, gasta ciclos de escrita que são limitados.	Requer desfragmentação contínua para ter melhor rendimento, pois a leitura de arquivos fragmentados é muito lenta.
Ruído	Não produz ruído durante o funcionamento.	As partes que se movimentam durante o funcionamento produzem ruído, em alguns modelos este ruído é perceptível.
Fatores Externos	Não é sensível a choque, altitude, vibração, magnetismo.	Sensível à choque, altitude, vibração e magnetismo (o último pode danificar arquivos).
Custos	O preço por GB de espaço é alto, já o consumo de energia é bastante baixo.	Preço por GB de espaço é baixo, consumo de energia alto.
Capacidade	A grande maioria dos SSDs comercializados atualmente (2011) é de 64GB à 256GB, existem exemplares com 1TB de espaço ou mais mas são extremamente caros.	Capacidade alta é comum, exemplares com 2TB são comercializados a preços acessíveis.
Longevidade	Apesar de serem menos suscetíveis à falhas mecânicas os SSDs possuem limitação de ciclos de escrita (em geral de 1 à 5 milhões de ciclos dependendo da tecnologia).	São mais suscetíveis à defeitos mecânicos pois possuem partes móveis, no entanto não possuem limites de escrita, isso só ocorre em caso de defeito na trilha ou setor.

Fitas Magnéticas



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





- Leitor

- Motor que rotaciona a fita
- Cabeças de leitura que lêem a fita sequencialmente

- Tecnologia similar a fitas cassetes

- Sofre mais **desgaste** que discos

- **Fitas:** permitem **acesso sequencial** muito rápido, mas não permitem acesso direto/aleatório

- Compactas, resistentes, fáceis de transportar, mais baratas que disco

- Usadas como **memória terciária** (back-up, arquivo-morto) juntamente com os discos óticos

