INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Estrutura de Dados 2

## Aula 01 – Buscas e ordenação em Vetores

Antonio Angelo de Souza Tartaglia

angelot@ifsp.edu.br

# Estrutura de Dados 2

## Busca e Ordenação

- No mundo da computação, talvez nenhuma outra tarefa seja mais **fundamental** ou tão **exaustivamente** analisada como estas de "**Busca e Ordenação**".

- Estas rotinas são utilizadas em praticamente todos os programas de Banco de Dados, bem como compiladores, interpretadores e sistemas operacionais

# Estrutura de Dados 2

## Busca

- Métodos de Busca:
  - Encontrar informações em um vetor desordenado requer uma Busca Linear, começando pelo primeiro elemento, e parando quando o elemento é encontrado ou quando o fim do vetor é alcançado.
  - Este método deve ser usado em dados desordenados mas também pode ser aplicado para dados ordenados.
  - Se os dados estiverem ordenados, então as Buscas “Ordenada” ou “Binária”, podem ser usadas, já que apresentam uma melhor performance em relação a Linear, estando a Busca Binária em um patamar de desempenho superior ao da Busca Ordenada.

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Estrutura de Dados 2

## Buscas em Vetores

- Busca – Definição:
  - Recuperação de dados armazenados em um repositório ou “Base de Dados”;

Vetores, Lista Ligada, Árvore, etc.

- O tipo de Busca depende do tipo de dados armazenados:
  - Dados estão estruturados (Vetor, Lista ou Árvore);
  - Dados ordenados, ou não ordenados;
  - Valores duplicados.

O tipo de Busca a ser realizada sempre depende do tipo de dado.

Uma Busca pode encontrar itens duplicados, então o que fazer? Recuperar o 1º, 2º, ambos?

# Estrutura de Dados 2

## Busca em vetores

- Tipos de busca abordados:
  - Dados armazenados em um Vetor;
  - Dados Ordenados ou não.
- Métodos:
  - Busca Linear;
  - Busca Ordenada;
  - Busca Binária.

Não necessitam de ordenação.

Trabalham com dados ordenados.

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Estrutura de Dados 2

## Busca em vetores

- Busca Linear: é a mais fácil de ser codificada. A função a seguir faz uma busca em um vetor de inteiros de comprimento conhecido "**n**", até encontrar o elemento procurado "**elem**":

```
int buscaLinear(int *vetor, int n, int elem){
    int i;
    for(i = 0; i < n; i++){
        if(elem == vetor[i]){
            return i;
        }
    }
    return -1;
}
```

- Esta função retorna o índice do elemento no vetor, caso ele seja encontrado, ou **-1** se o elemento não existir no vetor.
- É fácil notar que uma busca linear testará em média $^{1}/_{2}$**n** elementos. No melhor caso testará somente 1 elemento e no pior caso "**n**" elementos.

# Estrutura de Dados 2

## Busca em vetores

- Busca Linear:

```c
int buscaLinear(int *vetor, int n, int elem){
    int i;
    for(i = 0; i < n; i++){
        if(elem == vetor[i]){
            return i;
        }
    }
    return -1;
}
```

Vetor:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 120 | 150 | 110 | 130 | 100 | 160 | 140 | 190 | 170 | 180 |

elem: 100 Elemento à ser procurado

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i = 0 | 120 | 150 | 110 | 130 | 100 | 160 | 140 | 190 | 170 | 180 | Diferente: continua a busca... |
| i = 1 | 120 | 150 | 110 | 130 | 100 | 160 | 140 | 190 | 170 | 180 | Diferente: continua a busca... |
| i = 2 | 120 | 150 | 110 | 130 | 100 | 160 | 140 | 190 | 170 | 180 | Diferente: continua a busca... |
| i = 3 | 120 | 150 | 110 | 130 | 100 | 160 | 140 | 190 | 170 | 180 | Diferente: continua a busca... |
| i = 4 | 120 | 150 | 110 | 130 | 100 | 160 | 140 | 190 | 170 | 180 | Igual: Busca terminada. |

Retorna índice 4

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

## Busca em vetores

- Busca Ordenada: igualmente fácil de ser implementada como a Busca Linear, apenas devemos acrescentar, **a cada iteração onde o elemento não foi encontrado**, uma verificação com a finalidade de detectar se o elemento verificado no vetor é maior do que o elemento que se procura "**elem**" naquele momento.

```
int buscaOrdenada(int *vetor, int n, int elem){
    int i;
    for(i = 0; i < n; i++){
        if(elem == vetor[i]){
            return i;
        }else{
            if(elem < vetor[i]){
                return -1;
            }
        }
    }
    return -1;
}
```

- A partir do momento que o elemento no vetor for maior que o elemento procurado, a Busca é encerrada pois o elemento não existe no vetor (já que está ordenado). Nesse caso a função retorna -1. O último *return* é atingido quando o elemento buscado é maior do que todos no vetor.

