Programação Orientada a Objetos para Redes de Computadores

Prof. Miguel Elias Mitre Campista

http://www.gta.ufrj.br/~miguel

PARTE 2

Programação em C++ - Arrays e Ponteiros

Arrays

- Estruturas de dados que contêm itens de dados relacionados do mesmo tipo
- Tamanho constante desde o momento em que são criados
  - Entidades "estáticas"
- Arrays de caracteres podem também representar strings
- Arrays podem ser representados como em C
  - Entretanto, podem também ser objetos vetores como implementado na STL (*Standard Template Library*)
    - Os vetores são mais seguros e versáteis

Arrays

- Grupo consecutivo de posições da memória
  - Todas são do mesmo tipo
- Índice
  - Número da posição usado para indicar uma localização/elemento específico
  - Deve ser um inteiro positivo ou uma expressão do tipo inteiro
  - O primeiro elemento tem índice zero
    - Ex.: Suponha a = 5 e b = 6
      - c[a + b] += 2;
        - » Adiciona 2 ao elemento do array c[11]

Primeiro Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 3
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>

using namespace std;

int main() {
    const int numElems = 10;
    int n [numElems]; // Array n de 10 inteiros

    // Cálculo dos elementos do array
    for (int i = 0; i < numElems; i++)
        n [i] = 2 + 2 * i;

    cout << "Elemento" << setw(13) << "valor" << endl;

    // Saída dos elementos do array
    for (int j = 0; j < 10; j++)
         cout << setw(7) << j << setw(13) << n [j] << endl;

    return 0;
}
```

Primeiro Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 3
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>

using namespace std;

int main() {
    const int numElems = 10;
    int n [numElems]; // Array n de 10 inteiros

    // Cálculo dos elementos do array
    for (int i = 0; i < numElems; i++)
        n [i] = 2 + 2 * i;

    cout << "Elemento" << setw(13) << "valor" << endl;

    // Saída dos elementos do array
    for (int j = 0; j < 10; j++)
         cout << setw(7) << j << setw(13) << n [j] << endl;

    return 0;
}
```

Declaração do número de elementos do array utilizando uma variável **const**

Primeiro Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 3
 * Autor: Miguel Campista
```

```
shell>$ g++ exemplo.cpp –o ex3
shell>$ ./ex3
Elemento              valor
        0               2
        1               4
        2               6
        3               8
        4              10
        5              12
        6              14
        7              16
        8              18
        9              20
shell>$
```

```
    for (int j = 0; j < 10; j++)
        cout << setw(7) << j << setw(13) << n [j] << endl;

    return 0;
}
```

Array

- Variáveis constantes
  - Não atribuir um valor a uma variável constante quando ela é declarada é um erro de compilação

```
const int x;
```

X Erro!

  - Atribuir um valor a uma variável constante em uma instrução executável é um erro de compilação

```
const int x = 1;
x = 2;
```

X Erro!

Passagem de Array para Função

- Parâmetros de array **`const`**
  - Qualificador **`const`**
  - Evita que valores do array sejam alterados no chamador por códigos na função chamada
  - Os elementos no array são constantes na função
  - Permite que o programador evite alterações acidentais nos dados

Como os arrays são passados por referência, é comum utilizar o qualificador `const` para evitar alterações

Segundo Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 10
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

void tryToModify(const int []);

int main() {
    int a[] = {10, 20, 30};

    tryToModify(a);

    cout << a[0] << ' ' << a[1] << ' ' << a[2] << endl;

    return 0;
}

void tryToModify(const int a[]) {
     a[0] /= 2;
     a[1] /= 2;
     a[2] /= 2;
}
```

Segundo Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 10
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

void tryToModify(const int []);

int main() {
    int a[] = {10, 20, 30};

    tryToModify(a);

    cout << a[0] << ' ' << a[1] << ' ' << a[2] << endl;

    return 0;
}

void tryToModify(const int a[]) {
    a[0] /= 2;
    a[1] /= 2;
    a[2] /= 2;
}
```

Uso do `const` evita que a função altere o array

O array só é `const` dentro da função

O array não pode ser modificado dentro do corpo da função

Segundo Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 10
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;
```

```
shell>$ g++ exemplo.cpp –o ex10
Erro!
shell>$
```

```
    tryToModify(a);

    cout << a[0] << ' ' << a[1] << ' ' << a[2] << endl;

    return 0;
}

void tryToModify(const int a[]) {
     a[0] /= 2;
     a[1] /= 2;
     a[2] /= 2;
}
```

Array

- Arrays locais `static` e arrays locais automáticos
  - Uma variável local `static` em uma função
    - Existe durante a execução do programa
    - Mas é visível apenas no corpo da função
  - Um array local `static`
    - Existe durante a execução do programa
    - É inicializado quando sua declaração é encontrada pela primeira vez
      - Todos os elementos são inicializados em zero, se não forem inicializados explicitamente
        - » Isso não ocorre com os arrays locais automáticos

Terceiro Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 8
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

// Protótipo de funções
void staticArrayInit();
void automaticArrayInit();

int main() {
    cout << " ** Primeira chamada para cada funcao:\n\n";
    staticArrayInit();
    cout << endl;
    automaticArrayInit();

    cout << "\n\n ** Segunda chamada para cada funcao:\n\n";
    staticArrayInit();
    cout << endl;
    automaticArrayInit();
    cout << "\n" << endl;

    return 0;
}
```

Terceiro Exemplo Usando Array em C++

```
void staticArrayInit() {
     // Inicializa elementos como 0 na primeira vez que é chamada
     static int array1 [3];

     // Saída do array
     for (int i = 0; i < 3; i++)
         cout << "array1[" << i << "] = " << array1[i] << " ";

     cout << "\nValores no array estatico\n";

     for (int i = 0; i < 3; i++)
         cout << "array1[" << i << "] = " << (array1[i] += 5) << " ";

     cout << "\nValores no array estatico ao sair da funcao\n";
}

void automaticArrayInit() {
     // Inicializa elementos toda vez que a função é chamada
     int array2 [3] = {1, 2, 3};

     for (int i = 0; i < 3; i++)
         cout << "array2[" << i << "] = " << array2[i] << " ";

     cout << "\nValores atribuidos ao array automatico\n";

     for (int i = 0; i < 3; i++)
         cout << "array1[" << i << "] = " << (array2[i] += 5) << " ";

