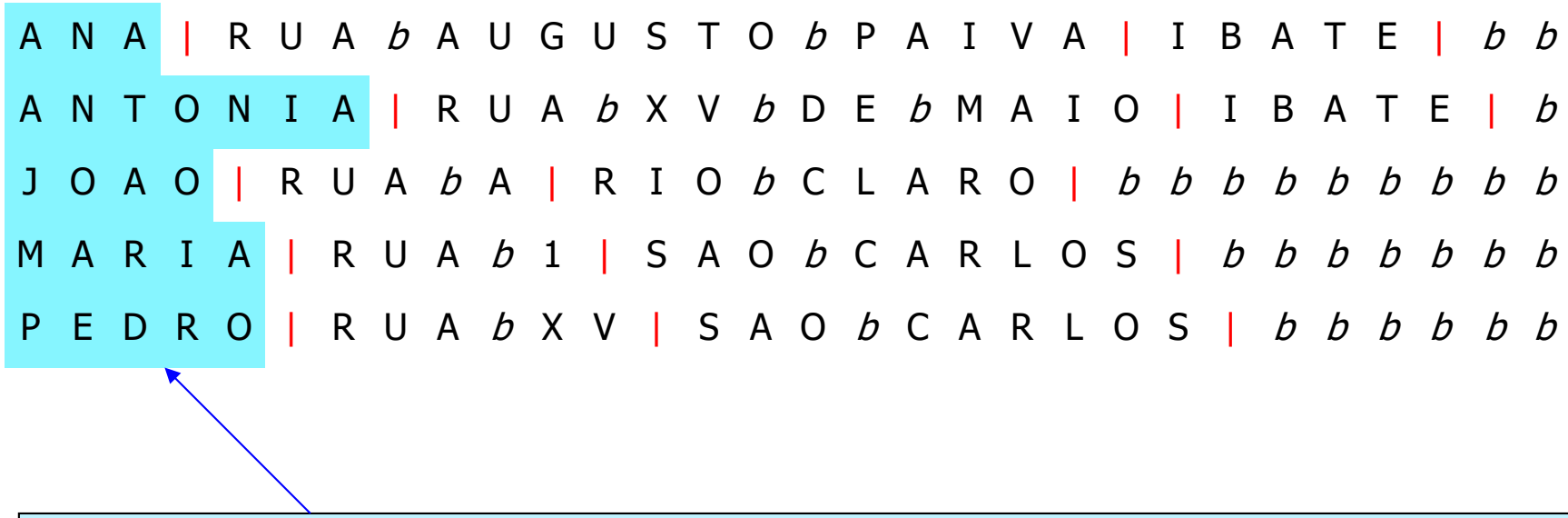
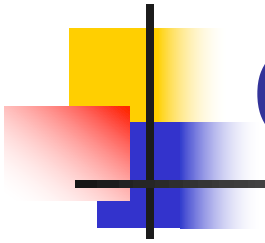
Ordenação Interna e Externa

Cristina D. A. Ciferri

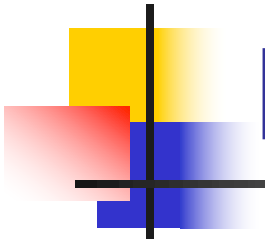
Ordenação


A N A | R U A b A U G U S T O b P A I V A | I B A T E | b b
A N T O N I A | R U A b X V b D E b M A I O | I B A T E | b
J O A O | R U A b A | R I O b C L A R O | b b b b b b b b b
M A R I A | R U A b 1 | S A O b C A R L O S | b b b b b b b
P E D R O | R U A b X V | S A O b C A R L O S | b b b b b b
ordenação baseada em um determinado campo,
usando suas chaves



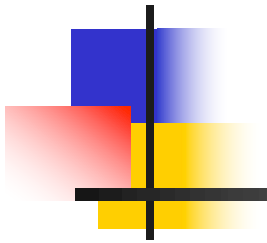
Chave (KEY)

- Está associada a um registro e permite a sua recuperação
- Chave primária
  - identifica univocamente um registro
  - não tem repetição
- Chave secundária
  - não identifica univocamente um registro
  - tem repetição



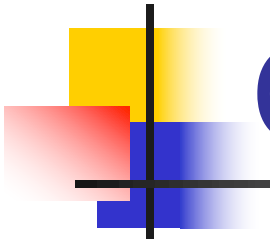
Forma Canônica da Chave

- Uma única representação para uma determinada chave
- Exemplo
  - "Ana", "ANA", ou "ana" devem indicar o mesmo registro
  - Forma canônica: todos os caracteres em letras maiúsculas → ANA



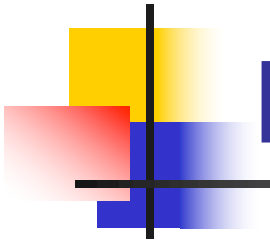
Ordenação Interna

* Arquivo cabe em RAM *



Ordenação Interna

- Etapas
  - leitura de todos os registros do arquivo
  - ordenação dos registros em RAM
  - escrita dos registros ordenados no arquivo
- Custo
  - soma dos custos das 3 etapas
  - leitura e escrita sequenciais minimizam *seeks*
  - uso de métodos eficientes de ordenação interna



Heapsort

- Melhora o desempenho da ordenação interna
  - Paraleliza a ordenação com o processamento de entrada e saída (ou seja, leitura e escrita de registros)

