

Unidade IV:

Ordenação Interna – Algoritmo de Inserção

Prof. Max do Val Machado



PUC Minas

Instituto de Ciências Exatas e Informática
Curso de Ciência da Computação

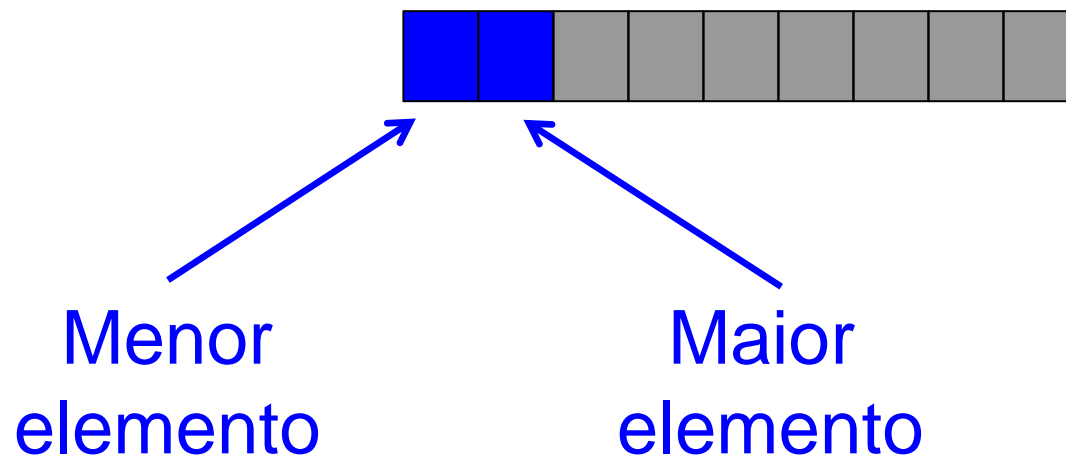
Funcionamento Básico

- Temos duas sequências (a ordenada e a ordenar) e, em cada passo, aumentamos a ordenada com um elemento que deve ser inserido em sua posição correta (ordenada)



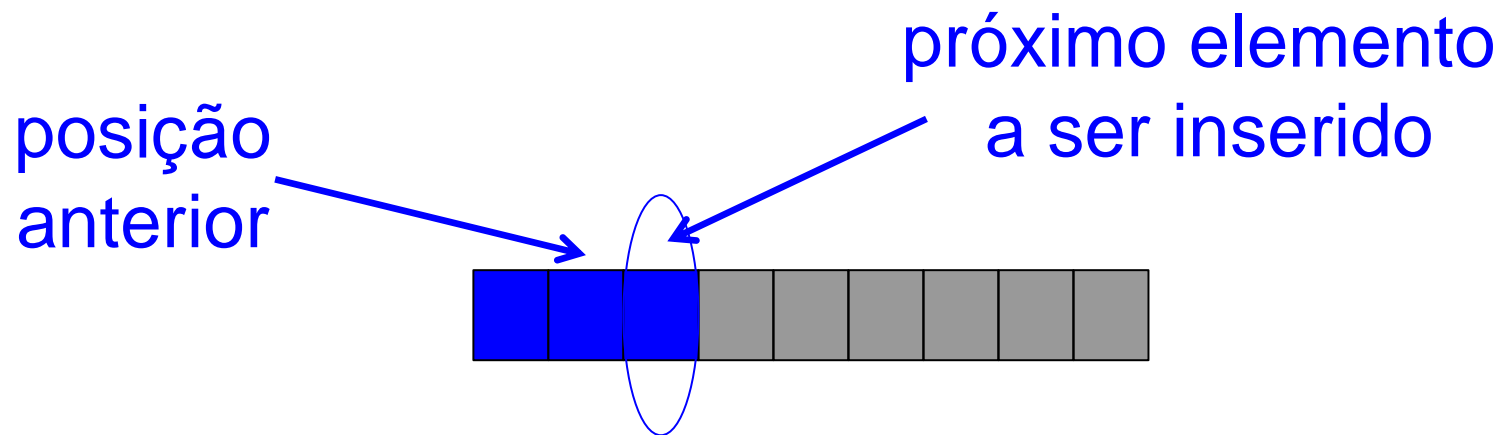
Funcionamento Básico

- Temos duas sequências (a ordenada e a ordenar) e, em cada passo, aumentamos a ordenada com um elemento que deve ser inserido em sua posição correta (ordenada)



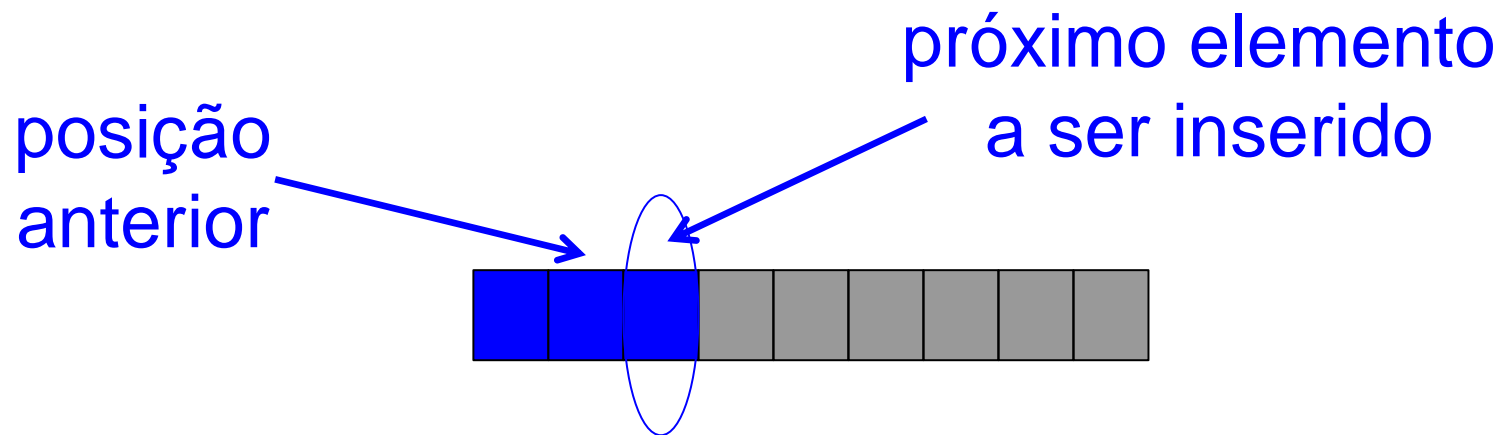
Funcionamento Básico

- Temos duas sequências (a ordenada e a ordenar) e, em cada passo, aumentamos a ordenada com um elemento que deve ser inserido em sua posição correta (ordenada)



Funcionamento Básico

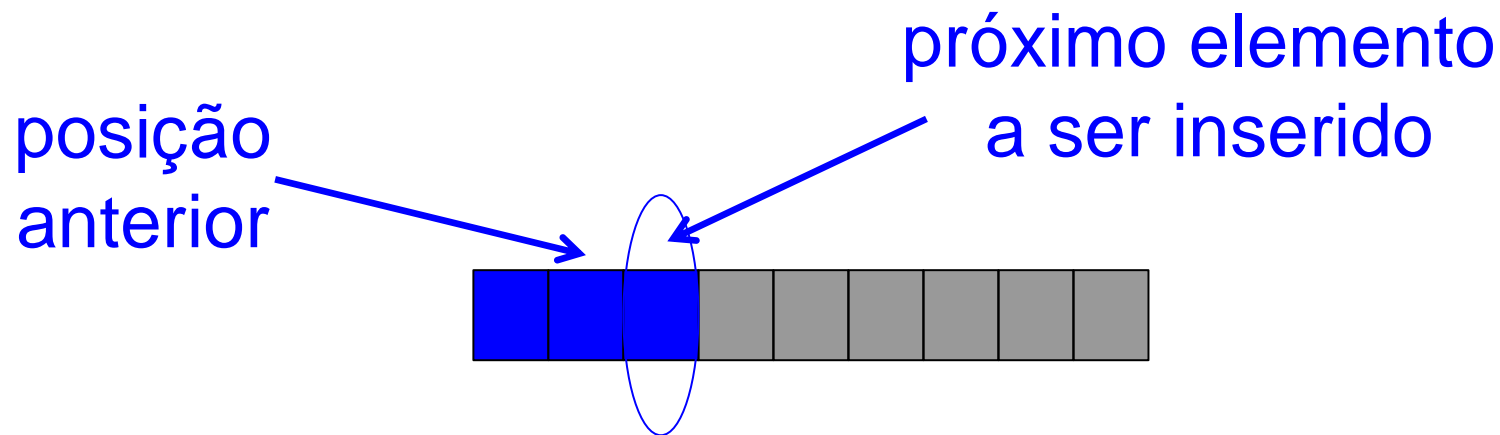
- Temos duas sequência (a ordenada e a ordenar) e, em cada passo, aumentamos a ordenada com um elemento que deve ser inserido em sua posição correta (ordenada)



Se ele for maior ou igual ao da posição anterior, os três estão nas posições atuais corretas

Funcionamento Básico

- Temos duas sequências (a ordenada e a ordenar) e, em cada passo, aumentamos a ordenada com um elemento que deve ser inserido em sua posição correta (ordenada)



Senão, copiamos o novo elemento para uma área temporária e subimos em uma posição todos os demais que forem maiores que o novo

Funcionamento Básico

- Temos duas sequências (a ordenada e a ordenar) e, em cada passo, aumentamos a ordenada com um elemento que deve ser inserido em sua posição correta (ordenada)



Funcionamento Básico

- Temos duas sequências (a ordenada e a ordenar) e, em cada passo, aumentamos a ordenada com um elemento que deve ser inserido em sua posição correta (ordenada)



Funcionamento Básico

- Temos duas sequências (a ordenada e a ordenar) e, em cada passo, aumentamos a ordenada com um elemento que deve ser inserido em sua posição correta (ordenada)



Funcionamento Básico

- Temos duas sequências (a ordenada e a ordenar) e, em cada passo, aumentamos a ordenada com um elemento que deve ser inserido em sua posição correta (ordenada)



Funcionamento Básico

- Temos duas sequências (a ordenada e a ordenar) e, em cada passo, aumentamos a ordenada com um elemento que deve ser inserido em sua posição correta (ordenada)



Funcionamento Básico

- Temos duas sequências (a ordenada e a ordenar) e, em cada passo, aumentamos a ordenada com um elemento que deve ser inserido em sua posição correta (ordenada)



101 115 30 63 47 20

101 115 30 63 47 20

Inicialmente, temos um elemento,
logo, ele está na posição correta

101 115 30 63 47 20



Comparamos o 101 e 115 e,
como o novo elemento é o
maior, os dois estão em ordem

101 115 30 63 47 20



Comparamos o 115 e 30 e, como o novo elemento é o menor, vamos procurar sua posição na lista ordenada

30 variável
temporária

101 115 _____ 63 47 20

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 30

30 variável
temporária

101 115 63 47 20

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 30

**30**variável
temporária

101

115

63

47

20

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 30

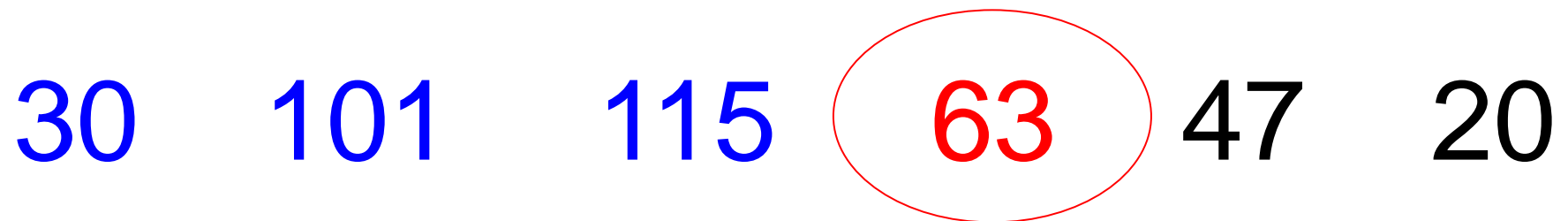


Encontramos a
posição do 30

30 101 115 63 47 20

Encontramos a
posição do 30

30 101 115 63 47 20



Comparamos o 115 e 63 e, como o novo elemento é o menor, vamos procurar sua posição na lista ordenada