     cout << "\nValores no array automatico ao sair da funcao\n";
}
```

Terceiro Exemplo Usando Array em C++

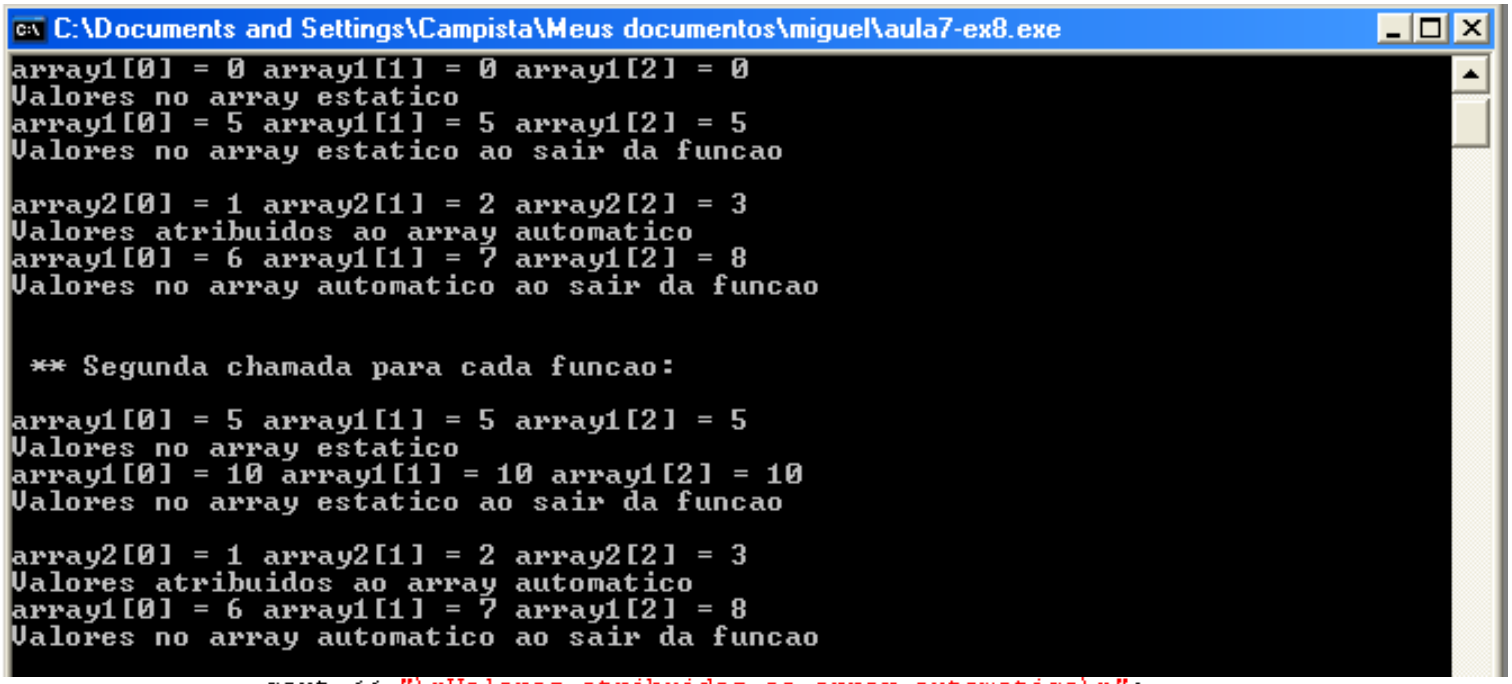
```
void staticArrayInit() {
    // Inicializa elementos como 0 na primeira vez que é chamada
    static int array1 [3];

    // Saída do array
    for (int i = 0; i < 3; i++)
        cout << "array1[" << i << "] = " << array1[i] << " ";

    cout << "\nValores no array estatico\n";

    for (int i = 0; i < 3; i++)
        cout << "array1[" << i << "] = " << (array1[i] += 5) << " ";

    cout << "\nValores no array estatico ao sair da funcao\n";
}

void automaticArrayInit() {
    // Inicializa elementos toda vez que a função é chamada
    int array2 [3] = {1, 2, 3};

    for (int i = 0; i < 3; i++)
        cout << "array2[" << i << "] = " << array2[i] << " ";

    cout << "\nValores atribuidos ao array automatico\n";

    for (int i = 0; i < 3; i++)
        cout << "array1[" << i << "] = " << (array2[i] += 5) << " ";

    cout << "\nValores no array automatico ao sair da funcao\n";
}
```

Cria um array `static`

Cria um array automático

Terceiro Exemplo Usando Array em C++

```
void staticArrayInit() {
    // Inicializa elementos como 0 na primeira vez que é chamada
    static int array1 [3];
```




```
    cout << "\nValores atribuidos ao array automatico\n";

    for (int i = 0; i < 3; i++)
        cout << "array1[" << i << "] = " << (array2[i] += 5) << " ";

    cout << "\nValores no array automatico ao sair da funcao\n";
}
```

Estudo de Caso: Classe GradeBook

- Classe **GradeBook**
  - Representa um livro que armazena e analisa notas
  - Agora pode armazenar notas em um array

- Membros de dados **static**
  - Variáveis das quais os objetos de uma classe não têm uma cópia separada
    - Uma única cópia é compartilhada por todos os objetos da classe
  - Podem ser acessados mesmo sem objetos da classe
    - Nome da classe seguido do operador binário de resolução de escopo e o nome dos membros de dados **static**

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 11
 * Arquivo: GradeBookCap7Ex11.h
 * Autor: Miguel Campista
*/
#include <string>
#include <iomanip>

using namespace std;

// Definição da classe GradeBook
class GradeBook {

    public:
            // Constante - Número de alunos que fizeram o teste
            const static int students = 10;
            // Construtor inicializa courseName com a string-argumento
            GradeBook(string, const int []);
            // Função que configura o nome do curso
            void setCourseName(string);
            // Função que obtém o nome do curso
            string getCourseName();
            // Função para dar entrada nos conceitos dos alunos
            double getAverage();
            // Função para exibir os conceitos
            void displayGrades();
            // Função para retornar a menor nota dos alunos
            int getMinimum();
            // Função para retornar a maior nota dos alunos
            int getMaximum();
```

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 11
 * Arquivo: GradeBookCap7Ex11.h
 * Autor: Miguel Campista
*/
#include <string>
#include <iomanip>

using namespace std;

// Definição da classe GradeBook
class GradeBook {

    public:
        // Constante - Número de alunos que fizeram o teste
        const static int students = 10;
        // Construtor inicializa courseName com a string-argumento
        GradeBook(string, const int []);
        // Função que configura o nome do curso
        void setCourseName(string);
        // Função que obtém o nome do curso
        string getCourseName();
        // Função para dar entrada nos conceitos dos alunos
        double getAverage();
        // Função para exibir os conceitos
        void displayGrades();
        // Função para retornar a menor nota dos alunos
        int getMinimum();
        // Função para retornar a maior nota dos alunos
        int getMaximum();
```

students é uma variável **static** da classe

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
        // Função para realizar funções nas notas
        void processGrades();
        // Função para exibir a distribuição de notas da turma
        void displayBarChart();
        void displayMessage();

    private:
        string courseName;
        int grades [students];
};
```

Quarto Exemplo Usando Array em C++

array grades para armazenar as notas

```
        // Função para realizar funções nas notas
        void processGrades();
        // Função para exibir a distribuição de notas da turma
        void displayBarChart();
        void displayMessage();

    private:
        string courseName;
        int grades [students];
};
```

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 11
 * Arquivo: GradeBookCap7Ex11.cpp
 * Autor: Miguel Campista
*/

#include <iostream>
#include <string>
#include "GradeBookCap7Ex11.h"

// Construtor inicializa courseName com a string-argumento
GradeBook::GradeBook(string name, const int gradesArray[]) {
      setCourseName(name); // Chama a função set para inicialização

      for (int i = 0; i < students; i++)
            grades [i] = gradesArray[i];

}
// Função para retornar a menor nota dos alunos
int GradeBook::getMinimum() {
      int minimum = 100;
      for (int i = 0; i < students; i++) {
            if (grades [i] < minimum)
                  minimum = grades [i];
      }
      return minimum;
}
```

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 11
 * Arquivo: GradeBookCap7Ex11.cpp
 * Autor: Miguel Campista
*/

#include <iostream>
#include <string>
#include "GradeBookCap7Ex11.h"

// Construtor inicializa courseName com a string-argumento
GradeBook::GradeBook(string name, const int gradesArray[]) {
      setCourseName(name); // Chama a função set para inicialização

      for (int i = 0; i < students; i++)
            grades [i] = gradesArray[i];

}
// Função para retornar a menor nota dos alunos
int GradeBook::getMinimum() {
      int minimum = 100;
      for (int i = 0; i < students; i++) {
            if (grades [i] < minimum)
                  minimum = grades [i]
      }
      return minimum;
}
```

