

# **Ordenação Externa**

**Letícia Rodrigues Bueno**

UFABC

# Ordenação Externa

## Ordenação Externa

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;

## Ordenação Externa

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;
- **custo para acessar registro é maior:** devemos minimizar acessos, ou seja, transferência da memória secundária para memória primária;

## Ordenação Externa

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;
- **custo para acessar registro é maior:** devemos minimizar acessos, ou seja, transferência da memória secundária para memória primária;
- **fitas magnéticas:** acesso de forma sequencial;

## Ordenação Externa

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;
- **custo para acessar registro é maior:** devemos minimizar acessos, ou seja, transferência da memória secundária para memória primária;
- **fitas magnéticas:** acesso de forma sequencial;
- **discos:** acesso direto, mas todo bloco deve ser trazido à memória;

## Ordenação Externa

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;
- **custo para acessar registro é maior:** devemos minimizar acessos, ou seja, transferência da memória secundária para memória primária;
- **fitas magnéticas:** acesso de forma sequencial;
- **discos:** acesso direto, mas todo bloco deve ser trazido à memória;
- métodos de ordenação externa são muito diferentes dos métodos de ordenação interna;

## Ordenação Externa

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;
- **custo para acessar registro é maior:** devemos minimizar acessos, ou seja, transferência da memória secundária para memória primária;
- **fitas magnéticas:** acesso de forma sequencial;
- **discos:** acesso direto, mas todo bloco deve ser trazido à memória;
- métodos de ordenação externa são muito diferentes dos métodos de ordenação interna;
- **motivo:** dados estão em memória externa, relativamente muito mais lenta que memória principal;



# Ordenação Externa

## Ordenação Externa

- **ordenação por intercalação:** método de ordenação externa mais importante;

## Ordenação Externa

- **ordenação por intercalação:** método de ordenação externa mais importante;
- **intercalar:** combinar dois ou mais blocos ordenados em único bloco ordenado selecionando apropriadamente os itens dos blocos;

## Ordenação Externa

- **ordenação por intercalação:** método de ordenação externa mais importante;
- **intercalar:** combinar dois ou mais blocos ordenados em único bloco ordenado selecionando apropriadamente os itens dos blocos;
- **estratégia geral para ordenação externa:**

## Ordenação Externa

- **ordenação por intercalação:** método de ordenação externa mais importante;
- **intercalar:** combinar dois ou mais blocos ordenados em único bloco ordenado selecionando apropriadamente os itens dos blocos;
- **estratégia geral para ordenação externa:**
  1. primeira passada sobre arquivo: quebra em blocos do tamanho da memória interna disponível;

## Ordenação Externa

- **ordenação por intercalação:** método de ordenação externa mais importante;
- **intercalar:** combinar dois ou mais blocos ordenados em único bloco ordenado selecionando apropriadamente os itens dos blocos;
- **estratégia geral para ordenação externa:**
  1. primeira passada sobre arquivo: quebra em blocos do tamanho da memória interna disponível;
  2. cada bloco é ordenado na memória interna;

## Ordenação Externa

- **ordenação por intercalação:** método de ordenação externa mais importante;
- **intercalar:** combinar dois ou mais blocos ordenados em único bloco ordenado selecionando apropriadamente os itens dos blocos;
- **estratégia geral para ordenação externa:**
  1. primeira passada sobre arquivo: quebra em blocos do tamanho da memória interna disponível;
  2. cada bloco é ordenado na memória interna;
  3. blocos ordenados são intercalados através de várias passadas sobre arquivo;

## Ordenação Externa

- **ordenação por intercalação:** método de ordenação externa mais importante;
- **intercalar:** combinar dois ou mais blocos ordenados em único bloco ordenado selecionando apropriadamente os itens dos blocos;
- **estratégia geral para ordenação externa:**
  1. primeira passada sobre arquivo: quebra em blocos do tamanho da memória interna disponível;
  2. cada bloco é ordenado na memória interna;
  3. blocos ordenados são intercalados através de várias passadas sobre arquivo;
  4. a cada passada, blocos ordenados cada vez maiores são criados;



## Ordenação Externa

- **ordenação por intercalação:** método de ordenação externa mais importante;
- **intercalar:** combinar dois ou mais blocos ordenados em único bloco ordenado selecionando apropriadamente os itens dos blocos;
- **estratégia geral para ordenação externa:**
  1. primeira passada sobre arquivo: quebra em blocos do tamanho da memória interna disponível;
  2. cada bloco é ordenado na memória interna;
  3. blocos ordenados são intercalados através de várias passadas sobre arquivo;
  4. a cada passada, blocos ordenados cada vez maiores são criados;
- **fundamental:** reduzir número de passadas sobre arquivo;

## Ordenação Externa

- **ordenação por intercalação:** método de ordenação externa mais importante;
- **intercalar:** combinar dois ou mais blocos ordenados em único bloco ordenado selecionando apropriadamente os itens dos blocos;
- **estratégia geral para ordenação externa:**
  1. primeira passada sobre arquivo: quebra em blocos do tamanho da memória interna disponível;
  2. cada bloco é ordenado na memória interna;
  3. blocos ordenados são intercalados através de várias passadas sobre arquivo;
  4. a cada passada, blocos ordenados cada vez maiores são criados;
- **fundamental:** reduzir número de passadas sobre arquivo;
- **bons métodos de ordenação externa requerem menos que 10 passadas sobre arquivo;**