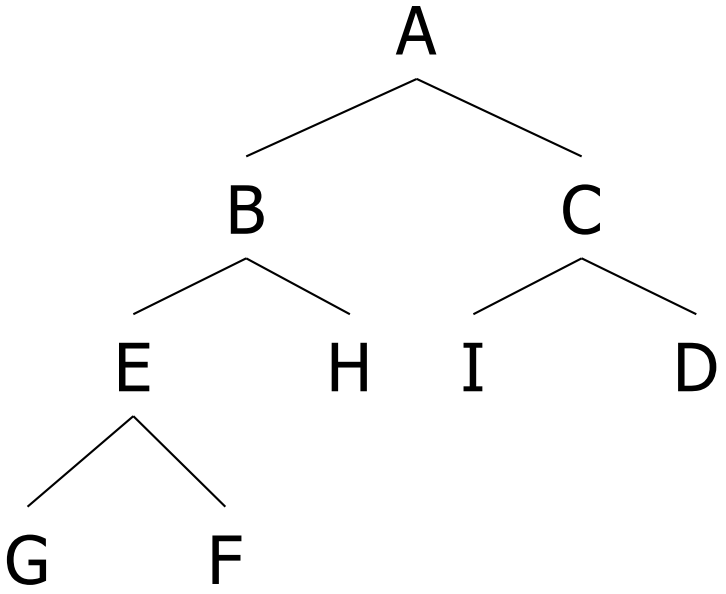
parte 1 = leitura; parte 2 = ordenação

parte 1 = ordenação; parte 2 = escrita

possíveis paralelismos

Heap

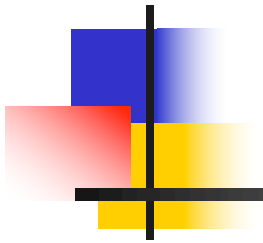
- Estrutura que mantém as chaves
- Árvore binária, implementada como vetor



1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	B	C	E	H	I	D	G	F

Filhos de i: 2i e 2i+1

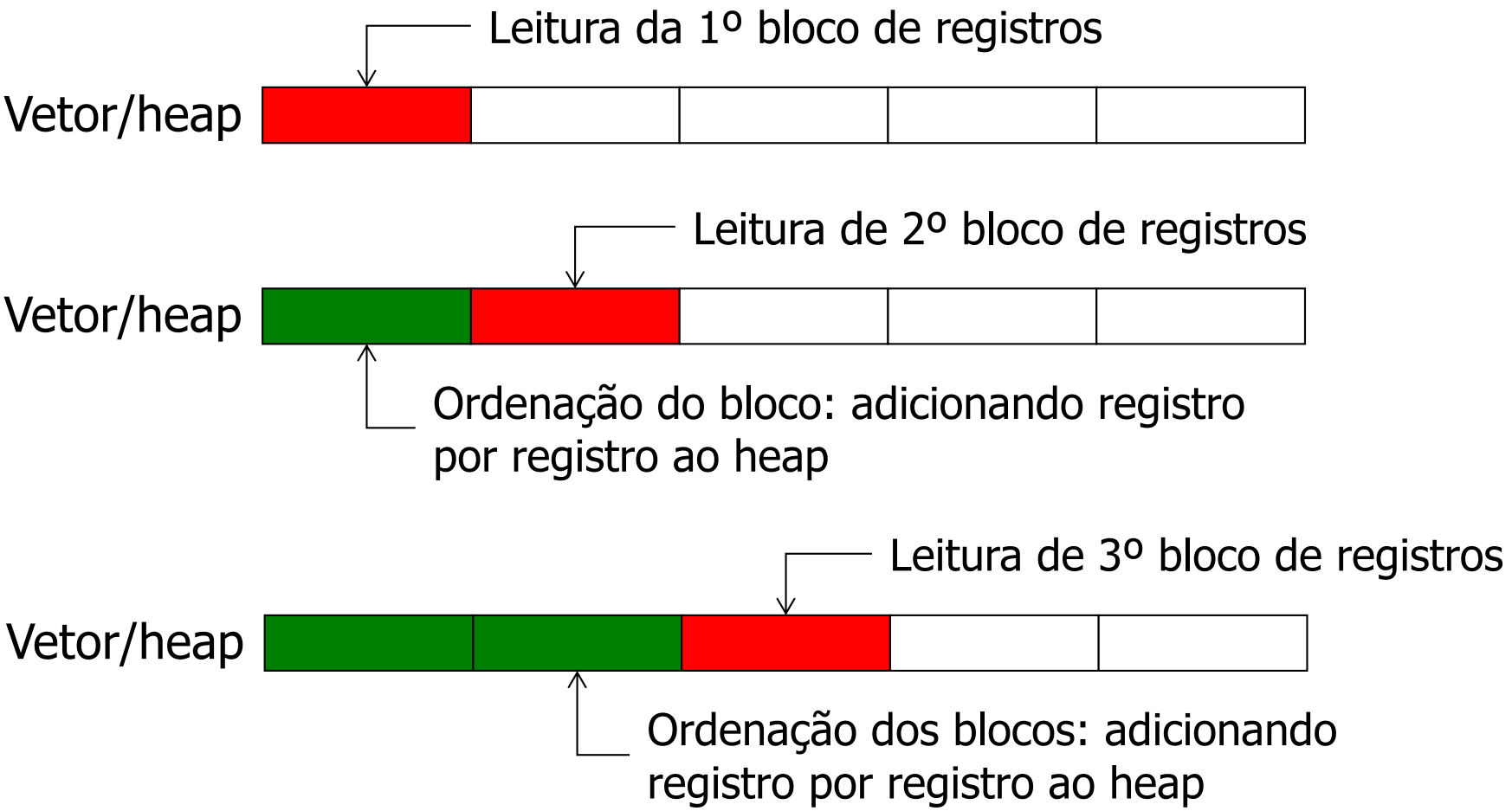
Pai de j: $\lfloor j/2 \rfloor$



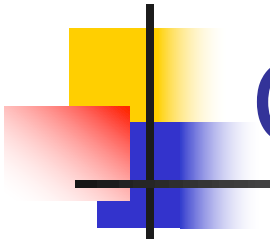
Ordenação Interna
Heapsort

* Paralelizando leitura com ordenação *

Paralelismo leitura/ordenação



...