Organização dos dados na fita

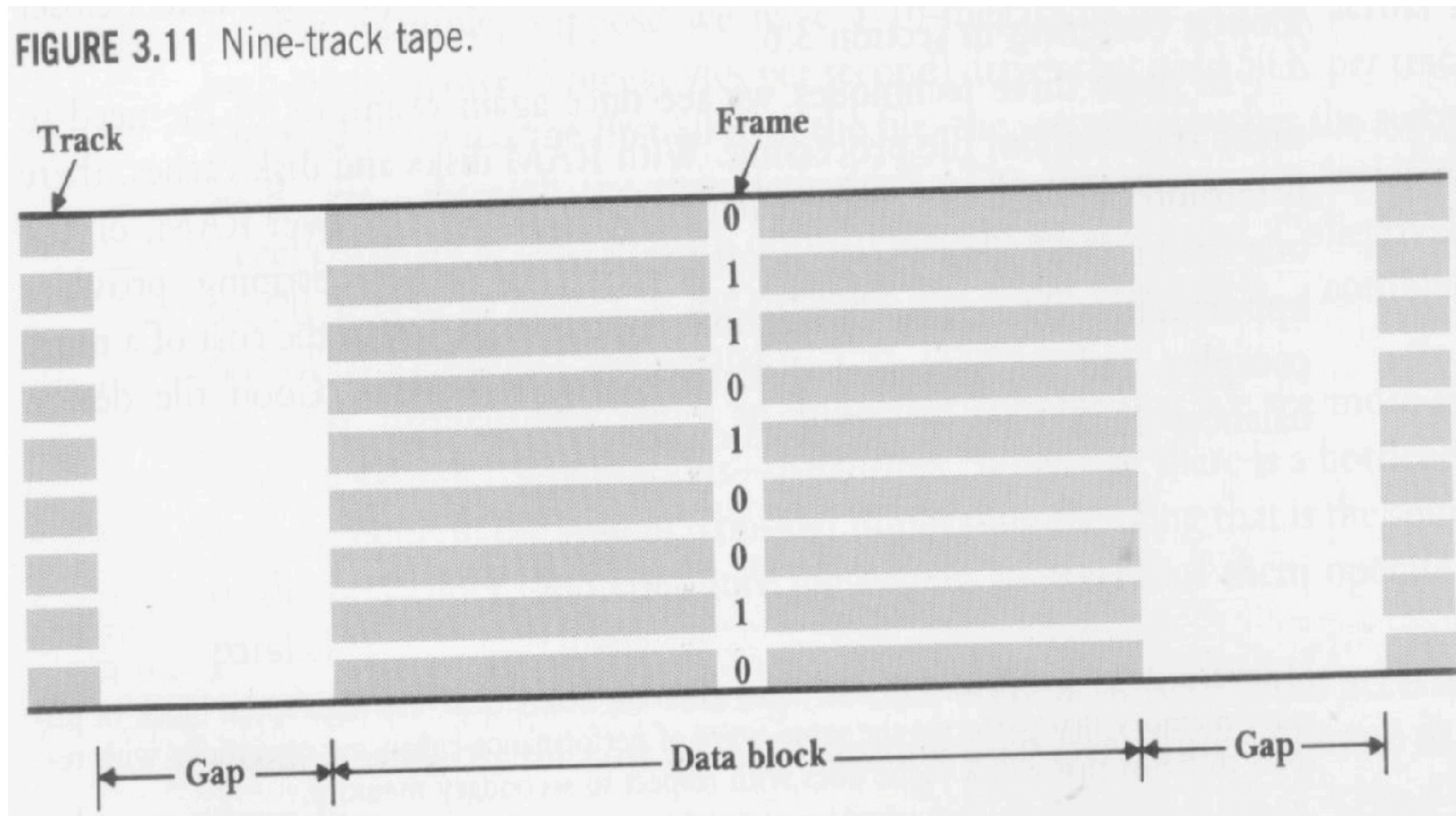


- Posição de um registro é dada por um **deslocamento em bytes** (offset) relativo ao início do arquivo
- **Posição lógica** de um byte no arquivo corresponde diretamente à sua **posição física** relativa ao início do arquivo



- A superfície pode ser vista como um **conjunto de trilhas paralelas**, cada qual sendo uma sequência de bits
- **9 trilhas paralelas** formam **1 frame**
 - Cada trilha tem 1 byte + paridade (em geral, paridade ímpar, i.e., o número de bits 1 é ímpar)
- Frames são agrupados em **blocos de dados** de tamanhos variados, os quais são separados por **intervalos (interblock gaps)** sem informações
- Intervalos são necessários para viabilizar parada/reinício

Superfície da fita



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**



- Tecnologia morta?
- Uma tecnologia dos anos 70 pode ser considerada uma boa ideia para armazenar backup de dados?
- **Sim!** Em casos de sistemas de backup
- Vantagens:
 - **Menor custo efetivo:** devido a **alta capacidade de armazenamento** que as fitas magnéticas têm, os custos relacionados ao backup de dados costumam ser baixos. O custo por terabyte de uma fita magnética ainda é mais baixo do que o de qualquer outro meio
 - **Portabilidade:** são uma das mais portáteis que existem. Leve e vida longa.
 - **Maior durabilidade:** em condições adequadas de armazenamento, pode durar 30 anos. HD (5 a 10 anos), memórias flash (5 a 10 anos) e CDs/DVDs (2 a 10 anos).
 - **Menos peças móveis:** fitas são geralmente mais resistentes a choque do que as unidades de disco



● Desvantagens:

- **Alto valor inicial:** montar a estrutura inicial agora é caro
- **Lentidão na busca:** muito mais lento do que dados em nuvens
- **Dificuldade de recuperar arquivos** difícil recuperar um arquivo específico em caso de problemas. Os dados são salvos de forma sequencial de maneira que a perda de uma parte, por exemplo, pode se constituir em um empecilho definitivo para a recuperação



IBM TS4300 Tape Library

- Pode chegar a 280 cartuchos
- consegue transferir dados a uma velocidade de até 360MB/s

PROTEÇÃO DE DADOS EM FITA



IBM
Spectrum
Protect



veeAM

asset



Fitas magnéticas



Objetivo: Descrever o que é uma fita magnética e como ela é utilizada em computadores.



Jornada de um Byte



- O que acontece quando 1 programa escreve um byte p/ um arquivo em disco?

