

# Estrutura de Dados II

Prof. Me. Pietro M. de Oliveira

- **Unidade IV**
  - Mergesort
  - Quicksort
  - Heapsort

# Mergesort

Baseado no conceito “**dividir para conquistar**”

- Problema complexo sendo dividido em problemas menores, mais fáceis.

Implementação inerentemente recursiva

- Algoritmo mais complexo

Estável

Após dividir “junta” as partes, resolvendo o probl.

**Divide and Conquer:** considere o arranjo **A**

- Divisão - Se **A** contem zero ou um elemento, retorne **A** pois já está ordenada. Caso contrário, divida **A** recursivamente em duas partes **A<sub>e</sub>** e **A<sub>d</sub>**, cada uma contendo metade dos elementos de **A**;
- Recursão – Recursivamente, ordene **A<sub>e</sub>** e **A<sub>d</sub>**;
- Conquista – Posicione os elementos de volta em **A**, unindo **A<sub>e</sub>** e **A<sub>d</sub>** de maneira ordenada.

## Eficiência

- Custo computacional reduzido
- Utiliza memória auxiliar a cada divisão
  - Cria-se um novo vetor a cada chamada
- Imagine um arranjo contendo  **$n$**  elementos
  - O Mergesort executa, na pior das hipóteses, cerca de  **$n \times \log n$**  operações para realizar a ordenação

Curiosidade: concebido por Vonn Newmann (1945)

## Algoritmo

**Mergesort**(arranjo *A*, *inicio*, *fim*)

1. Se *inicio* < *fim* então
2.     *meio*  $\leftarrow$  (*inicio* + *fim*)/2
3.     **Mergesort**(*A*, *inicio*, *meio*)
4.     **Mergesort**(*A*, *meio*+1, *fim*)
5.     **Merge**(*A*, *inicio*, *meio*, *fim*)

## Subalgoritmo

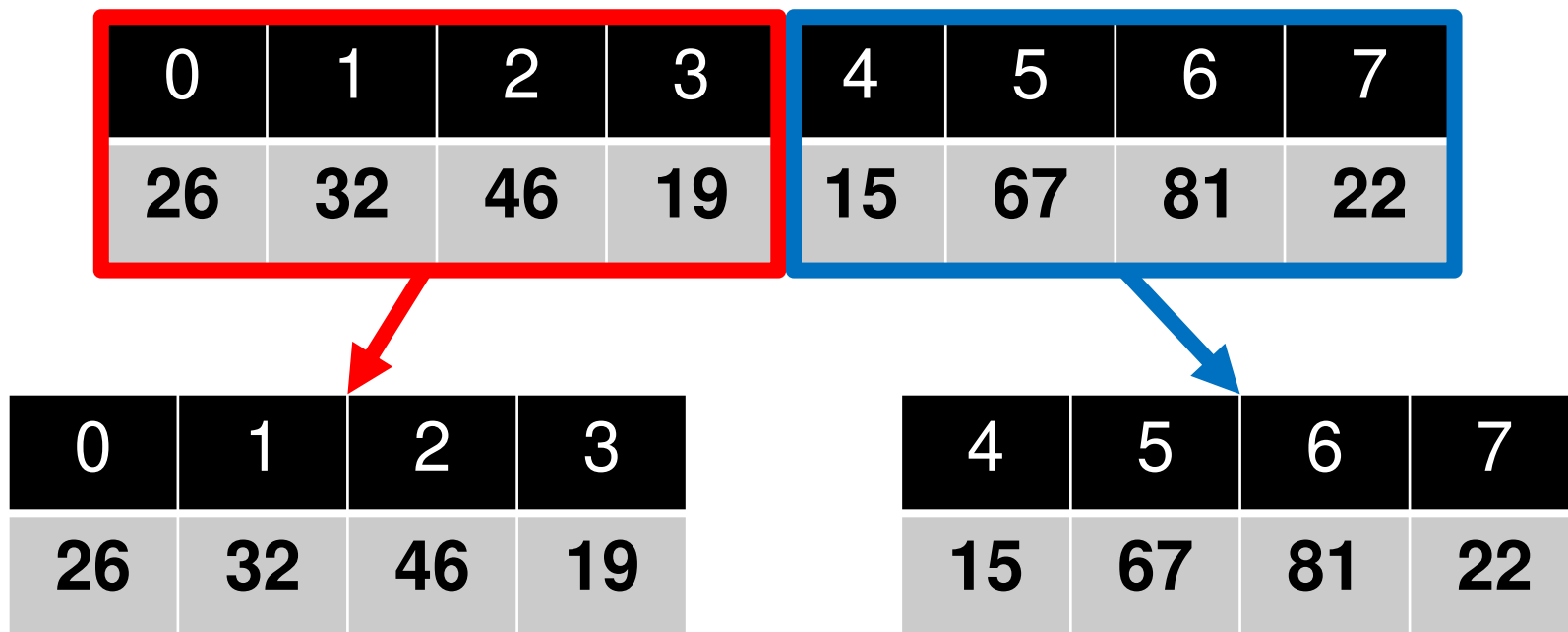
**Merge**(arranjo  $A$ ,  $i$ ,  $m$ ,  $f$ )