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T **E R C** A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T

fita 2: **C E R**



## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C **A L A** C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T

fita 2: C E R

fita 3: **A A L**

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T     A C O

fita 2: C E R

fita 3: A A L

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T      A C O

fita 2: C E R      A B L

fita 3: A A L

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L **A N C** E A D A

fita 1: I N T      A C O

fita 2: C E R      A B L

fita 3: A A L      **A C N**

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T      A C O      A D E

fita 2: C E R      A B L

fita 3: A A L      A C N

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T      A C O      A D E

fita 2: C E R      A B L      A

fita 3: A A L      A C N

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T    A C O    A D E

fita 2: C E R    A B L    A

fita 3: A A L    A C N

A C I Memoria principal

fita 4:

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T    A C O    A D E

fita 2: C E R    A B L    A

fita 3: A A L    A C N

A C I Memoria principal

fita 4: A



## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T    A C O    A D E

fita 2: C E R    A B L    A

fita 3: A A L    A C N

C I L Memoria principal

fita 4: A A

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares: 6**;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T    A C O    A D E

fita 2: C E R    A B L    A

fita 3: A A L    A C N

**E I L** Memória principal

fita 4: A A C

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T    A C O    A D E

fita 2: C E R    A B L    A

fita 3: A A L    A C N

I L R Memoria principal

fita 4: A A C E

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares: 6;**
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I **N** T    A C O    A D E

fita 2: C E **R**    A B L    A

fita 3: A A **L**    A C N

**L N R** Memória principal

fita 4: **A A C E I**

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I **N** T    A C O    A D E

fita 2: C E **R**    A B L    A

fita 3: A A L    A C N

**N R** Memória principal

fita 4: **A A C E I L**

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares: 6;**
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T A C O A D E

fita 2: C E R A B L A

fita 3: A A L A C N

R T Memoria principal

fita 4: A A C E I L N

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N **T** A C O A D E

fita 2: C E R A B L A

fita 3: A A L A C N

T Memória principal

fita 4: **A A C E I L N R**

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T      A C O      A D E

fita 2: C E R      A B L      A

fita 3: A A L      A C N



Memória principal

fita 4: **A A C E I L N R T**



## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T    **A C O**    A D E

fita 2: C E R    **A B L**    A

fita 3: A A L    **A C N**

fita 4: A A C E I L N R T

fita 5: **A A A B C C L N O**

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares: 6;**
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: I N T      A C O      **A D E**

fita 2: C E R      A B L      **A**

fita 3: A A L      A C N

fita 4: A A C E I L N R T

fita 5: A A A B C C L N O

fita 6: **A A D E**

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1:

fita 2:

fita 3:

fita 4: A A C E I L N R T

fita 5: A A A B C C L N O

fita 6: A A D E

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares:** 6;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1:

fita 2:

fita 3:

**A A A** Memoria principal

fita 4: **A** A C E I L N R T

fita 5: **A** A A B C C L N O

fita 6: **A** A D E

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **uso:** fitas magnéticas. **Exemplo:**
- 22 registros lidos sequencialmente;
- memória interna com espaço apenas para 3 registros;
- **número de fitas auxiliares: 6**;
- intercalação balanceada de 3 caminhos:

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A

fita 1: A A A A A A A B C C C D E E I L L N N O R T

fita 2:

fita 3:

fita 4: A A C E I L N R T

fita 5: A A A B C C L N O

fita 6: A A D E

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- Quantas passadas são necessárias para ordenar um arquivo de tamanho arbitrário?

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- Quantas passadas são necessárias para ordenar um arquivo de tamanho arbitrário?
- $n$  registros, memória para  $m$  registros e  $f$  fitas utilizadas por vez, intercalação precisa de  $P(n) = \log_f \frac{n}{m}$  passadas;



## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- Quantas passadas são necessárias para ordenar um arquivo de tamanho arbitrário?
- $n$  registros, memória para  $m$  registros e  $f$  fitas utilizadas por vez, intercalação precisa de  $P(n) = \log_f \frac{n}{m}$  passadas;
- Para  $n = 22$ ,  $m = 3$  e  $f = 3$ :  $P(n) = \log_3 \frac{22}{3} = 2$ ;

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- Quantas passadas são necessárias para ordenar um arquivo de tamanho arbitrário?
- $n$  registros, memória para  $m$  registros e  $f$  fitas utilizadas por vez, intercalação precisa de  $P(n) = \log_f \frac{n}{m}$  passadas;
- Para  $n = 22$ ,  $m = 3$  e  $f = 3$ :  $P(n) = \log_3 \frac{22}{3} = 2$ ;
- Para  $n = 1.000.000.000$ ,  $m = 2.000.000$  e  $f = 4$ :  $P(n) = 5$ ;

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- Quantas passadas são necessárias para ordenar um arquivo de tamanho arbitrário?
- $n$  registros, memória para  $m$  registros e  $f$  fitas utilizadas por vez, intercalação precisa de  $P(n) = \log_f \frac{n}{m}$  passadas;
- Para  $n = 22$ ,  $m = 3$  e  $f = 3$ :  $P(n) = \log_3 \frac{22}{3} = 2$ ;
- Para  $n = 1.000.000.000$ ,  $m = 2.000.000$  e  $f = 4$ :  $P(n) = 5$ ;
- **Tempo total:** multiplicar  $P(n) + 1$  pelo tempo gasto para transferir arquivo de uma fita para outra;

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- Quantas passadas são necessárias para ordenar um arquivo de tamanho arbitrário?
- $n$  registros, memória para  $m$  registros e  $f$  fitas utilizadas por vez, intercalação precisa de  $P(n) = \log_f \frac{n}{m}$  passadas;
- Para  $n = 22$ ,  $m = 3$  e  $f = 3$ :  $P(n) = \log_3 \frac{22}{3} = 2$ ;
- Para  $n = 1.000.000.000$ ,  $m = 2.000.000$  e  $f = 4$ :  $P(n) = 5$ ;
- **Tempo total:** multiplicar  $P(n) + 1$  pelo tempo gasto para transferir arquivo de uma fita para outra;
- Para intercalação de  $f$  caminhos, usamos  $2f$  fitas, mas é possível usar apenas  $f + 1$ ;