- `write(arq,&c,1)`

- **Operações na memória**

Lógico

- O comando ativa o S.O (*file manager*), que supervisiona a operação
 - Verifica se o arquivo existe, se tem permissão de escrita, etc.
 - Obtém a localização do arquivo físico (drive, cilindro, *cluster* ou *extent*) correspondente ao arquivo lógico
 - Determina em que setor escrever o byte
 - Verifica se esse setor já está no buffer de E/S; se não estiver, carrega-o



◎ Operações fora da memória

- Processador de E/S
 - Aguarda a disponibilidade do recurso para poder efetivamente disparar a escrita no disco
 - Controlador de disco
 - Verifica se o *drive* está disponível para escrita
 - Instrui *drive* para mover cabeça de L/E para trilha/setor corretos
- ↓
- Físico**
- Disco rotaciona, o setor (e o novo byte) é escrito

Gerenciamento de Buffer



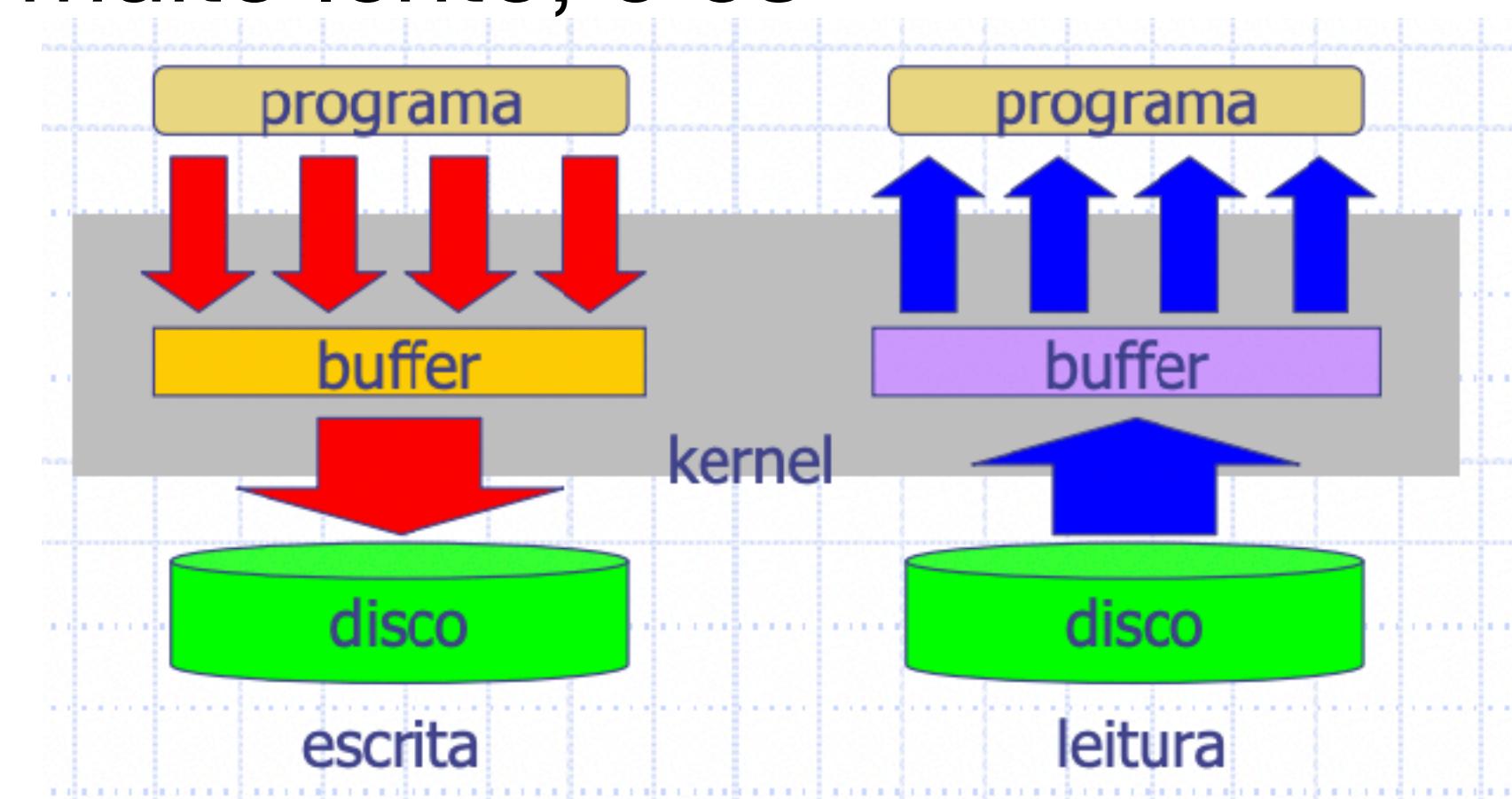
● *Buffering*

- Permite trabalhar com grandes quantidades de RAM para armazenar informação sendo transferida, de modo a reduzir o número de acessos ao dispositivo de memória secundária

