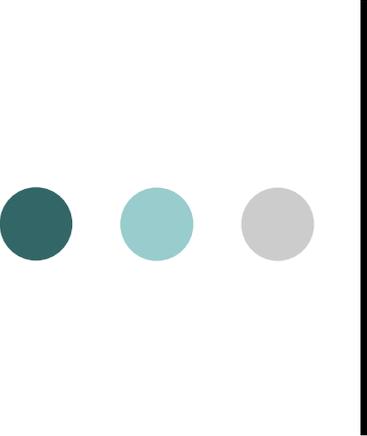


O PROFESSOR ADVERTE:
SLIDES NÃO DEVEM SER
UTILIZADOS COMO ÚNICA
FONTE PARA ESTUDAR OS
CONTEÚDOS MINISTRADOS.
PROCURE CONSULTAR, PELO
MENOS, A BIBLIOGRAFIA
INDICADA NO ÚLTIMO SLIDE.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA



Quicksort – ordenação rápida

Prof. Yandre Maldonado e Gomes da Costa
yandre@din.uem.br



Quicksort – ordenação rápida

- Métodos de ordenação interna:
 - Simples: complexidade média $O(n^2)$;
 - Eficientes: complexidade média $O(n \log n)$;
- Simples:
 - Inserção;
 - Seleção;
 - Troca (bolha);
- Eficientes:
 - Shell (ou shellsort);
 - **Quick (ou quicksort)**;
 - Heap (ou heapsort).



Quicksort – ordenação rápida

- Método proposto por C. A. Hoare, em 1962, na Universidade de Moscou;
- É considerado o método de ordenação mais eficiente até hoje;
- Utiliza a estratégia “dividir para conquistar”;
 - Dividir um problema em subproblemas menores e combinar as soluções a fim de se obter a solução do problema original;



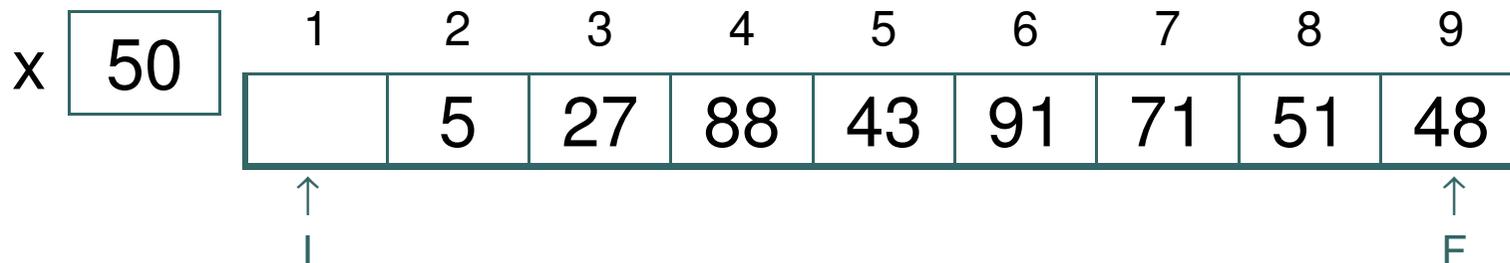
Quicksort – ordenação rápida

- O método consiste em:
 - Escolher um pivô inicial x ;
 - Colocar todos itens com chave menor que a de x à esquerda de x , formando uma seqüência $S1$;
 - Colocar todos itens com chave maior que a de x à direita de x , formando uma seqüência $S2$;
 - Isto feito, o mesmo processo é aplicado às seqüências $S1$ e $S2$, que por sua vez produzirão novos segmentos;
 - O processo deve ser aplicado sucessivamente às seqüências enquanto elas tiverem tamanho ≥ 1 .



Quicksort – ordenação rápida

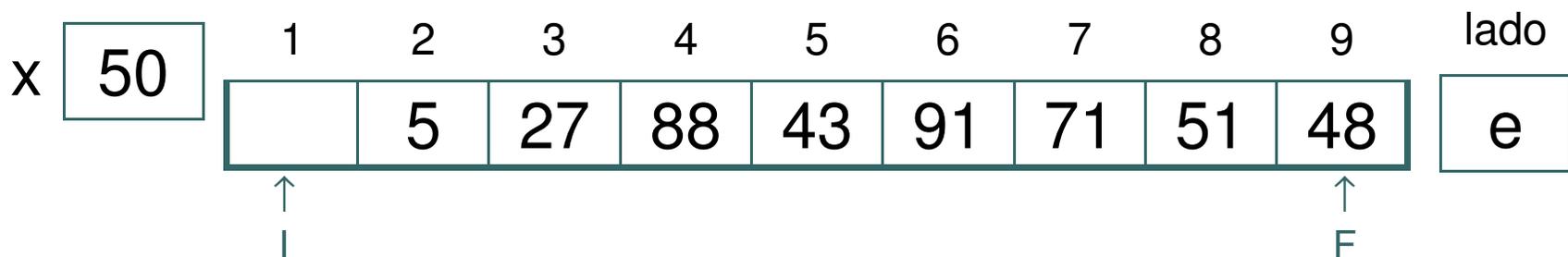
- Exemplo de ordenação:
 - Como pivô inicial, o ideal seria adotar a chave mediana da seqüência;
 - Entretanto, supondo que a seqüência deve estar distribuída aleatoriamente, será adotado o primeiro elemento da seqüência como pivô, inicialmente ele é copiado para uma variável auxiliar x;
 - Escolhida da chave da posição 0 como pivô (variável x), esta posição será considerada vazia;