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- Quantas passadas são necessárias para ordenar um arquivo de tamanho arbitrário?
- $n$  registros, memória para  $m$  registros e  $f$  fitas utilizadas por vez, intercalação precisa de  $P(n) = \log_f \frac{n}{m}$  passadas;
- Para  $n = 22$ ,  $m = 3$  e  $f = 3$ :  $P(n) = \log_3 \frac{22}{3} = 2$ ;
- Para  $n = 1.000.000.000$ ,  $m = 2.000.000$  e  $f = 4$ :  $P(n) = 5$ ;
- **Tempo total:** multiplicar  $P(n) + 1$  pelo tempo gasto para transferir arquivo de uma fita para outra;
- Para intercalação de  $f$  caminhos, usamos  $2f$  fitas, mas é possível usar apenas  $f + 1$ ;
- **Custo:** uma passada a mais sobre o arquivo em cada intercalação.

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **escolha de  $f$  para fitas magnéticas:**

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **escolha de  $f$  para fitas magnéticas:**
  1. número de fitas disponíveis menos um;



## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **escolha de  $f$  para fitas magnéticas:**
  1. número de fitas disponíveis menos um;
  2.  $f$  fitas para fase de intercalação e uma fita de saída;

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **escolha de  $f$  para fitas magnéticas:**
  1. número de fitas disponíveis menos um;
  2.  $f$  fitas para fase de intercalação e uma fita de saída;
- **escolha de  $f$  para disco magnético:**

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **escolha de  $f$  para fitas magnéticas:**
  1. número de fitas disponíveis menos um;
  2.  $f$  fitas para fase de intercalação e uma fita de saída;
- **escolha de  $f$  para disco magnético:**
  1. disco permite acesso direto a posições arbitrárias do arquivo;

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **escolha de  $f$  para fitas magnéticas:**
  1. número de fitas disponíveis menos um;
  2.  $f$  fitas para fase de intercalação e uma fita de saída;
- **escolha de  $f$  para disco magnético:**
  1. disco permite acesso direto a posições arbitrárias do arquivo;
  2. porém, acesso sequencial é mais eficiente;

## Intercalação Balanceada de $f$ -Caminhos

- **escolha de  $f$  para fitas magnéticas:**
  1. número de fitas disponíveis menos um;
  2.  $f$  fitas para fase de intercalação e uma fita de saída;
- **escolha de  $f$  para disco magnético:**
  1. disco permite acesso direto a posições arbitrárias do arquivo;
  2. porém, acesso sequencial é mais eficiente;
  3. número de discos disponíveis menos um, para evitar maior custo envolvido se dois arquivos diferentes estiverem no mesmo disco;

## Implementação por Seleção por Substituição

## Implementação por Seleção por Substituição

- **Intercalação balanceada de caminhos:** implementação por filas de prioridades;

## Implementação por Seleção por Substituição

- **Intercalação balanceada de caminhos:** implementação por filas de prioridades;
- Implementação é eficiente e elegante;



## Implementação por Seleção por Substituição

- **Intercalação balanceada de caminhos:** implementação por filas de prioridades;
- Implementação é eficiente e elegante;
- Pode ser utilizada na primeira passada sobre arquivo para quebrar em blocos e também na intercalação;

## Implementação por Seleção por Substituição

- **Intercalação balanceada de caminhos:** implementação por filas de prioridades;
- Implementação é eficiente e elegante;
- Pode ser utilizada na primeira passada sobre arquivo para quebrar em blocos e também na intercalação;
- **Na primeira passada:**

## Implementação por Seleção por Substituição

- **Intercalação balanceada de caminhos:** implementação por filas de prioridades;
- Implementação é eficiente e elegante;
- Pode ser utilizada na primeira passada sobre arquivo para quebrar em blocos e também na intercalação;
- **Na primeira passada:**
  1. pega menor chave na memória (usando *heap*);

## Implementação por Seleção por Substituição

- **Intercalação balanceada de caminhos:** implementação por filas de prioridades;
- Implementação é eficiente e elegante;
- Pode ser utilizada na primeira passada sobre arquivo para quebrar em blocos e também na intercalação;
- **Na primeira passada:**
  1. pega menor chave na memória (usando *heap*);
  2. lê próximo item do arquivo;

## Implementação por Seleção por Substituição

- **Intercalação balanceada de caminhos:** implementação por filas de prioridades;
- Implementação é eficiente e elegante;
- Pode ser utilizada na primeira passada sobre arquivo para quebrar em blocos e também na intercalação;
- **Na primeira passada:**
  1. pega menor chave na memória (usando *heap*);
  2. lê próximo item do arquivo;
  3. se próximo item é menor que o item que está saindo, marca item para próximo bloco;

## Implementação por Seleção por Substituição

- **Intercalação balanceada de caminhos:** implementação por filas de prioridades;
- Implementação é eficiente e elegante;
- Pode ser utilizada na primeira passada sobre arquivo para quebrar em blocos e também na intercalação;
- **Na primeira passada:**
  1. pega menor chave na memória (usando *heap*);
  2. lê próximo item do arquivo;
  3. se próximo item é menor que o item que está saindo, marca item para próximo bloco;
  4. quando item marcado vai para topo da fila de prioridades, bloco corrente é encerrado e novo bloco ordenado é iniciado;

## Implementação por Seleção por Substituição

- **Intercalação balanceada de caminhos:** implementação por filas de prioridades;
- Implementação é eficiente e elegante;
- Pode ser utilizada na primeira passada sobre arquivo para quebrar em blocos e também na intercalação;
- **Na primeira passada:**
  1. pega menor chave na memória (usando *heap*);
  2. lê próximo item do arquivo;
  3. se próximo item é menor que o item que está saindo, marca item para próximo bloco;
  4. quando item marcado vai para topo da fila de prioridades, bloco corrente é encerrado e novo bloco ordenado é iniciado;
  5. ao final, vários blocos ordenados são obtidos.