63variável
temporária

30 101 115 _____ 47 20

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 63

**63**variável
temporária

30 101 _____ 115 47 20

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 63

**63**variável
temporária

30 101 115 47 20

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 63



Encontramos a
posição do 63

30 63 101 115 47 20

Encontramos a
posição do 63

30 63 101 115 47 20



Comparamos o 115 e 47 e, como o novo elemento é o menor, vamos procurar sua posição na lista ordenada

47variável
temporária

30 63 101 115 _____ 20

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 47

47 variável
temporária

30 63 101 _____ 115 20

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 47

47 variável
temporária

30 63 _____ 101 115 20

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 47

47

variável
temporária

30 63 101 115 20

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 47



Encontramos a
posição do 47

30 47 63 101 115 20

Encontramos a
posição do 47

30 47 63 101 115 20

Comparamos o 115 e 20 e, como o novo elemento é o menor, vamos procurar sua posição na lista ordenada

20 variável
temporária

30 47 63 101 115 _____

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 20

20 variável
temporária

30 47 63 101 _____ 115

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 20

20 variável
temporária

30 47 63 101 115

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 20

20
variável
temporária

30 47 _____ 63 101 115

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 20



20

variável
temporária

30 47 63 101 115

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 20



20

variável
temporária

30

47

63

101

115

Enquanto procuramos,
deslocamos os elementos
maiores que o 20



Encontramos a
posição do 20

20 30 47 63 101 115

Encontramos a
posição do 20

Exercício

- Uma dúvida básica sobre o operador AND pode prejudicar a compreensão do nosso algoritmo. Assim, o que será escrito na tela pelo programa abaixo?

```
class ExercicioDuvidaAND {  
    public static boolean m1(){  
        System.out.println("m1");  
        return false;  
    }  
    public static boolean m2(){  
        System.out.println("m2");  
        return true;  
    }  
    public static void main (String[] args) {  
        System.out.println("inicio");  
        boolean and = m1() && m2();  
        System.out.println("fim: " + and);  
    }  
}
```

Exercício

- Uma dúvida básica sobre o operador AND pode prejudicar a compreensão do nosso algoritmo. Assim, o que será escrito na tela pelo programa abaixo?

```
class ExercicioDuvidaAND {  
    public static boolean m1(){  
        System.out.println("m1");  
        return false;  
    }  
    public static boolean m2(){  
        System.out.println("m2");  
        return true;  
    }  
    public static void main (String[] args) {  
        System.out.println("inicio");  
        boolean and = m1() && m2();  
        System.out.println("fim: " + and);  
    }  
}
```

TELA
inicio m1 fim: false

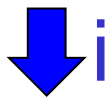
Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

101	115	30	63	47	20
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

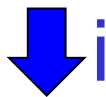


101	115	30	63	47	20
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

true: $1 < 6$

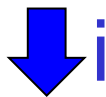


101	115	30	63	47	20
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

115 tmp

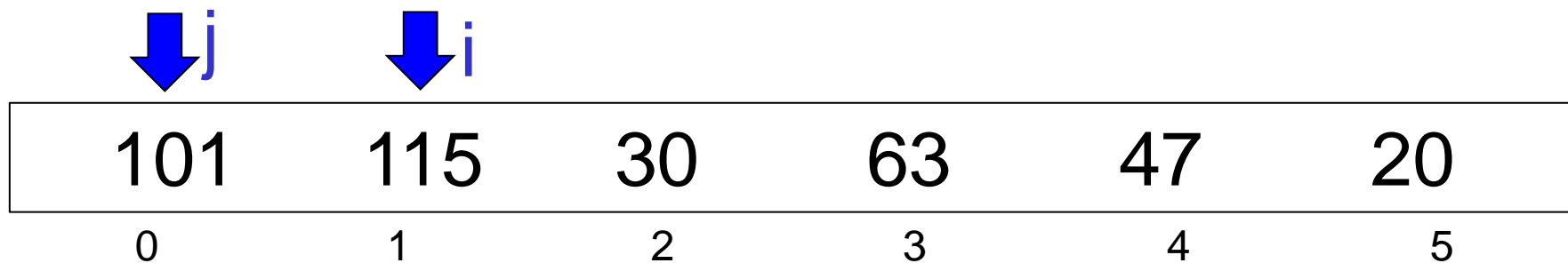


101	115	30	63	47	20
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

115 tmp

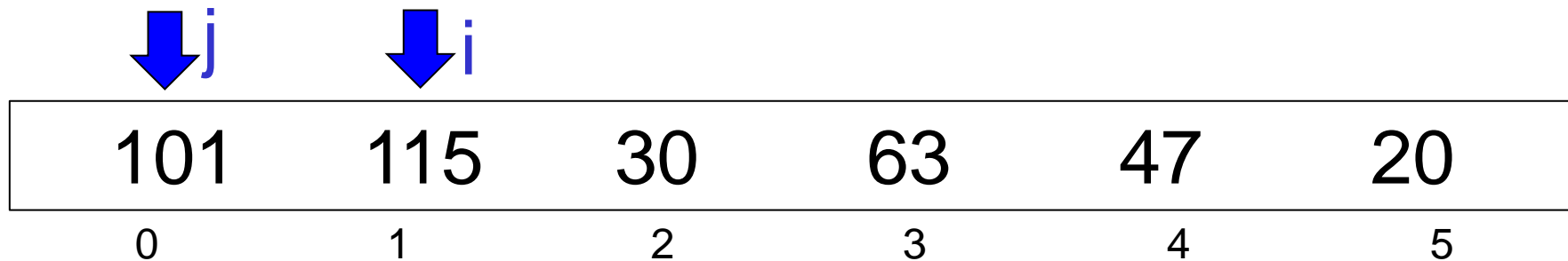


Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

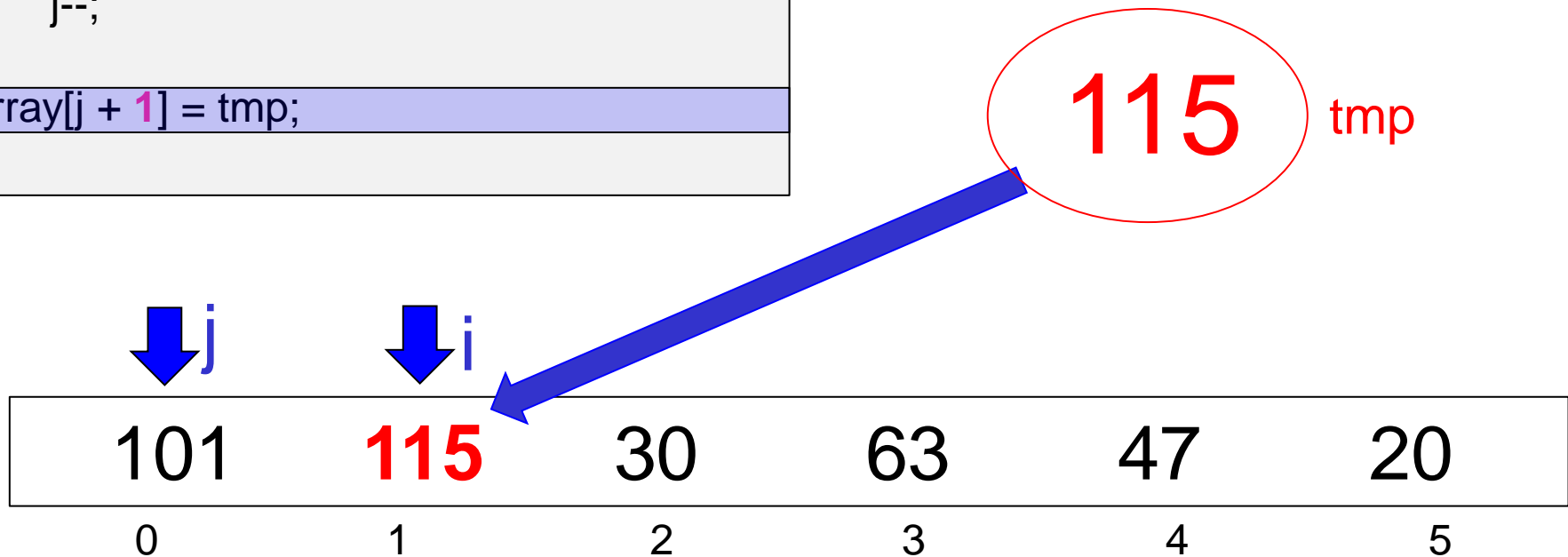
false: $0 \geq 0 \ \&\& \ 101 > 105$

115 tmp



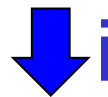
Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```



