

Unidade III:

Ordenação Interna - Counting Sort



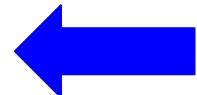
Instituto de Ciências Exatas e Informática
Departamento de Ciência da Computação

Agenda

- Funcionamento básico
- Algoritmo em C *like*
- Análise dos número de movimentações e comparações

Agenda

- Funcionamento básico

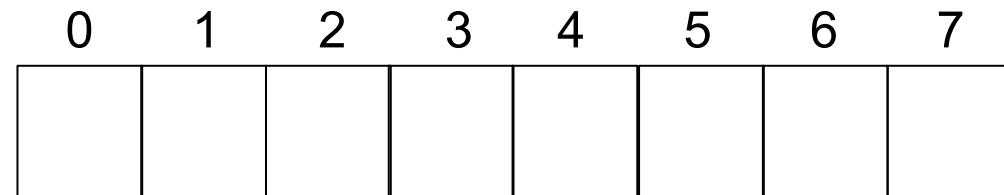


- Algoritmo em C *like*
- Análise dos número de movimentações e comparações

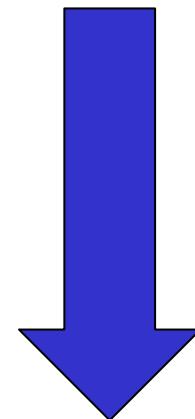
Ideia Básica

- Triplicamos o número de arrays (entrada, contagem e saída)

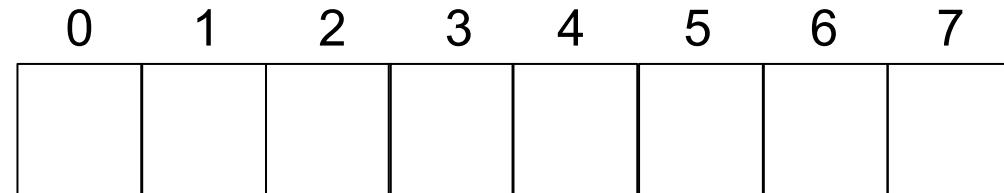
Array de entrada
(a ser ordenado)



Array de contagem
(mapeamento de
elementos)



Array de saída
(ordenado)



Ideia Básica

- Cada posição do contagem armazena o número de elementos menores ou iguais a ela no entrada. Por exemplo, se a entrada tem 3 zeros, 1 um e 2 dois, então o contagem tem 3, 4 e 6, respectivamente

Array de entrada

0	a	b	c	d	e
1	...	2	0	2	...

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
3	4	6			

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

O array de contagem terá seis posições (0 à 5)

O array de saída terá oito posições

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	0	0	0	0	0

Inicializar todas as posições
do array de contagem com zero

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	0	0	0	0	0

Para cada elemento do *array de entrada*,
incrementá-lo no de contagem

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	0	1	0	0	0

Para cada elemento do *array de entrada*,
incrementá-lo no de contagem

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	0	1	0	0	1

Para cada elemento do *array de entrada*,
incrementá-lo no de contagem

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	0	1	1	0	1

Para cada elemento do *array de entrada*,
incrementá-lo no de contagem

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	0	1	1	0	1

Para cada elemento do *array de entrada*,
incrementá-lo no de contagem

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	0	2	1	0	1

Para cada elemento do *array de entrada*,
incrementá-lo no de contagem

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	0	2	2	0	1

Para cada elemento do *array de entrada*,
incrementá-lo no de contagem

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	0	2	2	0	1

Para cada elemento do *array de entrada*,
incrementá-lo no de contagem

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	0	2	3	0	1

Para cada elemento do *array de entrada*,
incrementá-lo no de contagem

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	0	2	3	0	1

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	0	2	3	0	1

Fazer com que o *array de contagem* seja acumulativo de tal forma que cada posição i armazene o número de elementos menores ou iguais a i

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	0	2	3	0	1

Fazer com que o *array de contagem* seja acumulativo de tal forma que cada posição i armazene o número de elementos menores ou iguais a i

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	2	3	0	1

Fazer com que o *array de contagem* seja acumulativo de tal forma que cada posição i armazene o número de elementos menores ou iguais a i

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	3	0	1

Fazer com que o *array de contagem* seja acumulativo de tal forma que cada posição i armazene o número de elementos menores ou iguais a i

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	0	1

Fazer com que o *array de contagem* seja acumulativo de tal forma que cada posição i armazene o número de elementos menores ou iguais a i

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	1

Fazer com que o *array de contagem* seja acumulativo de tal forma que cada posição i armazene o número de elementos menores ou iguais a i

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	8

Fazer com que o *array de contagem* seja acumulativo de tal forma que cada posição i armazene o número de elementos menores ou iguais a i

