

# Engenharia de Computação

## Estrutura de Dados 2

### Aula 8.0 – Armazenamento Secundário

**Prof. Muriel de Souza Godoi**  
[muriel@utfpr.edu.br](mailto:muriel@utfpr.edu.br)

# Armazenamento de Dados

- Armazenamento primário
  - memória primária (RAM)
  - memória do computador
- Armazenamento secundário
  - memória secundária
  - disco, fita, CD-Rom, ...., os quais são acessados diretamente pelo computador
- Armazenamento terciário
  - dados arquivados em jukebox
  - disco, fita, CD-Rom, etc, os quais não são
  - diretamente acessados pelo computador

# Disco X RAM

- Estimativas de tempo de acesso
  - HD: alguns milisegundos  $\sim 10\text{ms}$  ( $10^{-3}$ )
  - RAM: alguns nanosegundos  $\sim 10\text{ns} \dots 40\text{ns}$  ( $10^{-9}$ )

Ordem de grandeza da diferença entre os tempos de  
Acesso:  $\sim 250.000$

**HDs são 250.000 vezes mais lentos que memória RAM!**

# Disco X RAM

- Capacidade de Armazenamento
  - HD – muito alta, a um custo relativamente baixo
  - RAM – limitada pelo custo e espaço
- Tipo de Armazenamento
  - HD – não volátil
  - RAM – volátil



# Disco - Organização

- **Disco:** conjunto de 'pratos' empilhados
  - Dados são gravados nas superfícies desses pratos
- **Superfícies:** são organizadas em trilhas
- **Trilhas:** são organizadas em setores
- **Setores:** menor porção endereçável no disco
- **Cilindro:** conjunto de trilhas na mesma posição



# Disco - Organização

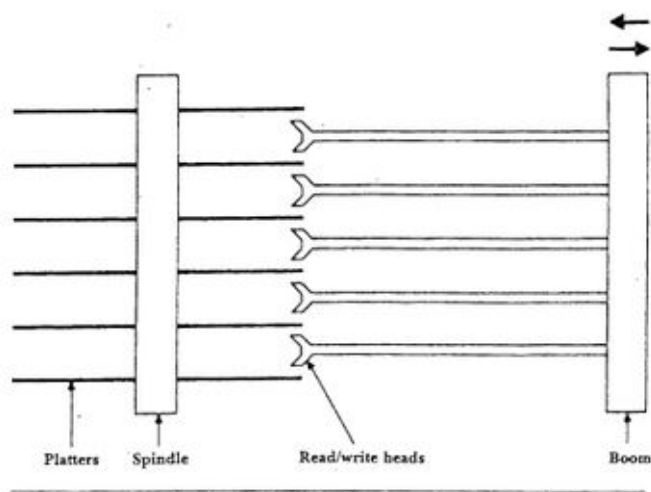


Figure 3.1 Schematic illustration of disk drive.

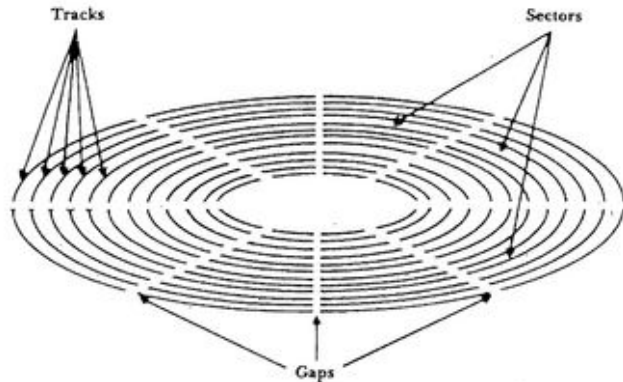


Figure 3.2 Surface of disk showing tracks and sectors.