Copia elementos de **gradesArray** para o atributo **grades**

Loop em **grades** para o encontrar a nota mínima

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
// Função para retornar a menor nota dos alunos
int GradeBook::getMaximum() {
      int maximum = 0;
      for (int i = 0; i < students; i++) {
            if (grades [i] > maximum)
                  maximum = grades [i];
      }
      return maximum;
}
// Função que calcula a média das notas da turma
double GradeBook::getAverage() {
     int total = 0;

     for (int i = 0; i < students; i++)
            total += grades [i];

     return static_cast <double> (total)/students;
}
// Função que configura o nome do curso
void GradeBook::setCourseName(string name) {
      if(name.length() <= 25) {
            courseName = name;
      } else {
            courseName = name.substr(0, 25);
            cout << "Warning: Nome \"" << name <<
            "\" excede o limite maximo de 25 caracteres..." << endl <<
            "Nome limitado aos primeiros 25 caracteres: " << courseName <<
            endl;
      }
}
```

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
// Função para retornar a menor nota dos alunos
int GradeBook::getMaximum() {
      int maximum = 0;
      for (int i = 0; i < students; i++) {
            if (grades [i] > maximum)
                  maximum = grades [i];
      }
      return maximum;
}
// Função que calcula a média das notas da turma
double GradeBook::getAverage() {
     int total = 0;

     for (int i = 0; i < students; i++)
            total += grades [i];

     return static_cast <double> (total)/students;
}
// Função que configura o nome do curso
void GradeBook::setCourseName(string name) {
      if(name.length() <= 25) {
            courseName = name;
      } else {
            courseName = name.substr(0, 25);
            cout << "Warning: Nome \"" << name <<
            "\" excede o limite maximo de 25 caracteres..." << endl <<
            "Nome limitado aos primeiros 25 caracteres: " << courseName <<
            endl;
      }
}
```

Loop em `grades` para o encontrar a nota máxima

Loop para a soma e posterior divisão

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
// Função que obtém o nome do curso
string GradeBook::getCourseName() {
      return courseName;
}
void GradeBook::displayMessage() {
      cout << "Bem-vindo ao seu primeiro programa com classes em "
           << getCourseName() << "!" << endl;
}
// Função para realizar funções nas notas
void GradeBook::processGrades() {
      displayGrades();

      cout << "\nMedia da turma eh: " << setprecision(2) << fixed
           << getAverage() << endl;
      cout << "Menor nota foi: " << getMinimum()
           <<"\nMaior nota foi: " << getMaximum() << endl;
      cout << endl;
      displayBarChart();
}
// Função para exibir os conceitos
void GradeBook::displayGrades() {
      for (int i = 0; i < students; i++) {
           cout << "Student " << setw(2) << i + 1
                << ": " << setw(3) << grades [i] << endl;
      }
}
```

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
// Função para exibir a distribuição de notas da turma
void GradeBook::displayBarChart() {
      cout << "Distribuicao de notas: " << endl;

      const int frequencySize = 11;
      int frequency [frequencySize] = {};

      for (int i = 0; i < students; i++)
           frequency [grades [i]/10]++;

      for (int count = 0; count < frequencySize; count++) {
           if (count == 0)
                cout << "  0-9:";
           else if (count == 10)
                cout << "  100:";
           else
                cout << count * 10 << "-" << (count * 10) + 9 << ":";

      for (int stars = 0; stars < frequency [count]; stars++)
           cout << "*";

      cout << endl;

      }
}
```

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
// Função para exibir a distribuição de notas da turma
void GradeBook::displayBarChart() {
      cout << "Distribuicao de notas: " << endl;

      const int frequencySize = 11;
      int frequency [frequencySize] = {};

      for (int i = 0; i < students; i++)
            frequency [grades [i]/10]++;

      for (int count = 0; count < frequencySize; cou
            if (count == 0)
                  cout << "  0-9:";
            else if (count == 10)
                  cout << "  100:";
            else
                  cout << count * 10 << "-" << (count * 10) + 9 << ":";

      for (int stars = 0; stars < frequency [count]; stars++)
            cout << "*";

      cout << endl;

      }
}
```

Loop em **grades** para encontrar a frequência

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 11
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
*/

#include <iostream>
#include <string>
#include "GradeBookCap7Ex11.h" // Inclui a definição da classe

using namespace std;

int main() {
    // Array de notas dos alunos
    int gradesArray [GradeBook::students] = {87, 68, 94, 100, 83, 78, 85, 91, 76, 87};

    // Cria dois objetos GradeBook
    GradeBook gradeBook("Linguagens de Programacao", gradesArray);

    // Exibe o valor inicial de courseName
    gradeBook.displayMessage();
    gradeBook.processGrades();

    return 0;
}
```

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 11
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
*/

#include <iostream>
#include <string>
#include "GradeBookCap7Ex11.h" // Inclui a definição da classe

using namespace std;

int main() {
    // Array de notas dos alunos
    int gradesArray[GradeBook::students] = {87, 68, 94, 100, 83, 78, 85, 91, 76, 87};

    // Cria dois objetos GradeBook
    GradeBook gradeBook("Linguagens de Programacao", gradesArray);

    // Exibe o valor inicial de courseName
    gradeBook.displayMessage();
    gradeBook.processGrades();

    return 0;
}
```

Usa `students` declarado como `static` na classe

Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 11
 * Arquivo principal
 * Aut
*/

#inclu
#inclu
#inclu

using

int ma
    //
    in                                                    7};

    //
    Gr

    //
    gr
    gr

    return 0;
}
```

C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula7-ex11.exe

```
Bem-vindo ao seu primeiro programa com classes em Linguagens de Programacao!
Student  1:  87
Student  2:  68
Student  3:  94
Student  4: 100
Student  5:  83
Student  6:  78
Student  7:  85
Student  8:  91
Student  9:  76
Student 10:  87

Media da turma eh: 84.90
Menor nota foi: 68
Maior nota foi: 100

Distribuicao de notas:
  0-9:
10-19:
20-29:
30-39:
40-49:
50-59:
60-69:*
70-79:**
80-89:****
90-99:**
  100:*
Pressione qualquer tecla para continuar
```

Template vector da C++ Standard Library

- Arrays baseados em ponteiro ao estilo do C
  - Apresentam alta probabilidade de erros e várias deficiências
    - O C++ não verifica se os subscritos são colocados fora do intervalo do array
    - Dois arrays não podem ser comparados de modo significativo com operadores de igualdade ou relacionais
    - Um array não pode ser atribuído a outro que esteja usando os operadores de atribuição

```
int a[10], b[10];
if (a == b) {
      ...
}
```

X Erro!

```
int a[10], b[10];
int b[10] = a;
```

X Erro!