Algoritmo em C *like*

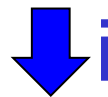
```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```



101	115	30	63	47	20
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1 {i < n} i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

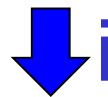
true: $2 < 6$ 

101	115	30	63	47	20
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

30 tmp

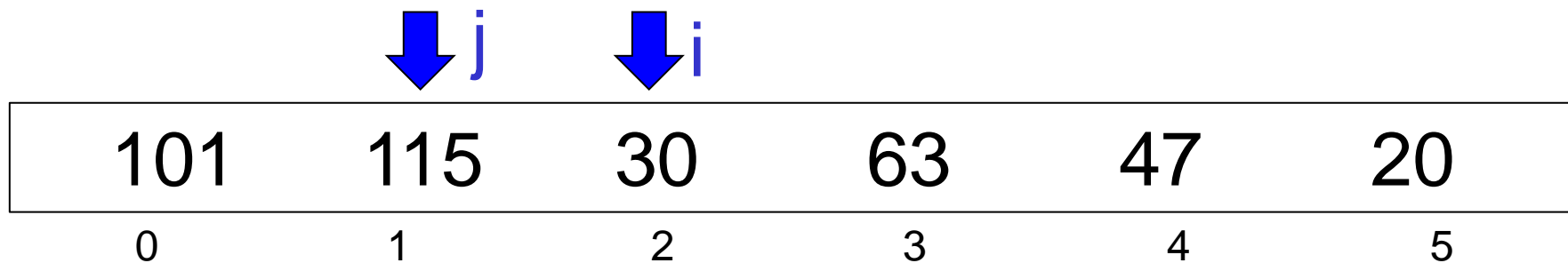


101	115	30	63	47	20
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

30 tmp

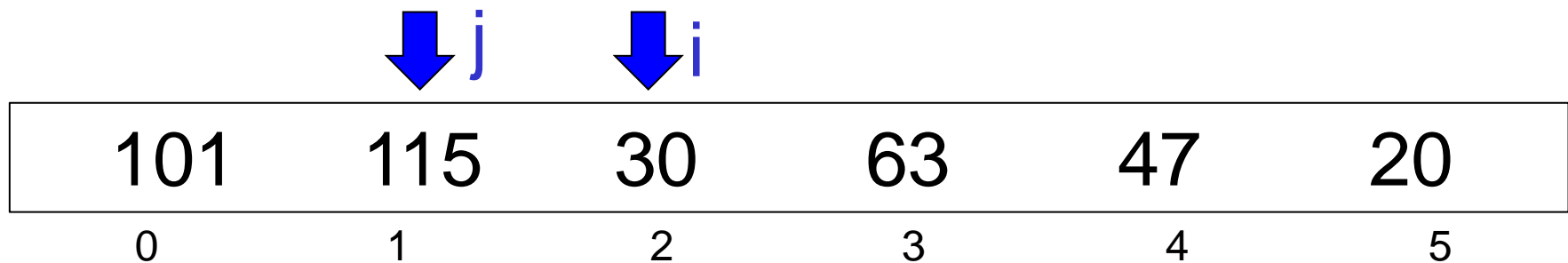


Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

true: $1 \geq 0 \ \&\& \ 115 > 30$

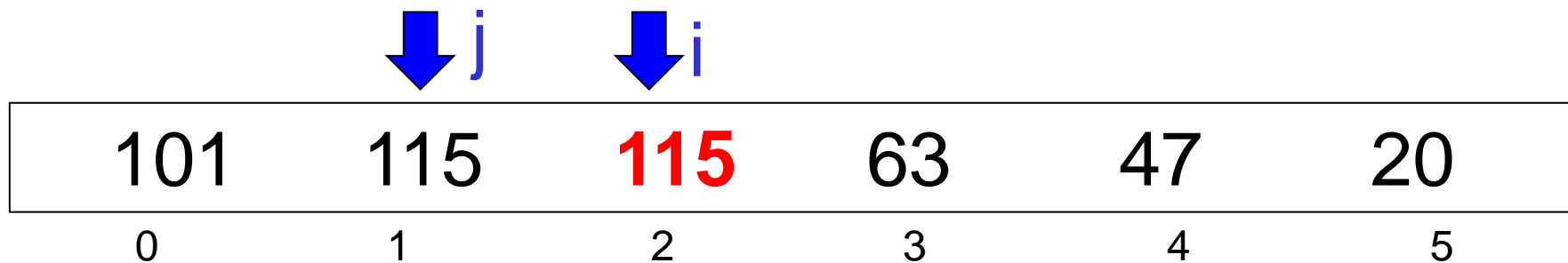
30 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

30 tmp

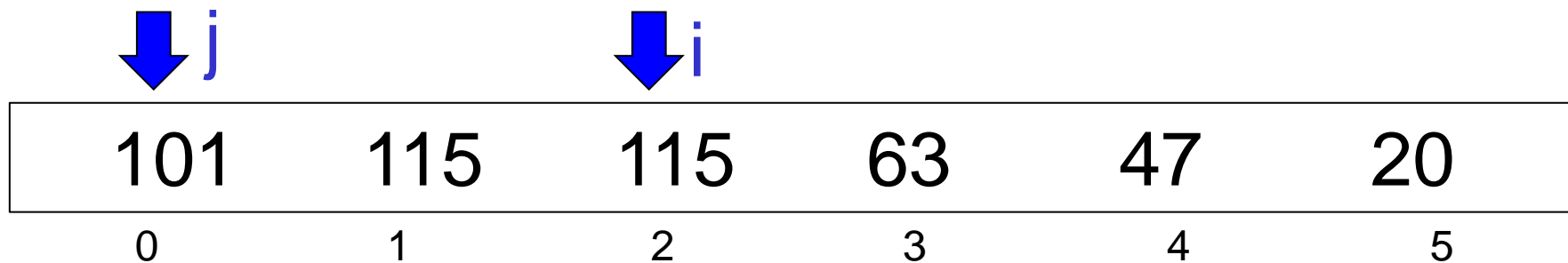


Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

30 tmp



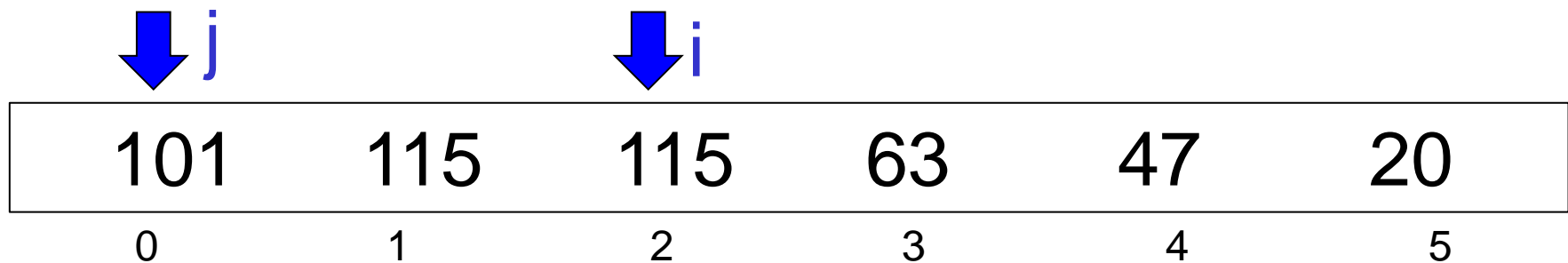
Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

true: $0 \geq 0 \ \&\& \ 101 > 30$

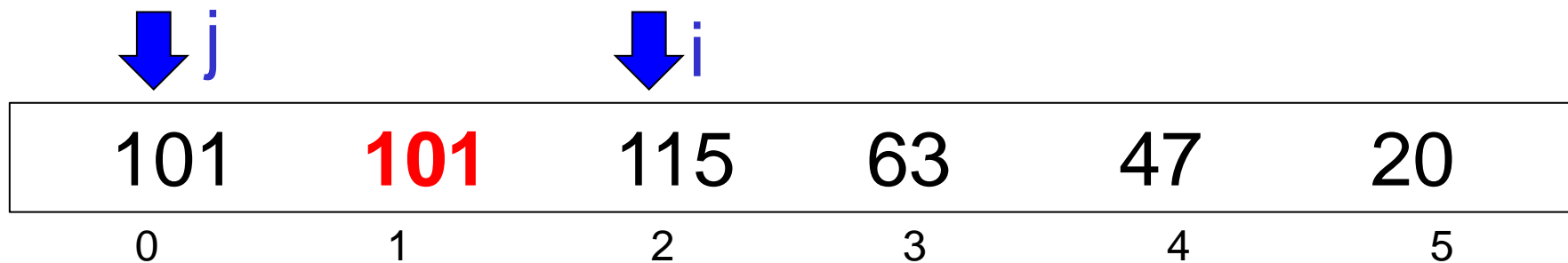
30 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

30 tmp

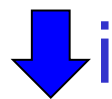
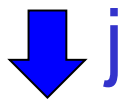


Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

30 tmp



101	101	115	63	47	20
0	1	2	3	4	5

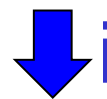
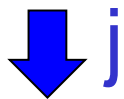
Algoritmo em C *like*

Quando a 1ª cláusula é false,
o AND não executa a segunda

false: $-1 \geq 0$ && ☹ ☹ ☹ ☹

```
for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
```

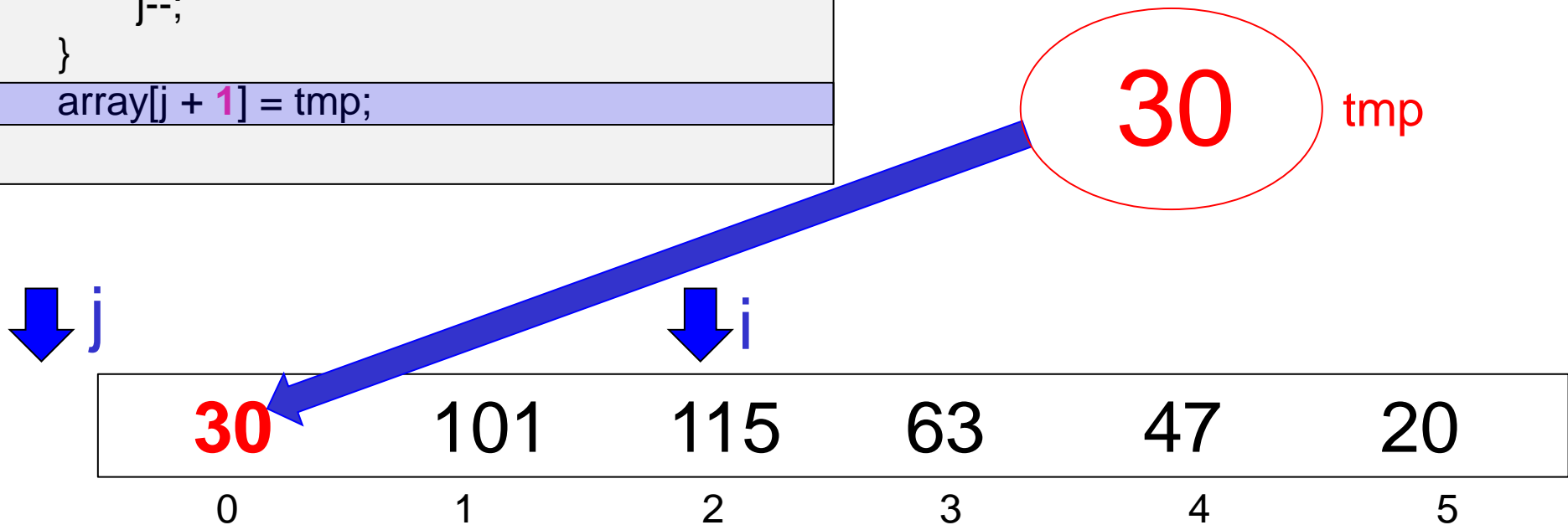
30 tmp



101	101	115	63	47	20
0	1	2	3	4	5

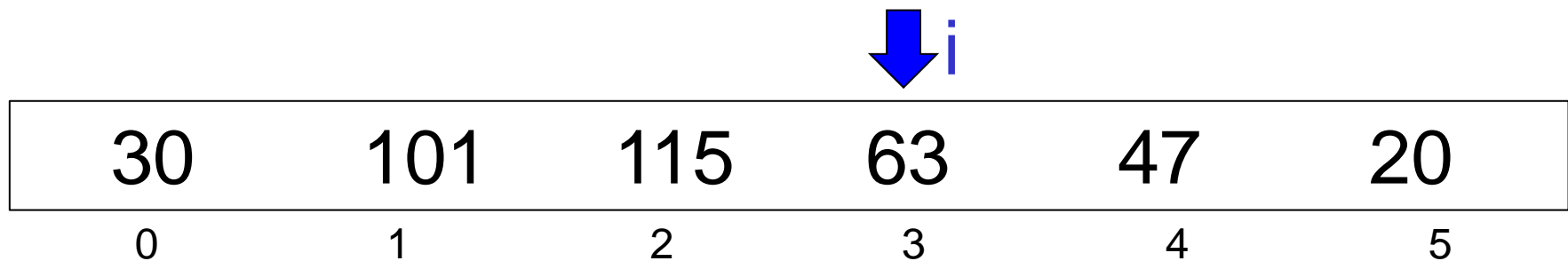
Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```



Algoritmo em C *like*

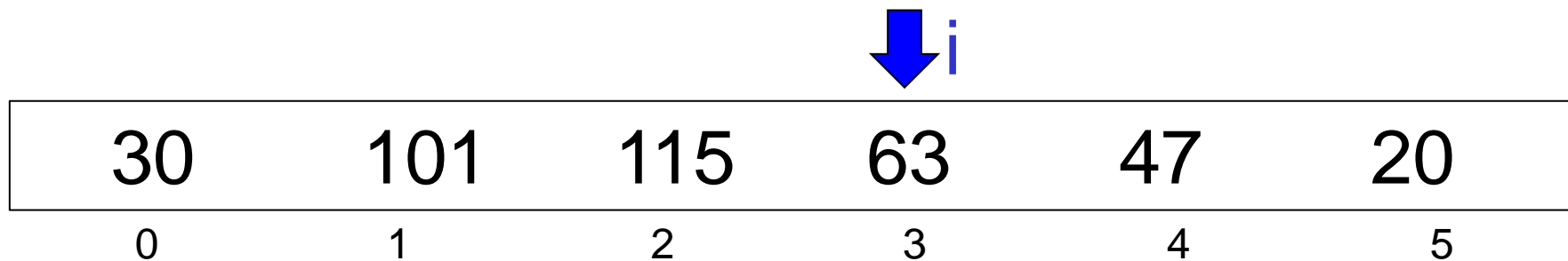
```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