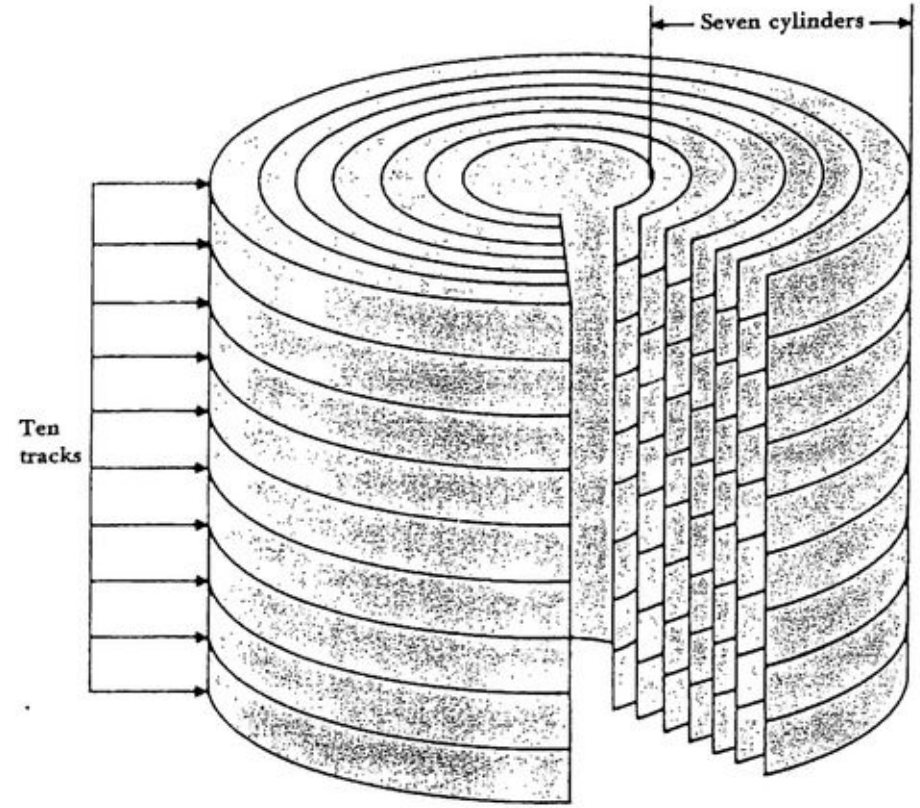


Figure 3.3 Schematic illustration of disk drive viewed as a set of seven cylinders.

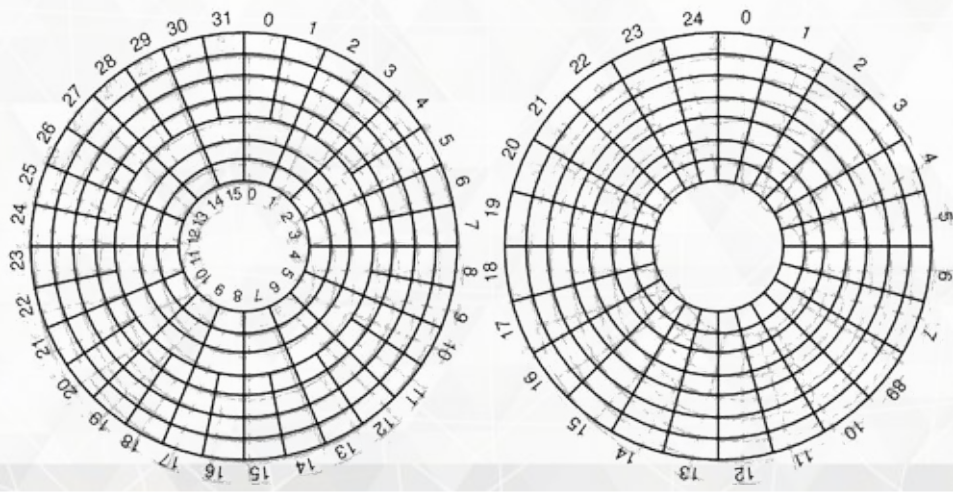
# Capacidade do disco (nominal)