# Estrutura de Dados 2

## Busca em vetores

- Busca Ordenada:

```
int buscaOrdenada(int *vetor, int n, int elem){
    int i;
    for(i = 0; i < n; i++){
        if(elem == vetor[i]){
            return i;
        }else{
            if(elem < vetor[i]){
                return -1;
            }
        }
    }
    return -1;
}
```

A tarefa de busca é otimizada se o vetor estiver ordenado. Ainda assim não é muito eficiente, pois é necessário percorrer todo o vetor em alguns casos.

Vetor:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 |

elem: 125 Elemento à ser procurado

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i = 0 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | Diferente: continua a busca... |
| i = 1 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | Diferente: continua a busca... |
| i = 2 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | Diferente: continua a busca... |
| i = 3 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | Valor é maior: elem não existe. |
| i = 4 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | |

Retorna -1, não existe o elemento procurado.

Busca encerrada. Daqui p/ frente só maiores.

# Estrutura de Dados 2

## Busca em vetores

- Busca Binária: Este método é superior aos dois anteriores. Utiliza “Divisão e Conferência”.
  - A estratégia é baseada na ideia de **dividir para conquistar**. A cada passo, esse algoritmo analisa o valor do meio do vetor. Caso o valor seja igual ao elemento procurado, a busca termina. Do contrário, baseado na comparação anterior (elemento procurado é maior ou menor), a busca continua na metade do vetor em que o elemento pode se encontrar .
  - Este procedimento é repetido até que o elemento procurado seja encontrado ou até que não haja mais elementos a testar, retornando assim **–1**

# Estrutura de Dados 2

## Busca em vetores

- Busca Binária:

```
int buscaBinaria(int *vetor, int n, int elem){
    int i, inicio, meio, fim;
    inicio = 0;
    fim = n - 1;

    while(inicio <= fim){
        meio = (inicio + fim)/2;
        if(elem < vetor[meio]){
            fim = meio - 1; //busca na metade esquerda
        }else{
            if(elem > vetor[meio]){
                inicio = meio + 1; // busca na metade direita
            }else{
                return meio;
            }
        }
    }
    return -1; // elemento não encontrado
}
```

- Neste tipo de Busca, o número de comparações no pior caso, é $\log_2 n$.

# Estrutura de Dados 2

## Busca em vetores

- Busca Binária:

Vetor:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 |

elem: 130 Elemento à ser procurado

fim -1

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i = 0 | 100 | 110 | 120 | 130 | ~~140~~ | ~~150~~ | ~~160~~ | ~~170~~ | ~~180~~ | ~~190~~ | Elemento é menor: Busca no início |
| i = 1 | ~~100~~ | ~~110~~ | 120 | 130 | Elemento é maior: Busca no final... | | | | | | |
| i = 2 | | | ~~120~~ | 130 | Elemento é maior: Busca no final... | | | | | | |
| i = 3 | | | | 130 | Elemento é igual: Busca encerrada. | | | | | | |

elem < 140

elem > 110

elem > 120

elem = 130

Retorna índice 3

```
while(inicio <= fim){
    meio = (inicio + fim)/2;
    if(elem < vetor[meio]){
        fim = meio - 1; //busca na metade esquerda
    }else{
        if(elem > vetor[meio]){
            inicio = meio + 1; // busca na metade direita
        }else{
            return meio;
        }
    }
}
```

# Estrutura de Dados 2

## Busca em vetores

- É importante lembrar que toda busca é feita utilizando como base uma chave específica. Esta chave é o "**campo**" utilizado para comparação.

- No caso de uma estrutura, para a chave é utilizado um campo da ***struct*** para comparação, normalmente um identificador único (ID ou código).

# Estrutura de Dados 2

## Busca em Vetor de Estruturas – struct

```c
struct funcionario{
    int codigo;
    char nome[30];
    float salario;
};

struct funcionario func[6];
```

```c
int buscaLinearCodigo(struct funcionario *vetor, int n, int cod){
    int i;
    for(i = 0; i < n; i++){
        if(cod == vetor[i].codigo){
            return i;//elemento encontrado
        }
    }
    return -1;//elemento não encontrado
}
```

Na prática trabalhamos com dados mais complexos, estruturas com mais informações

| Codigo;<br>Nome[30];<br>Salario; | Codigo;<br>Nome[30];<br>Salario; | Codigo;<br>Nome[30];<br>Salario; | Codigo;<br>Nome[30];<br>Salario; | Codigo;<br>Nome[30];<br>Salario; | Codigo;<br>Nome[30];<br>Salario; |
|---|---|---|---|---|---|
| Func[0] | Func[1] | Func[2] | Func[3] | Func[4] | Func[5] |

- Em um vetor de estruturas não basta mais comparar a posição do vetor, é necessário comparar alguns campos da estrutura que está em cada posição dentro do vetor.