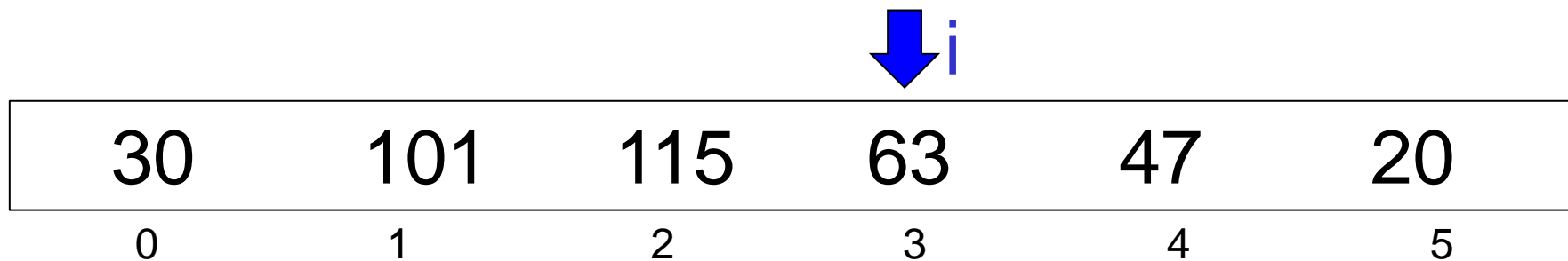
true: $3 < 6$



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

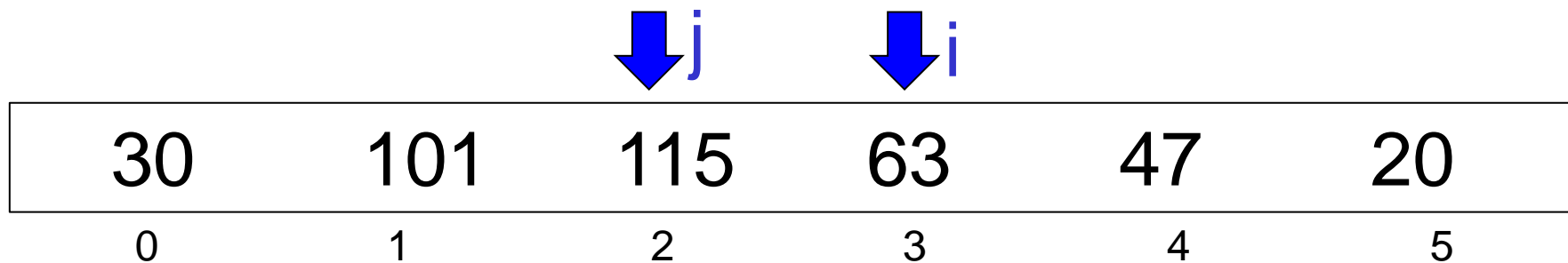
63 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

63 tmp



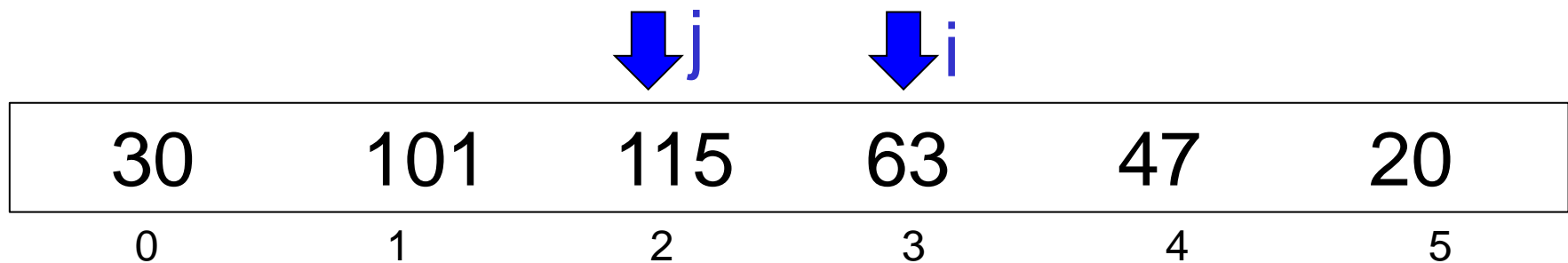
Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

true: $2 \geq 0 \ \&\& \ 115 > 63$

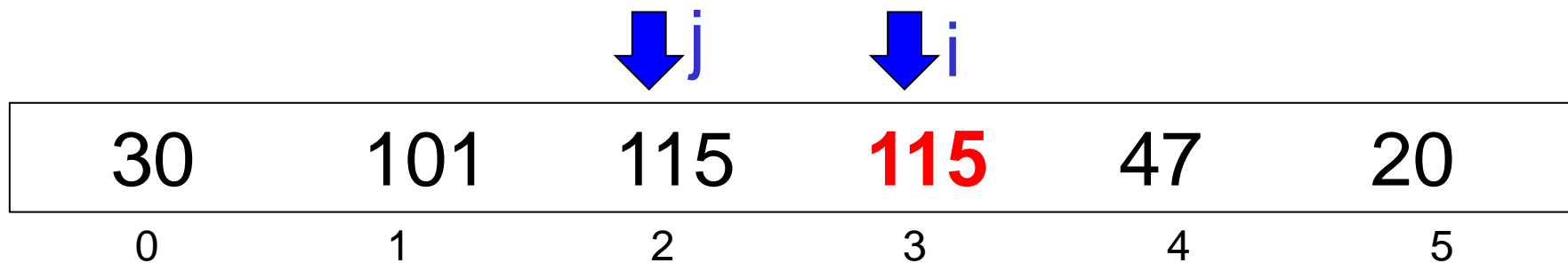
63 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

63 tmp

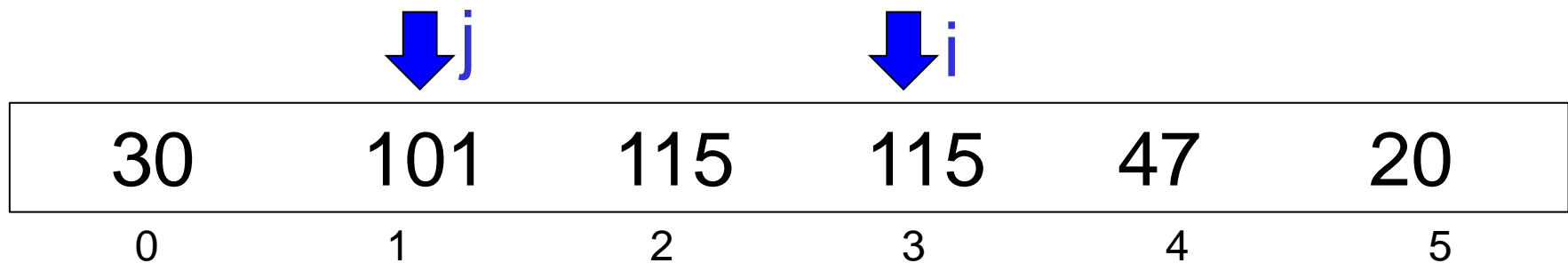


Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

63 tmp



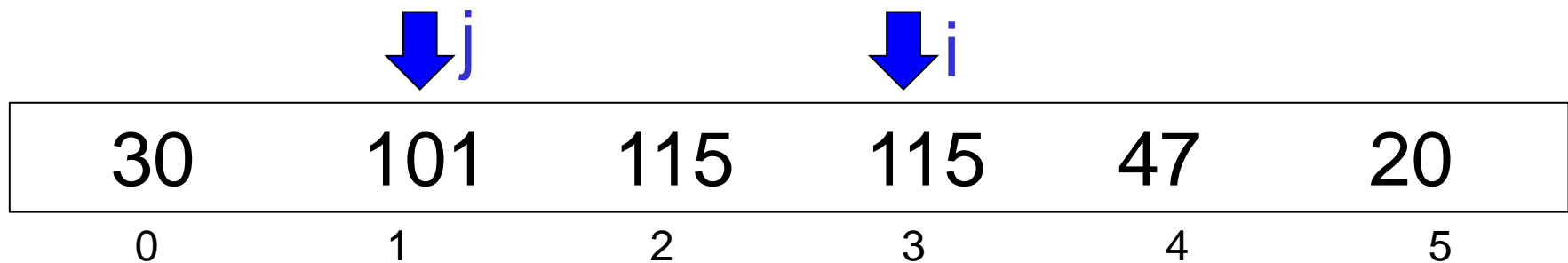
Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

true: $1 \geq 0 \ \&\& \ 101 > 63$

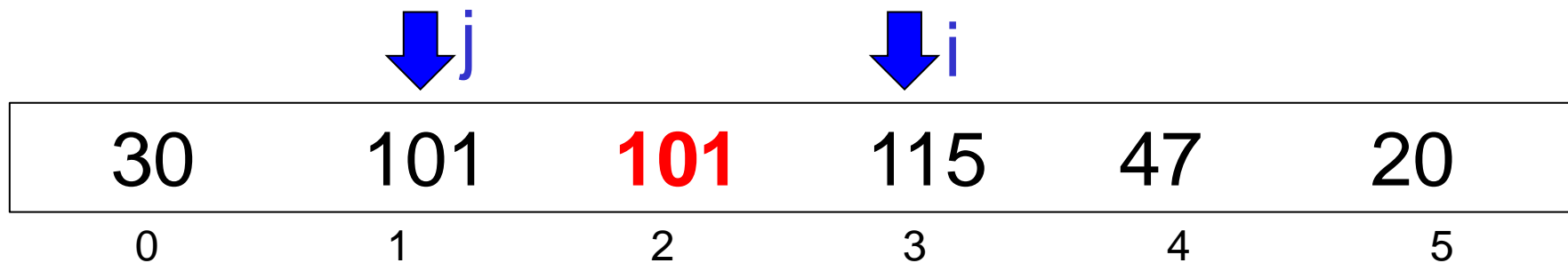
63 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

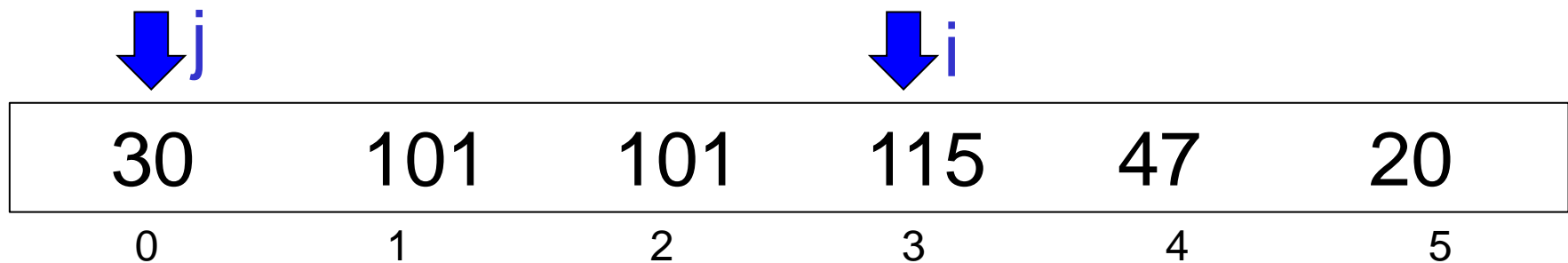
63 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

63 tmp



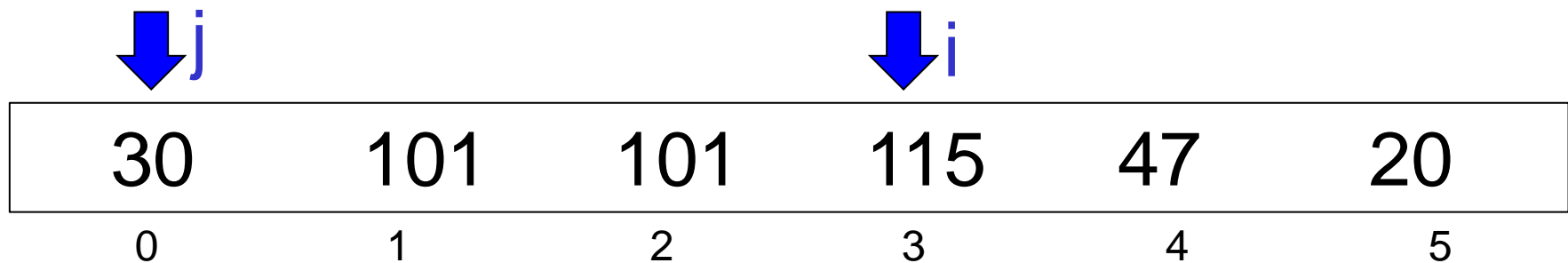
Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