- Capacidade do **setor**
  - nº bytes (Ex. 512 bytes)
- Capacidade da **trilha**
  - nº de setores/trilha x capacidade do setor
- Capacidade do **cilindro**
  - nº de trilhas/cilindro x capacidade da trilha
- Capacidade do **disco**
  - nº de cilindros x capacidade do cilindro



# Geometria do Disco

- A geometria virtual pode diferir da real
- Em discos antigos:
  - Números de setores/trilhas **igual**
- Em discos modernos – divisão por zonas
  - Mais setores nas áreas externas do que nas internas





# Seeking

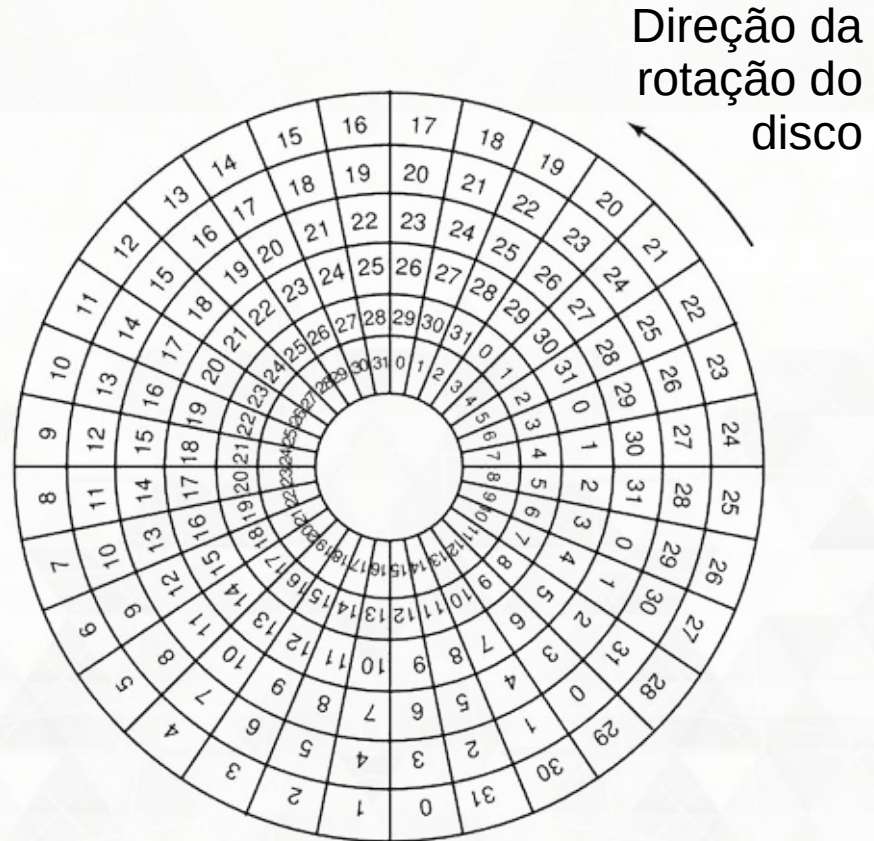
- Movimento de posicionar a cabeça de L/E sobre a trilha/setor desejado
- O conteúdo de todo um **cilindro** pode ser lido com 1 único seeking
- É o movimento **mais lento** da operação leitura/escrita
- **Deve ser reduzido ao mínimo**

# Custo de Acesso a Disco

- Seek time (tempo de acesso)
  - tempo para posicionar a cabeça de leitora e gravação no cilindro correto
- Rotational delay (atraso de rotação)
  - tempo para rotacionar o disco para que a cabeça de leitora e gravação seja posicionada no setor correto
- Transfer time (tempo de transferência)
  - tempo para transferir o dado para a memória primária