Template `vector` da C++ *Standard Library*

- Template de classe **`vector`**
  - Disponível para construção de aplicativos com o C++
  - Pode ser definido para armazenar qualquer tipo de dados
    - Especificado entre colchetes angulares em **`vector<`*`type`*`>`**
    - Todos os elementos em um **`vector`** são configurados em 0 por padrão
  - A função-membro **`size`** obtém o tamanho do array
    - Número de elementos como um valor do tipo **`size_t`** (unsigned integer)
  - Os objetos **`vector`** podem ser comparados por meio dos operadores de igualdade e relacionais
  - O operador de atribuição pode ser usado em **`vectors`**

Template `vector` da C++ *Standard Library*

- Elementos **`vector`** podem ser obtidos como um *lvalue* (valor à esquerda) não modificável ou um *lvalue* modificável
  - *rvalue* não modificável
    - Expressão que identifica um objeto na memória, mas não pode ser usada para modificar esse objeto
      - Ex.: `cout << array [2]; // Operador é o []`
  - *lvalue* modificável
    - Expressão que identifica um objeto na memória, mas pode ser usada para modificar o objeto
      - Ex.: `array [2] = 5; // Operador é o []`

Template `vector` da C++ *Standard Library*

- Função `at` de `vector`
  - Oferece acesso a elementos individuais
  - Verifica limites
    - Lança uma exceção quando um índice especificado é inválido
    - O acesso com colchetes não executa a verificação de limites

Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 16
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <vector>

using namespace std;

void outputVector(const vector <int> &); // Exibe o vetor
void inputVector(vector <int> &); // Exibe o vetor

int main() {
    vector <int> integers1(7); // vetor de inteiros de 7 elementos
    vector <int> integers2(10); // vetor de inteiros de 10 elementos

    // Imprime o tamanho de integers1 e conteúdo
    cout << "Tamanho do vector integers1 eh " << integers1.size()
         << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
    outputVector(integers1);

    // Imprime o tamanho de integers2 e conteúdo
    cout << "Tamanho do vector integers2 eh " << integers2.size()
         << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
    outputVector(integers2);

    // Insere e imprime integers1 e integers2
    cout << "\nEntre 17 inteiros:" << endl;
    inputVector(integers1);
    inputVector(integers2);
```

Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 16
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <vector>

using namespace std;

void outputVector(const vector <int> &); // Exibe o vetor
void inputVector(vector <int> &); // Exibe o vetor

int main() {
    vector <int> integers1(7); // vetor de inteiros de 7 elementos
    vector <int> integers2(10); // vetor de inteiros de 10 elementos

    // Imprime o tamanho de integers1 e conteúdo
    cout << "Tamanho do vector integers1 eh " << integers1.size()
         << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
    outputVector(integers1);

    // Imprime o tamanho de integers2 e conteúdo
    cout << "Tamanho do vector integers2 eh " << integers2.size()
         << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
    outputVector(integers2);

    // Insere e imprime integers1 e integers2
    cout << "\nEntre 17 inteiros:" << endl;
    inputVector(integers1);
    inputVector(integers2);
```

Uso do const evita que o array recebido seja alterado

Vectors que armazenam `ints`

Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 16
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <vector>

using namespace std;

void outputVector(const vector <int> &); // Exibe o vetor
void inputVector(vector <int> &); // Exibe o vetor

int main() {
    vector <int> integers1(7); // vetor de inteiros de 7 elementos
    vector <int> integers2(10); // vetor de inteiros de 10 elementos

    // Imprime o tamanho de integers1 e conteúdo
    cout << "Tamanho do vector integers1 eh " << integers1.size()
         << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
    outputVector(integers1);

    // Imprime o tamanho de integers2 e conteúdo
    cout << "Tamanho do vector integers2 eh " << integers2.size()
         << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
    outputVector(integers2);

    // Insere e imprime integers1 e integers2
    cout << "\nEntre 17 inteiros:" << endl;
    inputVector(integers1);
    inputVector(integers2);
```

Função **size** retorna o tamanho dos vectors

Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
cout << "\nDepois de inputVector, os vectors contem:\n"
     << "integers1:" << endl;
outputVector(integers1);
cout << "integers2:" << endl;
outputVector( integers2 );

// Use operador de diferença (!=) com objetos vector
cout << "\nAvaliando: integers1 != integers2" << endl;

if (integers1 != integers2)
     cout << "integers1 e integers2 nao sao iguais" << endl;

// Criando vector integers3 usando integers1 como um
// inicializador; imprime tamanho e conteúdo
vector <int> integers3(integers1); // copia construtor

cout << "\nTamanho do vector integers3 eh " << integers3.size()
     << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
outputVector(integers3);

// Use operador de atribuição (=) com objetos vector
cout << "\nAtribuindo integers2 aos integers1:" << endl;
integers1 = integers2; // integers1 é maoior que integers2

cout << "integers1:" << endl;
outputVector(integers1);
cout << "integers2:" << endl;
outputVector(integers2);
```

Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
cout << "\nDepois de inputVector, os vectors contem:\n"
     << "integers1:" << endl;
outputVector(integers1);
cout << "integers2:" << endl;
outputVector( integers2 );

// Use operador de diferenca (!=) com objetos vector
cout << "\nAvaliando: integers1 != integers2" << endl;

if (integers1 != integers2)
     cout << "integers1 e integers2 nao sao iguais" << endl;

// Criando vector integers3 usando integers1 como um
// inicializador; imprime tamanho e conteúdo
vector <int> integers3(integers1); // copia construtor

cout << "\nTamanho do vector integers3 eh " << integers3.size()
     << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
outputVector(integers3);

// Use operador de atribuição (=) com objetos vector
cout << "\nAtribuindo integers2 aos integers1:" << endl;
integers1 = integers2; // integers1 é maior que integers2

cout << "integers1:" << endl;
outputVector(integers1);
cout << "integers2:" << endl;
outputVector(integers2);
```

Comparação dos vectors com "!="

Inicialização de um vector com outro

Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
cout << "\nDepois de inputVector, os vectors contem:\n"
     << "integers1:" << endl;
outputVector(integers1);
cout << "integers2:" << endl;
outputVector( integers2 );

// Use operador de diferença (!=) com objetos vector
cout << "\nAvaliando: integers1 != integers2" << endl;

if (integers1 != integers2)
     cout << "integers1 e integers2 nao sao iguais" << endl;

// Criando vector integers3 usando integers1 como um
// inicializador; imprime tamanho e conteúdo
vector <int> integers3(integers1); // copia construtor

cout << "\nTamanho do vector integers3 eh " << integers3.size()
     << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
outputVector(integers3);

// Use operador de atribuição (=) com objetos vector
cout << "\nAtribuindo integers2 aos integers1:" << endl;
integers1 = integers2; // integers1 é maoior que integers2

cout << "integers1:" << endl;
outputVector(integers1);
cout << "integers2:" << endl;
outputVector(integers2);
```

Atribuição dos valores de um vector para outro

Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
    // Use operador de equação (==) com objetos vector
    cout << "\nAvaliando: integers1 == integers2" << endl;

    if (integers1 == integers2)
         cout << "integers1 e integers2 sao iguais" << endl;

    // Use colchetes para criar rvalue
    cout << "\nintegers1[5] is " << integers1[5];

    // Use colchetes para criar lvalue
    cout << "\n\nAtribuindo 1000 ao integers1[5]" << endl;
    integers1 [5] = 1000;
    cout << "integers1:" << endl;
    outputVector( integers1 );

    system("PAUSE");
    // Tentativa de usar indice fora do intervalo
    cout << "\nTentativa de atribuir 1000 ao integers1.at(15)" << endl;
    integers1.at(15) = 1000; // ERROR: fora do intervalo

    return 0;
}
```

Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
    // Use operador de equação (==) com objetos vector
    cout << "\nAvaliando: integers1 == integers2" << endl;

    if (integers1 == integers2)
        cout << "integers1 e integers2 sao iguais" << endl;

    // Use colchetes para criar rvalue
    cout << "\nintegers1[5] is " << integers1[5];

    // Use colchetes para criar lvalue
    cout << "\n\nAtribuindo 1000 ao integers1[5]" << endl;
    integers1 [5] = 1000;
    cout << "integers1:" << endl;
    outputVector( integers1 );

    system("PAUSE");
    // Tentativa de usar indice fora do intervalo
    cout << "\nTentativa de atribuir 1000 ao integers1.at(15)" << endl;
    integers1.at(15) = 1000; // ERROR: fora do intervalo

    return 0;
}
```