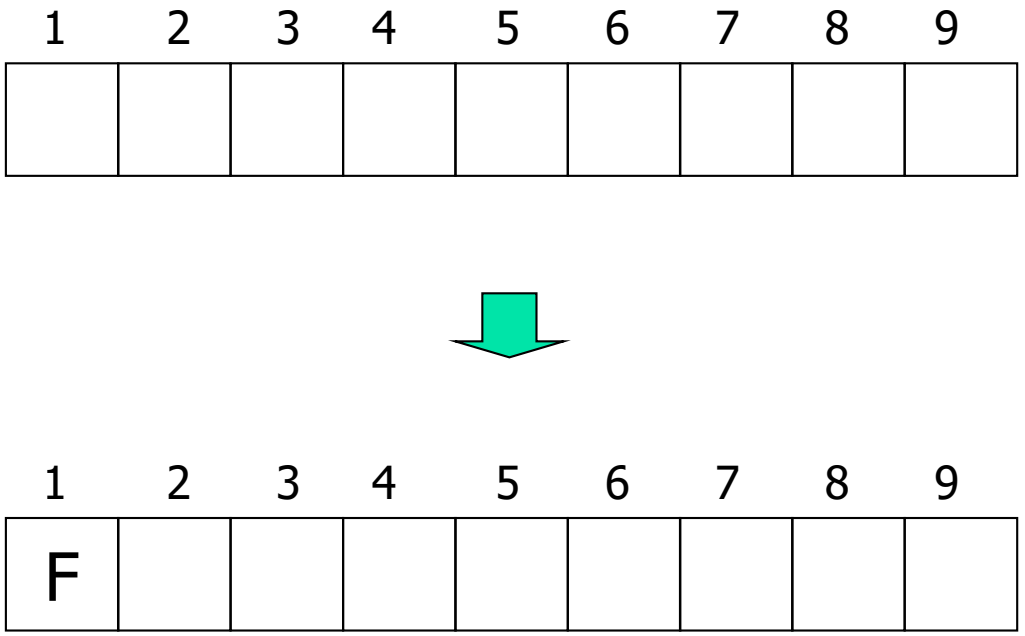


Construção do heap

- Algoritmo
  - insere o elemento no fim do vetor
  - enquanto o elemento for menor do que o seu pai, troca-o de lugar com o pai
- Exemplo
  - *heap* com 9 posições
  - chaves: F, D, C, G, H, I, B, E, A