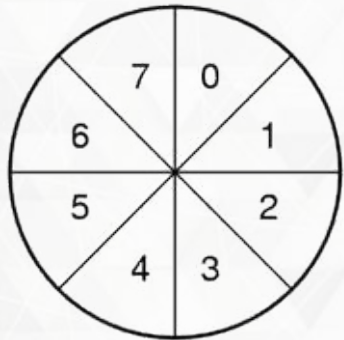
# Torção Cilíndrica – *Cylinder Skew*

- O setor 0 é deslocado em relação ao anterior
- Aumenta o desempenho na busca
- Basta mover a cabeça e manter a rotação
- Evita uma volta extra na busca por um outro cilindro

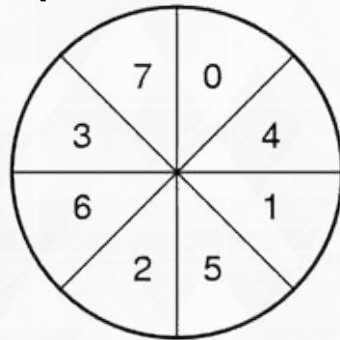


# Entrelaçamento - *Interleaving*

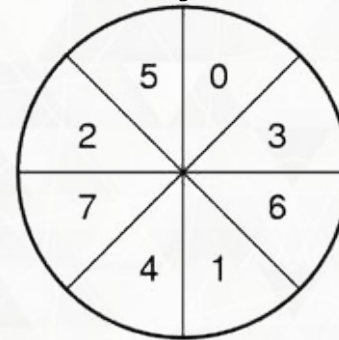
- Na leitura o conteúdo é transferido a um *buffer* da controladora.
  - Quando cheio, transfere para a memória → Gasta tempo!
- Entre transferencia pode passar pelo próximo dado
  - Deve-se esperar uma rotação
- Solução? Entrelaçamento.
  - Dá um tempo para que o conteúdo do *buffer* seja transferido



Sem Entrelaçamento



Simple



Duplo

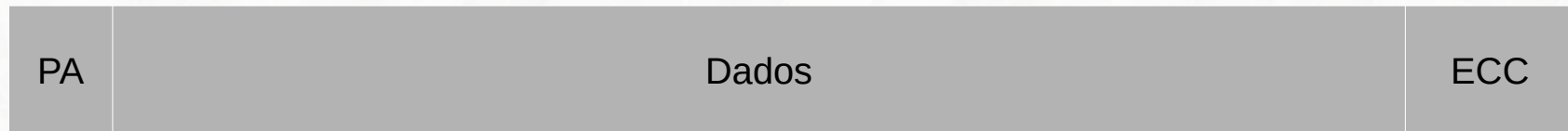


# Sistemas de Arquivos

- Formatação física (Disco Físico)
  - a organização do disco em setores/trilhas/cilindros que já vem da fábrica
  - pode ser mudada por meio de partições
- Formatação lógica (Disco Lógico)
  - 'instala' o sistema de arquivos no disco
  - subdivide o disco em regiões endereçáveis
  - introduz *overhead* relacionado ao espaço ocupado com informações para gerenciamento

# Formatação de baixo nível

- Formata trilhas concêntricas
  - Com setores de mesmo tamanho
- Coloca um pequeno espaço entre os setores
- O setor é formatado da seguinte maneira:
  - Preâmbulo = bits para início, ID setor, ID cilindro
  - Payload – Dados
  - ECC = Código de Correção de Erros



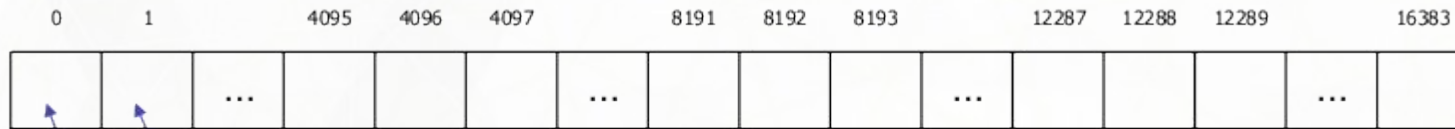
# Sistemas de Arquivos

- Faz parte do sistema operacional (S.O.)
- Fornece a infraestrutura básica para a manipulação de arquivos em memória secundária via software
- Oferece um conjunto de operações para a manipulação de arquivos

criar (create, open)	destruir ou remover (delete)
renomear (rename)	abrir (open)
fechar (close)	ler dados (read)
escrever dados (write)	escrever dados no final (append)
posicionar (seek)	...