1.  $n_e \leftarrow m - i + 1$  e  $n_d \leftarrow f - m$
2.  $E[0..n_e - 1] \leftarrow A[i..m]$  e  $E[n_e] \leftarrow \infty$
3.  $D[0..n_d - 1] \leftarrow A[m + 1..f]$  e  $D[n_d] \leftarrow \infty$
4.  $x \leftarrow 0$  e  $y \leftarrow 0$
5. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
6.     Se  $E[x] < D[y]$  então
7.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x + 1$
8.     Se não
9.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y + 1$



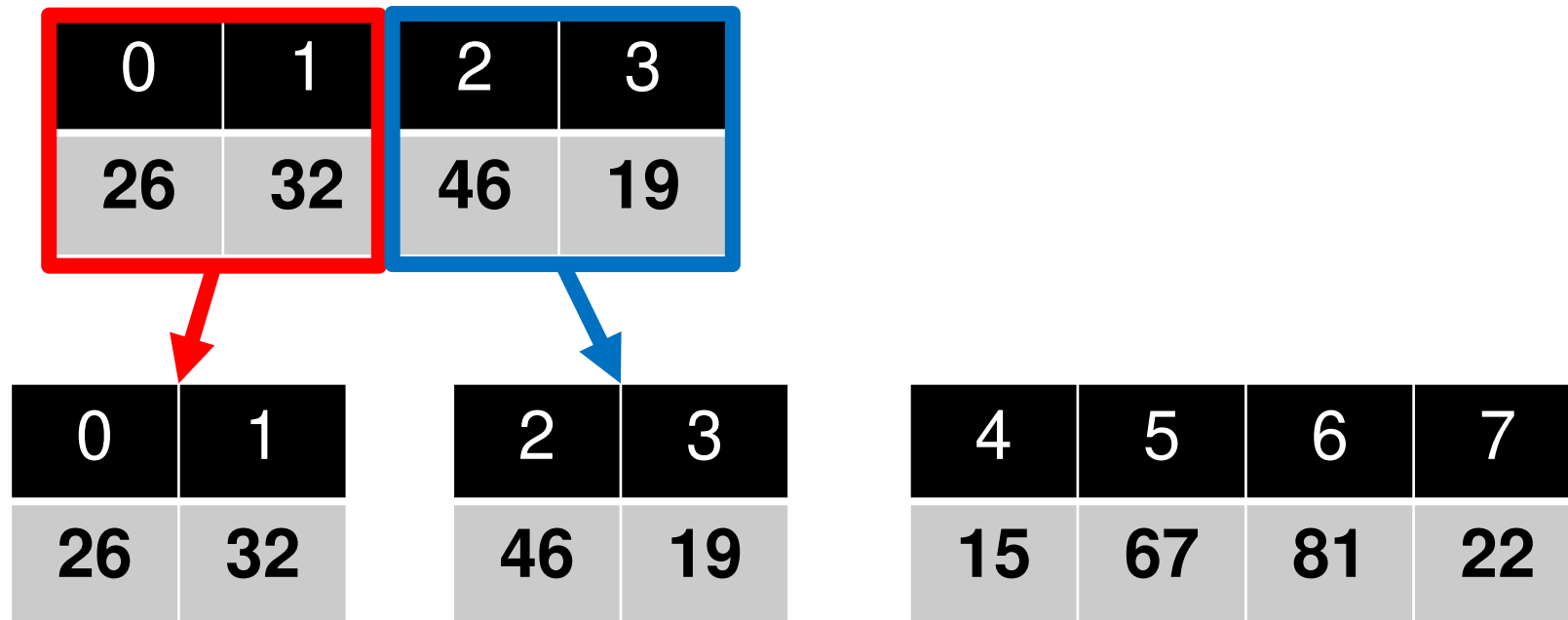
Chamadas recursivas:

- **Mergesort**(*A*, *inicio*, *meio*)
- **Mergesort**(*A*, *meio+1*, *fim*)



Chamadas recursivas:

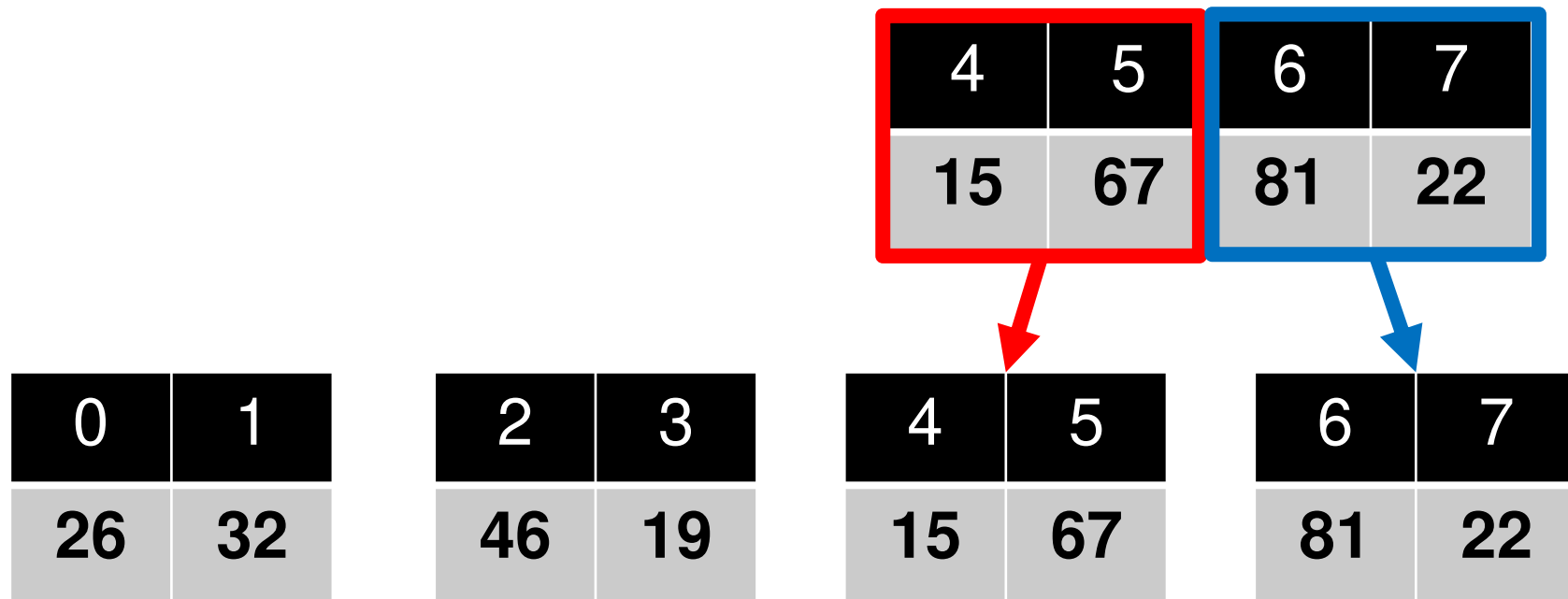
- **Mergesort(*A*, *inicio*, *meio*)**
- **Mergesort(*A*, *meio+1*, *fim*)**