Quicksort – ordenação rápida

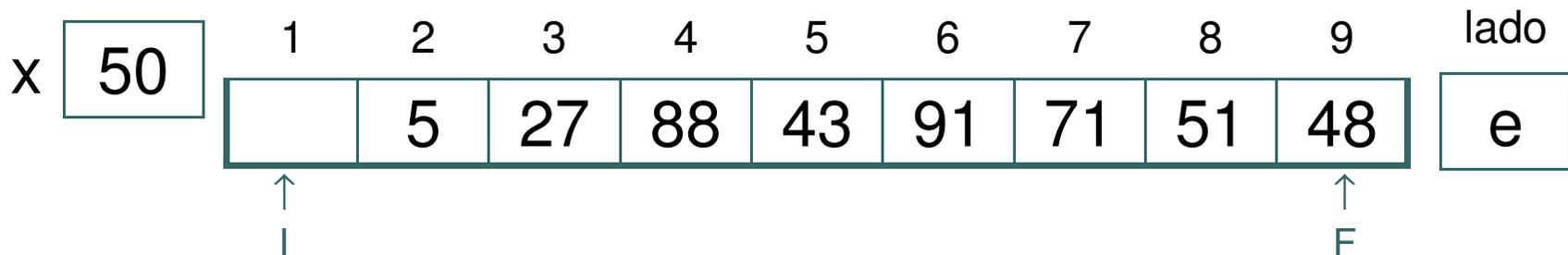
- Exemplo de ordenação:
 - Observe ao lado direito do vetor o valor da variável “lado”, que pode ser:
 - e – quando a primeira posição à esquerda estiver vazia; ou
 - d – quando a última posição à direita estiver vazia;
 - As variáveis l e F serão utilizadas para demarcar os limites que compreendem o segmento do vetor que deve ser percorrido;





Quicksort – ordenação rápida

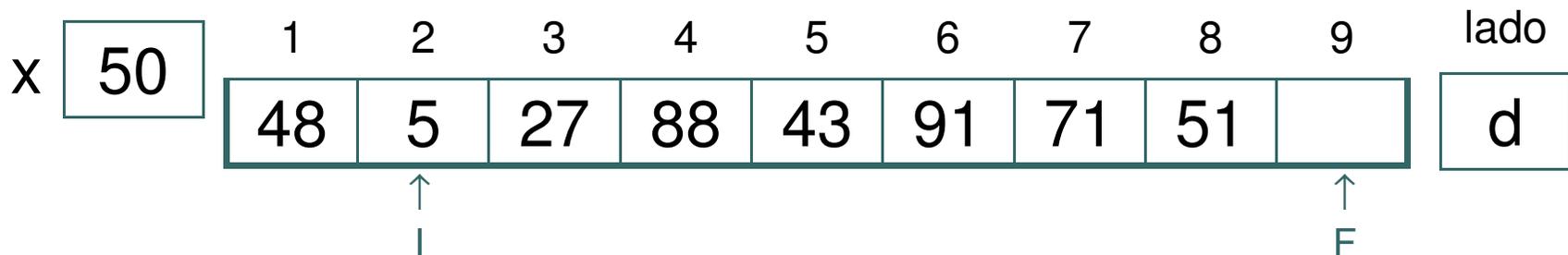
- Quando a variável lado é igual a “e” (extremidade esquerda vazia), o valor apontado por F é comparado com o pivô;
 - Se o valor apontado por F for menor do que o do pivô:
 - O valor apontado por F é colocado na posição vazia;
 - A posição apontada por F fica vazia;
 - O valor da variável lado muda para “d”; e
 - I desloca-se uma posição para a direita.





Quicksort – ordenação rápida

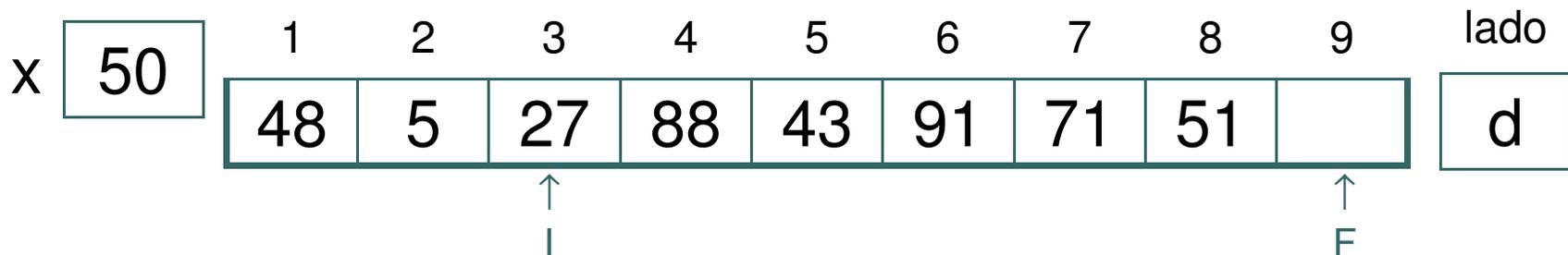
- Quando a variável lado é igual a “d” (extremidade direita vazia), o valor apontado por I é comparado com o pivô;
 - Se o valor apontado por I for menor do que o do pivô, I é incrementado;