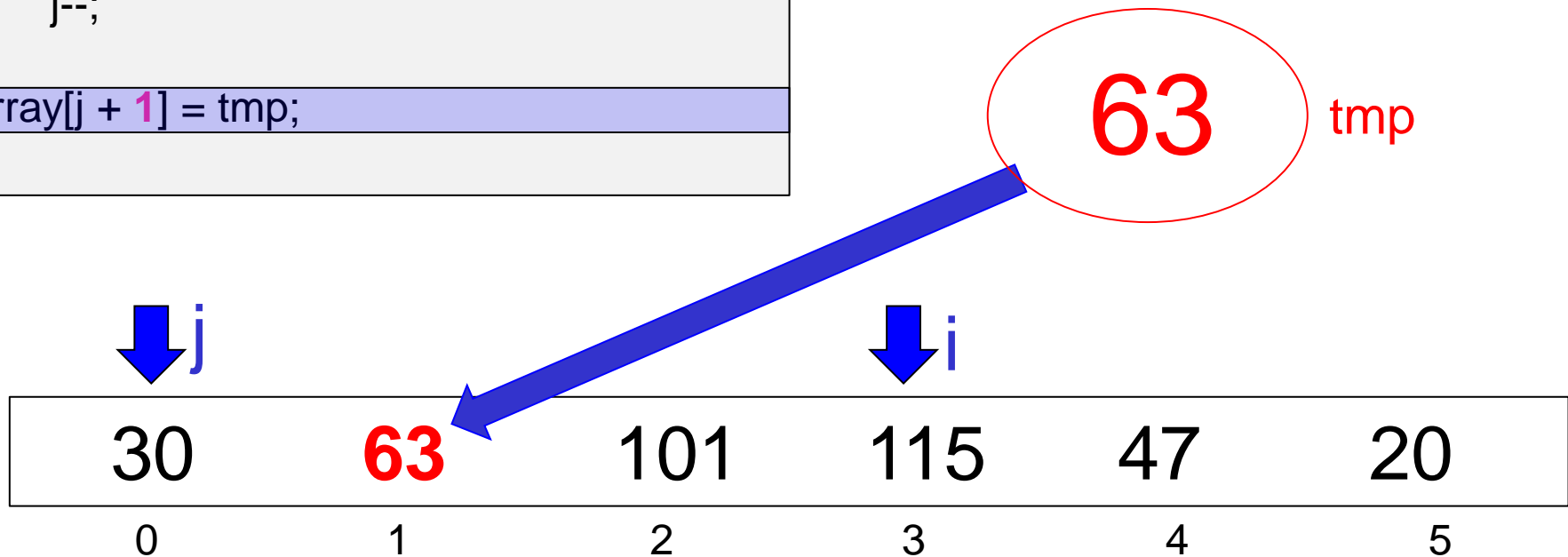
false: $0 \geq 0 \ \&\& \ 30 > 63$

63 tmp



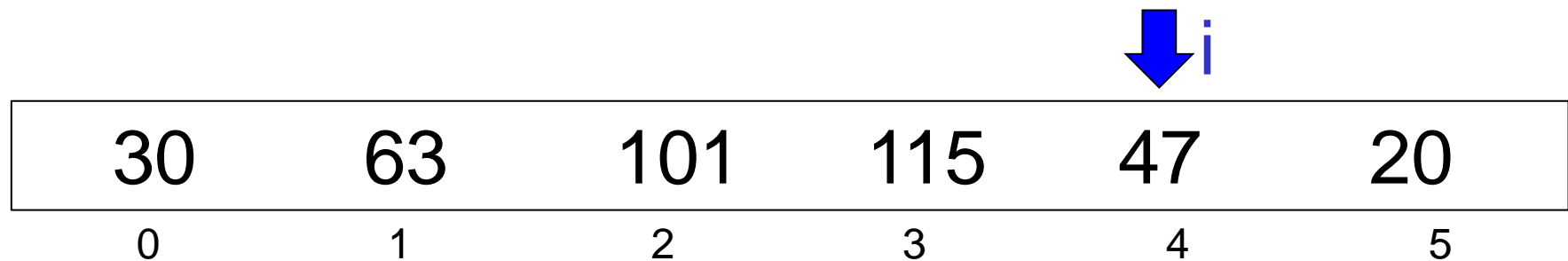
Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```



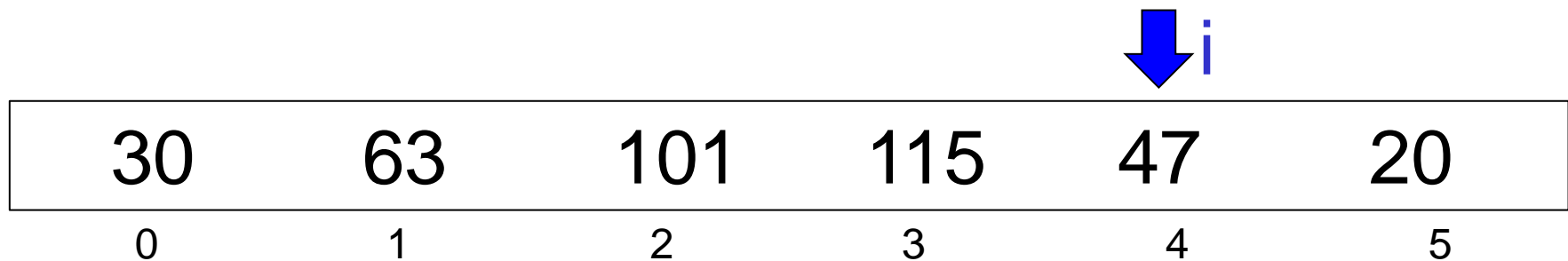
Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

true: $4 < 6$ 

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

47 tmp



30	63	101	115	47	20
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

47 tmp

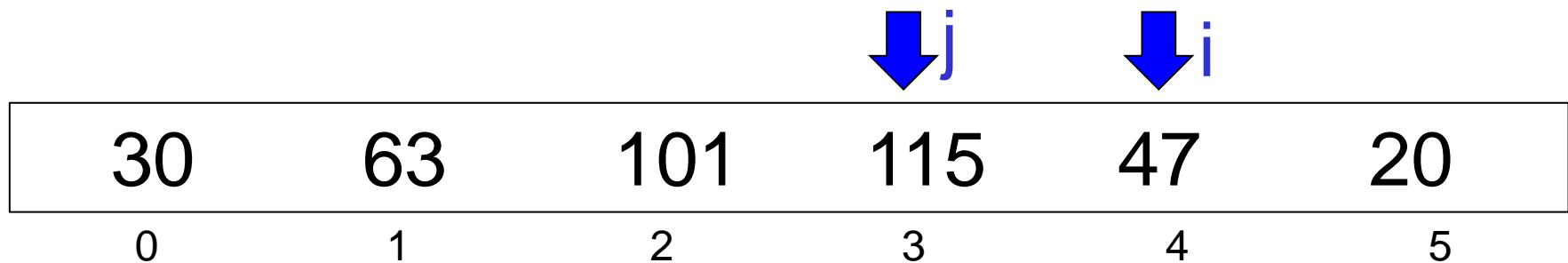
30	63	101	115	47	20
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

true: $3 \geq 0 \ \&\& \ 115 > 47$

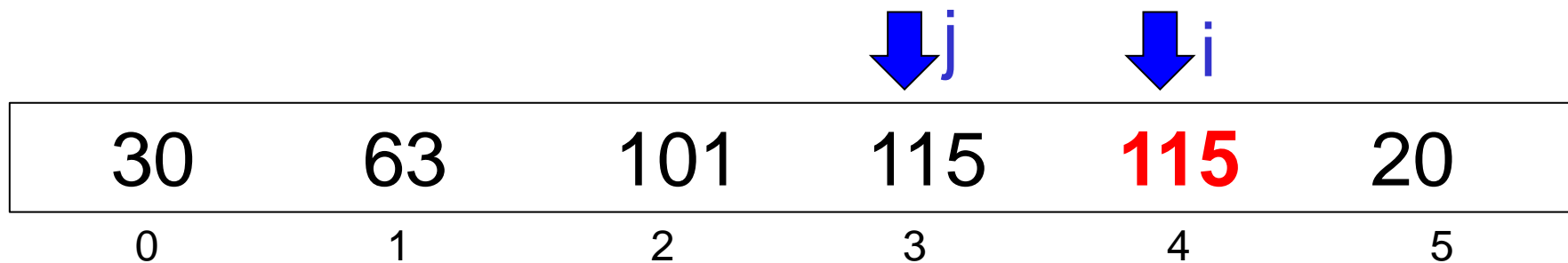
47 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

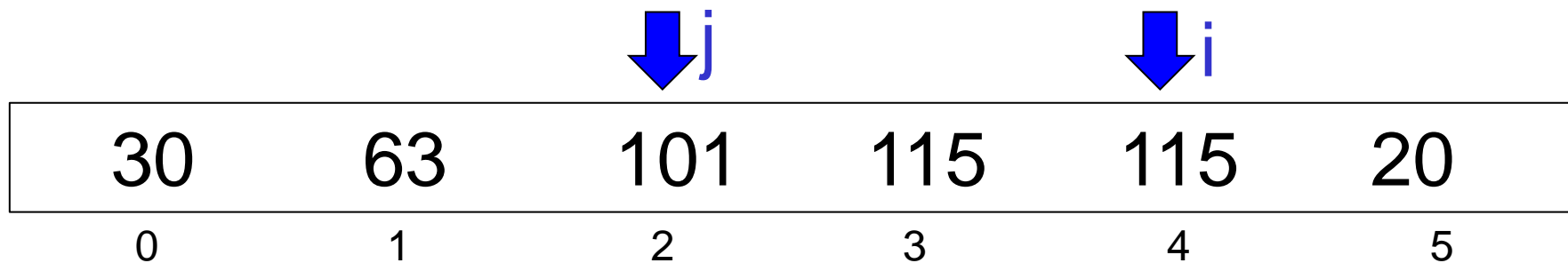
47 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

47 tmp



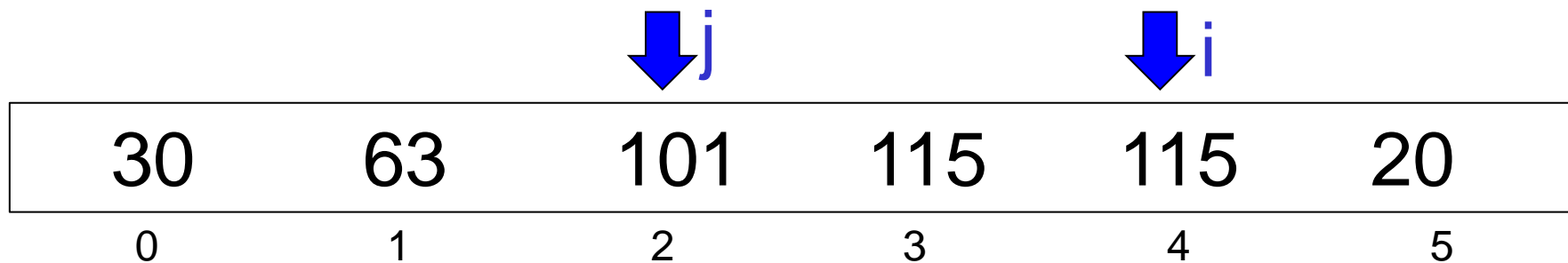
Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

true: $2 \geq 0 \ \&\& \ 101 > 47$

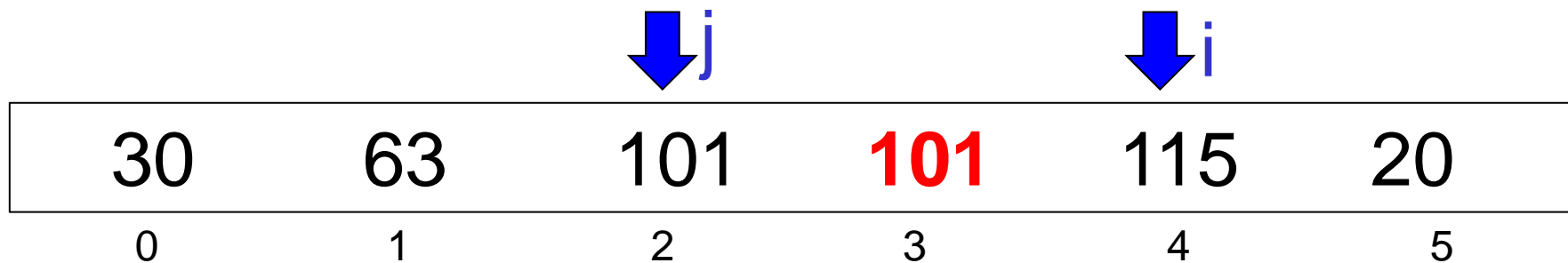
47 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

