Estruturas de Dados

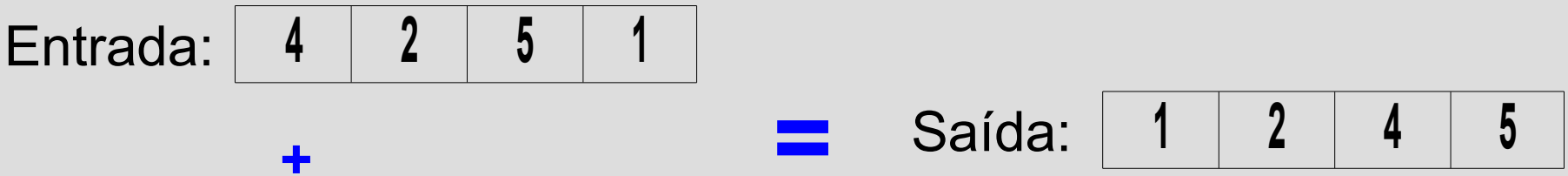
Ordenação

Ordenação *(Sorting)*

- Em diversas aplicações devemos ordenar os dados para operar de forma mais eficiente
- Duas Abordagens:
  - Inserir os elementos respeitando a ordenação (Ordenação por Construção)
  - Aplicar um algoritmo de ordenação em um conjunto já criado
- Os algoritmos de ordenação devem ser eficientes em termos de tempo e espaço

Ordenação de Vetores

- **Entrada:** vetor com os elementos a serem ordenados
- **Saída:** o mesmo vetor com os seus elementos na ordem especificada
- **Ordenação:** pode ser aplicada a qualquer dado com ordem bem definida
  - Vetor com dados simples (*int*, *float*, etc)



Ordenação de Vetores (Cont.)

- **Ordenação:** pode ser aplicada a qualquer dado com ordem bem definida
  - Vetor com dados complexos (*structs*)
    - Chave da ordenação escolhida entre os campos
    - Em geral, ineficiente pois toda a estrutura deve ser trocada
  - Vetor de ponteiros para dados complexos
    - Troca da Ordem dos Elementos = Troca de ponteiros

Algoritmos de Ordenação

- Algoritmos Iterativos de Ordenação:
  - Ordenação Bolha (*Bubble Sort*)
  - Ordenação por Inserção (*Insertion Sort*)
  - etc.
- Algoritmos Recursivos de Ordenação (Abordagem Dividir para Conquistar):
  - Ordenação Rápida (*Quick Sort*)
  - Ordenação por Intercalação (*Merge Sort*)
  - etc.

Ordenação Bolha (Bubble Sort)

A idéia geral da ordenação bolha é colocar os elementos "maiores" nos seus lugares corretos

4	2	5	1

1	2	4	5

Quando dois elementos estão fora de ordem, troque-os de posição até que o i-ésimo elemento de maior valor do vetor seja levado para as posições finais do vetor

Maior Elemento

4	2	5	1
2	4	5	1
2	4	5	1
2	4	1	5

2o. Maior Elemento

2	4	1	5
2	4	1	5
2	1	4	5

3o. Maior Elemento

2	1	4	5
1	2	4	5

Ordenação Bolha

```
void bolha(int n, int *v){
 int i, j, temp;
 for(i=n-1; i>0; i--)
      for(j=0; j<i; j++)
           if(v[j]> v[j+1]){
                temp = v[j]; // Troca
                v[j] = v[j+1];
                v[j+1] = temp;
           }
}
```

i=3

j=0	4	2	5	1
j=1	2	4	5	1
j=2	2	4	5	1
	2	4	1	5

i=2

2	4	1	5
2	4	1	5
2	1	4	5

i=1

2	1	4	5
1	2	4	5

Ordenação Bolha (Versão II)

Quando o vetor já está ordenado em alguma passagem

```
void bolha(int n, int *v){
      int i, j, temp, troca;
      for(i=n-1; i>0; i--){
            troca = 0;
            for(j=0; j<i; j++)
                  if(v[j]> v[j+1]){
                        temp = v[j]; // Troca
                        v[j] = v[j+1];
                        v[j+1] = temp;
                        troca = 1;
                  }
          if(troca==0)
             return;
    }
}
```