Quicksort – ordenação rápida

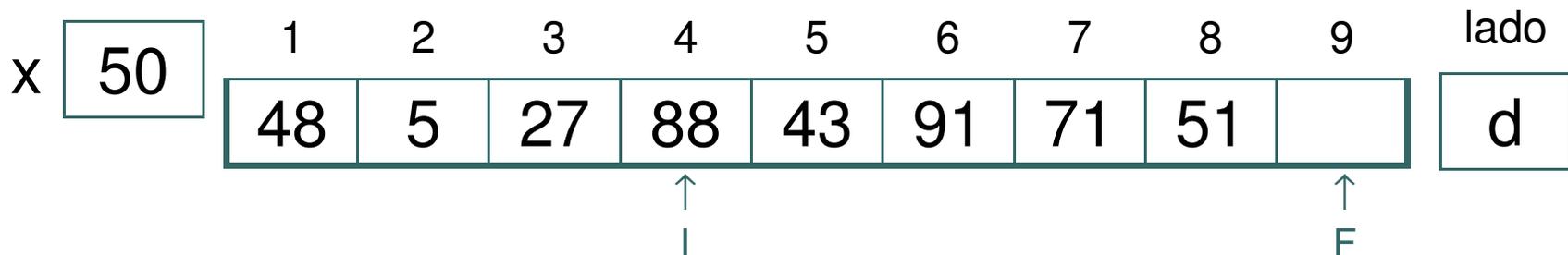
- Quando a variável lado é igual a “d” (extremidade direita vazia), o valor apontado por I é comparado com o pivô;
 - Se o valor apontado por I for menor do que o do pivô, I é incrementado;





Quicksort – ordenação rápida

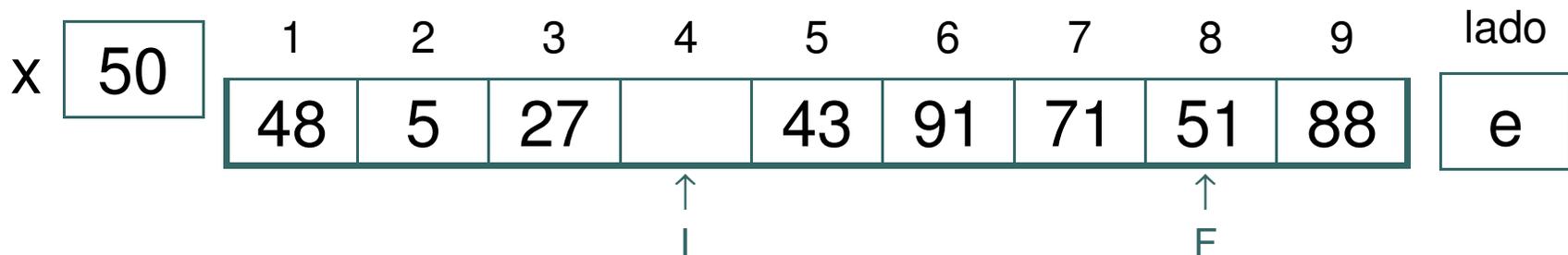
- Quando a variável lado é igual a “d” (extremidade direita vazia), o valor apontado por I é comparado com o pivô;
 - Se o valor apontado por I for maior do que o do pivô:
 - O valor apontado por I é colocado na posição vazia;
 - A posição apontada por I fica vazia;
 - O valor da variável lado muda para “e”; e
 - F desloca-se uma posição para a esquerda.





Quicksort – ordenação rápida

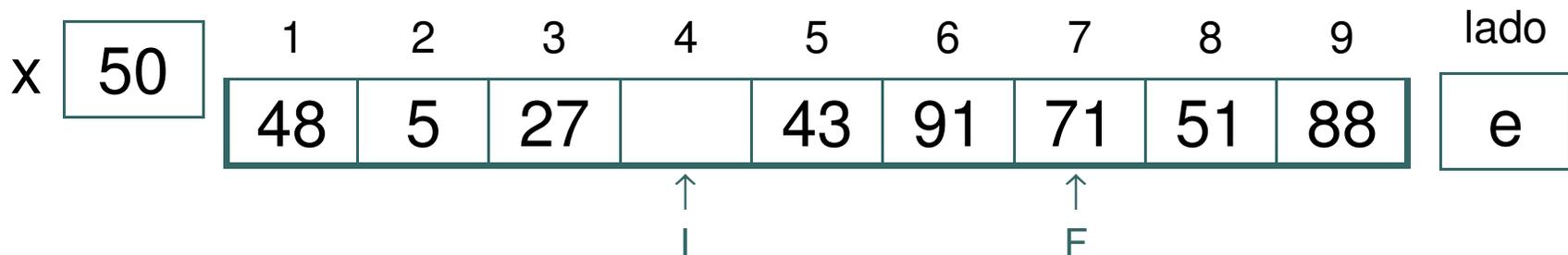
- Quando a variável lado é igual a “e” (extremidade esquerda vazia), o valor apontado por F é comparado com o pivô;
 - Se o valor apontado por F for maior do que o do pivô, F é decrementado;