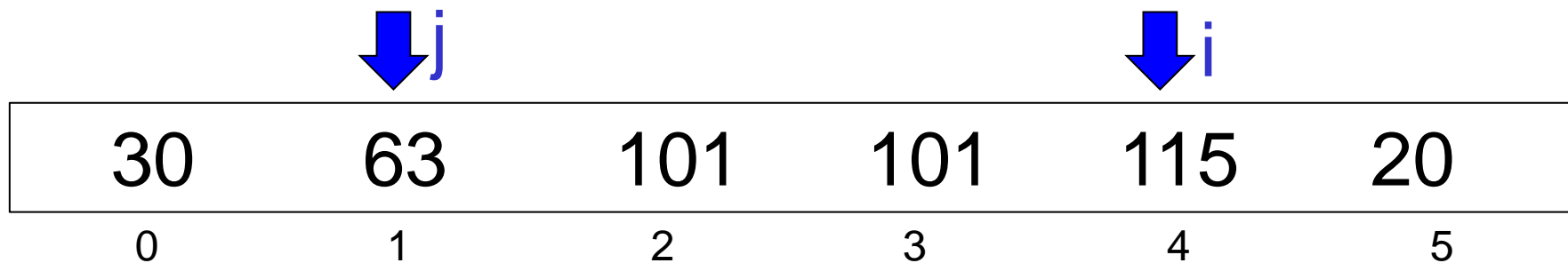
47 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

47 tmp



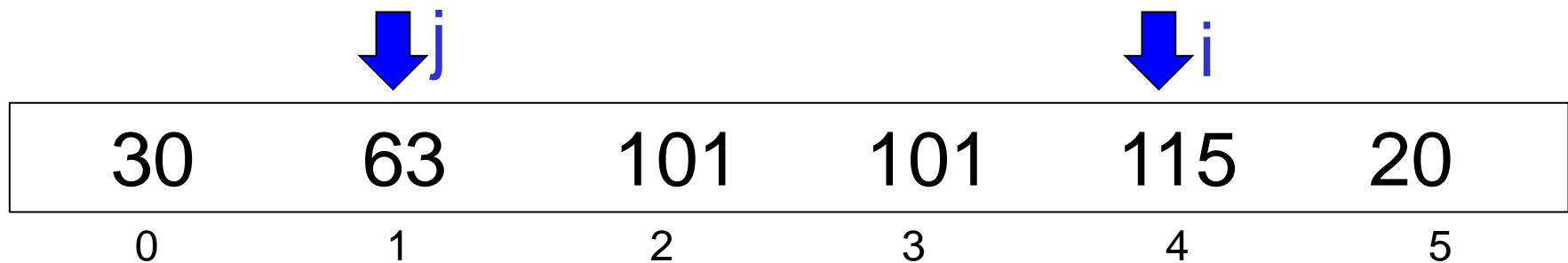
Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

true: $1 \geq 0 \ \&\& \ 63 > 47$

47 tmp

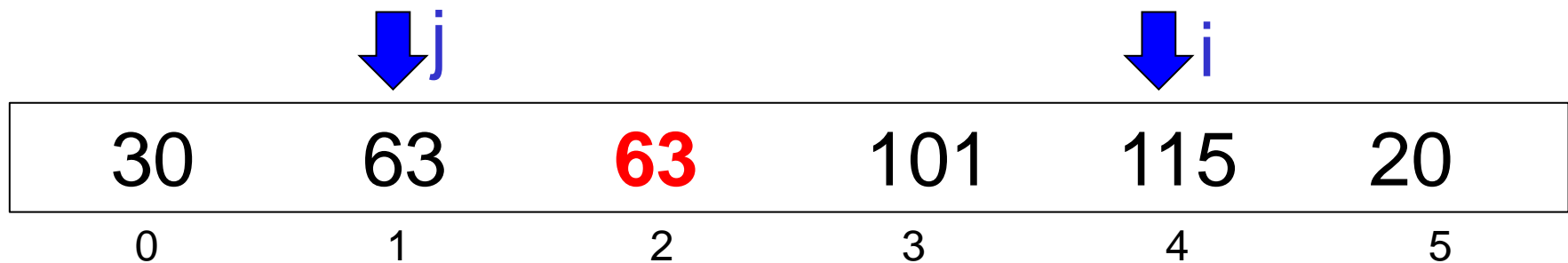


Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

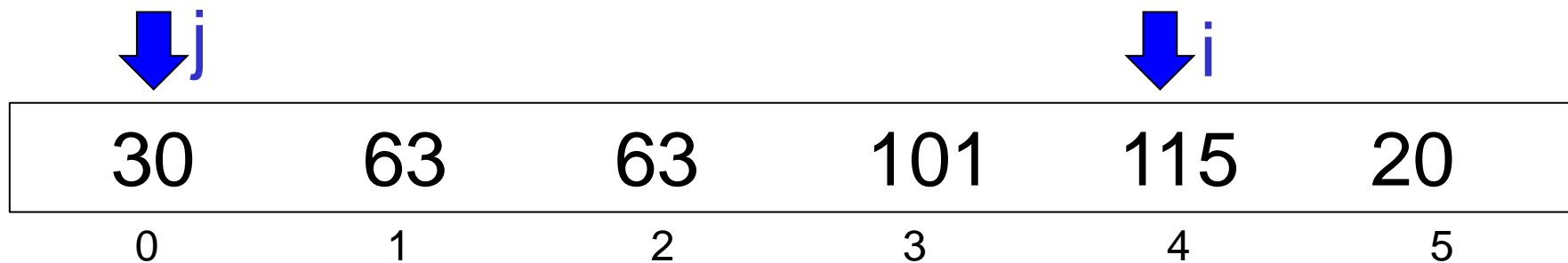
47 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

47 tmp

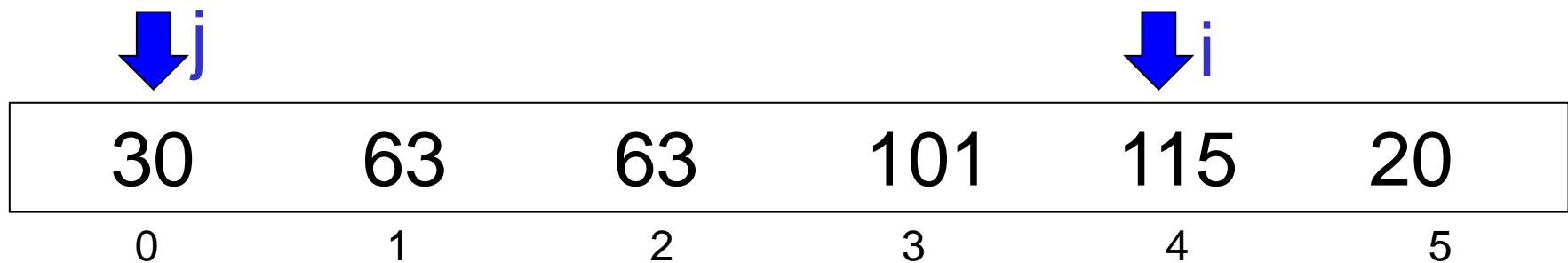


Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

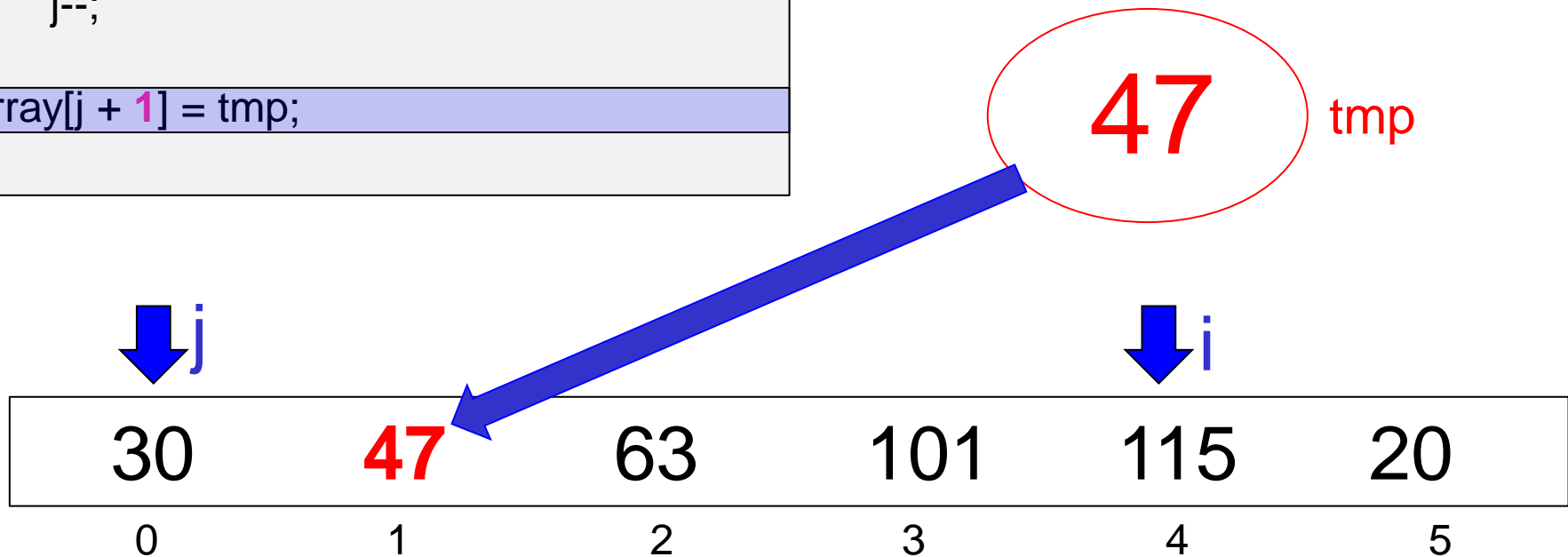
false: $0 \geq 0 \ \&\& \ 30 > 47$

47 tmp



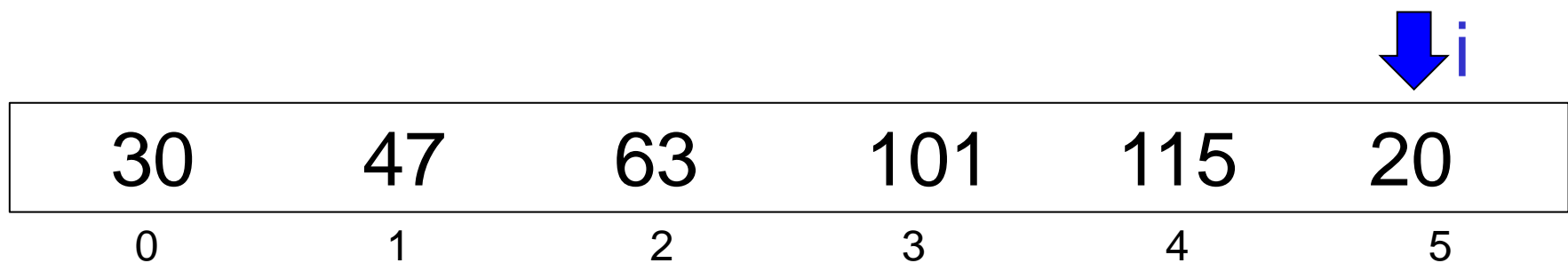
Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```