## Implementação por Seleção por Substituição



## Implementação por Seleção por Substituição

- **se chaves são randômicas:** blocos ordenados são cerca de duas vezes o tamanho dos blocos criados por ordenação interna;

## Implementação por Seleção por Substituição

- **se chaves são randômicas:** blocos ordenados são cerca de duas vezes o tamanho dos blocos criados por ordenação interna;
- fase de intercalação inicia com blocos ordenados em média 2 vezes maiores que tamanho da memória interna;

## Implementação por Seleção por Substituição

- **se chaves são randômicas:** blocos ordenados são cerca de duas vezes o tamanho dos blocos criados por ordenação interna;
- fase de intercalação inicia com blocos ordenados em média 2 vezes maiores que tamanho da memória interna;
- isso pode economizar uma passada sobre arquivo;

## Implementação por Seleção por Substituição

- **se chaves são randômicas:** blocos ordenados são cerca de duas vezes o tamanho dos blocos criados por ordenação interna;
- fase de intercalação inicia com blocos ordenados em média 2 vezes maiores que tamanho da memória interna;
- isso pode economizar uma passada sobre arquivo;
- **se houver alguma ordem nas chaves:** blocos ordenados podem ser ainda maiores;

## Implementação por Seleção por Substituição

- **se chaves são randômicas:** blocos ordenados são cerca de duas vezes o tamanho dos blocos criados por ordenação interna;
- fase de intercalação inicia com blocos ordenados em média 2 vezes maiores que tamanho da memória interna;
- isso pode economizar uma passada sobre arquivo;
- **se houver alguma ordem nas chaves:** blocos ordenados podem ser ainda maiores;
- **se nenhuma chave tem mais de  $m$  chaves maiores que ela, antes dela:** arquivo é ordenado na primeira passada.  
**Exemplo:** chaves **R A P A Z**;

## Implementação por Seleção por Substituição

- **se chaves são randômicas:** blocos ordenados são cerca de duas vezes o tamanho dos blocos criados por ordenação interna;
- fase de intercalação inicia com blocos ordenados em média 2 vezes maiores que tamanho da memória interna;
- isso pode economizar uma passada sobre arquivo;
- **se houver alguma ordem nas chaves:** blocos ordenados podem ser ainda maiores;
- **se nenhuma chave tem mais de  $m$  chaves maiores que ela, antes dela:** arquivo é ordenado na primeira passada.  
**Exemplo:** chaves **R A P A Z**;
- se  $f$  é pequeno, não tem vantagem porque menor item pode ser encontrado em  $f - 1$  comparações;

## Implementação por Seleção por Substituição

- **se chaves são randômicas:** blocos ordenados são cerca de duas vezes o tamanho dos blocos criados por ordenação interna;
- fase de intercalação inicia com blocos ordenados em média 2 vezes maiores que tamanho da memória interna;
- isso pode economizar uma passada sobre arquivo;
- **se houver alguma ordem nas chaves:** blocos ordenados podem ser ainda maiores;
- **se nenhuma chave tem mais de  $m$  chaves maiores que ela, antes dela:** arquivo é ordenado na primeira passada.  
**Exemplo:** chaves **R A P A Z**;
- se  $f$  é pequeno, não tem vantagem porque menor item pode ser encontrado em  $f - 1$  comparações;
- se  $f \geq 8$ , *heap* é melhor pois faz apenas  $\log_2 f$  comparações;

## **Seleção por Substituição: Primeira Passada**



## Seleção por Substituição: Primeira Passada

**I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A**

<b>I</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
----------	----------	----------