# Mergesort - Exemplo

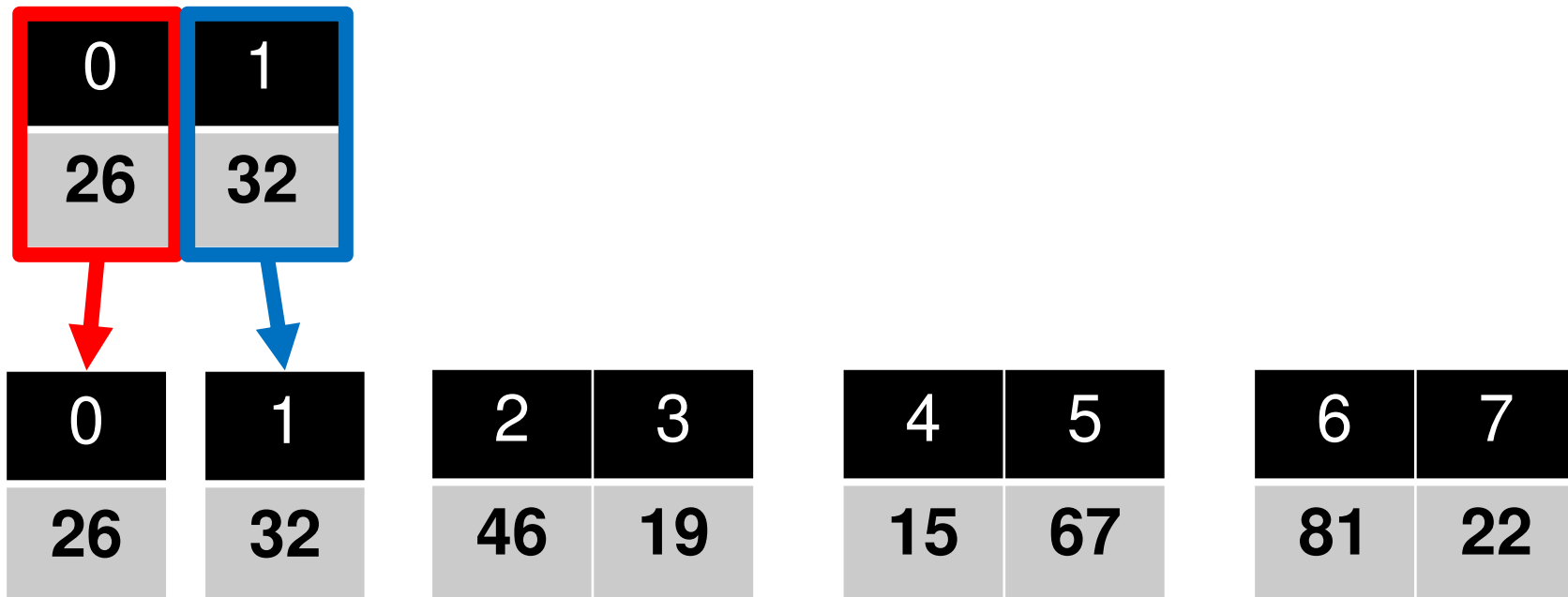
Chamadas recursivas:

- **Mergesort**(*A*, *inicio*, *meio*)
- **Mergesort**(*A*, *meio+1*, *fim*)