Algoritmo em C *like*


```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

true: $5 < 6$

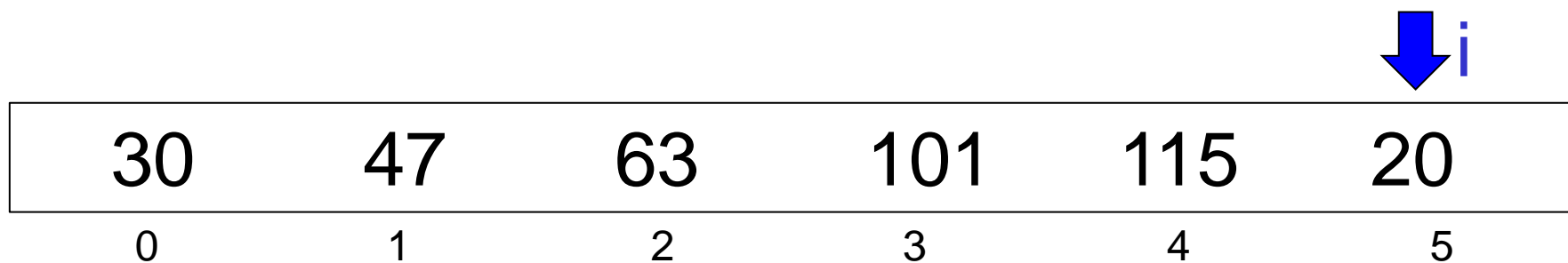


30	47	63	101	115	20
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

20 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

20 tmp

30	47	63	101	115	20
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

true: $4 \geq 0 \ \&\& \ 115 > 20$

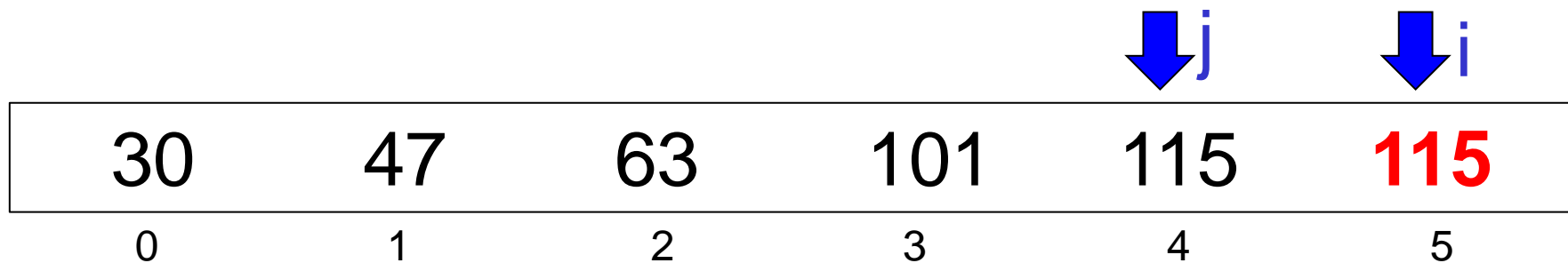
20 tmp

30	47	63	101	115	20
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

20 tmp

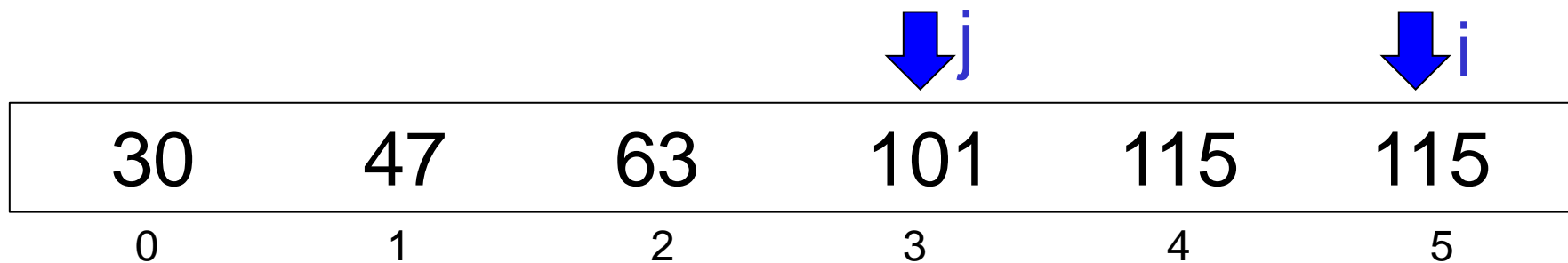


Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

20 tmp

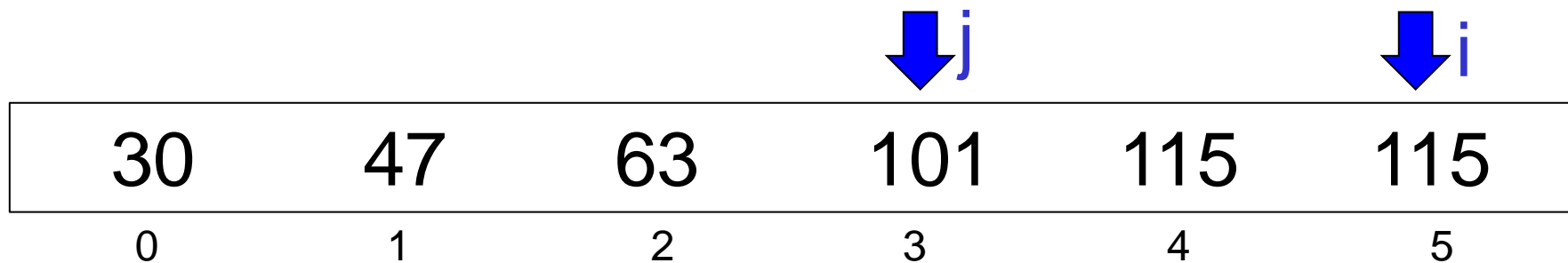


Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

true: $3 \geq 0 \ \&\& \ 101 > 20$

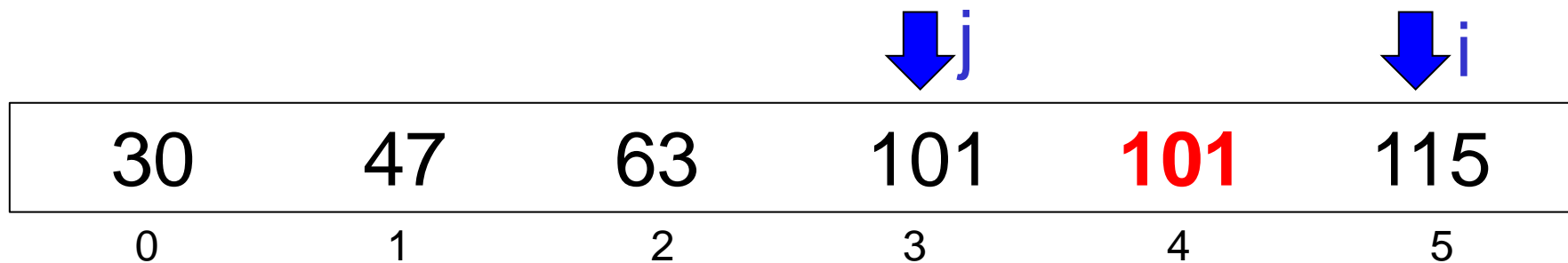
20 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

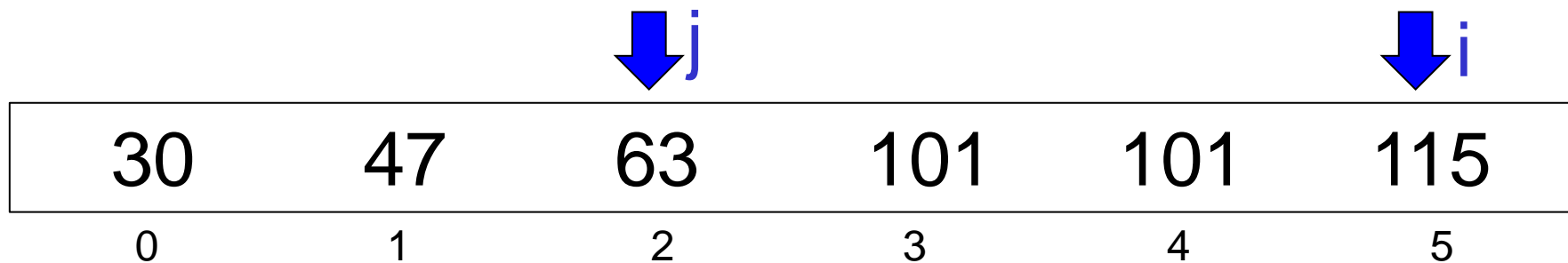
20 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

20 tmp



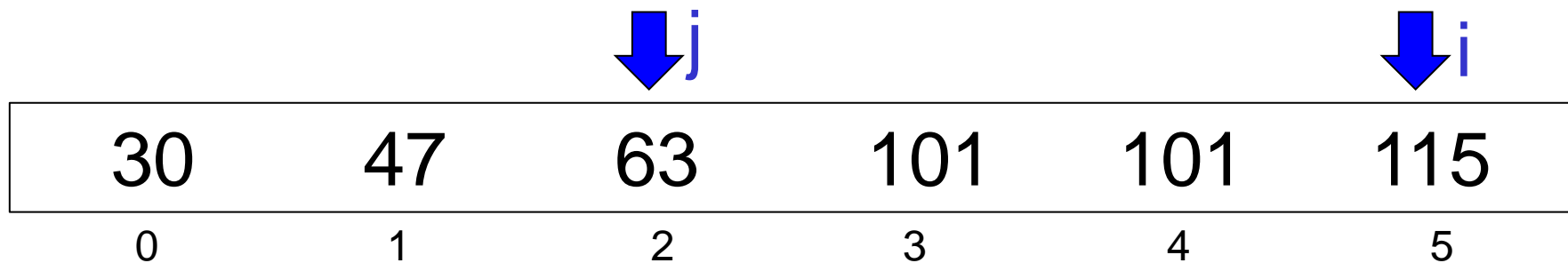
Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

true: $2 \geq 0 \ \&\& \ 63 > 20$

20 tmp

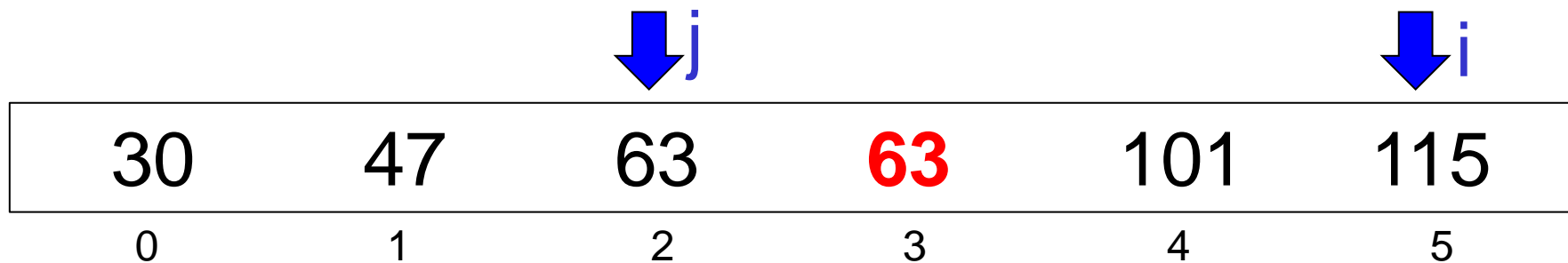


Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

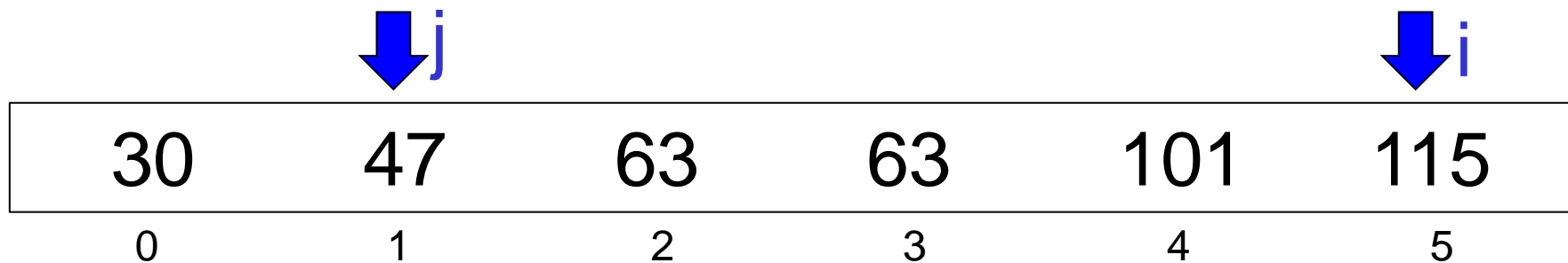
20 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

20 tmp



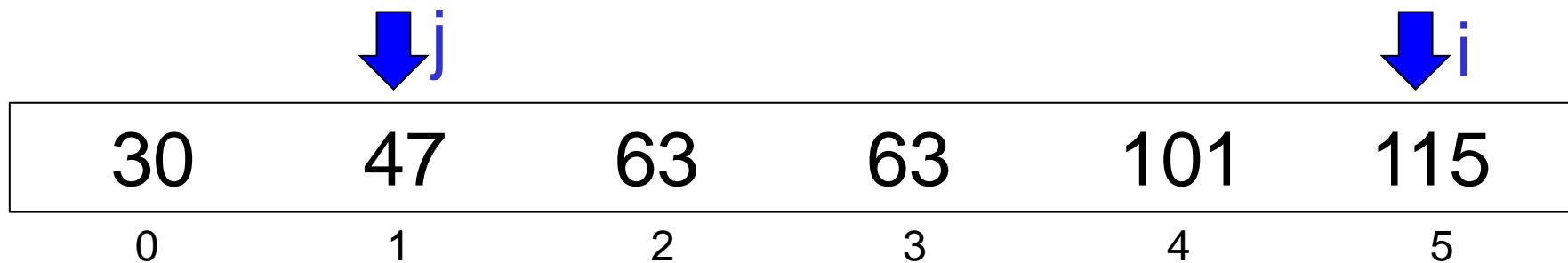
Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

true: $1 \geq 0 \ \&\& \ 47 > 20$

20 tmp

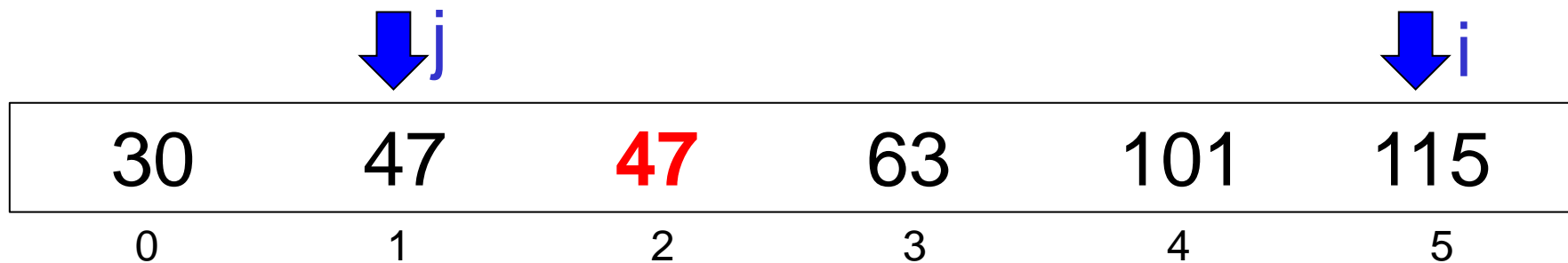


Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

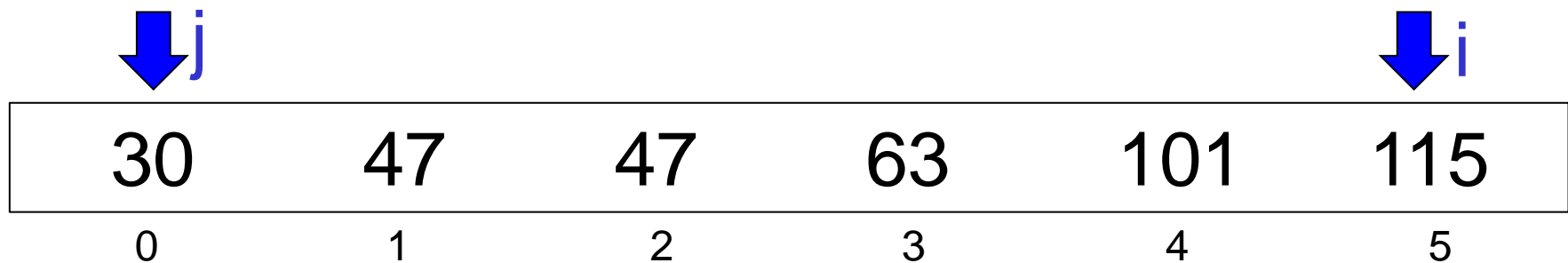
20 tmp



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

20 tmp



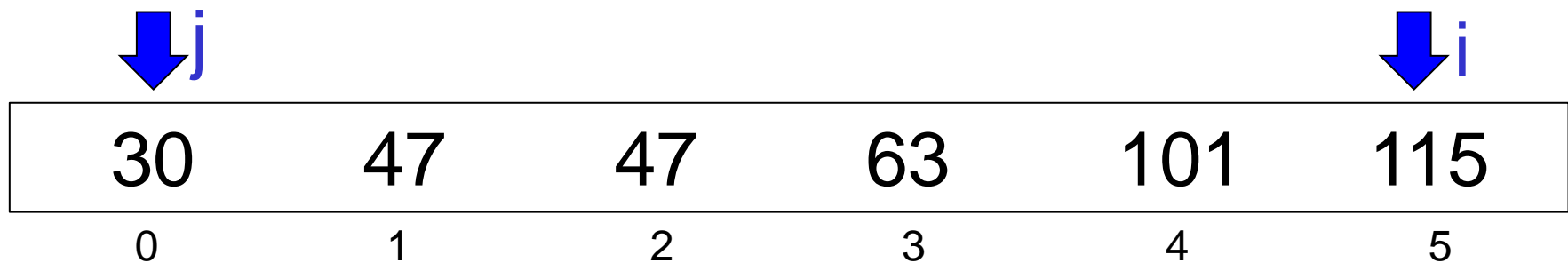
Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

true: $0 \geq 0 \ \&\& \ 30 > 20$

20 tmp

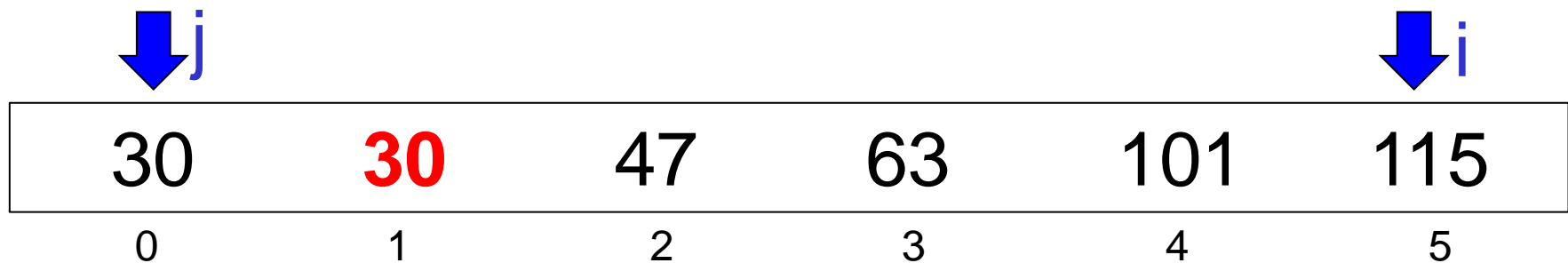


Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

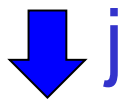
20 tmp



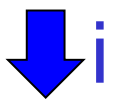
Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

20 tmp



30	30	47	63	101	115
0	1	2	3	4	5



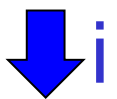
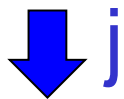
Algoritmo em C *like*