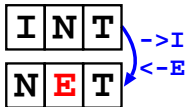
fita 1

fita 2

fita 3

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



fita 1

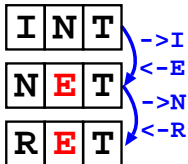
I

fita 2

fita 3

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



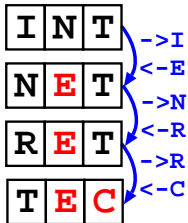
fita 1 IN

fita 2

fita 3

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



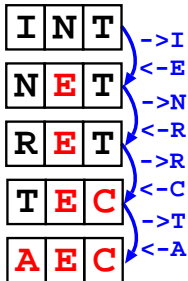
fita 1

fita 2

fita 3

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



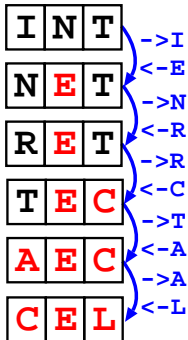
fita 1

fita 2

fita 3

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



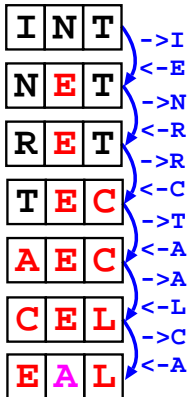
fita 1

fita 2

fita 3

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



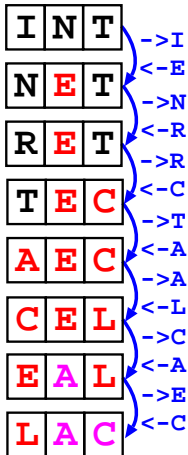
fita 1

fita 2

fita 3

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



fita 1 **INRT**

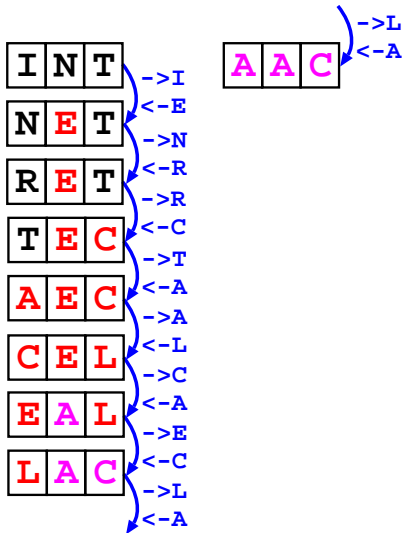
fita 2 **ACE**

fita 3



## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



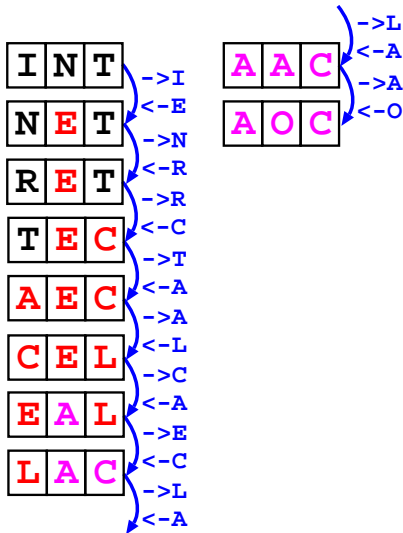
fita 1 **INRT**

fita 2 **ACEL**

fita 3

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