# Estrutura de Dados 2

## Busca em Vetor de Estruturas – struct

- Busca por Código:

```
int buscaLinearCodigo(int *vetor, int n, int cod){
    int i;
    for(i = 0; i < n; i++){
        if(cod == vetor[i].codigo){
            return i;//elemento encontrado
        }
    }
    return -1;//elemento não encontrado
}
```

```
struct funcionario{
    int codigo;
    char nome[30];
    float salario;
};
```

- Busca por outro campo qualquer (string):

```
int buscaLinearNome(int *vetor, int n, char *nome){
    int i;
    for(i = 0; i < n; i++){
        //strstr() retorna NULL se string1 não contém string2
        if(strstr(vetor[i].nome, nome){
            return i;//elemento encontrado
        }
    }
    return -1;//elemento não encontrado
}
```

# Estrutura de Dados 2

## Atividade 1

- Elabore um programa que execute os três tipos de busca:
  - Busca Linear;
  - Busca Ordenada;
  - Busca Binária.
- Para isso, seu programa deverá contar com dois vetores de inteiros, um desordenado para a Busca Linear, e outro ordenado para as Buscas Ordenada e Binária.
- Os resultados devem ser apresentados em tela juntamente com o respectivo vetor para a conferência do **índice** retornado.
- Entregue no Moodle como Atividade 1 – Buscas em Vetores

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Estrutura de Dados 2

## Atividade 2

- Utilizando o programa da atividade 1, escreva uma função para a inserção de um novo valor no vetor ordenado em sua posição correta. Desloque os outros números, se necessário. Disponibilize espaço vago no vetor para a movimentação dos elementos.

- Entregue no Moodle como atividade 2.

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação

- Existem muitos algoritmos de ordenação. Cada um deles têm seus méritos, mas, de uma forma geral, a avaliação de um algoritmo de ordenação está baseada nas respostas as seguintes perguntas:
  - Em que velocidade ele pode ordenar as informações no caso médio?
  - Qual a velocidade de seu melhor e pior casos?
  - Este algoritmo apresenta comportamento ***natural*** ou ***não-natural***?
  - Ele rearranja elementos iguais?

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Ordenação

- Com que velocidade um algoritmo ordena para ter um ótimo desempenho? A velocidade na qual um algoritmo ordena um vetor é diretamente relacionada ao número de comparações e ao número de trocas exigidas, **com trocas exigindo mais tempo**. Alguns algoritmos variam o tempo de ordenação de um elemento de forma **exponencial**, e outros de forma **logarítmica**.

- Os tempos de processamento no **pior** e no **melhor** caso são importantes se você desejar saber regularmente quais situações de melhor e pior caso. Frequentemente uma ordenação terá um bom caso médio mas um terrível pior caso, ou vice e versa.

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação

- Dizemos que um algoritmo de ordenação tem um comportamento ***natural*** se ele **trabalha o menos possível** quando a lista já está ordenada, e quanto mais desordenada estiver a lista, mais trabalho terá o algoritmo, e trabalhará o maior tempo ainda, quando a lista estiver em **ordem inversa**.

- O maior trabalho de um algoritmo de ordenação é o número de comparações e movimentos (trocas), que ele deve executar.

# Ordenação

- Definição:
  - Processo de arranjar um conjunto de informações semelhantes, em uma ordem, *crescente* ou *decrescente*. Especificamente, dada uma lista ordenada *i* de *n* elementos, então:

$$i_1 \leq i_2 \leq \ \ldots \leq in$$

  - A ordenação permite que o acesso aos dados seja feita de forma mais eficiente.

- Algoritmo de Ordenação:
  - É o algoritmo que coloca os elementos de uma dada sequência em uma certa ordem.

- Exemplo:
  - 130, 150, 120, 100, 110, 140 – Fora de ordem;
  - 100, 110, 120, 130, 140, 150 – Ordenado.

A operação de busca se torna muito mais rápida e eficiente se os dados estiverem ordenados.

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação

- A **ordenação** de um conjunto de dados é feita utilizando como base uma **chave específica**.

```
struct funcionario{
    int codigo;
    char nome[30];
    float salario;
};
```

- Ela é utilizada nas comparações, mas quando uma troca se torna necessária, **toda a estrutura de dados** é transferida.
- Para realizar a **ordenação**, podemos utilizar qualquer tipo de **chave**, desde que exista uma regra de ordenação bem definida.
- Tipos de Ordenação mais comuns:
  - Numérica:
    - 1, 2, 3, 4, 5...
  - Lexicográfica (ordem alfabética):
    - Ana, Antonio, Claudio, Marcelo...

Chave de ordenação, é o "campo" do item, utilizado para comparação.

| Codigo; Nome[30]; Salario; | Codigo; Nome[30]; Salario; | Codigo; Nome[30]; Salario; | Codigo; Nome[30]; Salario; | Codigo; Nome[30]; Salario; | Codigo; Nome[30]; Salario; |
|---|---|---|---|---|---|
| Func[0] | Func[1] | Func[2] | Func[3] | Func[4] | Func[5] |

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação

- Independente do tipo, a Ordenação pode ser:
  - Crescente:
    - 1, 2, 3, 4, 5...
    - Ana, Antonio, Claudio, Marcelo...
  - Decrescente:
    - ... 5, 4, 3, 2, 1.
    - ... Marcelo, Claudio, Antonio, Ana.