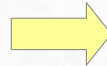
# Arquivo Físico

- Sequencia de bytes armazenados no disco



byte 0 = 1º byte

byte 1 = 2º byte



byte n = (n+1) byte

Tamanho:  
16384 bytes ou 16KB

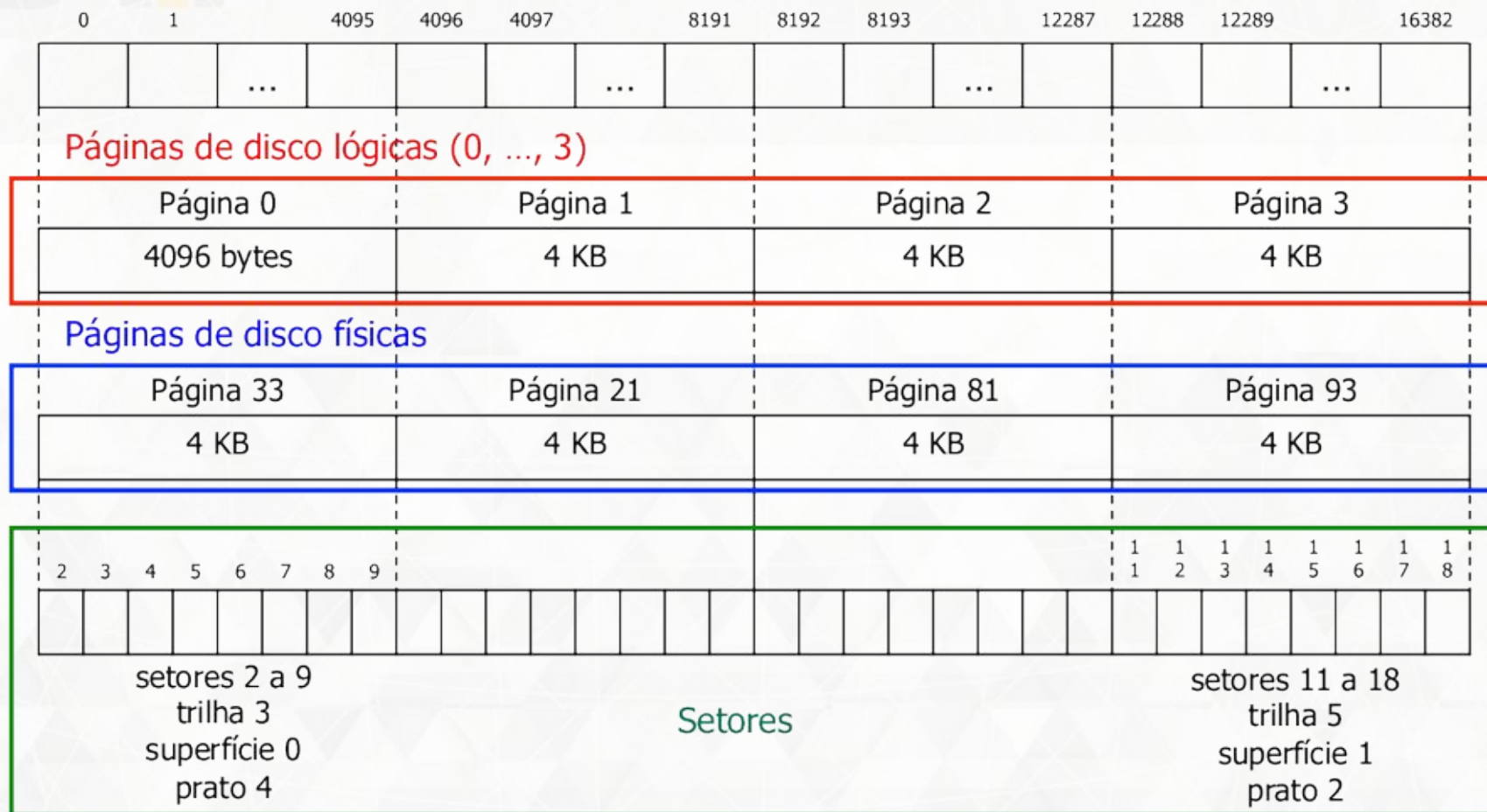


# Página de Disco

- Conjunto de setores logicamente contíguos no disco
- Um arquivo é visto pelo sistema de arquivos como um conjunto de páginas de disco
  - arquivos são alocados em uma ou mais páginas de disco

Também chamado de bloco de disco ou **cluster** (livro)