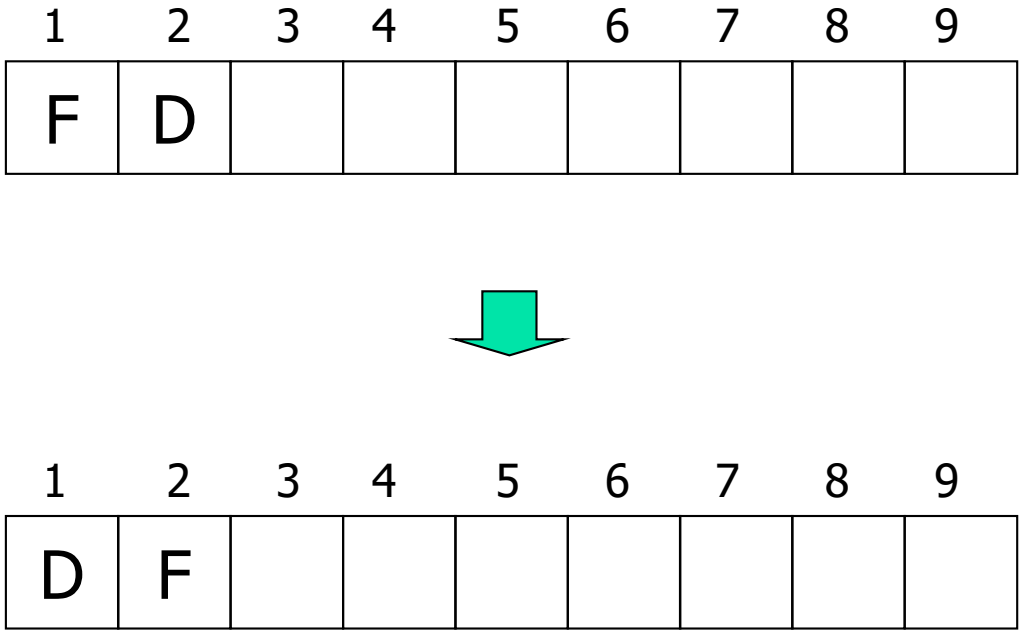
Construção do *heap*

- Elemento: F



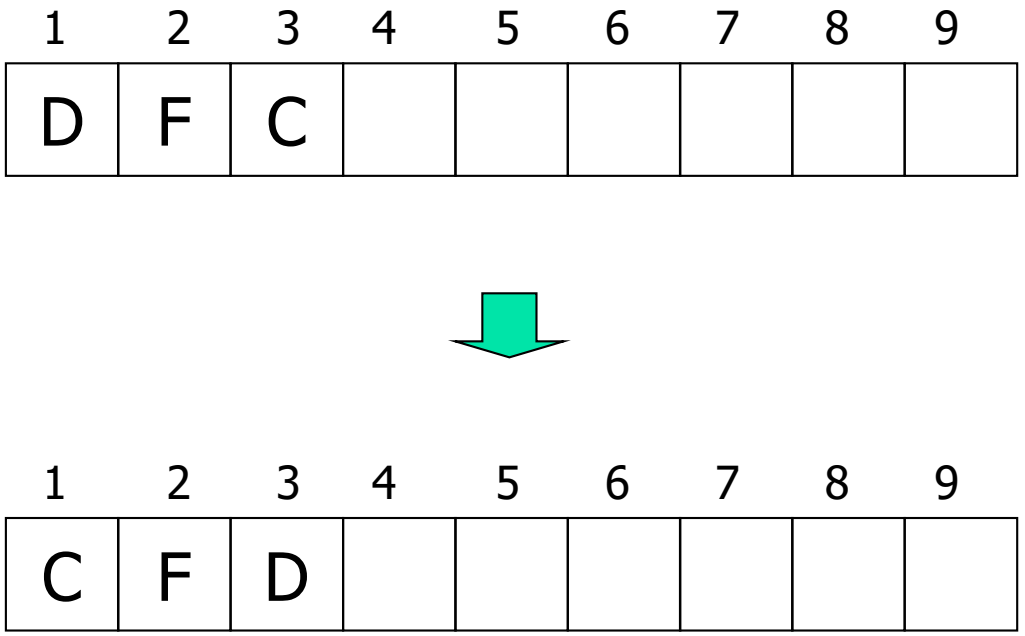
Construção do *heap*

- Elemento: D



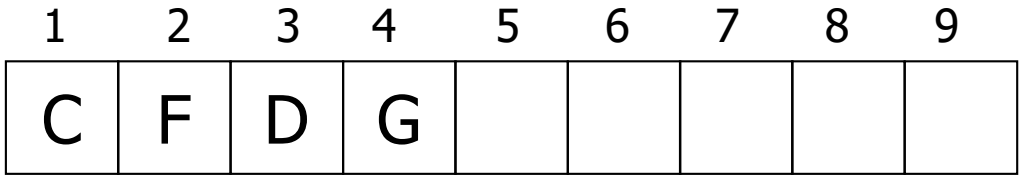
Construção do *heap*

- Elemento: C



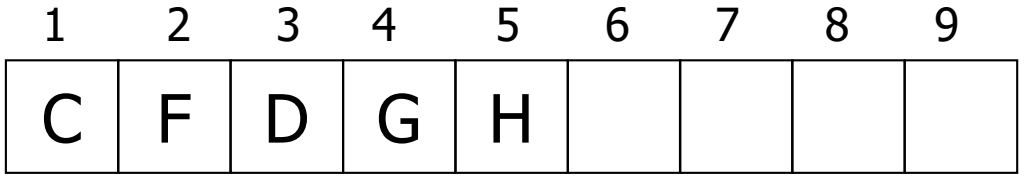
Construção do *heap*

- Elemento: G



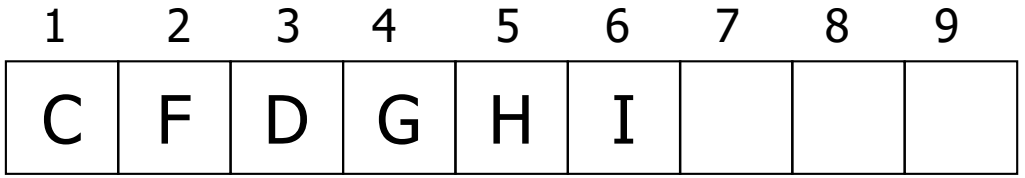
Construção do *heap*

- Elemento: H



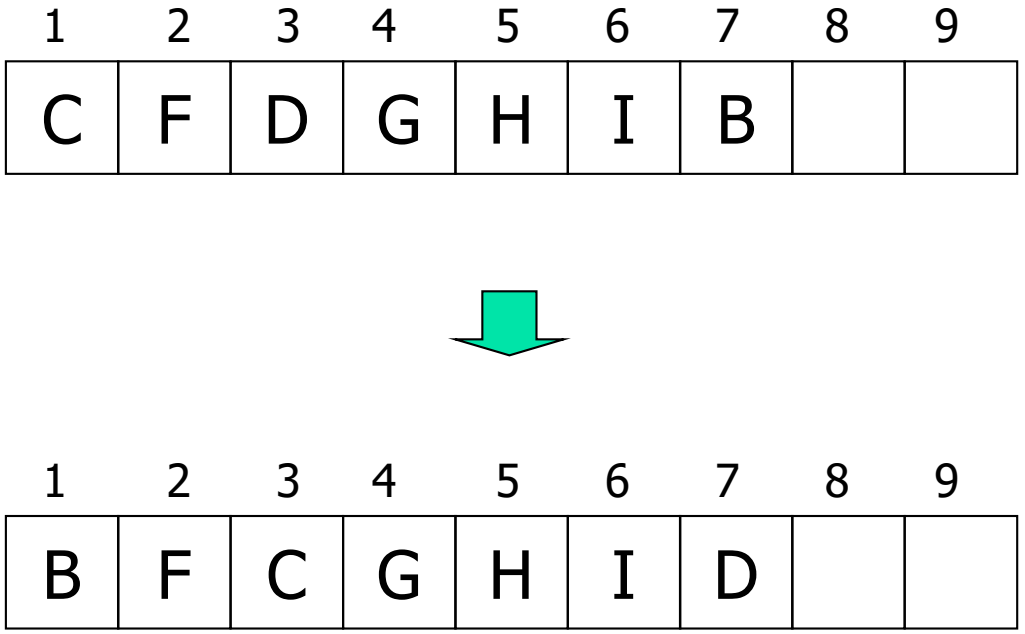
Construção do *heap*

- Elemento: I



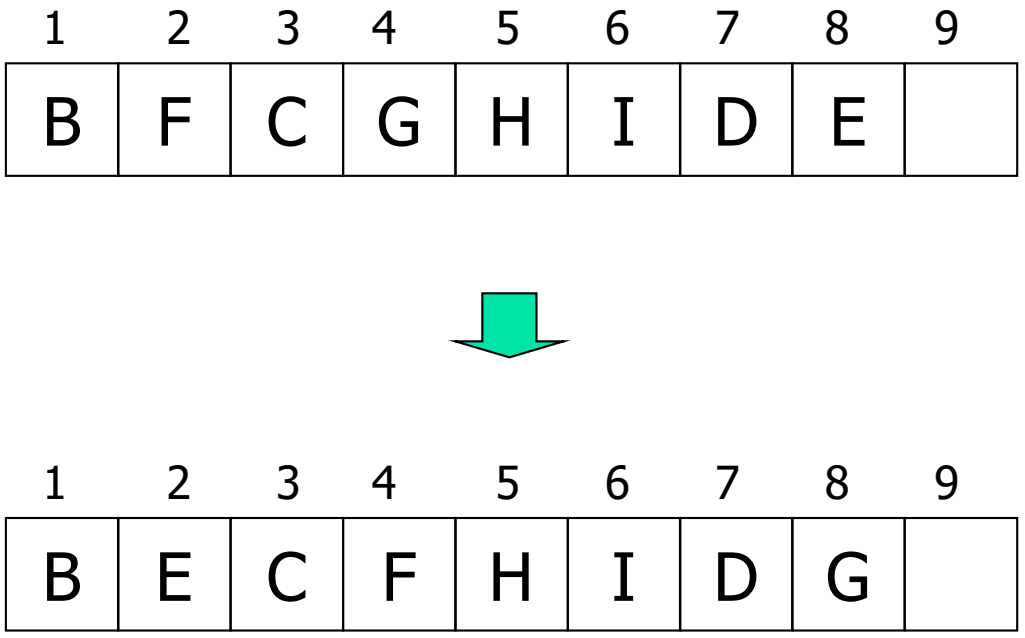
Construção do *heap*

- Elemento: B



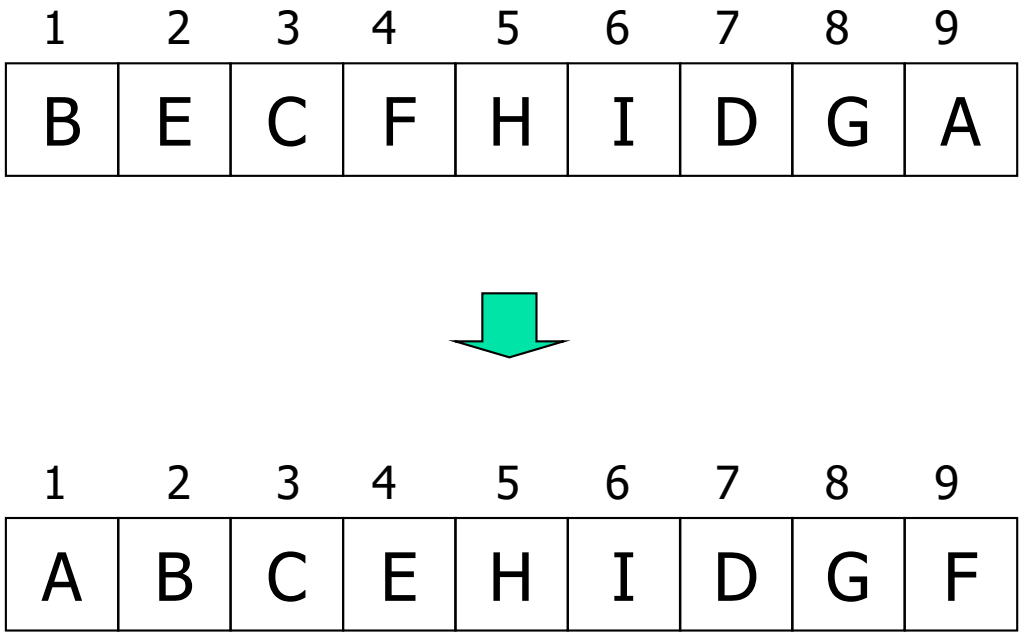
Construção do *heap*

