

Algoritmos e Estruturas de Dados II

Memória

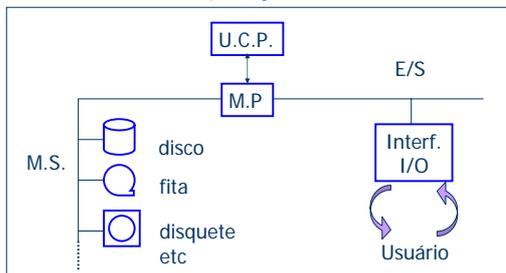
Professora:
Josiane M. Bueno

Memória

- Todo conjunto de dispositivos que são capazes de armazenar bits de informação
- Diferentes organizações → diferentes tipos de memória
- Apresenta a maior variedade de tipos, tecnologias, organizações, desempenhos e custos entre todos os sistemas de um computador

Memória

• Sistema de computação



Memória

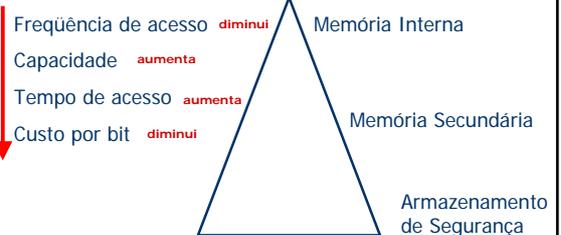
- **Memória Principal:**
 - Dispositivos cujo conteúdo pode ser endereçado diretamente pelo processador, através do endereçamento efetivo das instruções
 - Centraliza as informações de E/S
- **Memória Secundária:**
 - Normalmente dispositivos eletromecânicos que armazenam dados em volume considerável e que transferem (ou recebem) as informações para a (da) M.P.

Memória Hierarquia



Memória Hierarquia

Conforme caminha-se do topo da pirâmide para a base tem-se:



Memória Características Físicas

- Volátil / não volátil
- Apagável / não apagável
- Mecanismo de escrita (elétrico, químico, etc.)
- Categoria (R/W, R only)

Memória Tecnologia

- Tecnologia para fabricação da memória
 - Semicondutores (RAM)
 - Superfície magnética (discos e fitas)
 - Óptica (CD e DVD)
 - Magneto-Ópticas

Memória Métodos de Acesso

- **Sequencial:** memória organizada em unidades de dados chamadas registros. O acesso deve ser linear. Ex.: fita
- **Direto:** o tempo de acesso à uma posição depende da posição atual. Ex.: disco
- **Aleatório:** o tempo de acesso à uma posição não depende da posição atual. Ex.: memória principal
- **Associativa:** tipo de memória aleatória que permite a comparação de bits com palavras. Ex.: cache

Memória Desempenho

- **Tempo de acesso:**
 - memórias de acesso aleatório: é tempo de L/E
 - memórias de acesso não aleatório: é o tempo para posicionar o mecanismo de L/E na posição desejada.
- **Tempo de ciclo:** conceito aplicado inicialmente para memória de acesso aleatório, e é o tempo de acesso mais um tempo adicional requerido antes que um segundo acesso possa ser iniciado.

Memória Desempenho

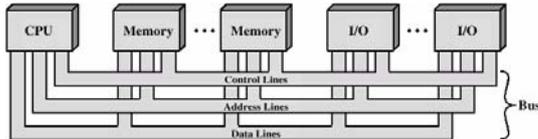
- **Taxa de transferência:** taxa em que os dados podem ser transferidos para e da memória.

Memória Estruturas de Interconexão

- Todos os módulos que definem um computador precisam se comunicar e para isso precisam estar interconectados de alguma maneira
- Para diferentes tipos de módulos, existem diferentes tipos de conexão
 - Memória
 - E/S
 - CPU

Interconexão Barramentos

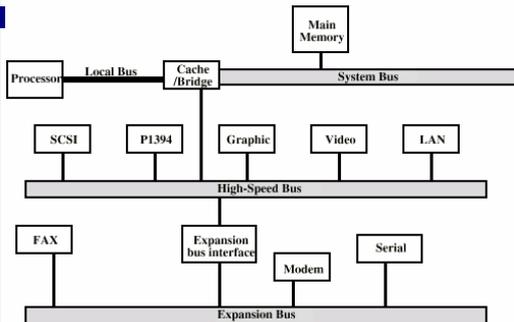
- Caminho de comunicação entre dois ou mais dispositivos
- Meio de transmissão compartilhado
 - Comunicação com sucesso implica que apenas um dispositivo pode transmitir sinais pelo barramento a cada instante