# Página de Disco



# Mapeamentos

- Páginas lógicas → páginas físicas
  - depende da técnica de alocação de espaço em disco (ex.: alocação contígua, alocação encadeada e alocação indexada)
- Páginas físicas → setores
  - feito por um programa especial chamado condutor de dispositivo ( device driver )

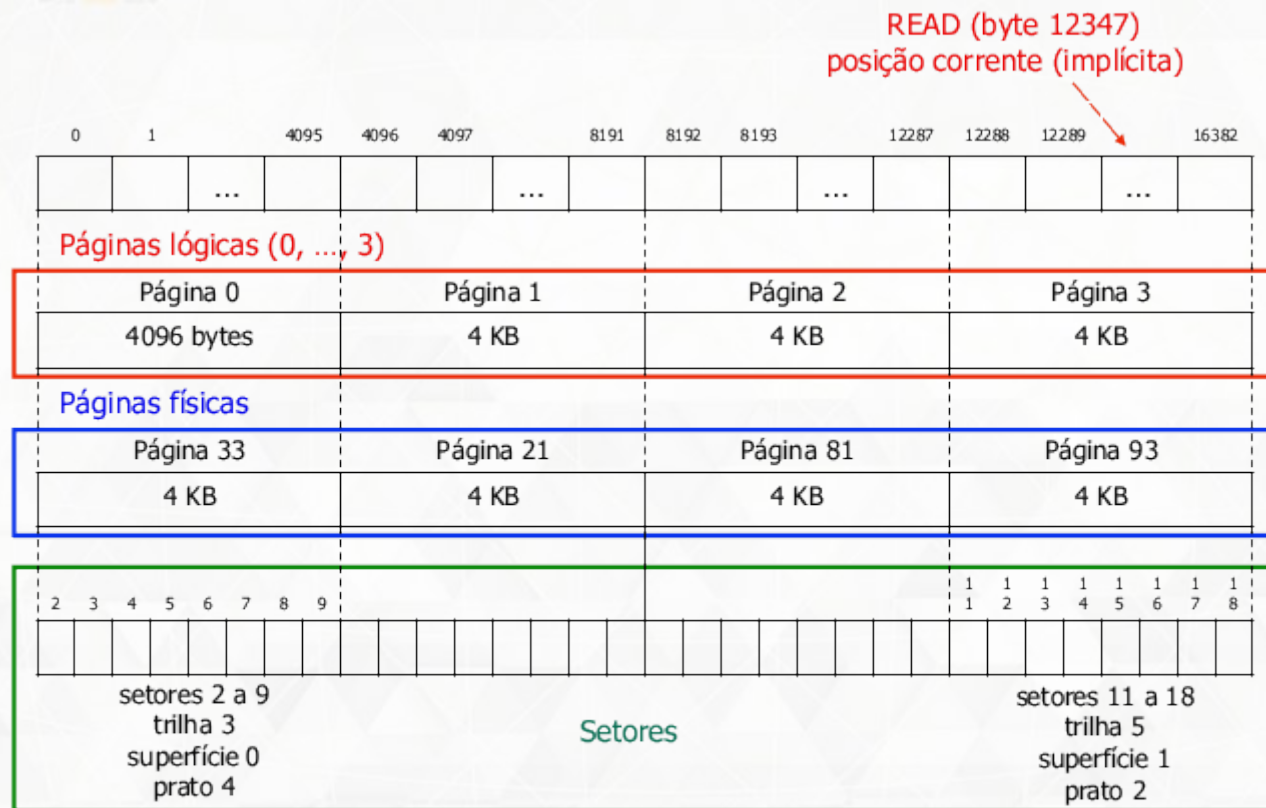
Toda a gerência do espaço em disco é feita pelo sistema de arquivos com base nos conceitos de páginas de disco lógicas e físicas, e não no conceito de setores.