Quicksort – ordenação rápida

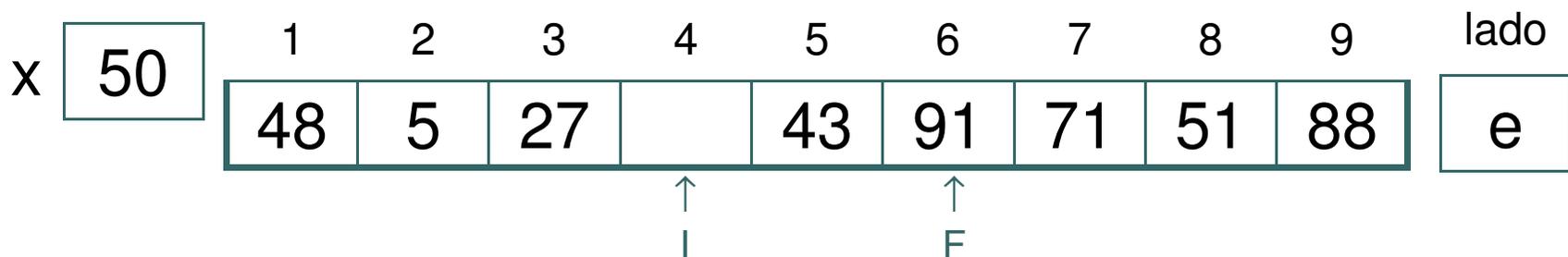
- Quando a variável lado é igual a “e” (extremidade esquerda vazia), o valor apontado por F é comparado com o pivô;
 - Se o valor apontado por F for maior do que o do pivô, F é decrementado;





Quicksort – ordenação rápida

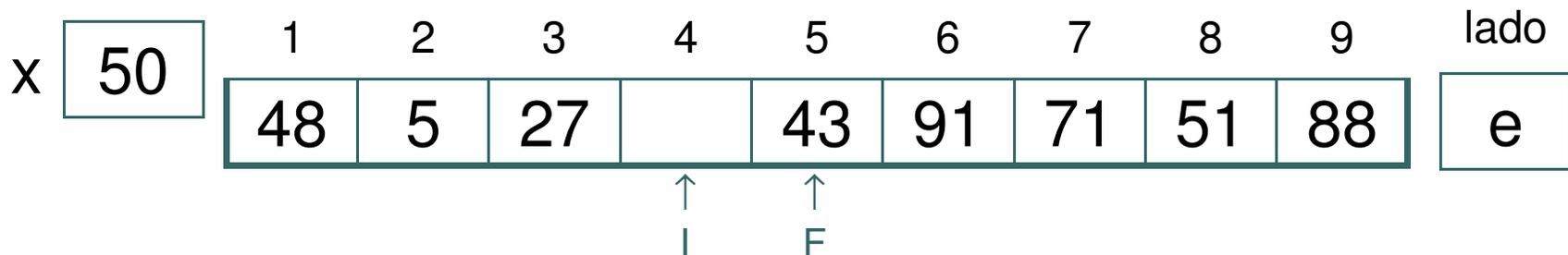
- Quando a variável lado é igual a “e” (extremidade esquerda vazia), o valor apontado por F é comparado com o pivô;
 - Se o valor apontado por F for maior do que o do pivô, F é decrementado;





Quicksort – ordenação rápida

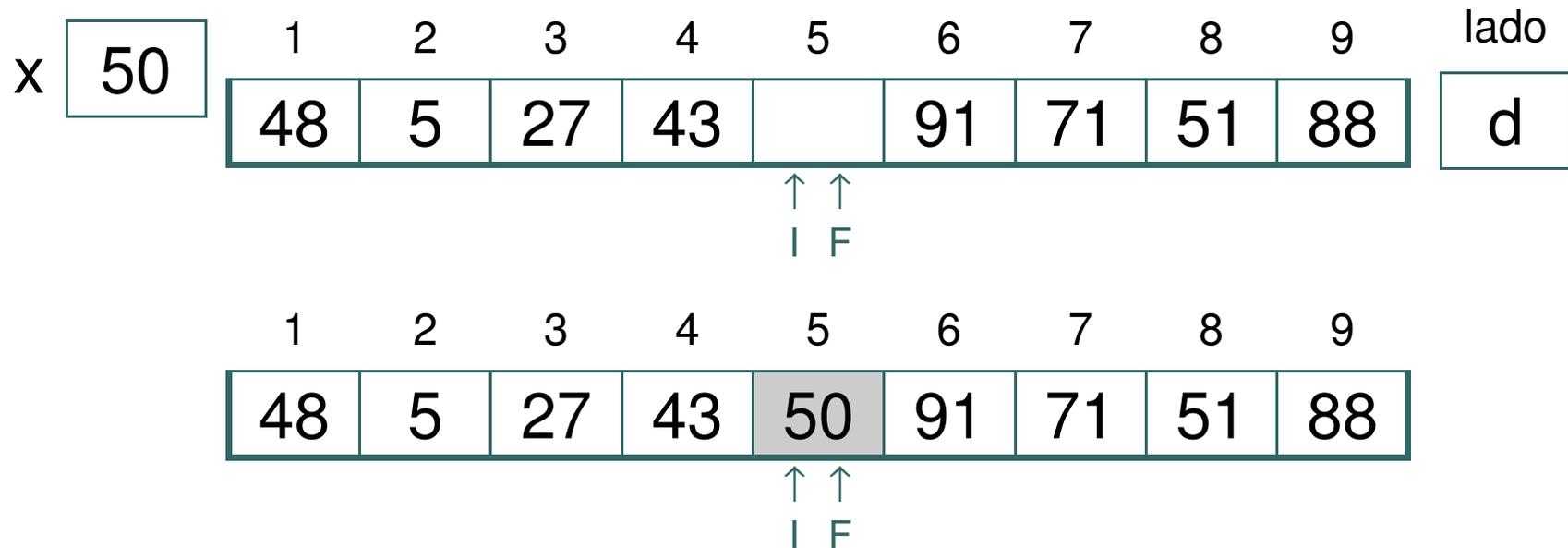
- Quando a variável lado é igual a “e” (extremidade esquerda vazia), o valor apontado por F é comparado com o pivô;
 - Se o valor apontado por F for menor do que o do pivô:
 - O valor apontado por F é colocado na posição vazia;
 - A posição apontada por F fica vazia;
 - O valor da variável lado muda para “d”; e
 - I desloca-se uma posição para a direita.