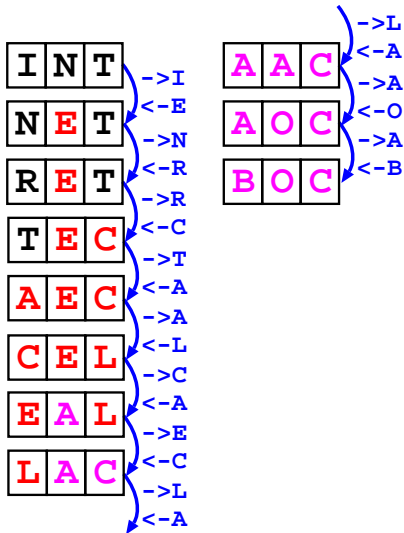
fita 1 **INRT**

fita 2 **ACEL**

fita 3 **A**

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



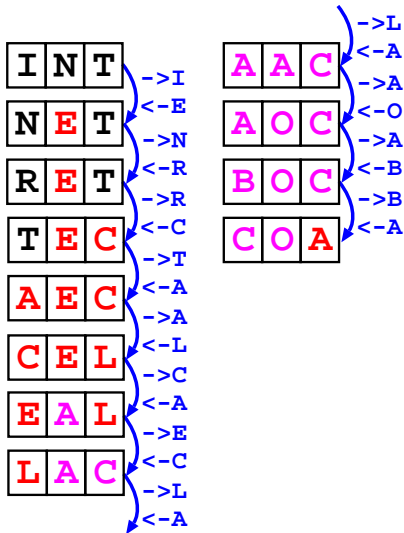
fita 1 **INRT**

fita 2 **ACEL**

fita 3 **AA**

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



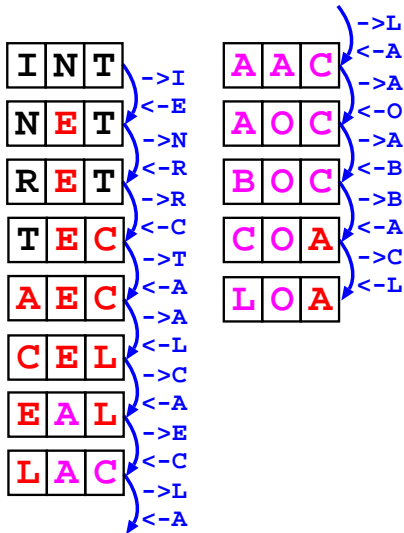
fita 1 **INRT**

fita 2 **ACEL**

fita 3 **AAB**

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



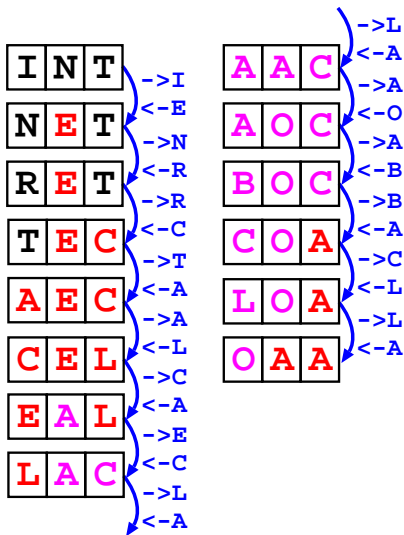
fita 1 **INRT**

fita 2 **ACEL**

fita 3 **AABC**

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



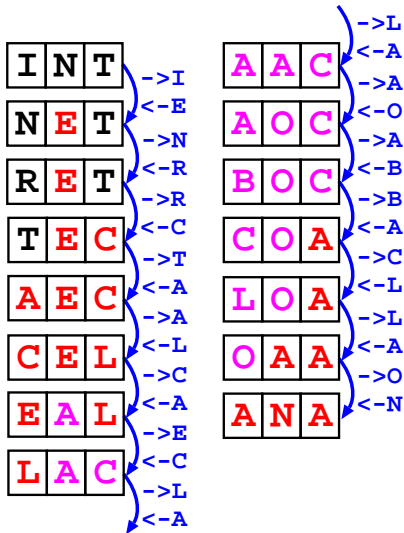
fita 1 **INRT**

fita 2 **ACEL**

fita 3 **AABCL**

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



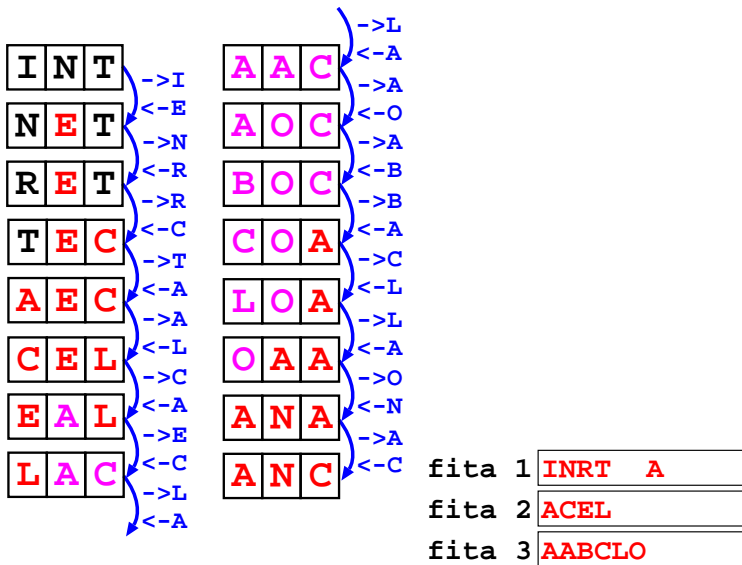
fita 1 **INRT**

fita 2 **ACEL**

fita 3 **AABCLO**

## Seleção por Substituição: Primeira Passada

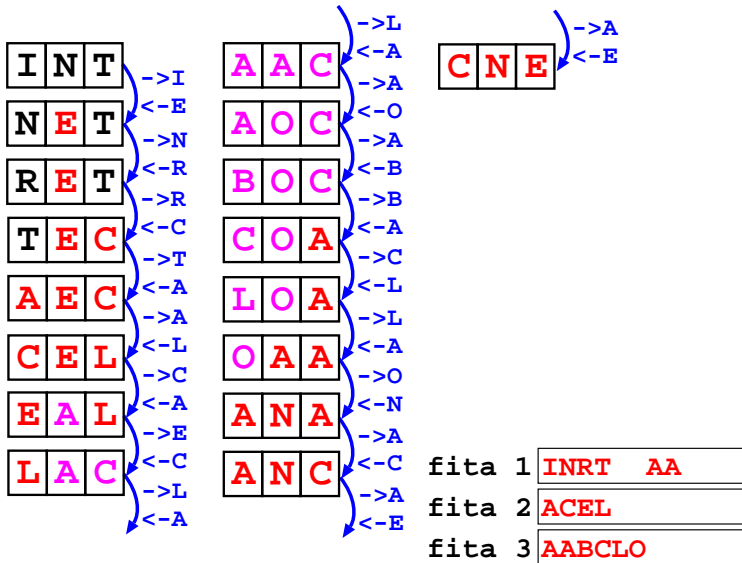
I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A





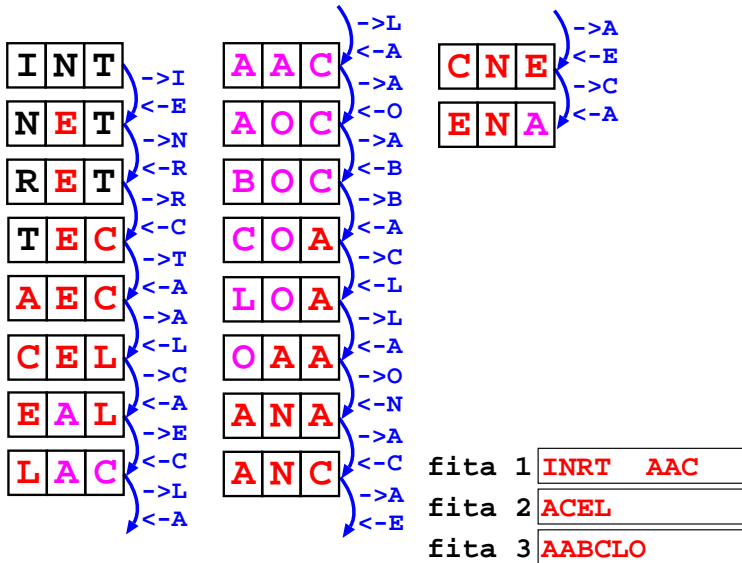
## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



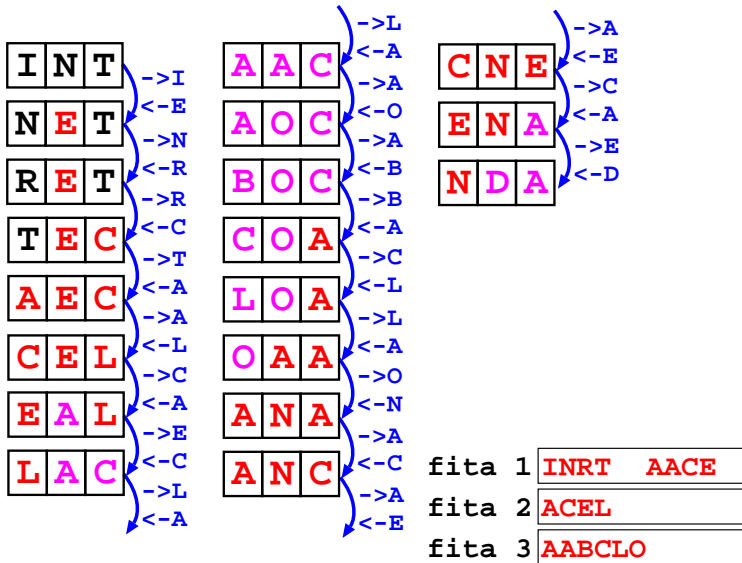
## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