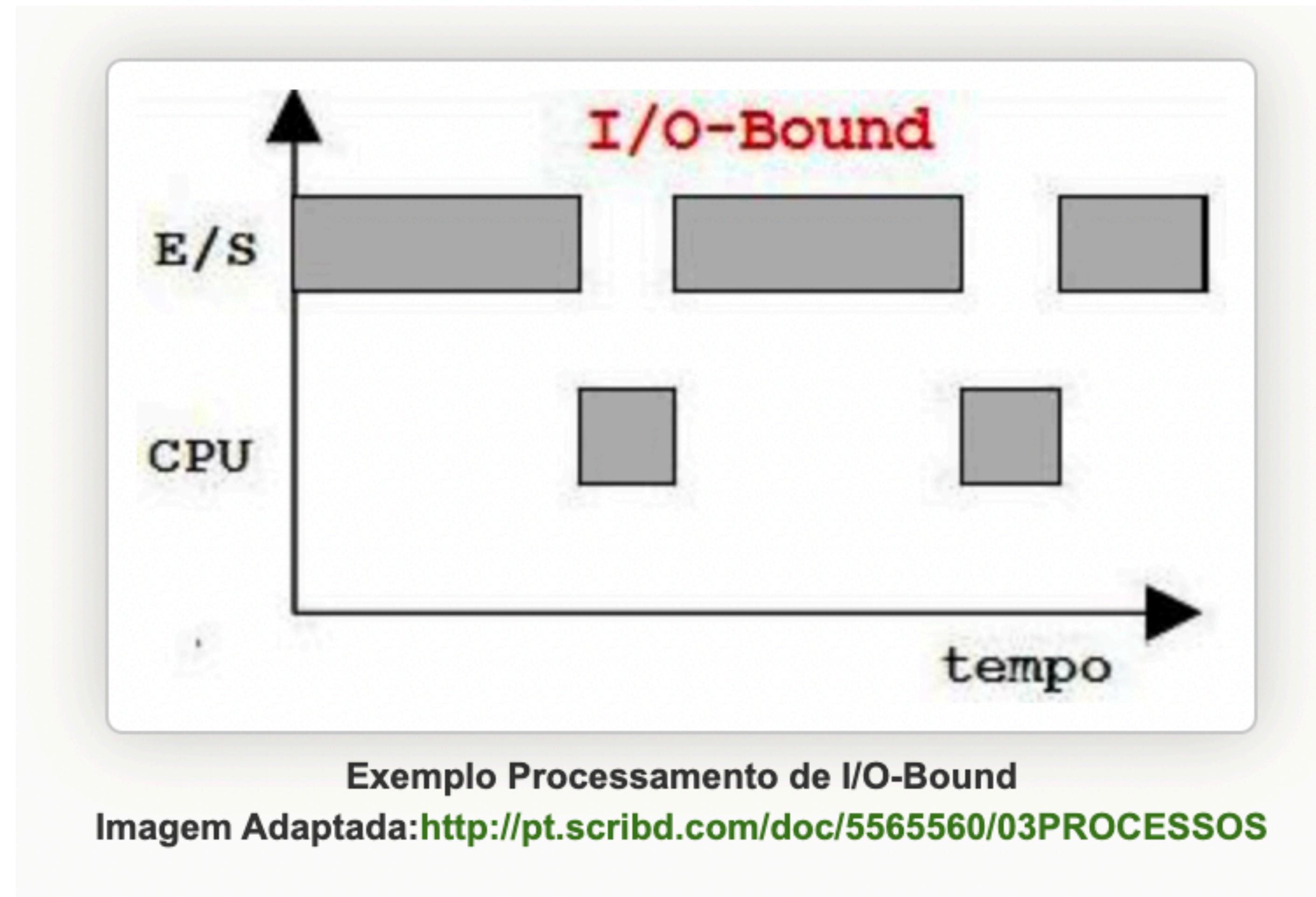
Buffer como gargalo



- Suponha um sistema que utilize um **único buffer**
 - Em um programa que realiza intercaladamente operações de leitura/escrita, o desempenho seria muito ruim. Por quê?
- Os sistemas precisam de, no mínimo, 2 *buffers*: **1 para entrada e 1 para saída**
 - Por exemplo, enquanto um buffer é transmitido para o disco, a CPU carrega dados em outro(s)
- Mesmo com 2 *buffers*, mover dados de e para o disco é muito lento, e os programas podem ficar “I/O bound”
- Para reduzir o problema
 - *Multiple buffering (enchendo a piscina...)*



