

MAC121 - Algoritmos e Estruturas de Dados I

Universidade de São Paulo

Segundo Semestre de 2020

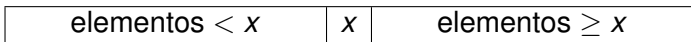
Quicksort

Quicksort

O **Quicksort** também é baseado na estratégia **Divisão e Conquista**. Foi inventado em 1960 por C.A.R. Hoare, quando era estudante na Moscow State Univ.



Em cada passo um pivô x é escolhido, e reorganizamos os elementos do vetor em 2 pedaços:

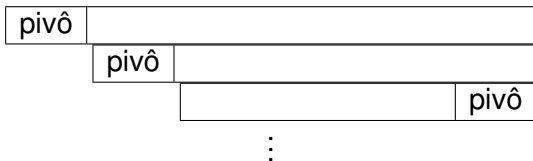


Com isso, dividimos o problema em dois, que podem ser resolvidos independentemente.

Quicksort - escolha do pivô

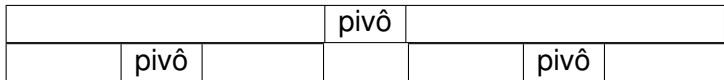
A escolha do pivô é muito importante:

Se dermos azar, e sempre escolhermos um pivô que é o maior ou menor do intervalo:



Quicksort - escolha do pivô

Mas, com sorte, escolhemos um pivô que sempre divide o vetor na metade!



Com o algoritmo que separa o vetor, usando o pivô, o **Quicksort** é bem simples de escrever:

```
void quicksort (int *v, int ini, int fim)
/* ordena o vetor no intervalo [ini, fim] */
```

Algoritmo de separação

Vamos escrever o algoritmo considerando o pivô como o primeiro elemento do intervalo.

Problema: Dado um vetor v e índices ini e fim do vetor, reorganize os elementos do intervalo dado, deixando os elementos menores que o pivô no começo, o pivô, e, em seguida, os elementos maiores ou iguais a ele. Devolva o índice do vetor em que o pivô fica.

Assim, por exemplo, se o vetor dado for

18	64	37	6	93	16	12	17	55	10	64	28	43	19
-----------	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Após a execução do separa, teríamos:

10	17	12	6	16	18	93	37	55	64	64	28	43	19
----	----	----	---	----	-----------	----	----	----	----	----	----	----	----

Separa - “versão Sedgewick”

```
pivo recebe  $v[ini]$   
inicializa  $j$  com  $ini + 1$   
para  $i = ini + 1 \dots fim$  no intervalo  
  se  $v[i] < \text{pivô}$   
    troca  $v[i]$  com  $v[j]$   
    incrementa  $j$   
troca  $v[j - 1]$  com  $v[ini]$  (pivô)  
devolve  $j - 1$ 
```

Invariante: Em toda iteração, os elementos no intervalo $[ini + 1, j - 1]$ são menores que o pivô, e os elementos no intervalo $[j, i - 1]$ são maiores que o pivô.

Como provar?

Quicksort - consumo de tempo

Consumo de tempo do separa é $O(\text{fim} - \text{ini})$. E o Quicksort?

Pior caso?

Melhor caso?

E no caso médio?

Como escolher um bom pivô?