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	8

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	8

7^a posição

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	8

7^a posição

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
						3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	6	7	8

Atualizar array de contagem

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
						3	

Exemplo

Preencher o *array de saída*, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	6	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
						3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	6	7	8

2^a posição

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
						3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	6	7	8

2^a posição

0	1	2	3	4	5	6	7
	0					3	

Array de saída

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	2	4	6	7	8

Atualizar array de contagem

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
	0					3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	2	4	6	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
	0					3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	2	4	6	7	8

6^a posição

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
	0					3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	2	4	6	7	8

6^a posição

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
	0				3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	2	4	5	7	8

Atualizar array de contagem

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
	0				3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	2	4	5	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
	0				3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	2	4	5	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
	0				3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	2	4	5	7	8

4^a posição

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
	0		2		3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	2	3	5	7	8

Atualizar array de contagem

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
	0		2		3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	2	3	5	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
	0		2		3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	2	3	5	7	8

1^a posição

0	1	2	3	4	5	6	7
	0		2		3	3	

Array de saída

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
1	2	3	5	7	8

1^a posição

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2		3	3	

Array de saída

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	5	7	8

Atualizar array de contagem

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2		3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	5	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2		3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	5	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2		3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	5	7	8

5^a posição

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2		3	3	

Array de saída

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	5	7	8

5^a posição

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2	3	3	3	

Array de saída

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	4	7	8

Atualizar array de contagem

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2	3	3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	4	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2	3	3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	4	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2	3	3	3	

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	4	7	8

8^a posição
↓

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2	3	3	3	

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Exemplo

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	4	7	8

8^a posição
↓

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2	3	3	3	5

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	4	7	7

Atualizar array de contagem

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2	3	3	3	5

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	4	7	7

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2	3	3	3	5

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	4	7	7

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2	3	3	3	5

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	4	7	7

3^a posição

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0		2	3	3	3	5

Exemplo

Preencher o array de saída, copiando os elementos da entrada de trás para frente nas suas respectivas posições

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	4	7	7

3^a posição

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	2	2	3	3	3	5

Exercício Resolvido (1)

- Em nosso exemplo, o algoritmo terminou sua execução?

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	3	4	7	7

3^a posição

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	2	2	3	3	3	5

Exercício Resolvido (1)

- Em nosso exemplo, o algoritmo terminou sua execução?

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Falso, pois ainda precisamos
atualizar o array de contagem

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
0	2	2	4	7	7

Atualizar array de
contagem

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	2	2	3	3	3	5

Exercício Resolvido (2)

- Seja o array de entrada abaixo, quais serão os valores contidos no array de contagem antes e depois de copiarmos os elementos da entrada para a saída?

12	4	8	2	14	17	6	18	10	16	15	5	13	9	1	11	7	3
----	---	---	---	----	----	---	----	----	----	----	---	----	---	---	----	---	---

Exercício Resolvido (2)

- Seja o array de entrada abaixo, quais serão os valores contidos no array de contagem antes e depois de copiarmos os elementos da entrada para a saída?

12	4	8	2	14	17	6	18	10	16	15	5	13	9	1	11	7	3
----	---	---	---	----	----	---	----	----	----	----	---	----	---	---	----	---	---

Antes de copiarmos, supondo a posição zero, teremos:
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

Depois, teremos:

0, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

Exercício Resolvido (2)

- Seja o array de entrada abaixo, quais serão os valores contidos no array de contagem antes e depois de copiarmos os elementos da entrada para a saída?

12	4	8	2	14	17	6	18	10	16	15	5	13	9	1	11	7	3
----	---	---	---	----	----	---	----	----	----	----	---	----	---	---	----	---	---

Antes de copiarmos, supondo a posição zero, teremos:
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

Depois, teremos:

0, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

Exercício Resolvido (3)

- O Counting Sort pode ser aplicado adequadamente na ordenação de strings e números reais?

Exercício Resolvido (3)

- O Counting Sort pode ser aplicado adequadamente na ordenação de strings e números reais?

Falso. No caso das *strings*, temos um problema combinatório para identificar a posição de cada *string* no array de Contagem. No caso dos números reais, temos infinitos valores entre dois números inteiros.

Exercício Resolvido (4)

- Nosso dinheiro é um número real. Conseguimos utilizar adequadamente o Counting Sort para ordenar valores financeiros?

Exercício Resolvido (4)

- Nosso dinheiro é um número real. Conseguimos utilizar adequadamente o Counting Sort para ordenar valores financeiros?

Verdadeiro. Basta multiplicarmos os valores por cem e considerar somente a parte inteira para a ordenação. No final, basta dividir os valores ordenados por cem (considere a divisão no ambiente de números reais).