Quicksort – ordenação rápida

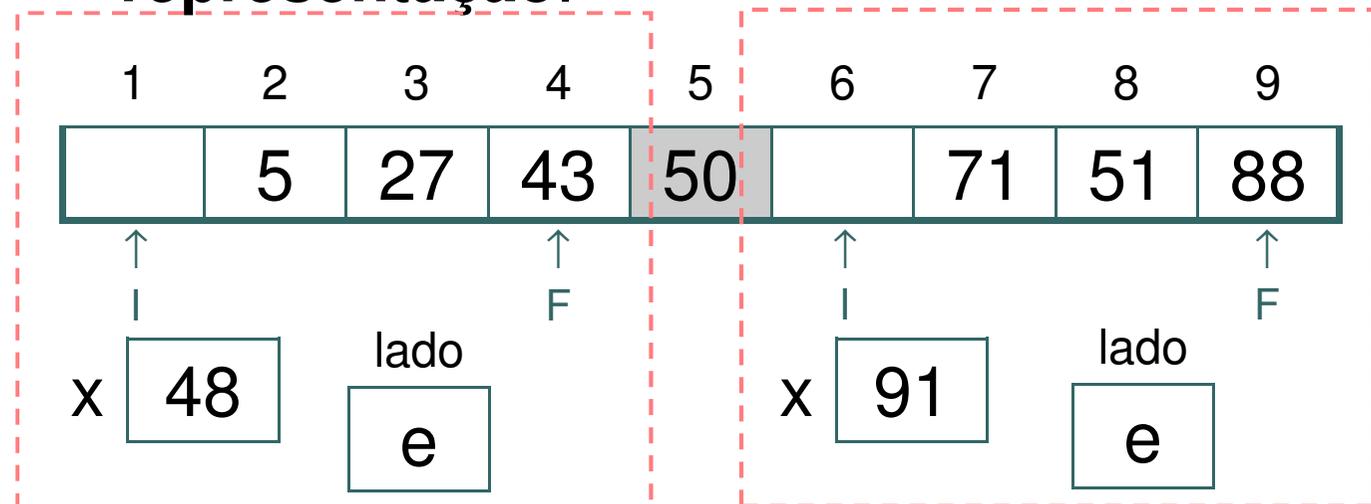
- Neste ponto, os ponteiros I e F se encontram;
- Com isto, faz-se a inserção do pivô nesta posição.





Quicksort – ordenação rápida

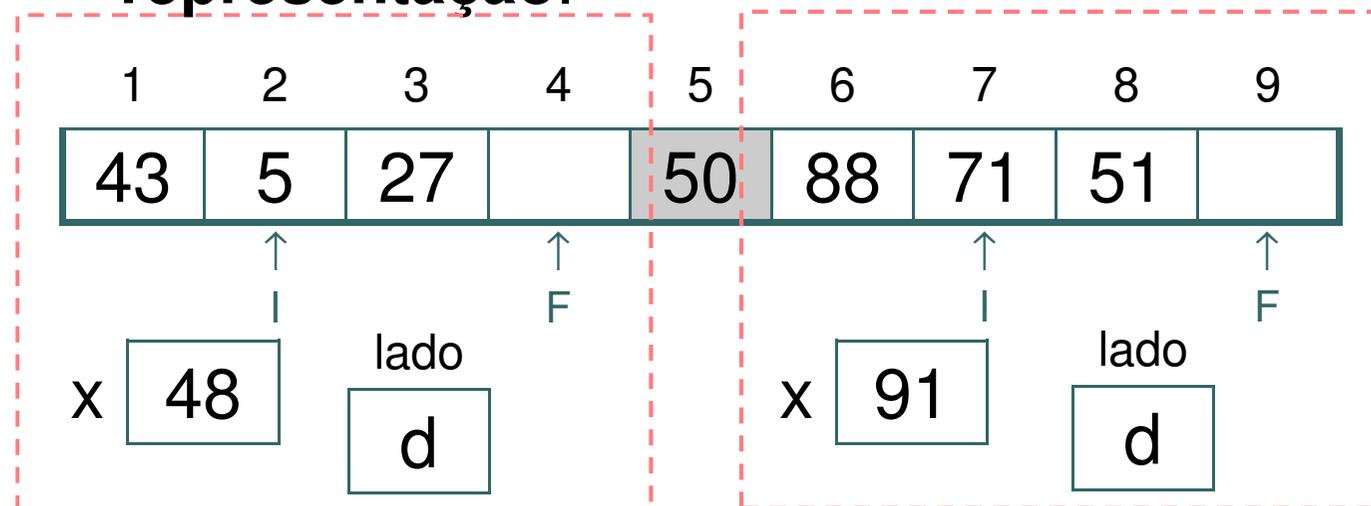
- As próximas figuras ilustram os próximos passos no processo de ordenação;
 - Note que a ordenação dos novos segmentos acontecem em paralelo **nesta representação**.