Interconexão Barramentos em hierarquia

- Barramento do processador
- Barramento da memória
 - System Bus
- Barramento de cache
 - Local Bus
- Barramento de E/S local
- Barramento de E/S padrão

Interconexão Barramentos em hierarquia



Algoritmos e Estruturas de Dados II Armazenamento Secundário

Professora:
Josiane M. Bueno

Memória Secundária ou Externa



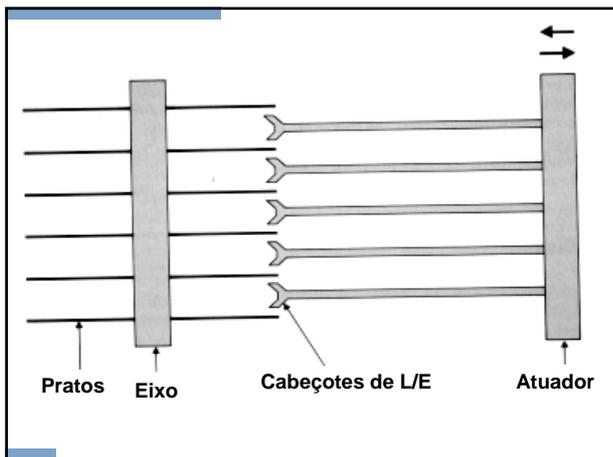
Tipos de Memória Externa

- Disco Magnético
 - RAID
 - Removível
- Óptico
 - WORM
 - CD-ROM
 - CD-R/W
 - DVD
- Fita Magnética

Memória Secundária Disco Magnético

- Prato circular de metal ou plástico recoberto por um material que pode ser magnetizado
- Os dados são gravados e lidos por meio de uma bobina condutora denominada cabeçote (cabeça de leitura/gravação)

Memória Secundária Disco Magnético



Memória Secundária Disco Magnético

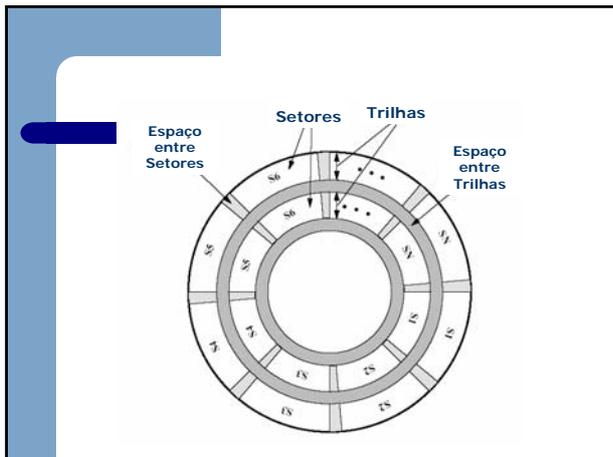
- **Escrita:** fluxo de corrente elétrica que passa pela bobina e produz um campo magnético
 - As correntes geram padrões magnéticos que são gravados na superfície abaixo (prato)
 - Correntes positivas e negativas geram padrões diferentes
- **Leitura:** o campo magnético que se move em relação à bobina produz uma corrente elétrica na bobina de polaridade igual à da corrente utilizada na gravação

Memória Secundária Disco Magnético

- **Superfícies:** são organizadas em anéis concêntricos ou trilhas
 - Cada trilha tem a mesma largura do cabeçote
 - Normalmente são entre 500 a 3000 trilhas por superfície
 - O mesmo número de bits é armazenado em cada trilha. A densidade de bits maior nas trilhas mais interna
 - Trilhas adjacentes são separadas por espaços (*gaps*), o que diminui a ocorrência de erros devidos à falta de alinhamento do cabeçote ou à interferência de campos magnéticos

Memória Secundária Disco Magnético

- **Trilhas:** são organizadas em regiões do tamanho de um bloco denominadas setores
 - Existem normalmente entre 150 e 300 setores por trilha
 - Existe também um espaço entre setores com o mesmo objetivo do espaço entre trilhas