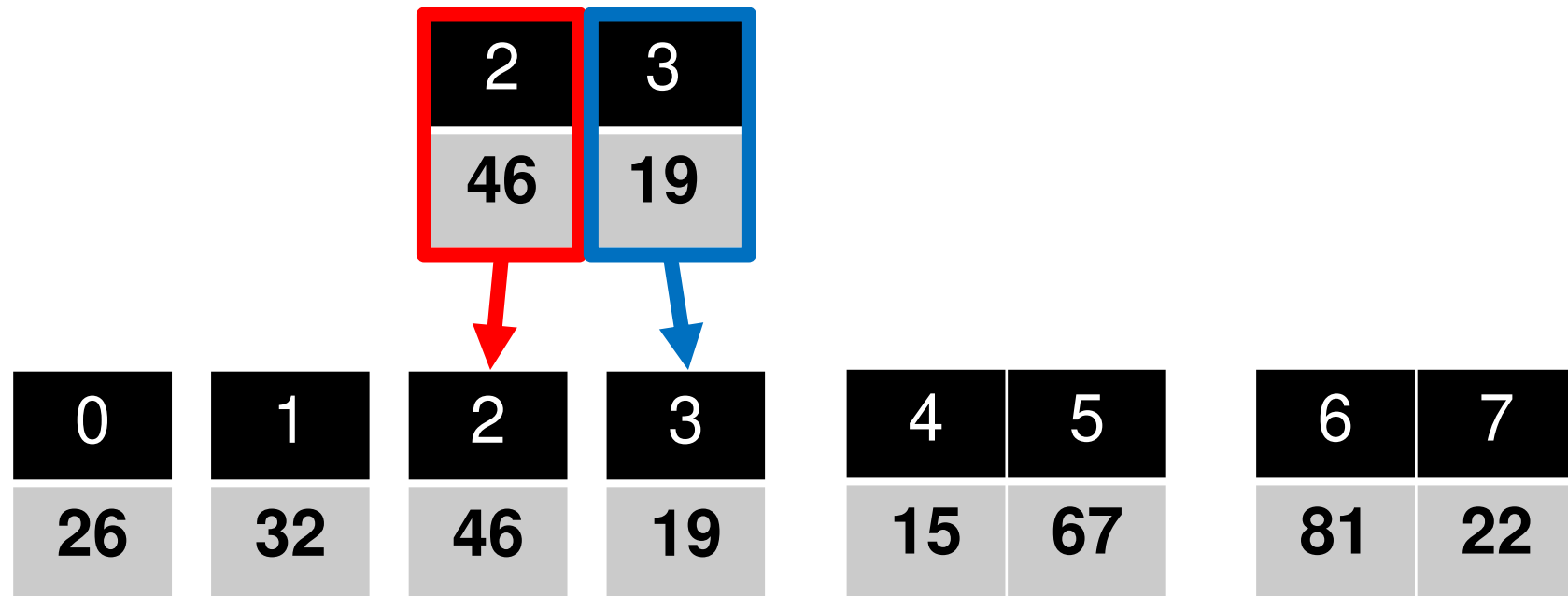
Chamadas recursivas:

- **Mergesort**(*A*, *inicio*, *meio*)
- **Mergesort**(*A*, *meio+1*, *fim*)