Quicksort – ordenação rápida

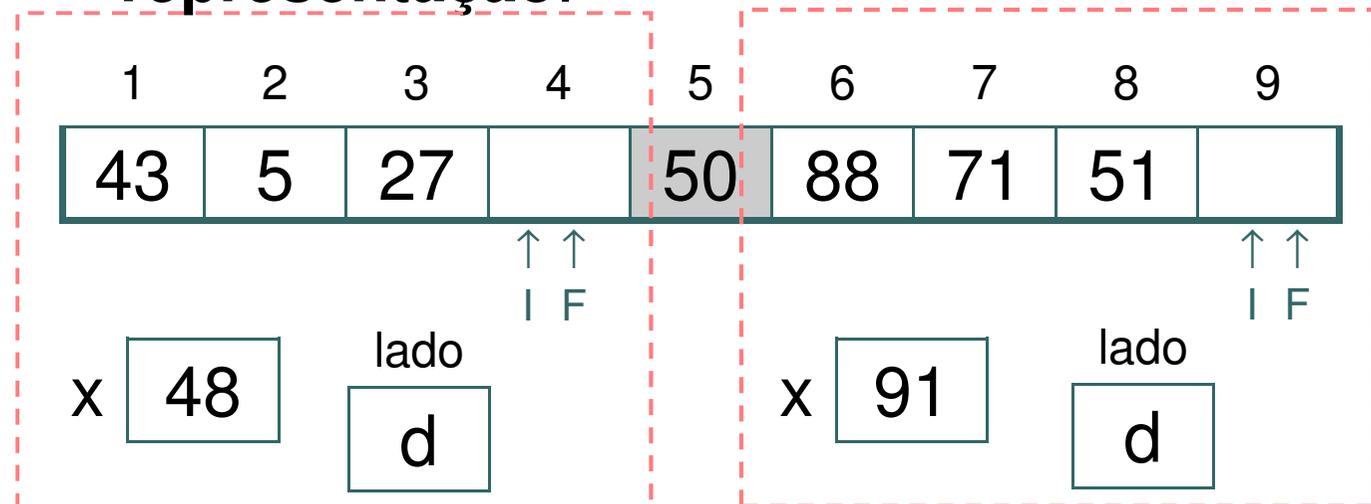
- As próximas figuras ilustram os próximos passos no processo de ordenação;
 - Note que a ordenação dos novos segmentos acontecem em paralelo **nesta representação**.





Quicksort – ordenação rápida

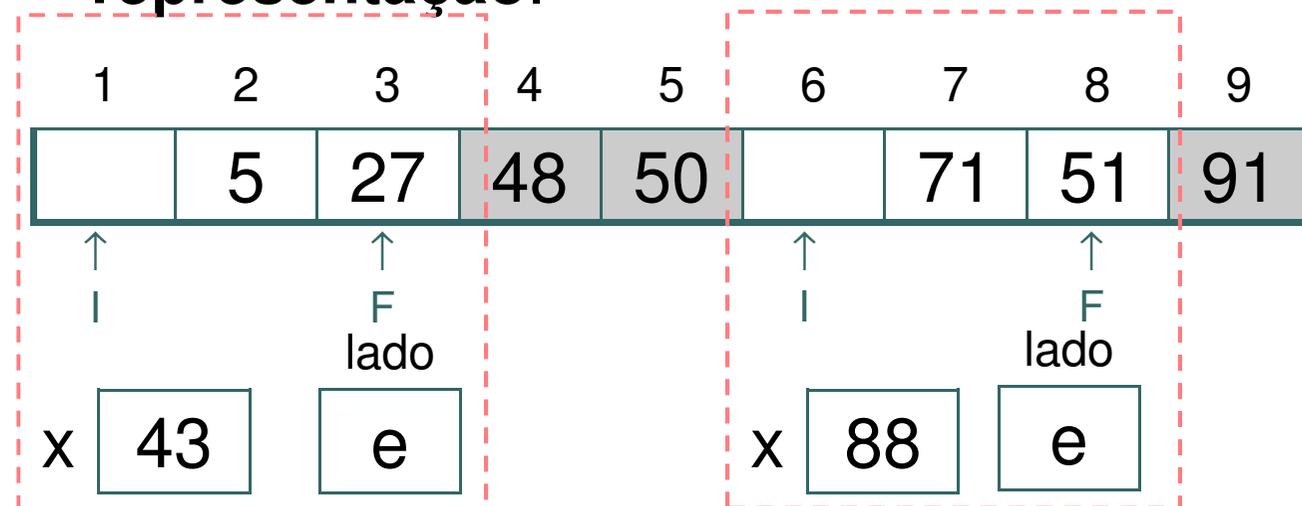
- As próximas figuras ilustram os próximos passos no processo de ordenação;
 - Note que a ordenação dos novos segmentos acontecem em paralelo **nesta representação**.