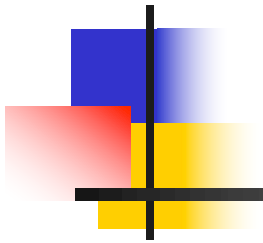
- Elemento: E



Construção do *heap*

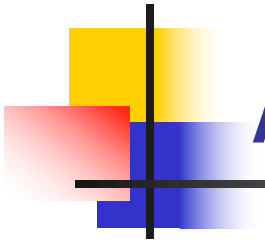
- Elemento: A





Ordenação Interna
Heapsort

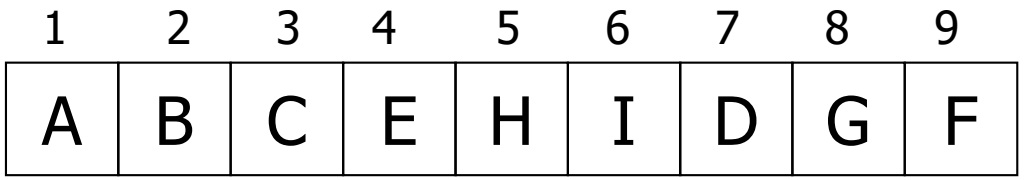
* Paralelizando ordenação com escrita *



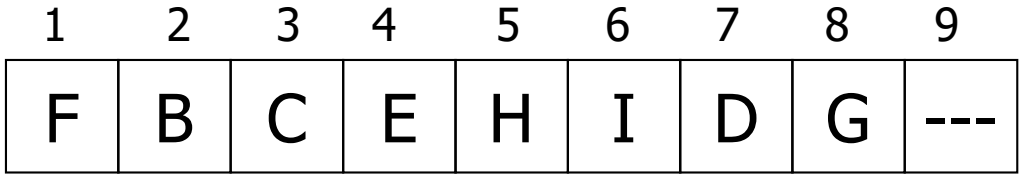
Algoritmo

- Passos
  - recupera o registro da raiz do *heap*
  - enquanto rearranja o *heap*, grava esse registro no arquivo de saída
- Rearranjo do *heap*
  - retira o elemento da raiz
  - coloca o último elemento *k* do *heap* como raiz
  - enquanto *k* for maior do que seus filhos, troca-o de lugar com seu menor filho