```

for (int i = 1; i < n; i++) {
    int tmp = array[i];
    int j = i - 1;
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){
        array[j + 1] = array[j];
        j--;
    }
    array[j + 1] = tmp;
}
    
```

false: $-1 \geq 0$ && ☹ ☹ ☹ ☹

20 tmp

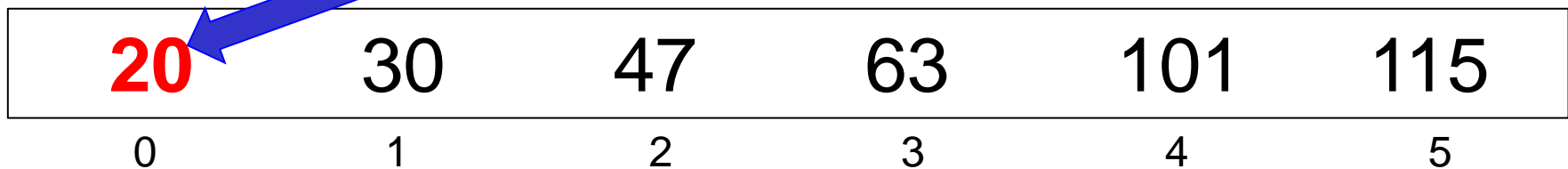


30	30	47	63	101	115
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

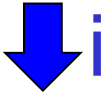
```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

↓ j



Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

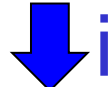


20	30	47	63	101	115
0	1	2	3	4	5

Algoritmo em C *like*

```
for (int i = 1; i < n; i++) {  
    int tmp = array[i];  
    int j = i - 1;  
    while ( (j >= 0) && (array[j] > tmp) ){  
        array[j + 1] = array[j];  
        j--;  
    }  
    array[j + 1] = tmp;  
}
```

false: $6 < 6$



20	30	47	63	101	115
0	1	2	3	4	5

- Mostre todas as comparações entre elementos do array para os arrays abaixo

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

6	5	4	3	2	1
---	---	---	---	---	---

Exercício

- Mostre todas as comparações entre elementos do array para os arrays abaixo

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1 ↔ 2

2 ↔ 3

3 ↔ 4

4 ↔ 5

5 ↔ 6

Exercício

- Mostre todas as comparações entre elementos do array para os arrays abaixo

6	5	4	3	2	1
---	---	---	---	---	---

6 ↔ 5

5	6	4	3	2	1
---	---	---	---	---	---

6 ↔ 4

5 ↔ 4

4	5	6	3	2	1
---	---	---	---	---	---

...

Análise do Número de Comparações

- Na i -ésima interação do anel interno, tem-se que:

- melhor caso: $C_i = 1$

- pior caso: $C_i = i - 1$

- caso médio: $C_i = \frac{(i-1)+(1)}{2} = \frac{i}{2}$ (considera-se que todas as permutações de n são igualmente prováveis)

Análise do Número de Comparações

- Como o anel interno é realizado $(n - 1)$ vezes, tem-se que:

- melhor caso:

$$C(n) = (1 + 1 + \dots + 1) = n - 1$$

- pior caso:

$$C(n) = (1 + 2 + \dots + (n - 1)) = \frac{(n-1)n}{2}$$

- caso médio:

$$C(n) = \frac{1}{2}(2 + 3 + \dots + n) = \frac{n^2}{4} + \frac{n}{4} - \frac{1}{2}$$

Análise do Número de Movimentações

- O número de movimentações na i-ésima interação é igual a:

$$M_i(n) = C_i(n) - 1 + 2 = C_i(n) + 1$$

- Logo, o número de movimentos é igual a:

- melhor caso: $M(n) = (2 + 2 + \dots + 2) = 2(n - 1)$

- pior caso: $M(n) = (3 + 4 + \dots + (n + 1)) = \frac{n^2}{2} + \frac{3n}{2} - 2$

- caso médio: $M(n) = \frac{1}{2}(4 + 5 + \dots + (n + 2)) = \frac{n^2}{4} + \frac{5n}{4} - \frac{3}{2}$

- Melhor caso (comparações e movimentações) – *array* ordenado
- Pior caso (comparações e movimentações) – ordem decrescente
- Método a ser utilizado quando o *array* estiver “quase” ordenado
 - Boa opção se desejarmos adicionar alguns itens em um *array* ordenado porque seu custo será linear
- Algoritmo estável

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
----	---	---	---	----	----	---	----	----	----	----	---	----	---	---	----	---	---

• Uma forma de melhorar o Algoritmo de Inserção é considerar a pesquisa binária para procurar a posição em que o novo elemento será inserido na lista ordenada. Nesse caso, realizamos $O(\lg m)$ comparações, onde m é o tamanho da lista ordenada, para encontrar a posição de inserção. Em seguida, em uma estrutura de repetição, movemos em uma unidade todos os elementos já ordenados e cuja posição é maior ou igual a de inserção. Implemente o Algoritmo de Inserção com Pesquisa Binária.