Algoritmo de ordenação é aquele que rearranja os elementos de uma dada sequencia fornecida, em uma ordem predefinida.

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação

- Classificação dos algoritmos de Ordenação:
  - Ordenação Interna:
    - O bloco a ser ordenado está na sua totalidade na **memória** do computador;
    - Qualquer registro pode ser imediatamente acessado.
  - Ordenação Externa:
    - O bloco a ser ordenado não cabe na memória principal disponível, e neste caso, trata-se de um arquivo;
    - Os registros são acessados sequencialmente ou em grandes blocos.

Todo o conjunto de dados a ser ordenado cabe na memória disponível.

Vantagem!
Todos os registros estão na memória.

Um algoritmo de ordenação é considerado **estável**, se a ordem dos elementos com chaves iguais não muda durante a ordenação.

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Métodos de Ordenação

- Existem três métodos básicos gerais (que possuem baixo rendimento), para a ordenação de matrizes:
  - Por troca;
  - Por seleção;
  - Por inserção.
- Para entender, imagine as cartas de um baralho. Para ordenar as cartas, utilizando ***troca***, espalhe-as em uma mesa, então troque as cartas fora de ordem até que todo o baralho esteja ordenado.
- Utilizando a ***seleção***, espalhe as cartas na mesa e selecione a carta de menor valor, retire-a do baralho e segure-a na mão. Esse processo continua até que todas as cartas estejam em sua mão. As cartas na sua mão estarão ordenadas quando o processo estiver terminado.
- Para ordenar por ***inserção***, segure todas as cartas em sua mão. Ponha uma carta por vez na mesa, sempre inserindo-a na posição correta. O baralho estará ordenado quando não restarem mais cartas em sua mão.

# Métodos de Ordenação

- Métodos de Ordenação
  - Básicos: Complexidade: $O(n^2)$
    - Fácil entendimento;
    - Auxiliam o entendimento dos algoritmos complexos.
  - Sofisticados Complexidade: $O(n \log n)$
    - Em geral são mais eficientes e possuem melhor desempenho.

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Métodos de Ordenação

- $O(n^2)$ - Em um conjunto de "$n$" elementos a ser ordenado, um algoritmo com este nível de complexidade, gasta "$n^2$" operações para sua ordenação. Exemplo:
  - Em um vetor com **100** elementos, o algoritmo gasta ***100²*** operações para sua ordenação, ou seja **10.000** operações.
- $O(n\ log\, n)$ – Em um conjunto de "$n$" elementos a ser ordenado, um algoritmo mais sofisticado que utiliza este nível de complexidade, gasta "$n\ log\, n$" operações para a ordenação destes dados. Exemplo:
  - Em um vetor com 100 elementos, o algoritmo gasta $100 log\, 100$ operações para sua ordenação, ou seja $log\, 100 = 2$, logo **100 * 2 = 200**. O algoritmo gasta cerca de **200** operações para a ordenação do mesmo vetor.

$O(n\ log\, n)$ é muito mais rápido do que $O(n^2)$

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Ordenação BubbleSort ou Ordenação por Bolha

- É uma ordenação por **trocas**. Compara pares de elementos adjacentes (2 elementos sequenciais dentro de um vetor), e os troca de lugar se estiverem na ordem errada.
- Este processo se repete até que mais nenhuma troca seja necessária, ou seja os elementos já estarão ordenados.
- Performance:
  - Melhor caso: $\mathbf{O}(n)$;
  - Pior caso: $O(n^2)$;
  - Não recomendado para grandes conjuntos de dados

$n$ operações são necessárias para a ordenação, ou seja, todos estão já ordenados, e o vetor é varrido uma só vez verificando se algum elemento está desordenado.

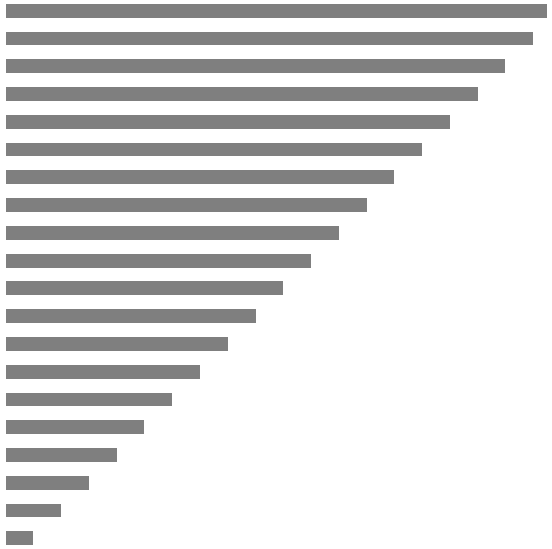
Todos os seus elementos estão fora de ordem (inverso)!

Este algoritmo possui baixo desempenho!