Ordenação Bolha pelo campo IRA

```
#include<stdio.h>
typedef struct aluno{
   char nome[81];
   float ira;
} Aluno;
#define MAX 10000
void inicializa(int n, Aluno **alunos);
void imprime(int n, Aluno **alunos, int i);
void bolhaIRA(int n, Aluno **alunos);
void imprime_todos(int n, Aluno **alunos);
void atualiza(int n, Aluno **alunos, int i);
void exclui(int n, Aluno **alunos, int i);
int main (void){
   Aluno* alunos[MAX]; int i;
    inicializa(MAX,alunos);
    for(i=0;i<MAX;i++)
       atualiza(MAX,alunos,i);
    bolhaIRA(MAX,alunos);
    imprime_todos(MAX,alunos);
    for(i=0;i<MAX;i++)
       exclui(MAX,alunos,i);
    return 0;   }
```

Ordenação Bolha pelo campo IRA

```
void bolhaIRA(int n, Aluno **alunos){
int i, j;
int troca = 0;
Aluno *tempAluno;
for(i=n-1; i>0; i--){
    troca = 0;
    for(j=0; j<i; j++)
        if(alunos[j]->ira > alunos[j+1]->ira){
            tempAluno = alunos[j];
            alunos[j] = alunos[j+1];
            alunos[j+1] = tempAluno;
            troca = 1;
        }
    if(troca==0)
        return;
    }
}
```

Complexidade

- A complexidade de um algoritmo pode ser medida pelo esforço computacional
  - Número de Comparações, Atribuições etc.
- No caso da ordenação do método bolha, a complexidade pode ser estimada pelo número de comparações (semelhante ao número de trocas)
  - Na primeira passada: n-1 comparações
  - Na segunda passada: n-2 comparações
  - ...
- $T = (n-1)+ (n-2)+...+1 = n*(n-1)/2$
- O Algoritmo é no pior caso de Ordem Quadrática $O(n^2)$ e no melhor caso Linear O(n)
- Na prática, a ordenação bolha **não** é utilizada

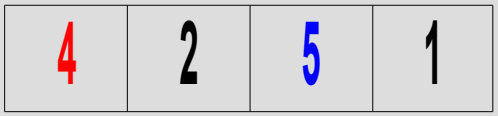
Ordenação Rápida (*Quick Sort*)

- Escolha um elemento arbitrário x, o pivô
- Rearrume o vetor de tal forma que x fique na posição correta v[i]
  - x deve ocupar a posição i do vetor sse
    todos os elementos v[0], … v[i-1] são menores que x e
    todos os elementos v[i+1], …, v[n-1] são maiores que x
- Chame recursivamente o algoritmo para ordenar os (sub-)vetores v[0], … v[i-1] e v[i+1], …, v[n-1]
- Continue até que os vetores que devem ser ordenados tenham 0 ou 1 elemento

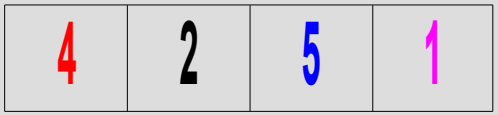
Ordenação Rápida (*Quick Sort*)

Rearrumação do vetor para o pivô de x=v[0]

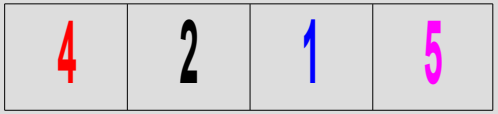
do início para o final, compare x com v[1], v[2],… até encontrar v[a]>x



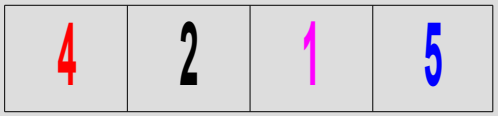
do final para o início, compare x com v[n-1], v[n-2] … até encontrar v[b]<=x



troque v[a] e v[b]



continue para o final a partir de v[a+1] e para o início a partir de v[b-1]. Termine quando os pontos de busca se encontram (b<a)



2<3

a posição correta de x=v[0] é a posição b e v[0] e v[b] são trocados

Ordenação Rápida (*Quick Sort*)