Agenda

- Funcionamento básico
- **Algoritmo em C *like*** 
- Análise dos número de movimentações e comparações

Algoritmo em C like

```
void countingsort() {  
    //Array para contar o numero de ocorrencias de cada elemento  
    int[] count = new int[getMaior() + 1];  
    int[] ordenado = new int[n];  
  
    //Inicializar cada posicao do array de contagem  
    for (int i = 0; i < count.length; count[i] = 0, i++);  
  
    //Agora, o count[i] contem o numero de elemento iguais a i  
    for (int i = 0; i < n; count[array[i]]++, i++);  
  
    //Agora, o count[i] contem o numero de elemento menores ou iguais a i  
    for (int i = 1; i < count.length; count[i] += count[i - 1], i++);  
  
    //Ordenando  
    for (int i = n - 1; i >= 0; ordenado[count[array[i]] - 1] = array[i], count[array[i]]--, i--);  
}
```

Algoritmo em C *like*

```
void countingsort() {  
    //Array para contar o numero de ocorrencias de cada elemento  
    int[] count = new int[getMaior() + 1];  
    int[] ordenado = new int[n];
```

Algoritmo em C *like*

```
void countingsort() {  
    //Array para contar o numero de ocorrencias de cada elemento  
    int[] count = new int[getMaior() + 1];  
    int[] ordenado = new int[n];  
  
    //Inicializar cada posicao do array de contagem  
    for (int i = 0; i < count.length; count[i] = 0, i++);  
  
    //Agora, o count[i] contem o numero de elemento iguais a i  
    for (int i = 0; i < n; count[array[i]]++, i++);  
  
    //Agora, o count[i] contem o numero de elemento menores ou iguais a i  
    for (int i = 1; i < count.length; count[i] += count[i - 1], i++);  
  
    //Ordenando  
    for (int i = n-1; i >= 0; ordenado[count[array[i]]-1] = array[i], count[array[i]]--, i--);  
}
```

Algoritmo em C *like*

```
void countingsort() {  
  
    //Iniciarizar cada posicao do array de contagem  
    for (int i = 0; i < count.length; count[i] = 0, i++);  
  
    //Agora, o count[i] contem o numero de elemento iguais a i  
    for (int i = 0; i < n; count[array[i]]++, i++);  
  
    //Agora, o count[i] contem o numero de elemento menores ou iguais a i  
    for (int i = 1; i < count.length; count[i] += count[i - 1], i++);
```

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	0	2	3	0	1

Algoritmo em C *like*

```
void countingsort() {  
    //Array para contar o numero de ocorrencias de cada elemento  
    int[] count = new int[getMaior() + 1];  
    int[] ordenado = new int[n];  
  
    //Inicializar cada posicao do array de contagem  
    for (int i = 0; i < count.length; count[i] = 0, i++);  
  
    //Agora, o count[i] contem o numero de elemento iguais a i  
    for (int i = 0; i < n; count[array[i]]++, i++);  
  
    //Agora, o count[i] contem o numero de elemento menores ou iguais a i  
    for (int i = 1; i < count.length; count[i] += count[i- 1], i++);  
  
    //Ordenando  
    for (int i = n-1; i >= 0; ordenado[count[array[i]]-1] = array[i], count[array[i]]--, i--);  
}
```

Algoritmo em C *like*

```
void countingsort() {
```

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7

//Ordenando

```
for (int i = n-1; i >= 0; ordenado[count[array[i]]-1] = array[i], count[array[i]]--, i--);
```

```
}
```

7^a posição

Algoritmo em C like

```
void countingsort() {
```

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7

//Ordenando

for (int i = n-1; i >= 0; ordenado[count[array[i]]-1] = array[i], count[array[i]]--, i--);

}

7

7^a posição

Algoritmo em C like

```
void countingsort() {
```

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7

//Ordenando

```
for (int i = n-1; i >= 0; ordenado[count[array[7]]-1] = array[i], count[array[i]]--, i--);
```

}

3

7^a posição

Algoritmo em C like

```
void countingsort() {
```

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	8

Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7

//Ordenando

```
for (int i = n-1; i >= 0; ordenado[count[3]-1] = array[i], count[array[i]]--, i--);
```

```
}
```

7

7^a posição

Algoritmo em C like

```
void countingsort() {
```

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	8

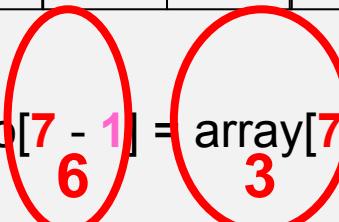
Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7

//Ordenando

for (int i = n-1; i >= 0; ordenado[7 - 1] = array[7], count[array[i]]--, i--);