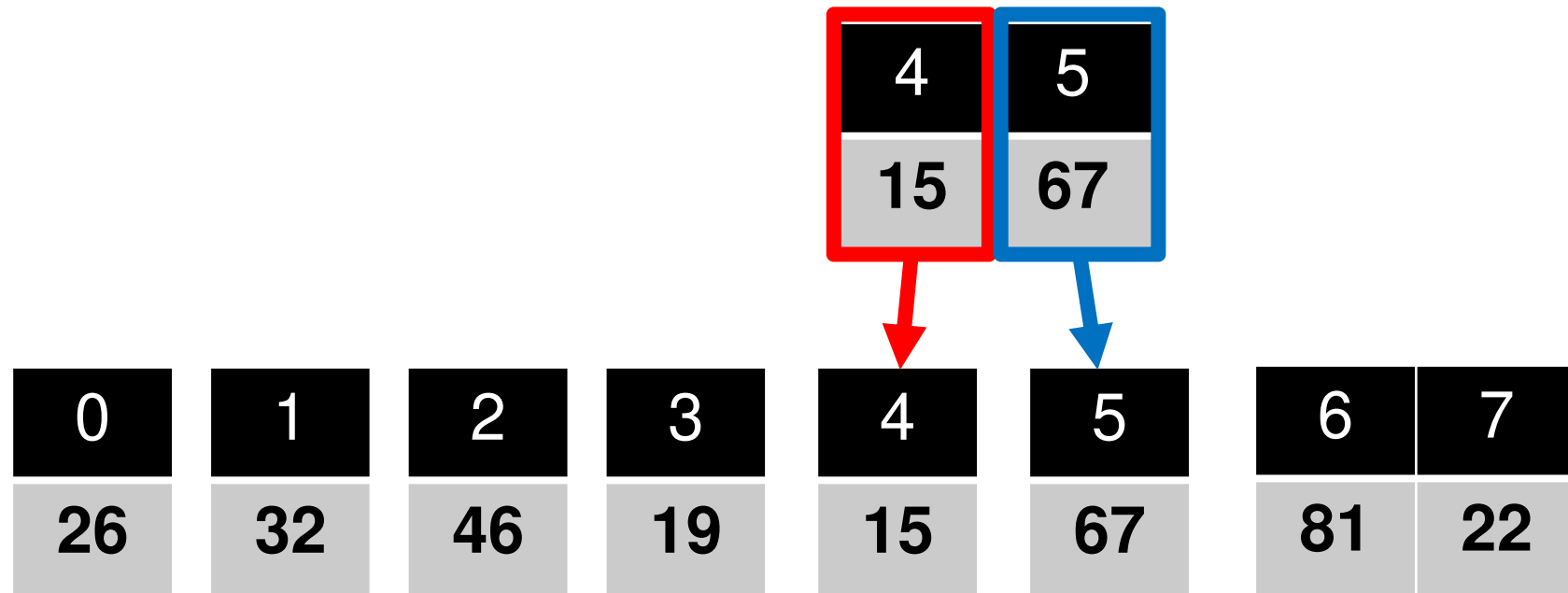
Chamadas recursivas:

- **Mergesort**(*A*, *inicio*, *meio*)
- **Mergesort**(*A*, *meio+1*, *fim*)



Chamadas recursivas:

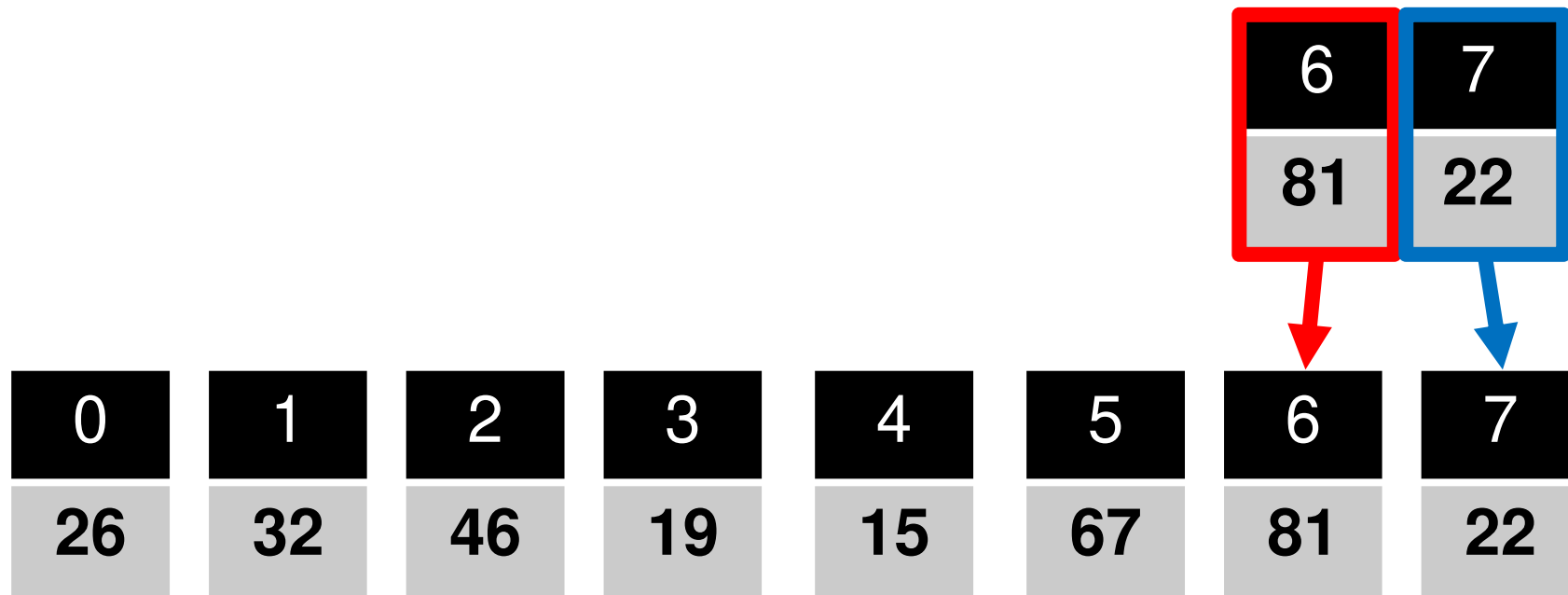
- **Mergesort**(*A*, *inicio*, *meio*)
- **Mergesort**(*A*, *meio+1*, *fim*)



# Mergesort - Exemplo

Chamadas recursivas:

- **Mergesort**(*A*, *inicio*, *meio*)
- **Mergesort**(*A*, *meio+1*, *fim*)



Fim das chamadas recursivas

- *inicio* < *fim* = **FALSO**
- Vetores unitários já se encontram ordenados por si só!

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	46	19	15	67	81	22



## Merge (Mergesort) - Exemplo

**Merge(arranjo  $A$ ,  $i$ ,  $m$ ,  $f$ )**

1.  $n_e \leftarrow m - i + 1$  e  $n_d \leftarrow f - m$
2.  $E[0..n_e - 1] \leftarrow A[i..m]$  e  $E[n_e] \leftarrow \infty$
3.  $D[0..n_d - 1] \leftarrow A[m + 1..f]$  e  $D[n_d] \leftarrow \infty$
4.  $x \leftarrow 0$  e  $y \leftarrow 0$
5. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
6.     Se  $E[x] < D[y]$  então
7.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x + 1$
8.     Se não
9.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y + 1$

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	46	19	15	67	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	32	46	19	15	67	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7
26							

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	32	46	19	15	67	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7
26							

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	46	19	15	67	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32						

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	46	19	15	67	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32						

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	46	<del>19</del>	15	67	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19					

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	46	<del>19</del>	15	67	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19					



# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>19</del>	15	67	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19	46				

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>19</del>	15	67	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19	46				

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>19</del>	<del>15</del>	67	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19	46	15			

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>19</del>	<del>15</del>	67	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19	46	15			

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>19</del>	<del>15</del>	<del>67</del>	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19	46	15	67		

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>19</del>	<del>15</del>	<del>67</del>	81	22

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19	46	15	67		

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>19</del>	<del>15</del>	<del>67</del>	81	<del>22</del>

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19	46	15	67	22	

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>19</del>	<del>15</del>	<del>67</del>	81	<del>22</del>

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19	46	15	67	22	



# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>19</del>	<del>15</del>	<del>67</del>	<del>81</del>	<del>22</del>

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19	46	15	67	22	81

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19	46	15	67	22	81

0	1	2	3	4	5	6	7

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	19	46	15	67	22	81

0	1	2	3
19			

4	5	6	7

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
26	32	<del>19</del>	46	15	67	22	81