Memória Secundária Disco Magnético

- **Cilindro: conjunto de trilhas na mesma posição**

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

Memória Secundária Disco Magnético

- **Cabeçote fixo**
 - Um cabeçote de escrita e leitura para cada trilha
- **Cabeçote móvel**
 - Apenas um cabeçote de leitura e escrita para todas as trilhas
- **Disco não-removível**
 - Montado permanentemente na unidade de disco (braço, eixo para girar o disco e circuitos eletrônicos)
- **Disco removível**
 - Pode ser removido e substituído
 - Capacidade ilimitada de armazenamento
 - Facilita a transferência de dados entre sistemas

Memória Secundária Disco Magnético

- **Duplo lado**
 - Cobertura magnetizável é aplicada nos dois lados
- **Único lado**
 - Cobertura magnetizável aplicada somente num lado
- **Múltiplos pratos**
 - Múltiplos pratos empilhados verticalmente
- **Mecanismo de cabeçote**
 - Quanto mais próxima a cabeça do disco -> maior o erro por imperfeições na superfície
 - Distância fixa acima do prato com uma fina camada de ar entre o cabeçote e o prato

Memória Secundária Endereços no disco

- Um setor é a menor porção endereçável do disco
- Exemplo:
 - **Read(fd,&c,1):** lê 1 byte na posição corrente
 - S.O. determina qual a 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.

Memória Secundária 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**

Memória Secundária Cluster

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

FAT – File Allocation Table

- Cada entrada na tabela dá a localização física do cluster associado a um certo arquivo lógico
- **1 seeking para localizar 1 cluster**
 - Todos os setores do cluster são lidos sem necessidade de seeking adicional

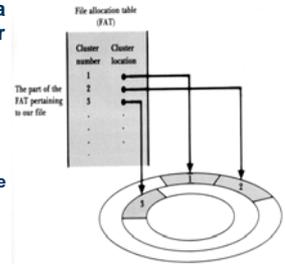
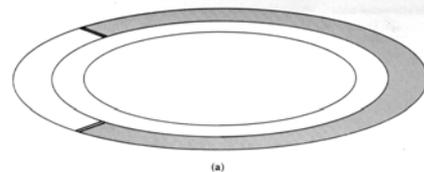


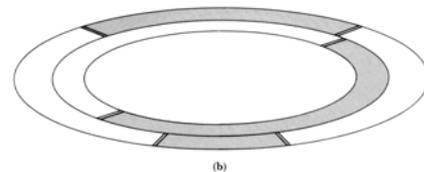
FIGURE 3.5 The file manager determines which cluster in the file has the sector that is to be accessed.

Memória Secundária Extent

- Sequência de clusters consecutivos no disco, alocados para o mesmo arquivo
- **1 seeking para recuperar 1 extent**
- A situação ideal é um arquivo ocupar 1 extent
 - frequentemente isso não é possível, e o arquivo é espalhado em vários extents pelo disco



(a)



(b)

FIGURE 3.6 File extents (shaded area represents space on disk used by a single file).

Memória Secundária Capacidade

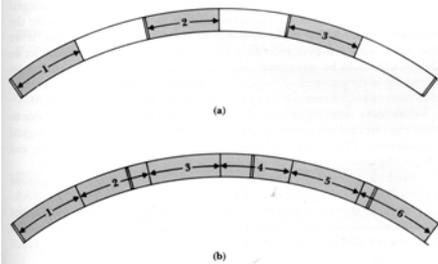
- **Capacidade do setor**
 - nº bytes (Ex. 512 bytes)
- **Capacidade da trilha**
 - nº de setores/trilha * capacidade do setor
- **Capacidade do cilindro**
 - nº de trilhas/cilindro * capacidade da trilha
- **Capacidade do disco**
 - nº de cilindros x capacidade do cilindro

Memória Secundária Fragmentação interna

- Perda de espaço útil decorrente da organização em setores de tamanho fixo
- Ex: setor de 512 bytes, arquivos c/ registro de 300 bytes. Temos duas alternativas:
- 1 registro por setor => fragmentação
 - Registros ocupando mais de 1 setor => acesso mais complexo

Memória Secundária Fragmentação interna

FIGURE 3.7 Alternate record organization within sectors (shaded areas represent data records, and unshaded areas represent unused space).