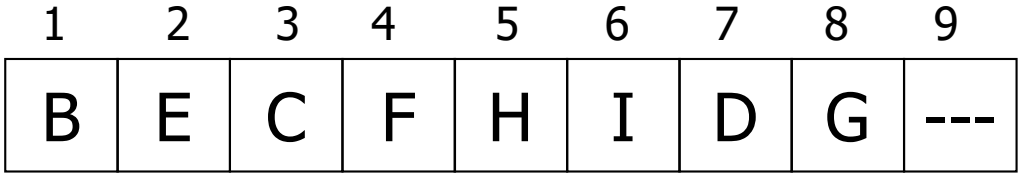
Exemplo



Recupera-se raiz A, colocando em seu lugar F



Enquanto grava A no arquivo ordenado, rearranja heap



Exemplo

1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	E	C	F	H	I	D	G	---

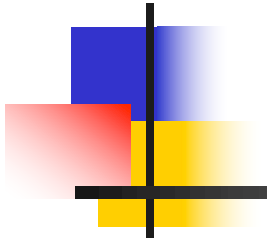
Recupera-se raiz B, colocando em seu lugar G

1	2	3	4	5	6	7	8	9
G	E	C	F	H	I	D	---	---

Enquanto grava B no arquivo ordenado, rearranja *heap*

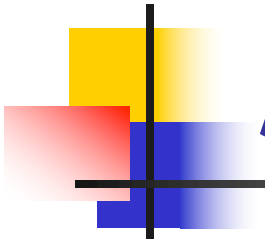
1	2	3	4	5	6	7	8	9