Quicksort – ordenação rápida

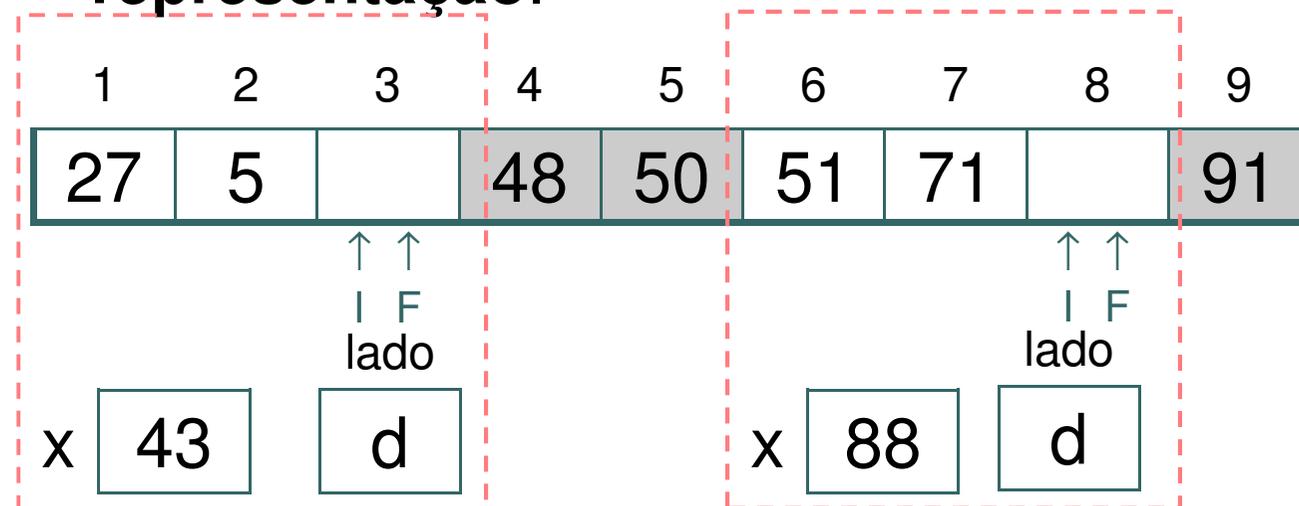
- As próximas figuras ilustram os próximos passos no processo de ordenação;
 - Note que a ordenação dos novos segmentos acontecem em paralelo **nesta representação**.





Quicksort – ordenação rápida

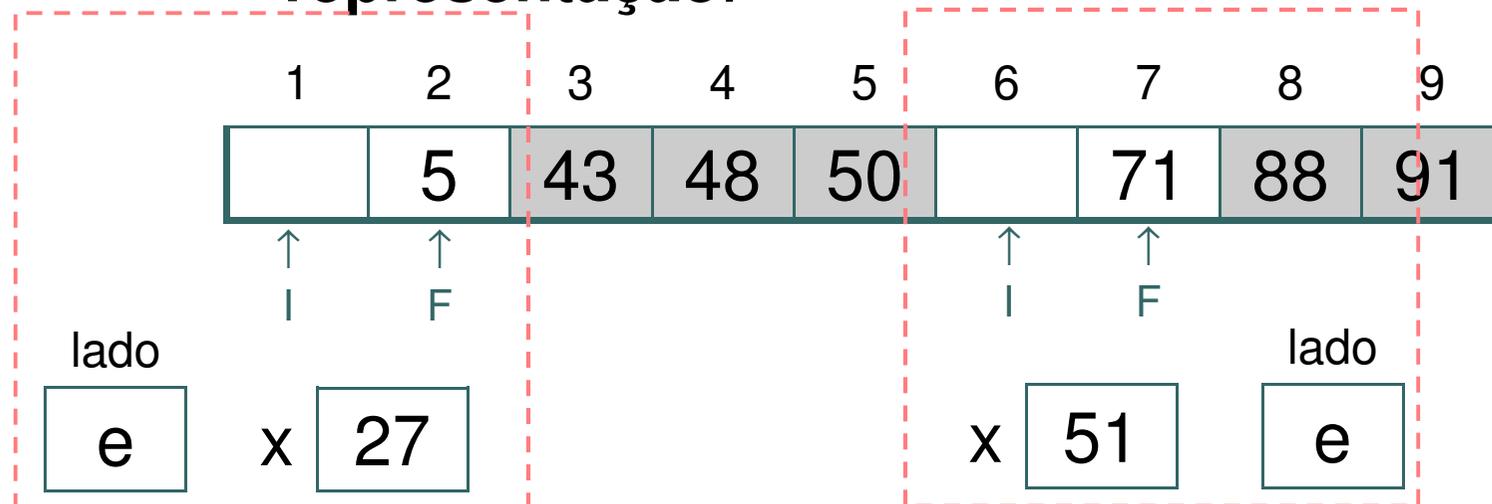
- As próximas figuras ilustram os próximos passos no processo de ordenação;
 - Note que a ordenação dos novos segmentos acontecem em paralelo **nesta representação**.