Comparação dos vectors com "=="

Exibindo um elemento de um vector

Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
    // Use operador de equação (==) com objetos vector
    cout << "\nAvaliando: integers1 == integers2" << endl;

    if (integers1 == integers2)
         cout << "integers1 e integers2 sao iguais" << endl;

    // Use colchetes para criar rvalue
    cout << "\nintegers1[5] is " << integers1[5];

    // Use colchetes para criar lvalue
    cout << "\n\nAtribuindo 1000 ao integers1[5]" << endl;
    integers1 [5] = 1000;
    cout << "integers1:" << endl;
    outputVector( integers1 );

    system("PAUSE");
    // Tentativa de usar indice fora do intervalo
    cout << "\nTentativa de atribuir 1000 ao integers1.at(15)" << endl;
    integers1.at(15) = 1000; // ERROR: fora do intervalo

    return 0;
}
```

Atualizando o valor

Tentativa de atualizar um valor fora do intervalo

Quinto Exemplo Usando Array em C++

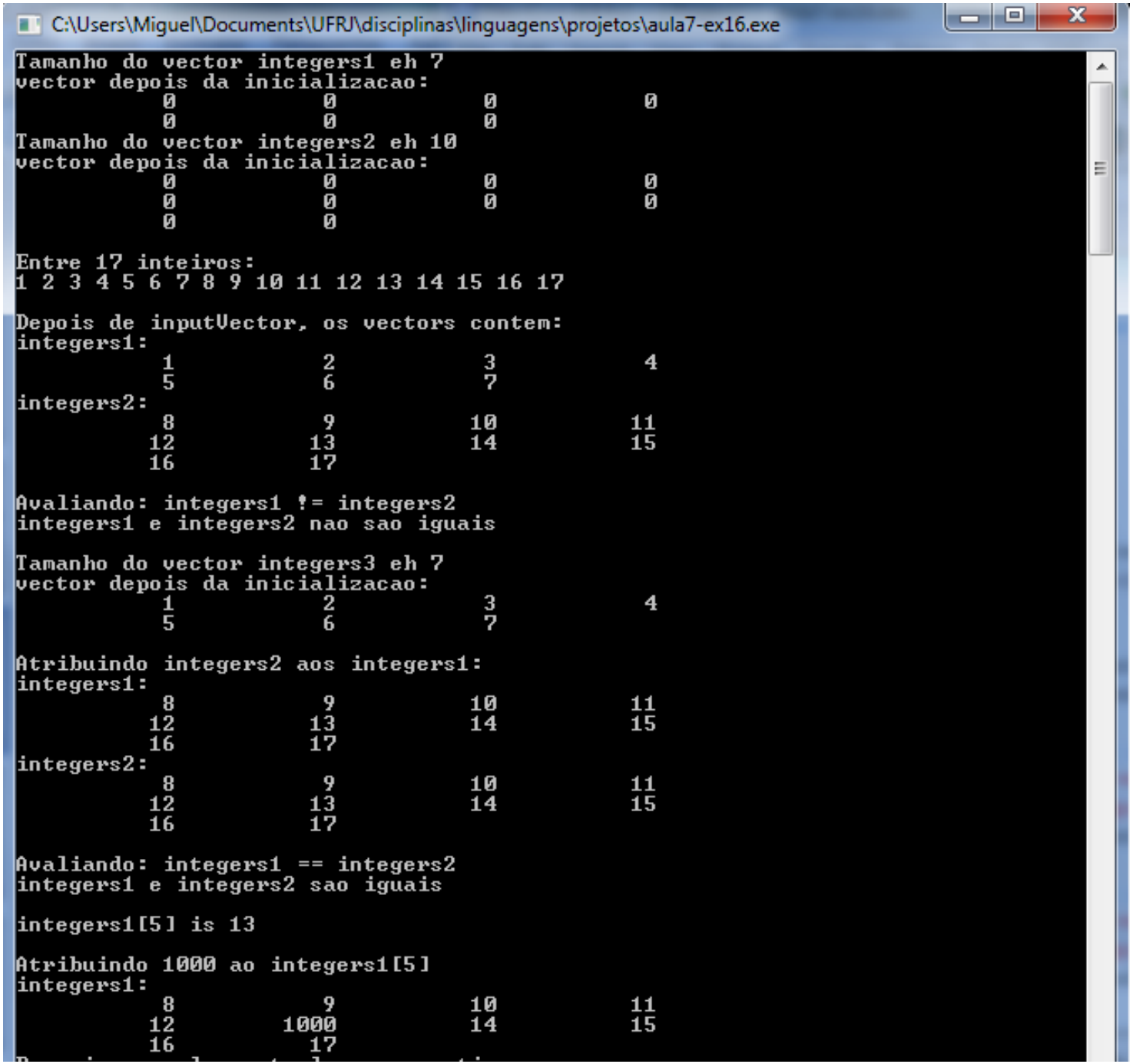
```
void outputVector(const vector< int > &array) {
    size_t i; // declaração de variável de controle

    for (i = 0; i < array.size(); i++) {
        cout << setw( 12 ) << array[i];

        if ((i + 1) % 4 == 0) // 4 número por linha da saída
         cout << endl;
    }

    if (i % 4 != 0)
         cout << endl;
}

void inputVector(vector <int> &array) {
    for (size_t i = 0; i < array.size(); i++)
         cin >> array[i];
}
```

Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
void outputVector(const vector< int > &array) {
    size_t i; // declaração de variável de controle

    for (i = 0; i < array.size(); i++) {
        cout << setw( 12 ) << array[i];

        if ((i + 1) % 4 == 0) // 4 número por linha da saída
         cout << endl;
    }

    if (i % 4 != 0)
         cout << endl;
}

void inputVector(vector <int> &array) {
    for (size_t i = 0; i < array.size(); i++)
        cin >> array[i];
}
```

Exibe os elementos do array

Inserção de elementos com o **cin**


C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula7-ex16.exe
Tamanho do vector integers1 eh 7
vector depois da inicializacao:
0 0 0 0
0 0 0
Tamanho do vector integers2 eh 10
vector depois da inicializacao:
0 0 0 0
0 0 0 0
0 0
Entre 17 inteiros:
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
Depois de inputVector, os vectors contem:
integers1:
1 2 3 4
5 6 7
integers2:
8 9 10 11
12 13 14 15
16 17
Avaliando: integers1 != integers2
integers1 e integers2 nao sao iguais
Tamanho do vector integers3 eh 7
vector depois da inicializacao:
1 2 3 4
5 6 7
Atribuindo integers2 aos integers1:
integers1:
8 9 10 11
12 13 14 15
16 17
integers2:
8 9 10 11
12 13 14 15
16 17
Avaliando: integers1 == integers2
integers1 e integers2 sao iguais
integers1[5] is 13
Atribuindo 1000 ao integers1[5]
integers1:
8 9 10 11
12 1000 14 15
16 17

Exemplo: Ordenamento de Vetores

- Escreva um programa em C++ para ordenar uma sequência de inteiros utilizando o método do "insertion sort" e utilizando "vectors"

?