0	1	2	3	4	5	6	7
19							

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	32	<del>19</del>	46	15	67	22	81

0	1	2	3	4	5	6	7
19	26						

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	32	<del>19</del>	46	15	67	22	81

0	1	2	3	4	5	6	7
19	26						

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>19</del>	46	15	67	22	81

0	1	2	3
19	26	32	

4	5	6	7

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>19</del>	46	15	67	22	81

0	1	2	3
19	26	32	

4	5	6	7



# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>19</del>	<del>46</del>	15	67	22	81

0	1	2	3
19	26	32	46

4	5	6	7

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>19</del>	<del>46</del>	15	67	22	81

0	1	2	3
19	26	32	46

4	5	6	7

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>19</del>	<del>46</del>	<del>15</del>	67	22	81

0	1	2	3
19	26	32	46

4	5	6	7
15			

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>19</del>	<del>46</del>	<del>15</del>	67	22	81

0	1	2	3
19	26	32	46

4	5	6	7
15			

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>19</del>	<del>46</del>	<del>15</del>	67	<del>22</del>	81

0	1	2	3
19	26	32	46

4	5	6	7
15	22		

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>19</del>	<del>46</del>	<del>15</del>	67	<del>22</del>	81

0	1	2	3
19	26	32	46

4	5	6	7
15	22		

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>19</del>	<del>46</del>	<del>15</del>	<del>67</del>	<del>22</del>	81

0	1	2	3	4	5	6	7
19	26	32	46	15	22	67	

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>19</del>	<del>46</del>	<del>15</del>	<del>67</del>	<del>22</del>	81

0	1	2	3
19	26	32	46

4	5	6	7
15	22	67	



# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>26</del>	<del>32</del>	<del>19</del>	<del>46</del>	<del>15</del>	<del>67</del>	<del>22</del>	<del>81</del>

0	1	2	3
19	26	32	46

4	5	6	7
15	22	67	81

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
19	26	32	46	15	22	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7

## Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
19	26	32	46	<del>15</del>	22	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15							

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
19	26	32	46	<del>15</del>	22	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15							

## Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	26	32	46	<del>15</del>	22	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19						

## Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	26	32	46	<del>15</del>	22	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19						

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	26	32	46	<del>15</del>	<del>22</del>	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19	22					

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	26	32	46	<del>15</del>	<del>22</del>	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19	22					



## Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	<del>26</del>	32	46	<del>15</del>	<del>22</del>	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19	22	26				

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	<del>26</del>	32	46	<del>15</del>	<del>22</del>	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19	22	26				

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	<del>26</del>	<del>32</del>	46	<del>15</del>	<del>22</del>	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19	22	26	32			

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	<del>26</del>	<del>32</del>	46	<del>15</del>	<del>22</del>	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19	22	26	32			

## Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>15</del>	<del>22</del>	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19	22	26	32	46		

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>15</del>	<del>22</del>	67	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19	22	26	32	46		

## Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>15</del>	<del>22</del>	<del>67</del>	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19	22	26	32	46	67	

# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>15</del>	<del>22</del>	<del>67</del>	81

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19	22	26	32	46	67	



# Merge (Mergesort) - Exemplo

1. Para  $k \leftarrow i$  até  $f$  faça
2.     Se  $E[x] < D[y]$  então
3.          $A[k] \leftarrow E[x]$  e  $x \leftarrow x+1$
4.     Se não
5.          $A[k] \leftarrow D[y]$  e  $y \leftarrow y+1$

0	1	2	3	4	5	6	7
<del>19</del>	<del>26</del>	<del>32</del>	<del>46</del>	<del>15</del>	<del>22</del>	<del>67</del>	<del>81</del>

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19	22	26	32	46	67	81

# Merge (Mergesort) - Exemplo

Vetor ordenado!

0	1	2	3	4	5	6	7
15	19	22	26	32	46	67	81

# Estrutura de Dados II

Prof. Me. Pietro M. de Oliveira