Quicksort – ordenação rápida

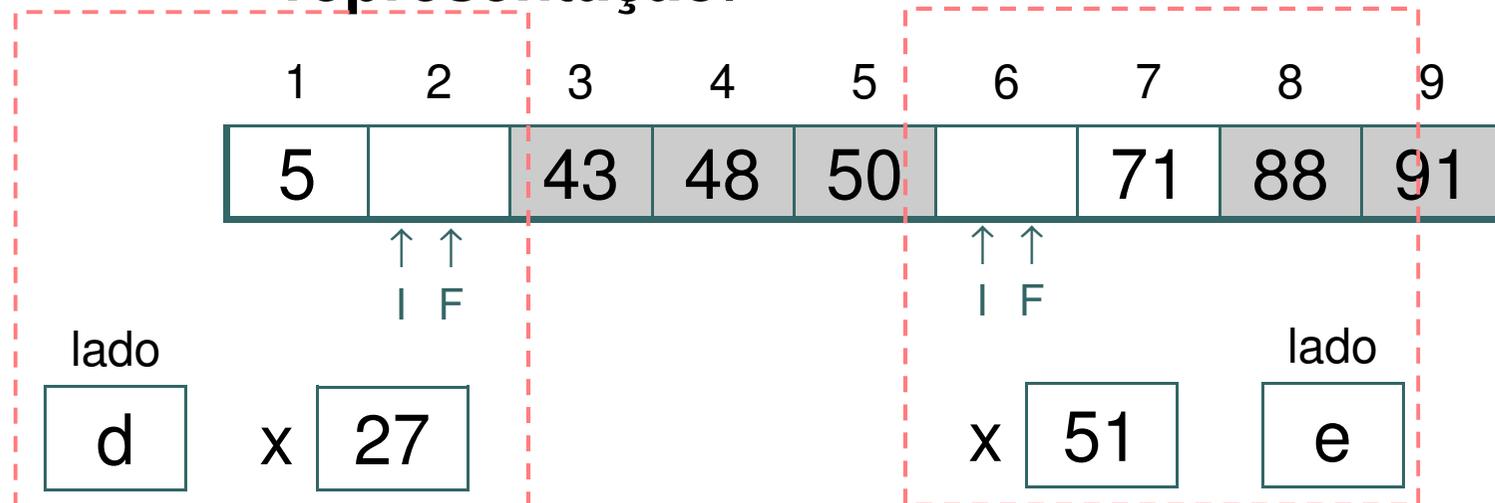
- As próximas figuras ilustram os próximos passos no processo de ordenação;
 - Note que a ordenação dos novos segmentos acontecem em paralelo **nesta representação**.





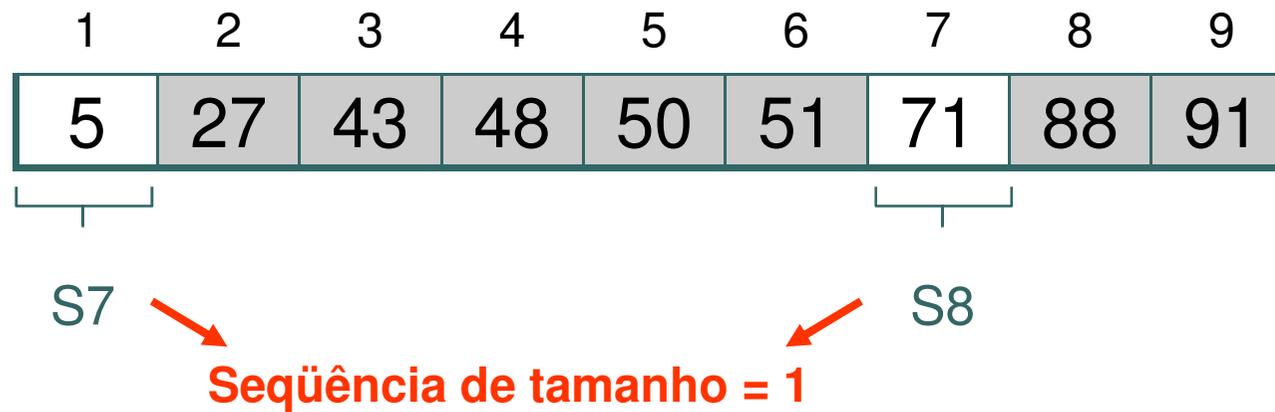
Quicksort – ordenação rápida

- As próximas figuras ilustram os próximos passos no processo de ordenação;
 - Note que a ordenação dos novos segmentos acontecem em paralelo **nesta representação**.





Quicksort – ordenação rápida





Quicksort – ordenação rápida

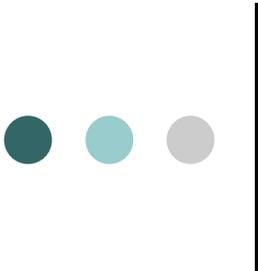
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	27	43	48	50	51	71	88	91

Fim da execução!



Quicksort – ordenação rápida

- Desempenho do Quicksort:
 - Médio: $O(n \log n)$;
 - Pior caso: pode chegar a $O(n^2)$;
 - Esta variação ocorre em função da escolha aleatória do pivô inicial;
 - Excelente opção para situações genéricas;
 - Método “paralelizável”;
 - Desempenho médio duas vezes mais eficiente que o Heapsort.



Bibliografia

- Azeredo, P. A. Métodos de Classificação de Dados e Análise de suas Complexidades. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1996;
- Goodrich e Tamassia. Projeto de Algoritmos. Porto Alegre: Bookman, 2002;
- Celes, W; Cerqueira, R. e Rangel, J. L. Introdução a Estruturas de Dados. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004;
- Moraes, Celso Roberto. Estruturas de Dados e Algoritmos. São Paulo: Berkeley Brasil, 2001;
- Ziviani, N. Projeto de Algoritmos. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.