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação BubbleSort ou Ordenação por Bolha

- Funcionamento do algoritmo BubbleSort:



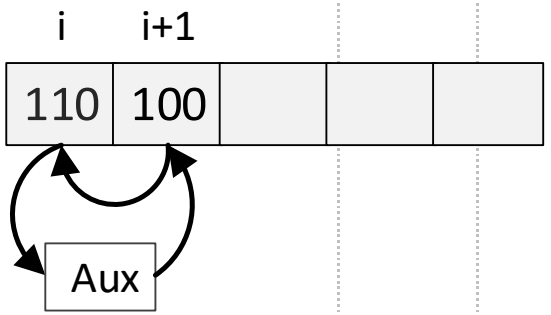
- http://www.sorting-algorithms.com/

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação BubbleSort ou Ordenação por Bolha

```
void Ordena_bubbleSort(int *v, int n){
    int i, continua, aux, fim = n;
    do{
        continua = 0;
        for(i = 0; i < fim - 1; i++){
            if(v[i] > v[i+1]){
                aux = v[i];
                v[i] = v[i+1];
                v[i+1] = aux;
                continua = i;
            }
        }
        fim--;
    }while(continua != 0);
```

Troca dois valores consecutivos no vetor




Percorre o vetor até a penúltima posição

Durante toda a iteração do “for”, serão feitas comparações com as posições vizinhas.

Recebe “i” atual para continuar a busca

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação BubbleSort ou Ordenação por Bolha

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 130 | 110 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 |

```
for(i = 0; i < fim - 1; i++){
    if(v[i] > v[i+1]){
        aux = v[i];
        v[i] = v[i+1];
        v[i+1] = aux;
        continua = i;
    }
}
```

O laço “for” simplesmente compara 2 à 2, os elementos do vetor

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i = 0 | 130 | 110 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 | Trocar |
| i = 1 | 110 | 130 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 | ok |
| i = 2 | 110 | 130 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 | Trocar |
| i = 3 | 110 | 130 | 100 | 150 | 160 | 140 | 120 | ok |
| i = 4 | 110 | 130 | 100 | 150 | 160 | 140 | 120 | Trocar |
| i = 5 | 110 | 130 | 100 | 150 | 140 | 160 | 120 | Trocar |
| final | 110 | 130 | 100 | 150 | 140 | 120 | 160 | Fim |

O laço “for” posicionará o maior elemento no final do vetor.

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação BubbleSort ou Ordenação por Bolha

```
void Ordena_bubbleSort(int *v, int n){
    int i, continua, aux, fim = n;
    do{
        continua = 0;
        for(i = 0; i < fim - 1; i++){
            if(v[i] > v[i+1]){
                aux = v[i];
                v[i] = v[i+1];
                v[i+1] = aux;
                continua = i;
            }
        }
        fim--;
    }while(continua != 0);
```

Só uma passagem pelo “for”, não é suficiente para ordenação total. Então, continuamos...

Já que na primeira passagem pelo “for” o maior elemento foi colocado no final, então diminuímos o tamanho do vetor

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação BubbleSort ou Ordenação por Bolha

1ª iteração do/while

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i = 0 | 130 | 110 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 | Trocar |
| i = 1 | 110 | 130 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 | ok |
| i = 2 | 110 | 130 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 | Trocar |
| i = 3 | 110 | 130 | 100 | 150 | 160 | 140 | 120 | ok |
| i = 4 | 110 | 130 | 100 | 150 | 160 | 140 | 120 | Trocar |
| i = 5 | 110 | 130 | 100 | 150 | 140 | 160 | 120 | Trocar |
| final | 110 | 130 | 100 | 150 | 140 | 120 | 160 | Fim |

2ª iteração do/while

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i = 0 | 110 | 130 | 100 | 150 | 140 | 120 | 160 | ok |
| i = 1 | 110 | 130 | 100 | 150 | 140 | 120 | 160 | Trocar |
| i = 2 | 110 | 100 | 130 | 150 | 140 | 120 | 160 | ok |
| i = 3 | 110 | 100 | 130 | 150 | 140 | 120 | 160 | ok |
| i = 4 | 110 | 100 | 130 | 140 | 150 | 120 | 160 | Trocar |
| final | 110 | 100 | 130 | 140 | 120 | 150 | 160 | Fim |

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação BubbleSort ou Ordenação por Bolha

3ª iteração do/while

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i = 0 | 110 | 100 | 130 | 140 | 120 | 150 | 160 | Trocar |
| i = 1 | 100 | 110 | 130 | 140 | 120 | 150 | 160 | ok |
| i = 2 | 100 | 110 | 130 | 140 | 120 | 150 | 160 | ok |
| i = 3 | 100 | 110 | 130 | 140 | 120 | 150 | 160 | Trocar |
| final | 100 | 110 | 130 | 120 | 140 | 150 | 160 | Fim |

4ª iteração do/while

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i = 0 | 100 | 110 | 130 | 120 | 140 | 150 | 160 | ok |
| i = 1 | 100 | 110 | 130 | 120 | 140 | 150 | 160 | ok |
| i = 2 | 100 | 110 | 130 | 120 | 140 | 150 | 160 | Trocar |
| final | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | Fim |

4ª iteração do/while

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i = 0 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | ok |
| i = 1 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | ok |