C	E	D	F	H	I	G	---	---

E assim por diante, até *heap* esvaziar



Ordenação Externa

* Arquivo não cabe em RAM *

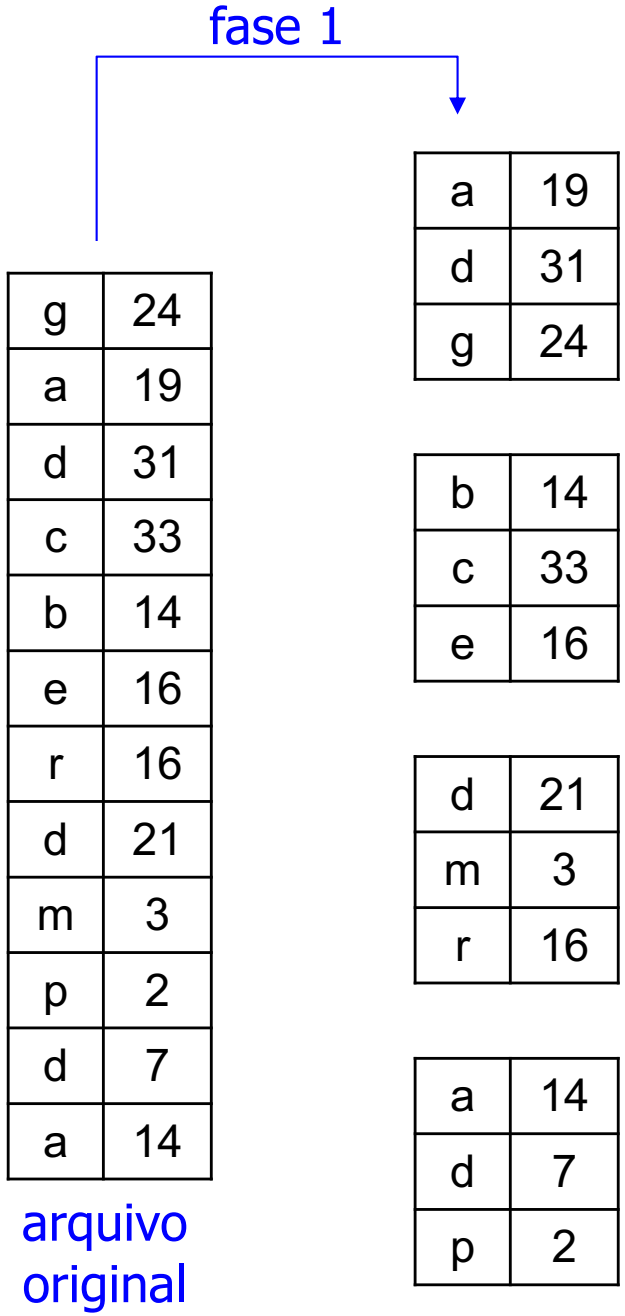


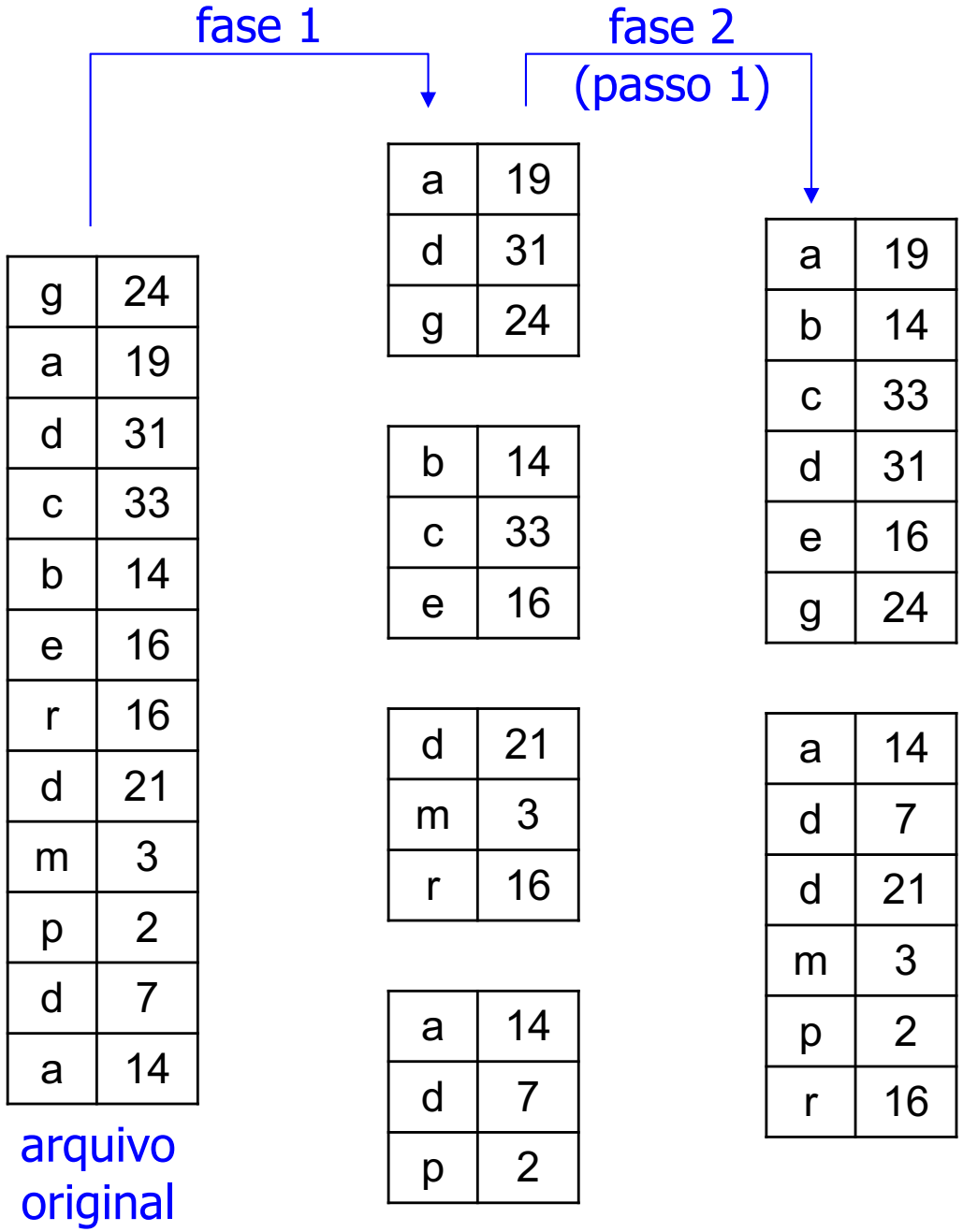
Sort-Merge Externo

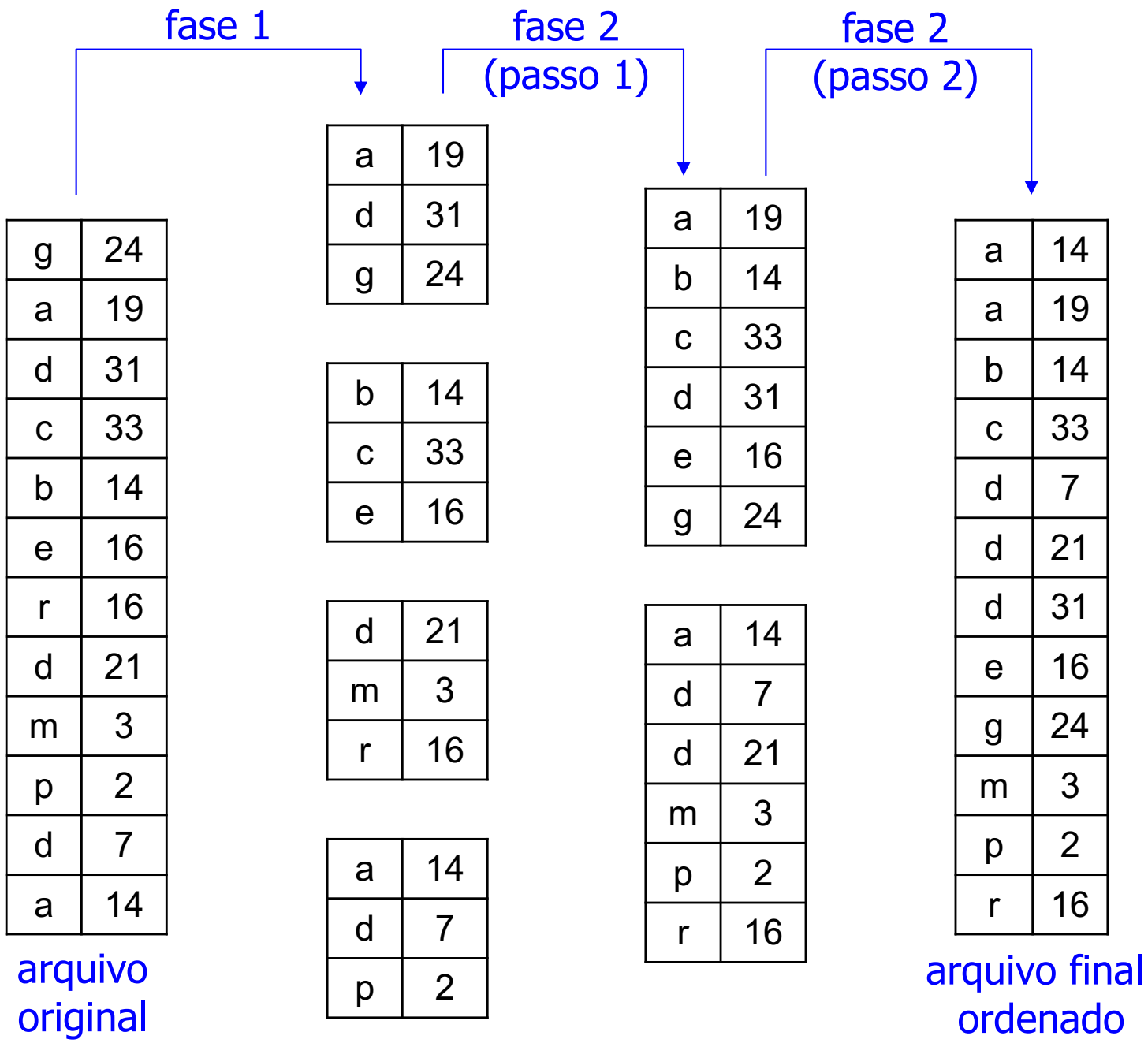
- Fase 1
  - cria subarquivos ordenados (i.e., *runs*) a partir do arquivo original
- Fase 2
  - combina os subarquivos ordenados em subarquivos ordenados maiores até que o arquivo completo esteja ordenado