Memória Secundária Sistema de Arquivos

- A organização do disco em setores/trilhas/cilindros é uma formatação física (já vem da fábrica)
 - Pode ser alterada se o usuário quiser dividir o disco em partições
- É necessária uma formatação lógica, que ‘instala’ o sistema de arquivos no disco
 - Subdivide o disco em regiões endereçáveis

Memória Secundária Sistema de Arquivos

- O sistema de arquivos FAT (Windows) não endereça setores, mas grupos de setores (clusters)
 - 1 cluster = 1 unidade de alocação
 - 1 cluster = n setores
- Um arquivo ocupa, no mínimo, 1 cluster
 - Unidade mínima de alocação
- Se um programa precisa acessar um dado, cabe ao sistema de arquivos do SO determinar em qual cluster ele está (FAT)

Memória Secundária Fragmentação interna(clusters)

- **Fragmentação também ocorre organizando os arquivos em clusters!**
 - Ex: 1 cluster = 3 setores de 512 bytes, arquivo com 1 byte (quanto espaço se perdeu?)
- **Alternativa:** Alguns S.O. organizam as trilhas em blocos de tamanho definido pelo usuário

Setores X Blocos

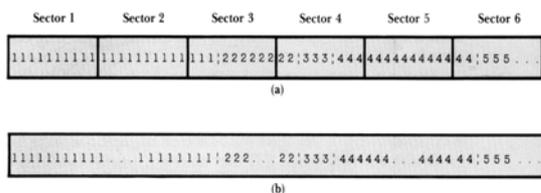


FIGURE 3.8 Sector organization versus block organization.

Overhead

Overhead – espaço ocupado com informações para gerenciamento (não c/ dados), introduzidas pelo processo de formatação do disco

- O overhead ocorre tanto em discos organizados **por setor** quanto em discos organizados **por blocos**

Tamanho do cluster

- Definido automaticamente pelo SO quando o disco é formatado
- (FAT 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 2^{16} clusters = 65.536
- Quanto maior o cluster, maior a fragmentação!

Outros sistemas de arquivos

- FAT32 (Windows 95 e posteriores)
 - clusters de tamanho menor, endereça mais clusters, menos fragmentação
- NTFS (New Technology File System).
 - Sistemas OS/2 (IBM) e Windows NT
 - Mais eficiente: a menor unidade de alocação é o próprio setor de 512 bytes

Mais Informações

- Sobre sistemas de arquivos p/ Windows:
- Ler:
<http://www.clubedohardware.com.br/d180797.html>

Disco Magnético Desempenho

- É uma combinação de 3 fatores:
 - **Tempo de busca (seek)**: tempo p/ posicionar o braço de acesso no cilindro correto
 - **Delay de rotação**: tempo p/ o disco rodar de forma que a cabeça de L/E esteja posicionada sobre o setor desejado
 - **Tempo de transferência**: tempo p/ transferir os bytes
 - $\text{Tempo transferência} = (\text{n}^\circ \text{ de bytes transferidos} / \text{n}^\circ \text{ de bytes por trilha}) \times \text{tempo de rotação}$

Disco Magnético Desempenho

- **Observação**: Os tempos de acesso reais são afetados pela distribuição do arquivo no disco, e pelo modo de acesso (aleatório x seqüencial)

Disco Magnético Acesso a Disco

- Tempo de uma operação de E/S em um disco



Disco Magnético Acesso a Disco

- Disco gira numa velocidade constante
- Para ler ou escrever, o cabeçote deve ser posicionado sobre a trilha desejada e no início do setor desejado na trilha
 - Seleção da trilha
 - Cabeçote móvel: movimentação (*seek time* – tempo de busca)
 - Cabeçote fixo: seleção eletrônica

Disco Magnético Operação de Acesso a Disco

- **Atraso rotacional ou latência rotacional:** tempo decorrido até que o início do setor esteja sob o cabeçote
- **Tempo de acesso = tempo de busca (se houver) + atraso rotacional**

Disco Magnético Desempenho

- **Tempo de busca**
 - Mover o braço do disco até a trilha desejada
 - Constituído de:
 - Tempo inicial de partida
 - Tempo requerido para percorrer as trilhas depois que o braço de acesso está pronto para se movimentar
 - Pode ser aproximado por:

$$T_s = m \times n + s$$

T_s = tempo estimado de busca
 m = constante que depende da unidade de disco
 n = número de trilhas percorridas
 s = tempo de partida