# Posição Corrente no Arquivo

- Abstração que permite a especificação de uma chamada do sistema para indicar o onde um arquivo deve ser lido ou escrito
- Características
  - a leitura e escrita acontecem a partir da posição corrente
  - a posição corrente é então avançada para imediatamente após o último byte lido ou escrito



# Mapeamentos



Acessos: Página lógica 3, página física 93, setor 11, trilha 5, superfície 1, prato 2

# Fragmentação Interna

- Perda de espaço útil decorrente da organização do arquivo em páginas de disco de tamanho fixo
- Exemplo
  - página de disco de 4K (4.096 bytes)
  - necessidade de se escrever 1 byte
  - desperdício de 4.095 bytes nessa página de disco

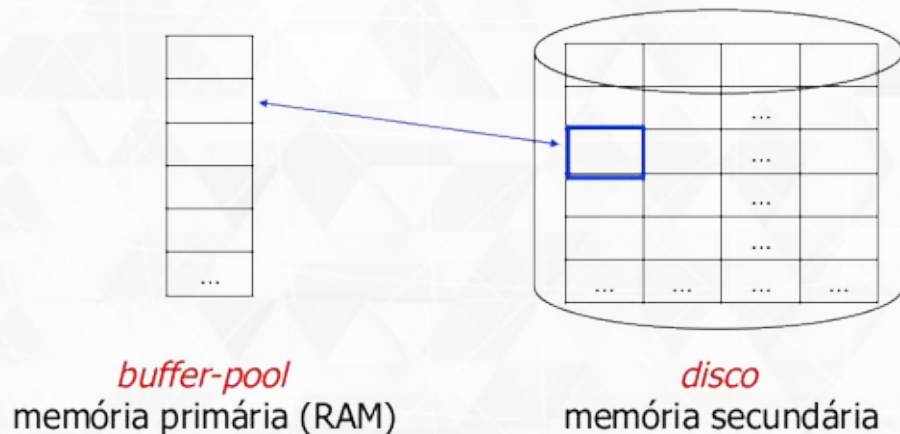
# Tamanho da Página de Disco

- Definido pelo S.O. na formatação do disco
- Exemplo
  - FAT File Allocation Table (Windows)
    - Sempre uma potência de 2
    - 2, 4, 8, 16 ou 32KB
  - Determinado pelo máximo que a FAT consegue manipular, e pelo tamanho do disco
  - FAT16: pode endereçar 216 clusters = 65.536 clusters

Quanto maior a página de disco, maior a fragmentação interna e menor o número de acessos a disco!

# Gerenciamento de Buffer

- Permite trabalhar com RAM para armazenar informação sendo transferida, de modo a reduzir o número de acessos a disco
- Buffer pool
  - área de memória volátil que armazena de forma **replicada** e **temporária** os dados armazenados no disco