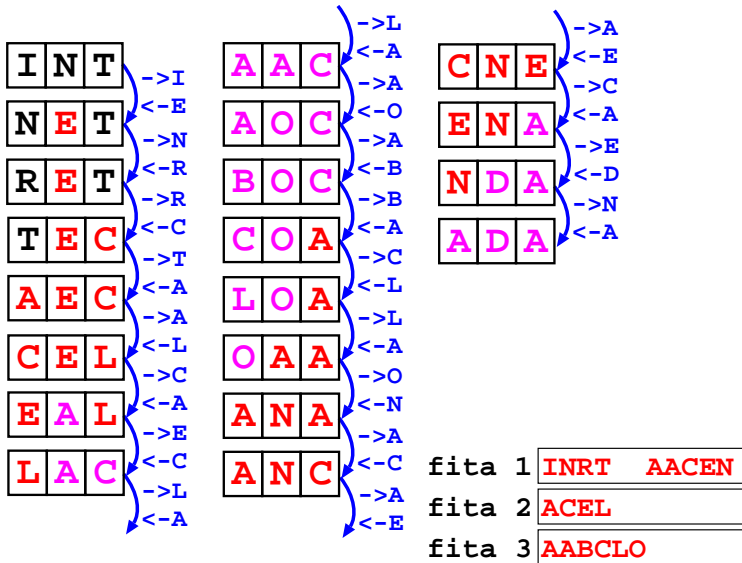
## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



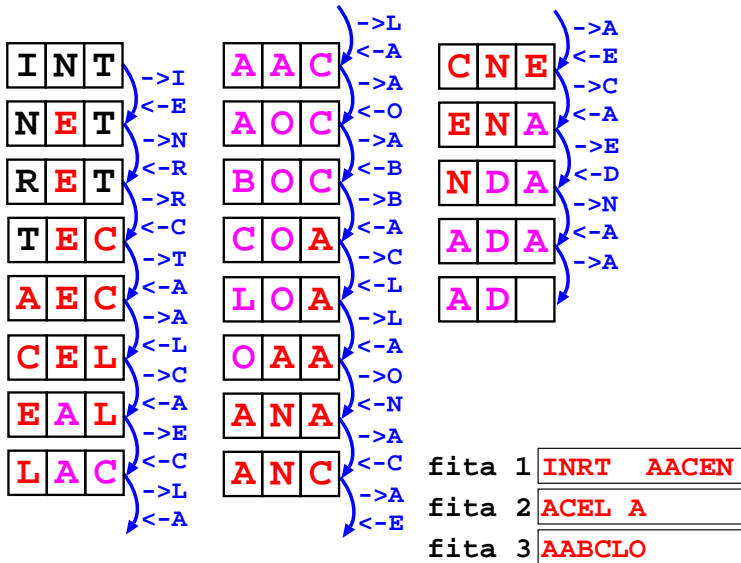
## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



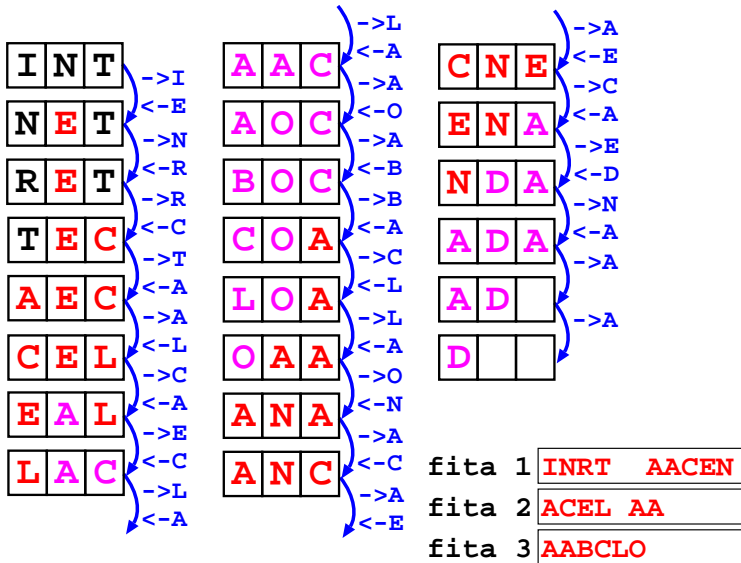
## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



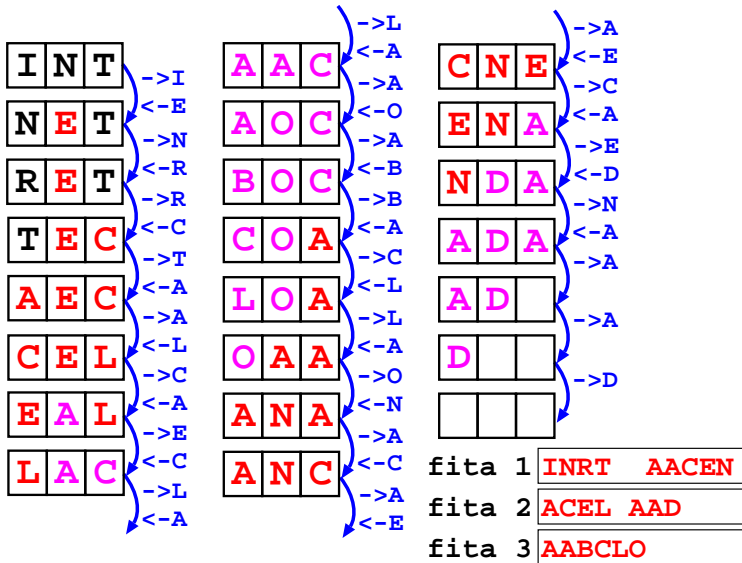
## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