Buffer como gargalo



Múltiplos Buffers - estratégias

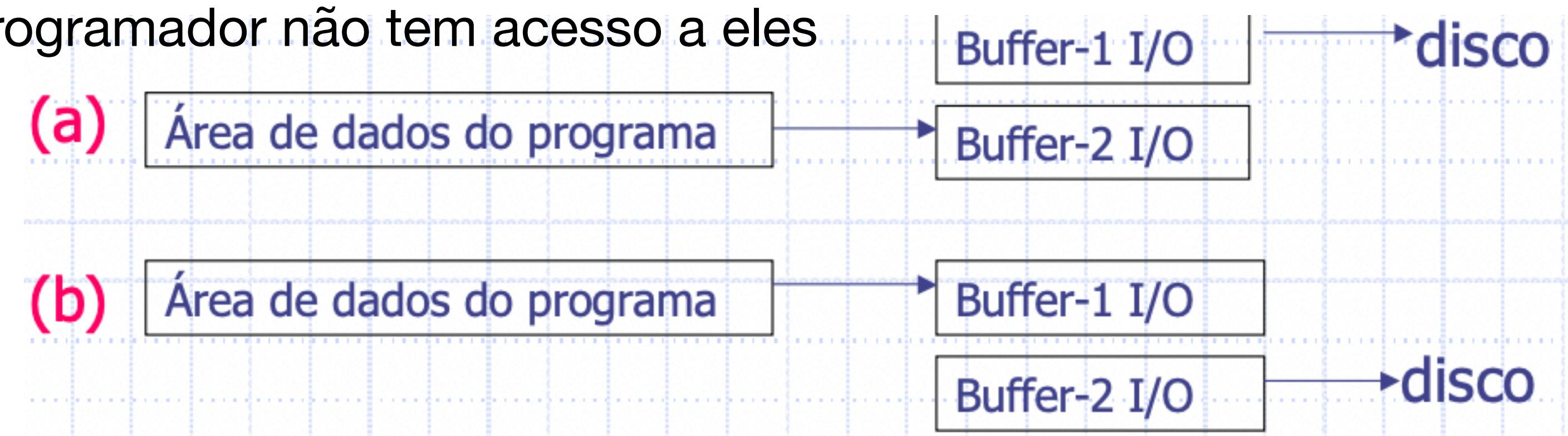


- Mesmo no caso de transferência em uma única direção a existência de um único buffer retarda consideravelmente as operações.

- é demorado preencher um buffer com o conteúdo de todo um setor.
- A solução é usar múltiplos buffers para leitura/escrita.

● A multipla buferização (*Multiple buffering*)

- Se vários buffers são utilizados, e o sistema permite sobreposição de tarefas de I/O e CPU, a CPU pode ficar enchendo um buffer quando o conteúdo do outro é transmitido para o disco
- O S. O. gerencia os buffer, em geral, o programador não tem acesso a eles



Múltiplos Buffers - estratégias



- Quando chega uma requisição de um setor para o S.O. ele primeiro verifica se ele está em algum buffer
- Se não está ele coloca o setor em algum buffer livre
 - Se não há buffer livre então o S. O. deve:
 - escolher um buffer ocupado e escrever no disco o conteúdo corrente do buffer -> Há diversas políticas para escolha de um buffer, entre elas a do **menos recentemente** atualizado
 - E colocar o setor requisitado nesse buffer



● Leitura recomendada: FOLK, M.J. File Structures, Addison-Wesley, 1992.

Capítulos 3.



- FOLK, M.J. File Structures, Addison-Wesley, 1992.
- File Structures: Theory and Practice”, P. E. Livadas, Prentice-Hall, 1990;
- Contém material extraído e adaptado das notas de aula dos professores Moacir Ponti, Thiago Pardo, Leandro Cintra e Maria Cristina de Oliveira.