Rearrumação do vetor para o pivô de x=v[0]

do início para o final, compare x com v[1], v[2],… até encontrar v[a]>x

do final para o início, compare x com v[n-1], v[n-2] … até encontrar v[b]<=x

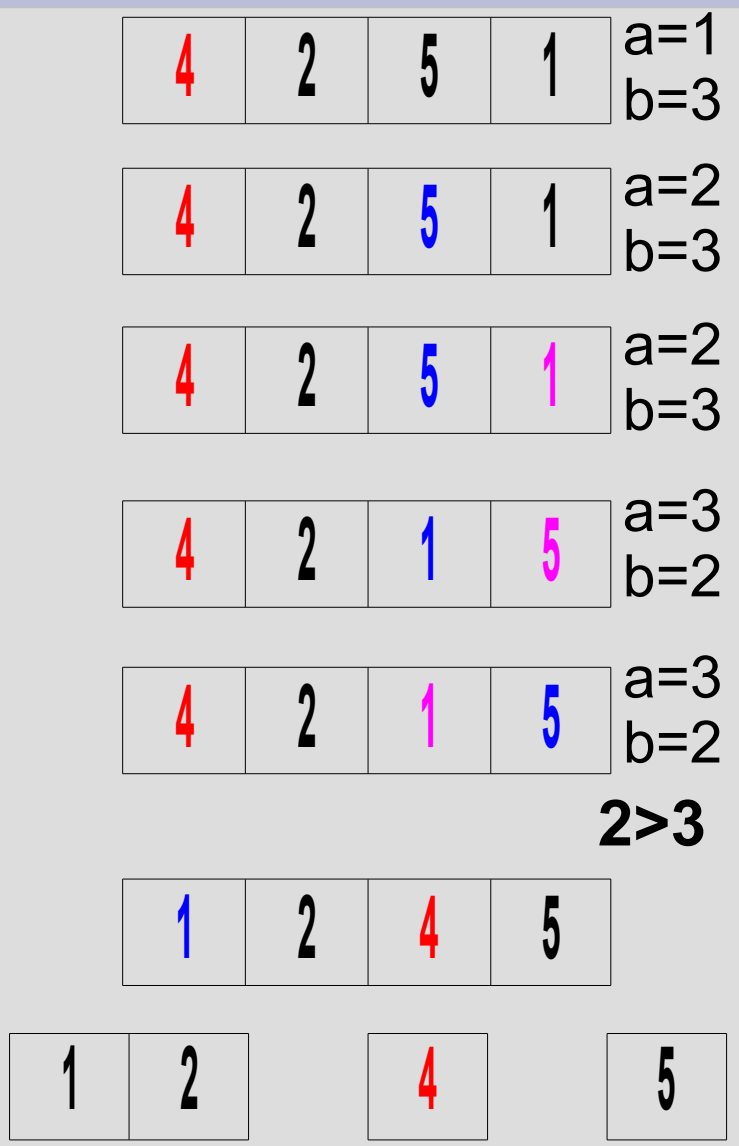
troque v[a] e v[b]

continue para o final a partir de v[a+1] e para o início a partir de v[b-1]. Termine quando os pontos de busca se encontram (b<a)

a posição correta de x=v[0] é a posição b e v[0] e v[b] são trocados

Ordenação Rápida *(Quick Sort)*

```
void rapida(int n, int *v){
   if(n>1){
      int x = v[0];
      int a =1;   int b = n-1;
      while(1){
         while(a<n && v[a] <=x) a++;
         while(v[b]>x) b--;
         if(a<b){
            int temp = v[a];
            v[a] = v[b];
            v[b] = temp;
            a++;b--;
         }else
            break;
      }
      v[0] = v[b];
      v[b] = x;
      rapida(b,v);
      rapida(n-a,&v[a]);
   }
}
```



Complexidade da Ordenação Rápida

Esforço computacional:

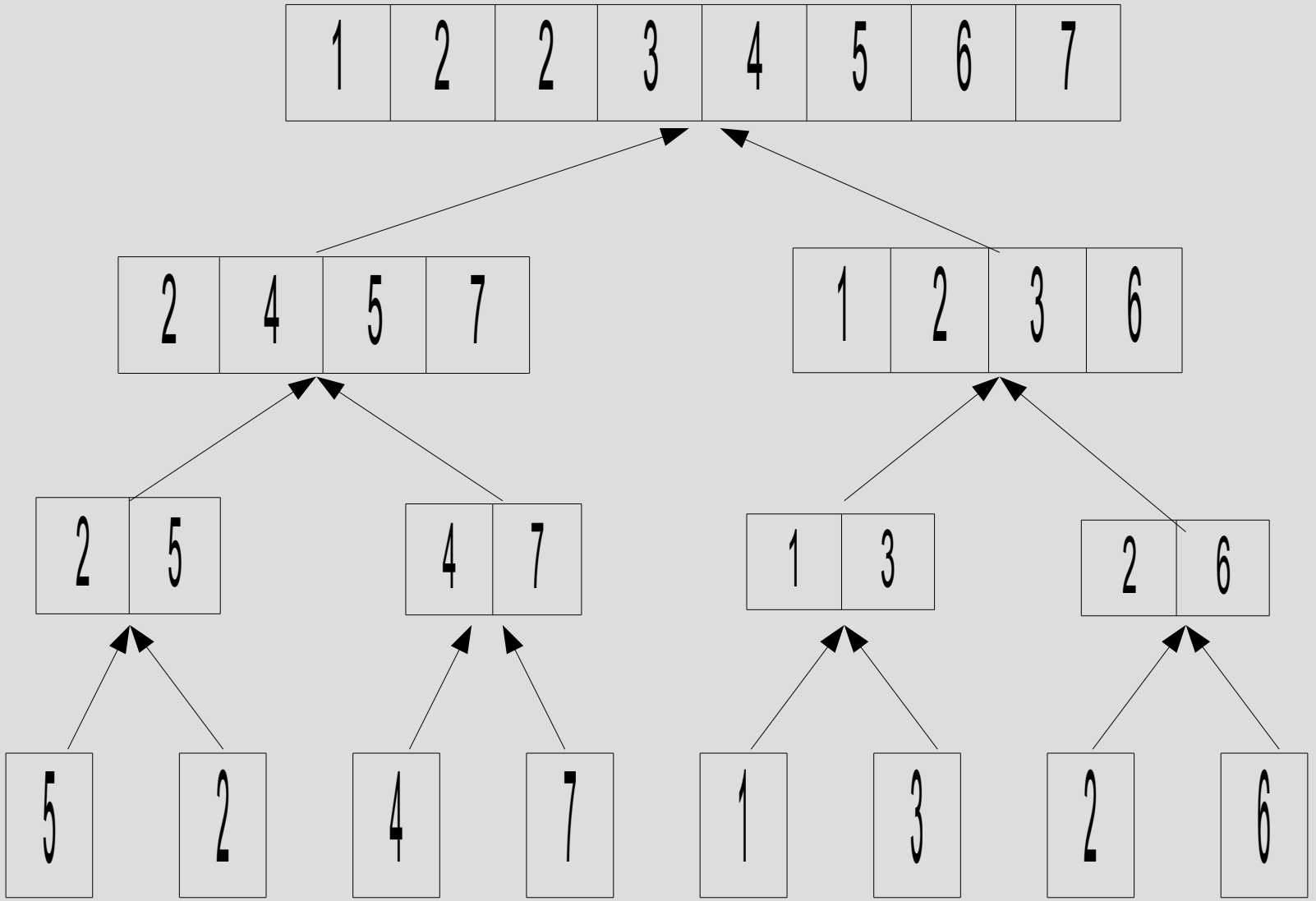
- **melhor caso**:
  - pivô representa o valor mediano do conjunto dos elementos do vetor
  - após mover o pivô em sua posição, restarão dois sub-vetores para serem ordenados, ambos com o número de elementos reduzido à metade, em relação ao vetor original
  - algoritmo é **O(n log(n))**
- **pior caso**:
  - pivô é o maior elemento e algoritmo recai em ordenação bolha
- **caso médio**:
  - algoritmo é **O(n log(n))**

Resumo

- Ordenação Bolha (*Bubble Sort*)
  - quando dois elementos estão fora de ordem, troque-os de posição até que o i-ésimo elemento de maior valor do vetor seja levado para as posições finais do vetor
  - continue o processo até que todo o vetor esteja ordenado
  - Complexidade no Pior Caso $O(n^2)$. **Não** é usado na prática

- Ordenação Rápida (*Quick sort*)
  - coloque um elemento arbitrário x, o pivô, em sua posição k
  - chame recursivamente o algoritmo para ordenar os (sub-)vetores v[0], … v[k-1] e v[k+1], …, v[n-1]
  - continue até que os vetores que devem ser ordenados tenham 0 ou 1 elemento
  - Complexidade no Caso Médio O(n log(n)), porém no Pior Caso $O(n^2)$

Ordenação por Intercalação (*Merge Sort*)



O(n log (n))