Não houve mudanças, ordenação concluída

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Ordenação BubbleSort ou Ordenação por Bolha

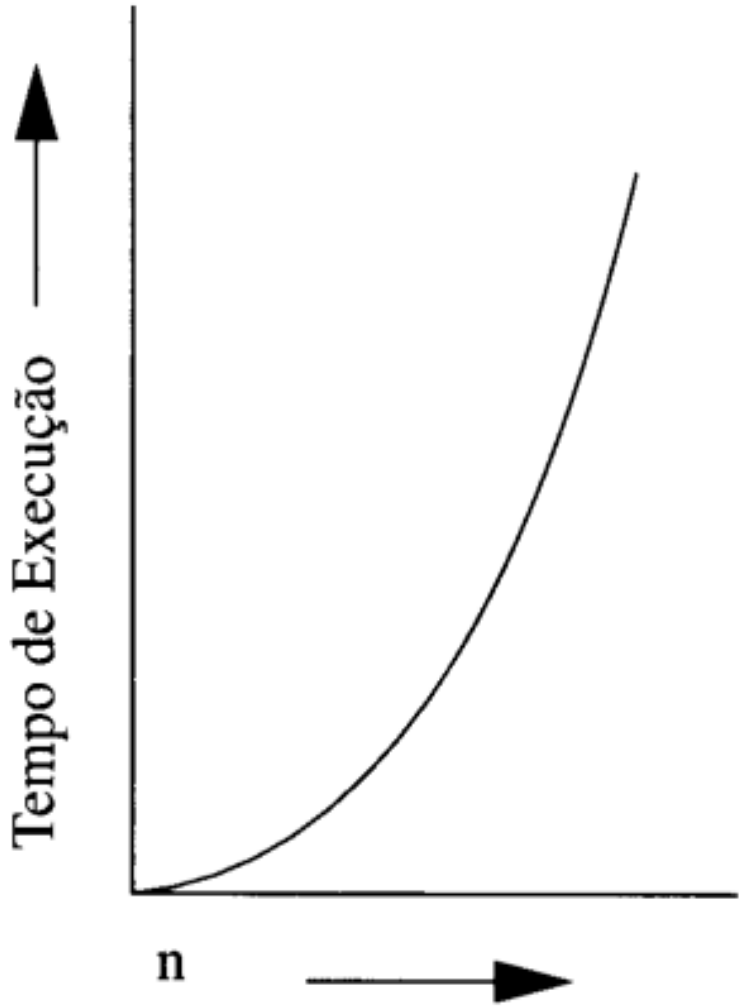
- Ao analisar qualquer ordenação, deve-se determinar quantas comparações e trocas serão realizadas para o menor, médio e pior casos. Com a ordenação ***Bubble,*** o número de comparações é sempre o mesmo, porque os dois laços ***for*** repetem o número especificado de vezes, estando a lista inicialmente ordenada ou não.

- À medida que a lista se torna menos ordenada, o número de elementos fora de ordem se aproxima do número de comparações, lembrando que para este método existem três trocas para cada elemento fora de ordem.

- Essa é uma ordenação ***n-quadrado***, pois seu tempo de execução é um múltiplo do quadrado do número de elementos. Esse tipo de algoritmo é muito ineficiente quando aplicado em um grande número de elementos, porque o tempo de execução está diretamente relacionado com o número de comparações e trocas.

# Ordenação BubbleSort ou Ordenação por Bolha

- Exemplo:
- Ignorando o tempo que leva para trocar qualquer elemento fora da posição, assumiremos que cada comparação leva 0,001 segundos;
- Para ordenar 10 elementos, são gastos 0,05 segundos;
- Para ordenar 100 elementos, serão gastos 5 segundos;
- Uma ordenação de 100.000 elementos, o tamanho de uma pequena lista telefônica, levaria em torno de 5.000.000 de segundos, ou 1.400 horas, ou ainda por volta de dois meses de ordenação contínua.
- O gráfico ao lado mostra como o tempo de execução aumenta com relação ao tamanho da matriz.




Tempo de execução de uma ordenação $n^2$ em relação ao tamanho da matriz

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Ordenação BubbleSort ou Ordenação por Bolha

- É possível fazer pequenas melhorias na ordenação ***Bubble*** para eu ela fique mais rápida.
- Ela tem uma peculiaridade. Observe o vetor abaixo:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 160 | 110 | 150 | 140 | 130 | 100 | 120 |

- Um elemento fora de ordem, como o “160”, subirá vagarosamente para sua posição apropriada. Isso sugere uma melhoria na ordenação ***Bubble***.
- Em vez de sempre ler o vetor na mesma direção, pode-se inverter a direção em passos subsequentes. Dessa forma elementos muito fora do lugar irão mais rapidamente para suas posições corretas. Essas versão da ordenação ***Bubble*** é chamada de ***ordenação oscilante***, devido ao seu movimento de vaivém sobre a matriz.
- Embora seja uma melhoria, ela ainda é executada na ordem de um algoritmo ***n-quadrado***, porque o número de comparações não foi alterado, e o número de trocas foi reduzido em uma constante relativamente pequena.