Exemplo: Ordenamento de Vetores

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 17 c/ vectors
 * Autor: Miguel Campista
*/
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <vector>

using namespace std;

void insertionSort(vector <int> &);

int main() {
    const int arraySize = 10;
    int a [] = {34, 56, 4, 10, 77, 51, 93, 30, 5, 52};

    vector <int> unsorted(arraySize);
    vector <int> sorted(arraySize);

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
           unsorted [i] = a [i];

    cout << "Unsorted array:" << endl;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(4) << unsorted [i];
    cout << endl;
```

Exemplo: Ordenamento de Vetores

```
    insertionSort(unsorted);
    sorted = unsorted;

    cout << "\nSorted array:" << endl;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(4) << sorted [i];
    cout << endl;

    return 0;
}

void insertionSort(vector <int> &array) {
    int insert;
    for (int next = 1; next < array.size(); next++) {
        insert = array [next]; // Armazena o valor no elemento atual
        int moveItem = next; // Inicializa a localização para colocar o elemento

        while ((moveItem > 0) && (array [moveItem - 1] > insert)) {
              array [moveItem] = array [moveItem - 1];
              moveItem--;
        }
        array [moveItem] = insert;
    }
}
```

Introdução à classe STL array do C++11

- classe STL **array**
  - Disponível a partir do C++11
  - Oferece métodos para interação com a estrutura de dados
    - Assim como a classe **vector**
  - Porém, a memória é alocada com tamanho fixo
    - Não é possível aumentar ou diminuir o tamanho da memória alocada para o **Array** após a sua criação
      - Diferente da classe **vector**

Sexto Exemplo Usando Array em C++11

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <array>

using namespace std;

int main () {
        array <int, 5> n;

        for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
                n [i] = 0;
        }

        cout << "Element" << setw (10) << "Value" << endl;

        for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
                cout << setw (7) << i << setw(10) << n [i] << endl;
        }

        return 0;
}
```

Sexto Exemplo Usando Array em C++11

```
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> g++ -Wall -std=c++11 aula7-ex17.cpp -o a
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> ./a
Element     Value
      0         0
      1         0
      2         0
      3         0
      4         0
```

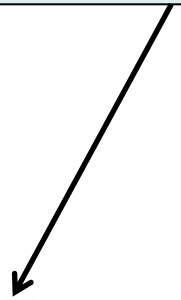
```
using namespace std;

int main () {
        array <int, 5> n;

        for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
                n [i] = 0;
        }

        cout << "Element" << setw (10) << "Value" << endl;

        for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
                cout << setw (7) << i << setw(10) << n [i] << endl;
        }

        return 0;
}
```

Sétimo Exemplo Usando Array em C++11

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <array>

using namespace std;

int main () {
        array <int, 5> n {{32, 27, 64, 18, 95}};

        cout << "Element" << setw (10) << "Value" << endl;

        for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
                cout << setw (7) << i << setw(10) << n [i] << endl;
        }

        return 0;
}
```

Sétimo Exemplo Usando Array em C++11

Inicialização agregada (múltiplos valores para inicialização de uma única estrutura) requer parênteses dentro de parênteses.



```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <array>

using namespace std;

int main () {
        array <int, 5> n {{32, 27, 64, 18, 95}};

        cout << "Element" << setw (10) << "Value" << endl;

        for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
                cout << setw (7) << i << setw(10) << n [i] << endl;
        }

        return 0;
}
```

Sétimo Exemplo Usando Array em C++11

```
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> g++ -Wall -std=c++11 aula7-ex18.cpp -o a
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> ./a
Element     Value
      0        32
      1        27
      2        64
      3        18
      4        95
```

```cpp
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <array>

using namespace std;

int main () {
        array <int, 5> n {{32, 27, 64, 18, 95}};

        cout << "Element" << setw (10) << "Value" << endl;

        for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
                cout << setw (7) << i << setw(10) << n [i] << endl;
        }

        return 0;
}
```

Range-based `for` no C++11

- Evita o uso de um contador para acessar os elementos do array...
  - Evita acesso a um elemento fora do intervalo

- Sintaxe:

```
//item recebe um elemento do array
for (tipo item : array)
//item recebe uma referência
for (tipo &item : array)
```

- Caso o índice seja necessário...
  - O *range-based* for não pode ser usado

Oitavo Exemplo Usando Array em C++11

```
#include <iostream>
#include <array>

using namespace std;

int main () {
        array <int, 3> itens {{1, 2, 3}};

        cout << "itens antes da modificação: ";
        for (int item : itens) {
                cout << item << endl;
        }

        cout << "multiplicação dos itens por 2..." << endl;
        for (int &itemRef : itens) {
                itemRef *= 2;
        }

        cout << "itens depois da modificação: ";
        for (int item : itens) {
                cout << item << endl;
        }

        return 0;
}
```

Oitavo Exemplo Usando Array em C++11

```
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> g++ -Wall -std=c++11 aula7-ex20.cpp -o a
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> ./a
itens antes da modificação: 1
2
3
multiplicação dos itens por 2...
itens depois da modificação: 2
4
6
```

```
        cout << "itens antes da modificação: ";
        for (int item : itens) {
                cout << item << endl;
        }

        cout << "multiplicação dos itens por 2..." << endl;
        for (int &itemRef : itens) {
                itemRef *= 2;
        }

        cout << "itens depois da modificação: ";
        for (int item : itens) {
                cout << item << endl;
        }

        return 0;
}
```

Oitavo Exemplo Usando Array em C++11

E se fosse assim? Sem a referência...
O que seria impresso na tela?

```
int main () {
        array <int, 3> itens {{1, 2, 3}};

        cout << "itens antes da modificação: ";
        for (int item : itens) {
                cout << item << endl;
        }

        cout << "multiplicação dos itens por 2..." << endl;
        for (int item : itens) {
                item *= 2;
        }

        cout << "itens depois da modificação: ";
        for (int item : itens) {
                cout << item << endl;
        }

        return 0;
}
```

Oitavo Exemplo Usando Array em C++11

```
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> g++ -Wall -std=c++11 aula7-ex20.cpp -o a
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> ./a
itens antes da modificação: 1
2
3
multiplicação dos itens por 2...
itens depois da modificação: 1
2
3
```

```
        cout << "itens antes da modificação: ";
        for (int item : itens) {
                cout << item << endl;
        }

        cout << "multiplicação dos itens por 2..." << endl;
        for (int item : itens) {
                item *= 2;
        }

        cout << "itens depois da modificação: ";
        for (int item : itens) {
                cout << item << endl;
        }

        return 0;
}
```

Range-based `for` no C++11 usando `auto`

- Palavra-chave: **`auto`**
  - Requer que o compilador determine por inferência o tipo da variável
    - Baseado no valor usado para inicializar a variável

- Sintaxe:

```
for (auto item : array)
```

Oitavo Exemplo Usando Array em C++11

```
#include <iostream>
#include <array>

using namespace std;

int main () {
        array <int, 3> itens {{1, 2, 3}};

        cout << "itens antes da modificação: ";
        for (auto item : itens) {
                cout << item << endl;
        }

        cout << "multiplicação dos itens por 2..." << endl;
        for (auto &itemRef : itens) {
                itemRef *= 2;
        }

        cout << "itens depois da modificação: ";
        for (auto item : itens) {
                cout << item << endl;
        }

        return 0;
}
```

Oitavo Exemplo Usando Array em C++11

```
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> g++ -Wall -std=c++11 aula7-ex20.cpp -o a
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> ./a
itens antes da modificação: 1
2
3
multiplicação dos itens por 2...
itens depois da modificação: 2
4
6
```