g	24
a	19
d	31
c	33
b	14
e	16
r	16
d	21
m	3
p	2
d	7
a	14

arquivo original


fase 1
g 24
a 19
d 31
c 33
b 14
e 16
r 16
d 21
m 3
p 2
d 7
a 14
arquivo original
a 19
d 31
g 24
b 14
c 33
e 16
d 21
m 3
r 16
a 14
d 7
p 2


fase 1
fase 2
(passo 1)
g 24
a 19
d 31
c 33
b 14
e 16
r 16
d 21
m 3
p 2
d 7
a 14
arquivo original
a 19
d 31
g 24
b 14
c 33
e 16
d 21
m 3
r 16
a 14
d 7
p 2
a 19
b 14
c 33
d 31
e 16
g 24
a 14
d 7
d 21
m 3
p 2
r 16


fase 1
fase 2
(passo 1)
fase 2
(passo 2)
g 24
a 19
d 31
c 33
b 14
e 16
r 16
d 21
m 3
p 2
d 7
a 14
arquivo original
a 19
d 31
g 24
b 14
c 33
e 16
d 21
m 3
r 16
a 14
d 7
p 2
a 19
b 14
c 33
d 31
e 16
g 24
a 14
d 7
d 21
m 3
p 2
r 16
a 14
a 19
b 14
c 33
d 7
d 21
d 31
e 16
g 24
m 3
p 2
r 16
arquivo final ordenado

Custo do Algoritmo

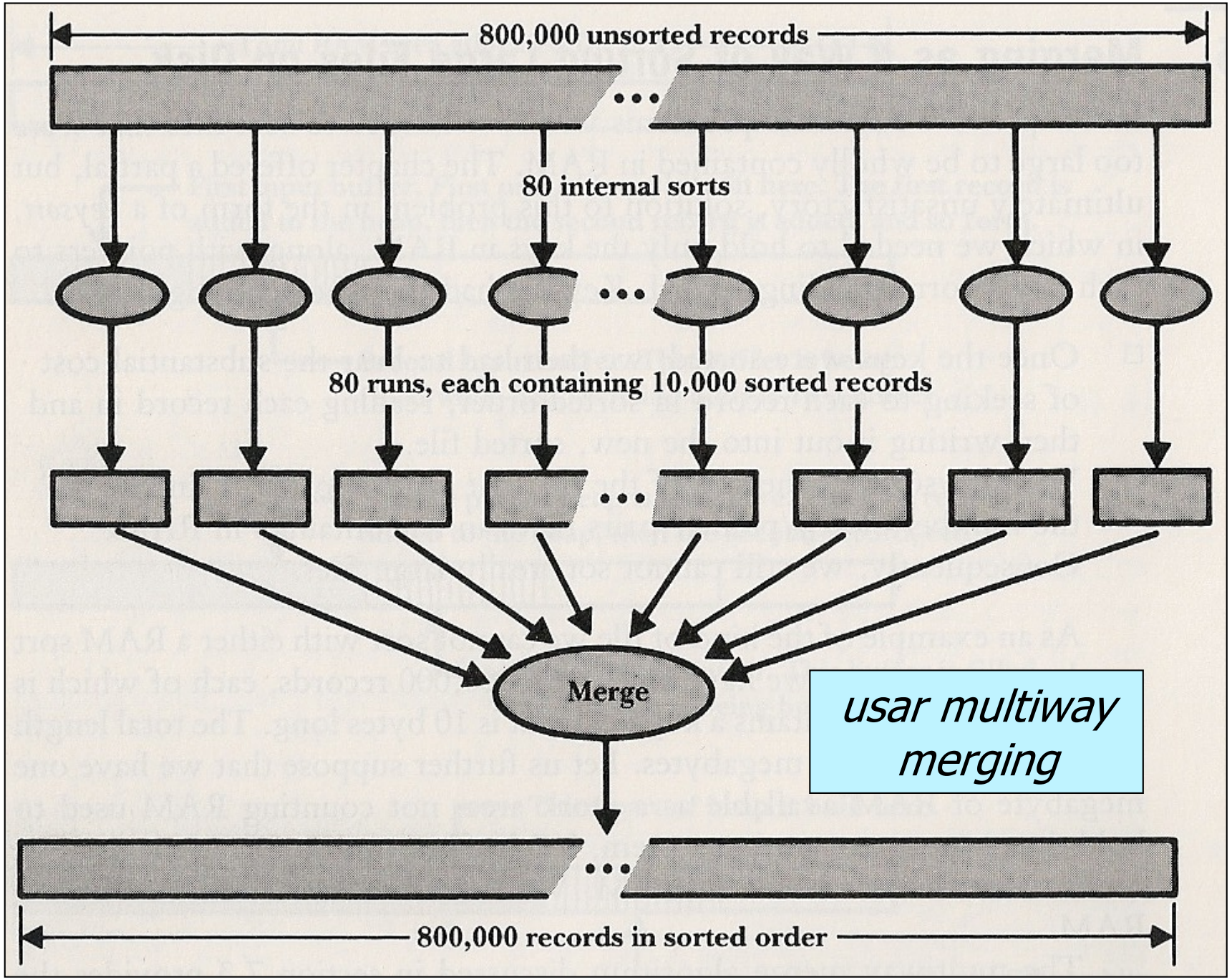
$$(2 * b) + (2 * (b * (\log_{d_m} b)))$$

- (2 * b)
  - número de acessos a disco na fase 1
- cada bloco do arquivo é acessado duas vezes
  - fase de leitura dos dados para a memória
  - fase de escrita dos dados ordenados no disco

Custo do Algoritmo

$$(2 * b) + (2 * (b * (\log_{dm} b)))$$

- $(2 * (b * (\log_{dm} b)))$
  - número de acessos a disco na fase 2
- cada bloco dos subarquivos é acessado várias vezes, dependendo do grau de combinação
  - fase de leitura dos dados para a memória
  - fase de escrita dos dados ordenados no disco



usar multiway merging