# Buffer Pool - Pesquisa

- procura a página no buffer-pool

**se** encontrou, **então**:

retorna a página sem realizar acessos a disco

**senão**

acessa o disco para copiar a página do disco para o buffer-pool

**se** o buffer-pool tem espaço, **então**:

copia a página do disco para o buffer-pool

**senão**

aplica uma política de substituição

**Exemplo:** política LRU (Least Recently Used), a qual substitui a página que foi acessada menos recentemente

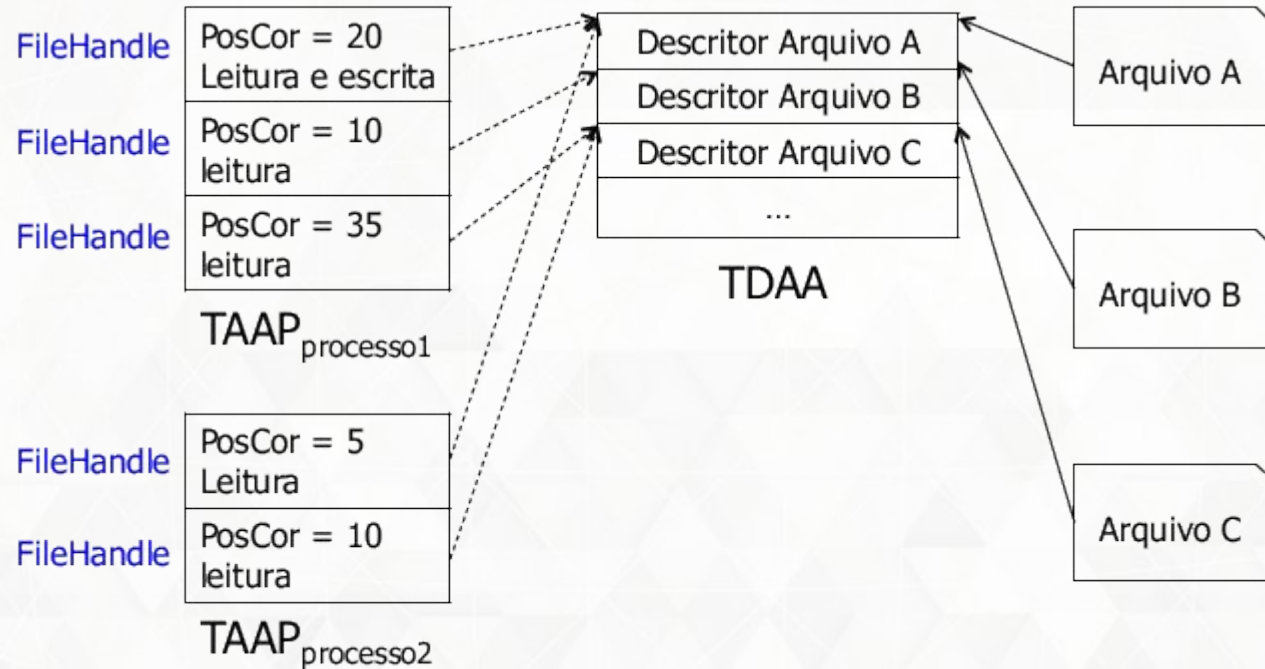
# Arquivo

- Conteúdo
  - um registro de cabeçalho
  - registros de dados
- Descritor do arquivo
  - estrutura usada pelo sistema de arquivos para gerenciar cada arquivo existente
  - exemplos de conteúdo: nome do arquivo, tipo do arquivo, tamanho em bytes, proteção, data e hora do último acesso, data e hora da criação, identificação do proprietário, local onde os dados estão armazenados, ...

# TDAA e TAAP

- Para tornar mais rápido o acesso aos arquivos, o sistema de arquivos mantém na memória primária
  - **TDAA** - Tabela dos Descritores de Arquivos Abertos por todos os processos
  - **TAAP** - Tabelas de Arquivos Abertos por Processo
- Cada entrada de TDAA armazena:
  - uma cópia do descritor do arquivo mantido em disco, número de processos usando o arquivo
  - informações que não variam conforme o processo, como o tamanho do arquivo
- Cada entrada de TAAP armazena:
  - informações que variam conforme o processo, como posição corrente, modo de abertura do arquivo

# TDAA e TAAP



**FileHandle** (arquivo lógico): consiste em um número ou um ponteiro para a entrada na TAAP associada