```
        array <int, 3> itens {1, 2, 3};

        cout << "itens antes da modificação: ";
        for (auto item : itens) {
                cout << item << endl;
        }

        cout << "multiplicação dos itens por 2..." << endl;
        for (auto &itemRef : itens) {
                itemRef *= 2;
        }

        cout << "itens depois da modificação: ";
        for (auto item : itens) {
                cout << item << endl;
        }

        return 0;
}
```

Ponteiros

- Poderosos, mas difíceis de utilizar
- Podem ser usados para fazer passagem de parâmetro por referência
  - Podem ser utilizadas para gerenciar estruturas de dados dinâmicas
    - Aumentam e diminuem
- Aproximam o relacionamento entre arrays e strings
- **Contêm endereços de memória como valores**

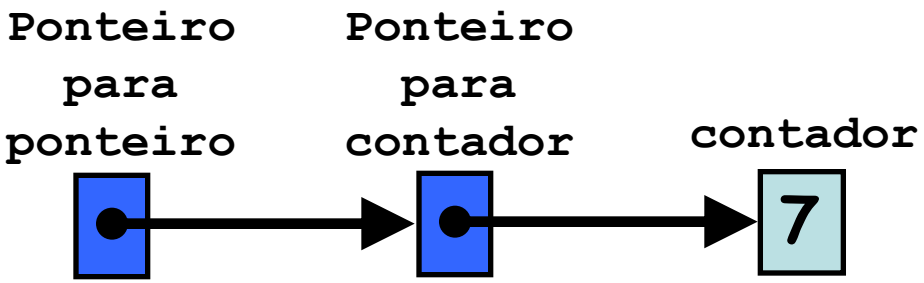
Declaração e Inicialização de Variáveis Ponteiros

- Indireção
  - Referência de valor por ponteiro
- Declaração de ponteiro
  - * indica que a variável é um ponteiro

```
int *myPtr;
```
(declara ponteiro para `int`, ponteiro do tipo `int *`)

  - Múltiplos ponteiros requerem múltiplos asteriscos

```
int *myPtr1, *myPtr2; int **myPtrtoPtr1;
```



Declaração e Inicialização de Variáveis Ponteiros

- Pode declarar ponteiros para qualquer tipo de dados
- Inicialização de ponteiro
  - Inicializado com 0, **NULL**, ou endereço
    - 0 ou **NULL** aponta para nada

Operadores Ponteiros

- `&` (endereço do operador)
  - Retorna endereço de memória do operando
    - Ex.: `int y = 5; int *yPtr = &y;`
  - `yPtr` "aponta para" `y`
- `*` (operador de desreferenciação)
  - `*yPtr` retorna `y`, porque `yPtr` aponta para `y`
  - Ponteiro de desreferenciação é lvalue (valor à esquerda)

```
*yptr = 9;      // atribui 9 para y
```

- `*` e `&` são opostos entre si

Primeiro Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 1
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
    int a; // É um inteiro
    int *aPtr; // É um ponteiro para um inteiro

    a = 7;
    aPtr = &a;

    cout << "O endereco de a eh " << &a
         << "\nO valor de aPtr eh " << aPtr;

    cout << "\n\nO valor de a eh " << a
         << "\nO valor de *aPtr eh " << *aPtr;

    cout << "\n\nMostrando que * e & são opostos entre si."
         << "\n&*aPtr = " << &*aPtr
         << "\n*&aPtr = " << *&aPtr << endl;

    return 0;
}
```

Primeiro Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 1
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;
```

```
shell>$ g++ -Wall exemplo.cpp –o ex1
shell>$ ./ex1
O endereço de a eh 0x28ff44
O valor de aPtr eh 0x28ff44

O valor de a eh 7
O valor de *aPtr eh 7

Mostrando que * e & são opostos entre si
&*aPtr = 0x28ff44
*&aPtr = 0x28ff44
shell>$
```

```
    return 0;
}
```

Chamada de Funções por Referência

- Três maneiras de passar argumentos para funções
  - Passagem por valor
  - Passagem por referência com ponteiros como argumentos
  - Passagem por referência com referências como argumentos
- `return` pode retornar um valor da função
- Argumentos passados para a função usando referências como argumentos
  - Modificam os valores originais dos argumentos
  - Mais de um valor pode ser "retornado"

Chamada de Funções por Referência

- Passagem por referência com ponteiros como argumentos
  - Passagem por referência
    - Usa ponteiros e operador de desreferenciação
  - Passagem de endereço do argumento usando o operador &
  - Arrays não são passados com & porque o nome do array já é um ponteiro
  - * operador usado como alias/apelido da variável dentro da função

Segundo Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 2
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

int cubeByValue(int);

int main() {
    int number = 5;

    cout << "O valor original de number eh " << number;

    // Passagem de number por valor
    number = cubeByValue(number);

    cout << "\n\nO novo valor de number eh " << number << endl;

    system("PAUSE");
    return 0;
}

int cubeByValue(int n) { return n * n * n; }
```

Segundo Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 2
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
```

```
shell>$ g++ -Wall exemplo.cpp –o ex2
shell>$ ./ex2
O valor original de number eh 5

O novo valor de number eh 125
shell>$
```

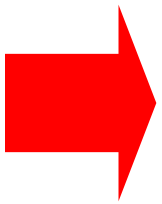
```
    // Passagem de number por valor
    number = cubeByValue(number);

    cout << "\n\nO novo valor de number eh " << number << endl;

    system("PAUSE");
    return 0;
}

int cubeByValue(int n) { return n * n * n; }
```

Segundo Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 2
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
```

```
shell>$ g++ -Wall exemplo.cpp –o ex2
shell>$ ./ex2
O valor original de number eh 5

O novo valor de number eh 125
shell>$
```

```
// Passagem de number por valor
number = cubeByValue(number);

cout << "\n\nO novo valor de number eh " << number << endl;
```



Como ficaria se a passagem de parâmetro fosse por referência?

```
int cubeByValue(int n) { return n * n * n; }
```

Terceiro Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 3
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

void cubeByReference(int *);

int main() {
    int number = 5;

    cout << "O valor original de number eh " << number;

    // Passagem de number por valor
    cubeByReference(&number);

    cout << "\n\nO novo valor de number eh " << number << endl;

    return 0;
}

void cubeByReference(int *nPtr) { *nPtr = (*nPtr) * (*nPtr) * (*nPtr); }
```

Terceiro Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 3
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
```

```
shell>$ g++ -Wall exemplo.cpp –o ex3
shell>$ ./ex3
O valor original de number eh 5

O novo valor de number eh 125
shell>$
```

```
    // Passagem de number por valor
    cubeByReference(&number);

    cout << "\n\nO novo valor de number eh " << number << endl;

    return 0;
}

void cubeByReference(int *nPtr) { *nPtr = (*nPtr) * (*nPtr) * (*nPtr); }
```

Usando `const` com Ponteiros

- Qualificador **`const`**
  - Valor da variável não deve ser modificado
  - `const` usado quando a função não precisa mudar a variável

- Princípio do menor privilégio
  - Garante a função acesso suficiente para realizar a tarefa, mas nada além disso