Disco Magnético Desempenho

- **Atraso rotacional**
 - No início, os discos giravam a uma velocidade de 3600 rpm
 - Uma revolução a cada 16,7 ms ($60/3600 = 0,01666666667$), portanto, atraso rotacional médio de 8,3 ms
 - Atualmente, giram a mais de 10000 rpm

Disco Magnético Desempenho

- **Tempo de Transferência**
 - Depende da velocidade de rotação

$$T = \frac{b}{rN}$$

T = tempo de transferência
b = número de bytes transferidos
N = número de bytes por trilha
r = velocidade de rotação em número de revoluções por minuto

Disco Magnético Desempenho

- **Tempo total de acesso**

$$T_a = T_s + \frac{1}{2r} + \frac{b}{rN}$$

T_s = tempo médio de busca

Disco Magnético
Desempenho

- Disco com as seguintes características:
 - Tempo médio de busca: 20 ms
 - Taxa de transferência: 1 Mbyte/s
 - Setores de 512 bytes (0,5 Kbytes)
 - 32 setores por trilha
- Leitura de um arquivo de 128 Kbytes
- Suposição: o arquivo está armazenado da maneira mais compacta possível

Disco Magnético
Comparação de tempos de acesso

- Quantas setores o arquivo ocupa?
 - 128 Kbytes / 0,5 Kbytes = 256
- Quantas trilhas o arquivo ocupa?
 - 256 / 32 = 8
- Tempo médio para leitura da 1ª trilha:

tempo médio de busca:	20 ms
atraso rotacional:	8,3 ms
leitura de 32 setores:	<u>15,625 ms</u>
	44 ms

Disco Magnético
Comparação de tempos de acesso

- Em um seg é transferido 1Mb
 - 1 segundo = $\frac{1024 \times 1024}{r \times (32 \times 512)}$ bytes
 - r = 64 rotações por segundo
- Leitura de 32 setores de 512 bytes (1 Trilha) cada é:

$$T = \frac{32 \times 512}{64 \times (32 \times 512)} = 0,015625 \text{ segundos} = 15,625 \text{ ms}$$

Disco Magnético
Comparação de tempos de acesso

- 7 trilhas restantes não precisa de tempo de busca:

$$7 \times (8,3 + 15,625) = 167 \text{ ms}$$
- Tempo total médio:

$$44 + 167 = 211 \text{ ms} = \mathbf{0,21 \text{ s}}$$

Disco Magnético
Comparação de tempos de acesso

- Supondo que elas **não** estão em seqüência, tem-se:

Tempo médio de busca:	20 ms
Atraso rotacional:	8,3 ms
Leitura de um setor:	<u>0,5 ms</u>
	28,8 ms

Disco Magnético
Comparação de tempos de acesso

- Tempo total médio:

$$256 \times 28,8 = 7373 \text{ ms} = \mathbf{7,37 \text{ s}}$$

Memória Secundária Fitas

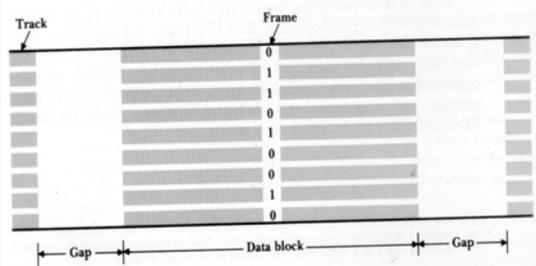
- Posição de um registro é dada por um deslocamento em bytes (*offset*) relativo ao início do arquivo
- **Posição lógica** de um byte no arquivo corresponde diretamente à sua **posição física** relativa ao início do arquivo

Memória Secundária Superfície da fita

- A superfície pode ser 'vista' como um conjunto de trilhas paralelas, cada qual sendo uma seqüência bits.
- 9 trilhas paralelas (1 frame): 1 byte + paridade (em geral, paridade ímpar, i.e., o número de bits = 1 é ímpar)
- **1 frame** = 1 byte (8 bits em 8 trilhas) + paridade

Memória Secundária Superfície da fita

FIGURE 3.11 Nine-track tape.