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação SelectionSort

Este algoritmo seleciona o menor elemento do vetor, depois o 2º menor, depois o 3º menor e assim por diante

- SelectionSort ou Ordenação por Seleção
  - A cada iteração, procura-se o menor valor do vetor e o coloca na primeira posição do vetor;
  - Diminui-se então o tamanho do vetor descartando-se a primeira posição, e em seguida, o processo se repete para a segunda posição;
  - O processo se repete para todas as posições seguintes do vetor
- Performance:
  - Melhor caso: $O(n^2)$;
  - Pior caso: $O(n^2)$;
  - Ineficiente para grandes conjuntos de dados ;
  - Estável: não altera a ordem dos dados iguais

A cada iteração é calculado o menor valor dos elementos que ainda faltam ordenar. Repete-se o processo até que todos os elementos estejam ordenados

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação SelectionSort

- http://www.sorting-algorithms.com/

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação SelectionSort

```
void Ordena_selectionSort(int *v, int n){
    int i, j, menor, troca;
    for(i = 0; i < n - 1; i++){
        menor = i;
        for(j = i + 1; j < n; j++){
            if (v[j] < v[menor]){
                menor = j;
            }
        }
        if(i != menor){
            troca = v[i];
            v[i] = v[menor];
            v[menor] = troca;
        }
    }
}
```

Procura o menor elemento em relação a "i"

Troca os valores da posição atual com a "menor"

```
"C:\Users\angelot\Desktop\Aulas 1| semestre 2016\ED2D3\Aulas\Aula ...
Vetor desordenado:   120 150 110 130 100 160 140 190 180 170

Ordenando por metodo selectionSort:

Vetor ja ordenado:   100 110 120 130 140 150 160 170 180 190


Process returned 0 (0x0)   execution time : 0.787 s
Press any key to continue.
```

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação SelectionSort

Sem Ordenar

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 130 | 110 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 |

I = 0

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 130 | 110 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 |
| 100 | 110 | 150 | 130 | 160 | 140 | 120 |

I = 1

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 150 | 130 | 160 | 140 | 120 |
| 100 | 110 | 150 | 130 | 160 | 140 | 120 |

I = 2

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 150 | 130 | 160 | 140 | 120 |
| 100 | 110 | 120 | 130 | 160 | 140 | 150 |

I = 3

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 120 | 130 | 160 | 140 | 150 |
| 100 | 110 | 120 | 130 | 160 | 140 | 150 |

I = 4

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 120 | 130 | 160 | 140 | 150 |
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 160 | 150 |

I = 5

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 160 | 150 |
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 |

Vetor Ordenado

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Ordenação SelectionSort

- Infelizmente como na ordenação Bubble, o laço mais externo é executado $n - 1$ vezes e o laço interno $^1/_2\,(n)$ vezes. Como resultado, a ordenação por seleção requer $^1/_2\,(n^2 - n)$ comparações, o que a torna muito lenta para um número grande de itens.

- Para o melhor caso, quando a lista está inicialmente ordenada, apenas $n - 1$ elementos precisam ser movimentados e cada movimento requer três trocas.

- O pior caso aproxima-se do número de comparações.

- Embora o número de comparações para a ordenação ***Bubble*** e para a ordenação por seleção seja o mesmo, o número de trocas, no caso médio, é muito menor para a ordenação por seleção.

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Ordenação InsertionSort ou Ordenação por Inserção

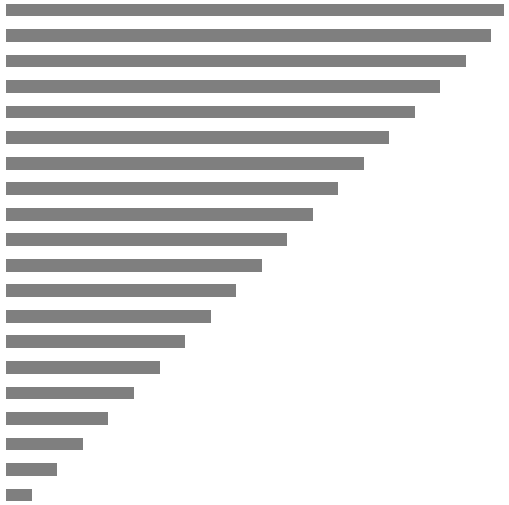
- Tem este nome pois se assemelha ao processo de ordenação de um conjunto de cartas de baralho com as mãos;
- Pega-se uma carta de cada vez e a coloca em sue devido lugar, sempre deixando as cartas da mão em ordem.

- Performance:
  - Melhor caso: $\boldsymbol{O(n)}$;
  - Pior caso: $\boldsymbol{O(n^2)}$;
  - Eficiente para conjunto pequenos de dados;
  - **Estável**: não altera a ordem de dados iguais;
  - Capaz de ordenar os dados a medida em que os recebe (tempo real).