}



7^a posição

Algoritmo em C like

```
void countingsort() {
```

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	7	7	8

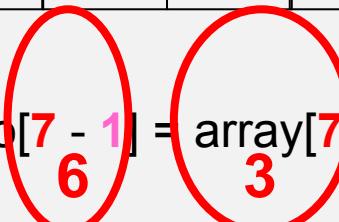
Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
						3	

```
}
```

```
//Ordenando
```

```
for (int i = n-1; i >= 0; ordenado[7 - 1] = array[7], count[array[i]]--, i--);
```



Algoritmo em C like

```
void countingsort() {
```

Array de entrada

0	1	2	3	4	5	6	7
2	5	3	0	2	3	0	3

Array de contagem

0	1	2	3	4	5
2	2	4	6	7	8

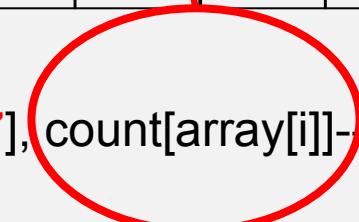
Array de saída

0	1	2	3	4	5	6	7
						3	

```
}
```

```
//Ordenando
```

```
for (int i = n-1; i >= 0; ordenado[7 - 1] = array[7], count[array[i]]--, i--);
```

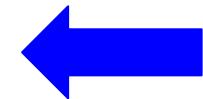


Algoritmo em C like

```
void countingsort() {  
    //Array para contar o numero de ocorrencias de cada elemento  
    int[] count = new int[getMaior() + 1];  
    int[] ordenado = new int[n];  
  
    //Inicializar cada posicao do array de contagem  
    for (int i = 0; i < count.length; count[i] = 0, i++);  
  
    //Agora, o count[i] contem o numero de elemento iguais a i  
    for (int i = 0; i < n; count[array[i]]++, i++);  
  
    //Agora, o count[i] contem o numero de elemento menores ou iguais a i  
    for (int i = 1; i < count.length; count[i] += count[i - 1], i++);  
  
    //Ordenando  
    for (int i = n - 1; i >= 0; ordenado[count[array[i]] - 1] = array[i], count[array[i]]--, i--);  
}
```

Agenda

- Funcionamento básico
- Algoritmo em C *like*
- Análise dos número de movimentações e comparações



Análise das Operações com Elementos do Array

- Inicializar todas as posições do *array* de contagem com zero
- Para cada elemento do *array* de entrada, incrementá-lo no de contagem
- Fazer com que o *array* de contagem seja acumulativo de tal forma que cada posição i armazene o número de elementos menores ou iguais a i
- Sabendo o número de elementos menores ou iguais a i , preencher o *array* de saída

Análise das Operações com Elementos do Array

- Inicializar todas as posições do *array* de contagem com zero $\Theta(n)$
- Para cada elemento do *array* de entrada, incrementá-lo no de contagem
- Fazer com que o *array* de contagem seja acumulativo de tal forma que cada posição i armazene o número de elementos menores ou iguais a i
- Sabendo o número de elementos menores ou iguais a i , preencher o *array* de saída

Análise das Operações com Elementos do Array

- Inicializar todas as posições do *array* de contagem com zero $\Theta(n)$
- Para cada elemento do *array* de entrada, incrementá-lo no de contagem $\Theta(n)$
- Fazer com que o *array* de contagem seja acumulativo de tal forma que cada posição i armazene o número de elementos menores ou iguais a i
- Sabendo o número de elementos menores ou iguais a i , preencher o *array* de saída

Análise das Operações com Elementos do Array

- Inicializar todas as posições do *array* de contagem com zero $\Theta(n)$
- Para cada elemento do *array* de entrada, incrementá-lo no de contagem $\Theta(n)$
- Fazer com que o *array* de contagem seja acumulativo de tal forma que cada posição i armazene o número de elementos menores ou iguais a i $\Theta(n)$
- Sabendo o número de elementos menores ou iguais a i , preencher o *array* de saída

Análise das Operações com Elementos do Array

- Inicializar todas as posições do *array* de contagem com zero $\Theta(n)$
- Para cada elemento do *array* de entrada, incrementá-lo no de contagem $\Theta(n)$
- Fazer com que o *array* de contagem seja acumulativo de tal forma que cada posição i armazene o número de elementos menores ou iguais a i $\Theta(n)$
- Sabendo o número de elementos menores ou iguais a i , preencher o *array* de saída $\Theta(n)$

Análise das Operações com Elementos do Array

- Análise do complexidade para operações com elementos do array:

$$\Theta(n) + \Theta(n) + \Theta(n) + \Theta(n) = \Theta(n)$$

Exercício

- Mostre todas as comparações e movimentações do algoritmo anterior para o array abaixo:

12	4	8	2	14	17	6	18	10	16	15	5	13	9	1	11	7	3
----	---	---	---	----	----	---	----	----	----	----	---	----	---	---	----	---	---