Memória Secundária Superfície da fita

- 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

Fita Medidas de comparação

- **Densidade:** bpi - *bytes per inch*
- Ex: 6.250 bpi
- **Velocidade:** ips - *inches per second*
- Ex: 200 ips
- **Tamanho do 'interblock gap':** inches
- Ex: 0.3 inches
- 1 inch (polegada) ~ 2,5 cm.

Fita Estimativa do tamanho de fita necessário

- EX: armazenar em fita 1.000.000 de registros com 100 bytes cada. Suponha fita com 6.250 bpi, com intervalo entre blocos de 0.3 polegadas. Quanto de fita é necessário? Sejam:
- **b** = comprimento físico do bloco de dados (pol.)
- **g** = comprimento físico do intervalo (pol.)
- **n** = número de blocos de dados
- **S** = comprimento de fita necessário (espaço físico) é dado por: **S=n*(b+g)**

Fita

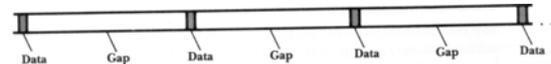
Estimativa do tamanho de fita necessário

- Supondo **1 bloco = 1 registro**:
 $S = 1.000.000 * (100/6.250 + 0.3)$
 $S = 316.000 \text{ pol} \sim 7.900 \text{ m}$
- Supondo **1 bloco = 50 registros**
 - $n = 1.000.000/50 = 20.000$ blocos
 - $b = 5000/6250 \sim 0.8$ pol
 - $S = 20.000 * (0.8 + 0.3) = 22.000 \text{ pol} \sim 492 \text{ m}$
- **Comprimentos típicos de fitas: 91 a 1.000 m**

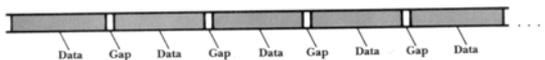
Fita

Estimativa do tamanho de fita necessário

- **1 registro por bloco**



- **50 registros por bloco**



Fita

Estimativa de tempos de transmissão

- **Taxa nominal de transmissão de dados** = densidade (bpi) * velocidade (ips)
- Ex: Fita de 6.250 bpi e 200 ips
taxa transmissão = $6250 * 200 = 1.250 \text{ KB/s}$
- Não parece muito ruim, mas... não é a taxa efetiva! Porque?

Algoritmos e Estruturas de Dados II

Jornada de um byte

Professora:
Josiane M. Bueno

Jornada de um byte

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

Write(arq,&c,1)

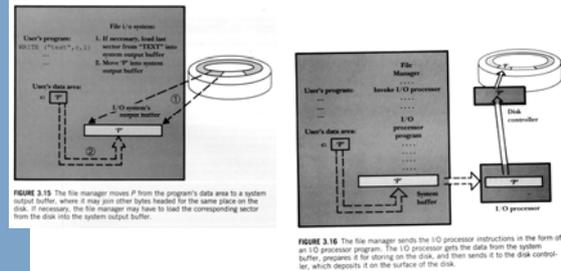
Jornada de um byte

- **Operações na memória**
 - 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 ...)

Jornada de um byte

- **Operações fora da memória**
 - **Processador de E/S:**
 - aguarda a disponibilidade do recurso p/ poder efetivamente disparar a escrita no disco
 - **Controlador de disco:**
 - verifica se o drive está disponível p/ escrita
 - instrui o drive p/ mover cabeça de L/E para trilha/setor corretos
 - Disco rotaciona, o setor (e o novo byte) é escrito

Jornada de um byte



Gerenciamento de buffer

- **Buffering:** permite trabalhar com grandes quantidades de RAM para armazenar informação sendo transferida, de modo a reduzir o nº de acessos ao dispositivo de memória secundária

Buffer como gargalo

Suponha que um sistema utilize um único buffer. Em um programa que realiza, intercaladamente operações de leitura/escrita o desempenho seria muito ruim (Porque?).

Os sistemas precisam de, no mínimo, 2 buffers: 1 p/ entrada, 1 p/ saída

Buffer como gargalo

- 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**
 - Double buffering
 - Buffer pooling

Fundamentos de Arquivos Referências

- Transparências Leandro C. Cintra e M.C.F. de Oliveira. Baseadas no material disponível em <http://www.icmc.sc.usp.br/~sce183/Armsec.htm>
- Transparências Profa. Sarita Mazzini Bruschi
- Folk & Zoelick, File Structures;