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação InsertionSort ou Ordenação por Inserção

- Funcionamento do algoritmo InsertionSort:



- http://www.sorting-algorithms.com/

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação InsertionSort ou Ordenação por Inserção

```
void Ordena_insertionSort(int *v, int n){
    int i, j, aux;
    for(i = 1; i < n; i++){
        aux = v[i];
        for(j = i; (j > 0) && (aux < v[j-1]); j--){
            v[j] = v[j-1];
        }
        v[j] = aux;
    }
}
```

Move os elementos para a frente

j i

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 130 | 140 | 150 | 160 | 120 |
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 |

# Estrutura de Dados 2

## Ordenação InsertionSort ou Ordenação por Inserção

Sem Ordenar

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 130 | 110 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 |

I = 1

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 130 | 110 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 |
| 110 | 130 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 |

Trocar

I = 2

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 110 | 130 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 |
| 110 | 130 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 |

ok

I = 3

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 110 | 130 | 150 | 100 | 160 | 140 | 120 |
| 100 | 110 | 130 | 150 | 160 | 140 | 120 |

Trocar

I = 4

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 130 | 150 | 160 | 140 | 120 |
| 100 | 110 | 130 | 150 | 160 | 140 | 120 |

ok

I = 5

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 130 | 150 | 160 | 140 | 120 |
| 100 | 110 | 130 | 140 | 150 | 160 | 120 |

Trocar

I = 6

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 130 | 140 | 150 | 160 | 120 |
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 |

Trocar

Ordenado

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 |

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Ordenação InsertionSort ou Ordenação por Inserção

- Ao contrario da ordenação ***Bubble***, e da ordenação por seleção, o número de comparações que ocorrem durante a ordenação por inserção depende de como a lista está inicialmente ordenada. Se a lista estiver em ordem, o número de comparações será $n - 1$. Se estiver fora de ordem, o número de comparações será $^1/_2\,(n^2 + n)$.
- Portanto, para o pior caso, a ordenação por inserção é tão ruim quanto a ordenação bolha e a ordenação por seleção e, para o caso médio , é somente um pouco melhor. No entanto, a ordenação por inserção tem duas vantagens:
  - Ela se comporta **naturalmente**, isto é, trabalha menos quando a matriz já está ordenada e o máximo quando a matriz está ordenada no sentido inverso. Isso torna a ordenação por inserção excelente para dados que estão quase em ordem.
  - **Ela não rearranja elementos de mesma chave**. Isso significa que dados ordenados por duas chaves, permanecem ordenados para ambas as chaves após uma ordenação por inserção.
- Muito embora o número de comparações possa ser razoavelmente baixo para certos conjuntos de dados, a matriz precisa ser deslocada cada vez que um elemento é colocado em sua posição correta. Como resultado o número de movimentações pode ser significativo.

# Estrutura de Dados 2

## Atividade 3

- Faça um programa para ordenação de um vetor de inteiros, utilizando o algoritmo de ordenação BubbleSort, que apresente sua saída como o exemplo abaixo:

```
"C:\Users\angelot\Desktop\Aulas 1| semestre 2016\ED2D3\Aulas\Aula 02 - Or.

Vetor desordenado:   120 150 110 130 100 160 140 190 180 170

Ordenando por metodo bubbleSort:

Vetor ja ordenado:   100 110 120 130 140 150 160 170 180 190


Process returned 0 (0x0)   execution time : 0.746 s
Press any key to continue.
```

- Entregue no Moodle como: Atividade 3 BubbleSort.

# Estrutura de Dados 2

## Atividade 4

- Implemente um programa para ordenação de um vetor de inteiros, utilizando o conceito de Ordenação Oscilante, visto anteriormente, para o algoritmo de ordenação BubbleSort.

- Entregue no Moodle como: Atividade 4 Ordenação Oscilante.

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Guarulhos

# Estrutura de Dados 2

## Atividade 5

- Faça um programa para ordenação de um vetor de inteiros, utilizando o algoritmo de ordenação selectionSort, que apresente sua saída como o exemplo abaixo:

```
"C:\Users\angelot\Desktop\Aulas 1| semestre 2016\ED2D3\Aulas\Aula 0...

Vetor desordenado:   120 150 110 130 100 160 140 190 180 170

Ordenando por metodo selectionSort:

Vetor ja ordenado:   100 110 120 130 140 150 160 170 180 190


Process returned 0 (0x0)   execution time : 0.925 s
Press any key to continue.
```

- Entregue no Moodle como: Atividade 5 - selectionSort.

# Estrutura de Dados 2

## Atividade 6

- Faça um programa para ordenação de um vetor de inteiros, utilizando o algoritmo de ordenação InsertionSort, que apresente sua saída como o exemplo abaixo:

```
"C:\Users\angelot\Desktop\Aulas 1| semestre 2016\ED2D3\Aulas\Aula 02 - Ord...

Vetor desordenado:   120 150 110 130 100 160 140 190 180 170

Ordenando por metodo insertionSort:

Vetor ja ordenado:   100 110 120 130 140 150 160 170 180 190


Process returned 0 (0x0)   execution time : 0.759 s
Press any key to continue.
```

- Entregue no Moodle como: Atividade 6 InsertionSort.