## Seleção por Substituição: Primeira Passada

I N T E R C A L A C A O B A L A N C E A D A



# Intercalação Polifásica



## Intercalação Polifásica

- intercalação balanceada de  $f$ -caminhos usa  $f$  fitas para intercalar e uma para saída;

## Intercalação Polifásica

- intercalação balanceada de  $f$ -caminhos usa  $f$  fitas para intercalar e uma para saída;
- necessário copiar o arquivo quase todo da fita de saída para  $f$  fitas de entrada;

## Intercalação Polifásica

- intercalação balanceada de  $f$ -caminhos usa  $f$  fitas para intercalar e uma para saída;
- necessário copiar o arquivo quase todo da fita de saída para  $f$  fitas de entrada;
- **intercalação polifásica:** estratégia para eliminar a necessidade da cópia adicional;

## Intercalação Polifásica

- intercalação balanceada de  $f$ -caminhos usa  $f$  fitas para intercalar e uma para saída;
- necessário copiar o arquivo quase todo da fita de saída para  $f$  fitas de entrada;
- **intercalação polifásica:** estratégia para eliminar a necessidade da cópia adicional;
  - distribui blocos ordenados produzidos pela seleção por substituição entre as fitas, deixando uma livre;

## Intercalação Polifásica

- intercalação balanceada de  $f$ -caminhos usa  $f$  fitas para intercalar e uma para saída;
- necessário copiar o arquivo quase todo da fita de saída para  $f$  fitas de entrada;
- **intercalação polifásica:** estratégia para eliminar a necessidade da cópia adicional;
  - distribui blocos ordenados produzidos pela seleção por substituição entre as fitas, deixando uma livre;
  - intercalação é executada até que uma das fitas esvazie;

## Intercalação Polifásica

- intercalação balanceada de  $f$ -caminhos usa  $f$  fitas para intercalar e uma para saída;
- necessário copiar o arquivo quase todo da fita de saída para  $f$  fitas de entrada;
- **intercalação polifásica:** estratégia para eliminar a necessidade da cópia adicional;
  - distribui blocos ordenados produzidos pela seleção por substituição entre as fitas, deixando uma livre;
  - intercalação é executada até que uma das fitas esvazie;
  - uma das fitas de saída se torna a fita de entrada e a fita de entrada se torna uma fita de saída;

## Exercícios

Um arquivo *A* tem registros com chaves: 80, 12, 3, 17, 26, 4, 95, 11, 73, 61, 7, 52, 41, 38, 91, 2, 36, 33, 25. **Responda:**

## Exercícios

Um arquivo  $A$  tem registros com chaves: 80, 12, 3, 17, 26, 4, 95, 11, 73, 61, 7, 52, 41, 38, 91, 2, 36, 33, 25. **Responda:**

1. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $2f$  fitas e  $m = 3$ .



## Exercícios

Um arquivo  $A$  tem registros com chaves: 80, 12, 3, 17, 26, 4, 95, 11, 73, 61, 7, 52, 41, 38, 91, 2, 36, 33, 25. **Responda:**

1. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $2f$  fitas e  $m = 3$ .
2. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $f + 1$  fitas e  $m = 3$ .

## Exercícios

Um arquivo  $A$  tem registros com chaves: 80, 12, 3, 17, 26, 4, 95, 11, 73, 61, 7, 52, 41, 38, 91, 2, 36, 33, 25. **Responda:**

1. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $2f$  fitas e  $m = 3$ .
2. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $f + 1$  fitas e  $m = 3$ .
3. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $f + 1$  fitas e  $m = 3$  implementada por meio de Seleção por Substituição.

## Exercícios

Um arquivo  $A$  tem registros com chaves: 80, 12, 3, 17, 26, 4, 95, 11, 73, 61, 7, 52, 41, 38, 91, 2, 36, 33, 25. **Responda:**

1. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $2f$  fitas e  $m = 3$ .
2. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $f + 1$  fitas e  $m = 3$ .
3. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $f + 1$  fitas e  $m = 3$  implementada por meio de Seleção por Substituição.
4. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $f + 1$  fitas e  $m = 3$  com Seleção por Substituição e intercalação polifásica.

## Exercícios

Um arquivo  $A$  tem registros com chaves: 80, 12, 3, 17, 26, 4, 95, 11, 73, 61, 7, 52, 41, 38, 91, 2, 36, 33, 25. **Responda:**

1. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $2f$  fitas e  $m = 3$ .
2. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $f + 1$  fitas e  $m = 3$ .
3. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $f + 1$  fitas e  $m = 3$  implementada por meio de Seleção por Substituição.
4. Ordene  $A$  usando intercalação balanceada de 4-caminhos com  $f + 1$  fitas e  $m = 3$  com Seleção por Substituição e intercalação polifásica.
5. Para os exercícios anteriores, avalie a eficiência em relação ao número de passadas sobre arquivo e compare-os.

## Bibliografia Utilizada

FOLK, M.; ZOELLICK B. File Structures, 2ª edição, Addison-Wesley, 1992.

ZIVIANI, N. Projeto de Algoritmos: com implementações em Pascal e C, 2ª edição, Cengage Learning, 2009.