Usando const com Ponteiros

- Quatro maneiras para passar o ponteiro para a função
  - Ponteiro não constante para dado não constante
    - Quantidade maior de acesso
  - Ponteiro não constante para dado constante
  - Ponteiro constante para dado não constante
  - Ponteiro constante para dado constante
    - Quantidade menor de acesso

Quarto Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 4
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <cctype>

void convertToUpperCase(char *);

using namespace std;

int main() {
    char phrase [] = "caracteres e $32,99";

    cout << "A frase antes da conversao eh: " << phrase;
    convertToUpperCase(phrase);
    cout << "\n\nA frase depois da conversao eh: " << phrase << endl;

    return 0;
}

void convertToUpperCase(char *sPtr) {
     while (*sPtr != '\0') {
           if (islower(*sPtr))
                 *sPtr = toupper(*sPtr);
           sPtr++;
     }
}
```

Quarto Exemplo Usando Ponteiros em C++

Ponteiro não constante para dado não constante

```
/*
#include <iostream>
#include <cctype>

void convertToUpperCase(char *);

using namespace std;

int main() {
    char phrase [] = "caracteres e $32,99";

    cout << "A frase antes da conversao eh: " << phrase;
    convertToUpperCase(phrase);
    cout << "\n\nA frase depois da conversao eh: " << phrase << endl;

    return 0;
}

void convertToUpperCase(char *sPtr) {
     while (*sPtr != '\0') {
           if (islower(*sPtr))
                 *sPtr = toupper(*sPtr);
           sPtr++;
     }
}
```

Quarto Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 4
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <cctype>
```

```
shell>$ g++ -Wall exemplo.cpp –o ex4
shell>$ ./ex4
A frase antes da conversao eh: caracteres e $32,99

A frase depois da conversao eh: CARACTERES E $32,99
shell>$
```

```
    cout << "\n\nA frase depois da conversao eh: " << phrase << endl;

    return 0;
}

void convertToUpperCase(char *sPtr) {
     while (*sPtr != '\0') {
           if (islower(*sPtr))
                 *sPtr = toupper(*sPtr);
           sPtr++;
     }
}
```

Quinto Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 5
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

void printCharacteres(const char *);

using namespace std;

int main() {
    char phrase [] = "caracteres e $32,99";

    cout << "A frase antes da conversao eh: " << phrase << endl;
    printCharacteres(phrase);
    cout << endl;

    return 0;
}

void printCharacteres(const char *sPtr) {
     for ( ; *sPtr != '\0'; sPtr++)
           cout << *sPtr;
}
```

Quinto Exemplo Usando Ponteiros em C++

Ponteiro não constante para dado constante

```
/*
 */
#include <iostream>

void printCharacteres(const char *);

using namespace std;

int main() {
    char phrase [] = "caracteres e $32,99";

    cout << "A frase antes da conversao eh: " << phrase << endl;
    printCharacteres(phrase);
    cout << endl;

    return 0;
}

void printCharacteres(const char *sPtr) {
     for ( ; *sPtr != '\0'; sPtr++)
           cout << *sPtr;
}
```

Quinto Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 5
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
```

```
shell>$ g++ -Wall exemplo.cpp –o ex5
shell>$ ./ex5
A frase antes da conversao eh: caracteres e $32,99
caracteres e $32,99
shell>$
```

```
    cout << "A frase antes da conversao eh: " << phrase << endl;
    printCharacteres(phrase);
    cout << endl;

    return 0;
}

void printCharacteres(const char *sPtr) {
     for ( ; *sPtr != '\0'; sPtr++)
          cout << *sPtr;
}
```

Sexto Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 6
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

void f(const int *);

using namespace std;

int main() {
    int y;

    f(&y); // Tenta modificação ilegal

    return 0;
}

void f(const int *xPtr) {
     *xPtr = 100;
}
```

Sexto Exemplo Usando Ponteiros em C++

Como é feita a passagem de parâmetro?
O programa está correto?

```
#include <iostream>

void f(const int *);

using namespace std;

int main() {
    int y;

    f(&y); // Tenta modificação ilegal

    return 0;
}

void f(const int *xPtr) {
     *xPtr = 100;
}
```

Sexto Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 6
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

void f(const int *);
```

	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	In function `void f(const int*)':
21	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	assignment of read-only location
	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	[Build Error] [aula8-ex6.o] Error 1

```
int main() {
    int y;

    f(&y); // Tenta modificação ilegal

    return 0;
}

void f(const int *xPtr) {
    *xPtr = 100;
}
```

Usando `const` com Ponteiros

- Ponteiros `const`
  - Sempre aponta para o mesmo local de memória
    - O próprio nome do array
  - Deve ser inicializado quando declarado

Sétimo Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 7
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
    int x, y;

    /*
     * ptr é um ponteiro constante para um inteiro que pode
     * ser modificado através de ptr, mas ptr aponta sempre para
     * mesma posição de memória
     */
    int * const ptr = &x;

    *ptr = 7; // Permitido: *ptr não é constante
    ptr = &y; //Erro: ptr é constante, não pode receber um novo endereço

    return 0;
}
```

Sétimo Exemplo Usando Ponteiros em C++

Ponteiro constante para dado não constante

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
    int x, y;

    /*
     * ptr é um ponteiro constante para um inteiro que pode
     * ser modificado através de ptr, mas ptr aponta sempre para
     * mesma posição de memória
     */
    int * const ptr = &x;

    *ptr = 7; // Permitido: *ptr não é constante
    ptr = &y; //Erro: ptr é constante, não pode receber um novo endereço

    return 0;
}
```

Sétimo Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 7
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
```

	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	In function `int main()':
20	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	assignment of read-only variable `ptr'
	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	[Build Error] [aula8-ex7.o] Error 1

```
     * ser modificado através de ptr, mas ptr aponta sempre para
     * mesma posição de memória
     */
    int * const ptr = &x;

    *ptr = 7; // Permitido: *ptr não é constante
    ptr = &y; //Erro: ptr é constante, não pode receber um novo endereço

    return 0;
}
```

Oitavo Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 8
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
    int x = 5, y;

    /*
     * ptr é um ponteiro constante para um inteiro constante;
     * ptr sempre aponta para a mesma posição de memória; o
     * inteiro naquela posição não pode ser modificado
     */
    const int *const ptr = &x;

    cout << *ptr << endl;

    *ptr = 7; // Erro: *ptr é constante, não pode receber um novo valor
    ptr = &y; //Erro: ptr é constante, não pode receber um novo endereço

    return 0;
}
```

Oitavo Exemplo Usando Ponteiros em C++

Ponteiro constante para dado constante

```
 */
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
    int x = 5, y;

    /*
     * ptr é um ponteiro constante para um inteiro constante;
     * ptr sempre aponta para a mesma posição de memória; o
     * inteiro naquela posição não pode ser modificado
     */
    const int *const ptr = &x;

    cout << *ptr << endl;

    *ptr = 7; // Erro: *ptr é constante, não pode receber um novo valor
    ptr = &y; //Erro: ptr é constante, não pode receber um novo endereço

    return 0;
}
```

Oitavo Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 8
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
```

	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	In function `int main()':
21	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	assignment of read-only location
22	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	assignment of read-only variable `ptr'
	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	[Build Error] [aula8-ex8.o] Error 1

```
    * inteiro naquela posição não pode ser modificado
    */
    const int *const ptr = &x;

    cout << *ptr << endl;

    *ptr = 7; // Erro: *ptr é constante, não pode receber um novo valor
    ptr = &y; //Erro: ptr é constante, não pode receber um novo endereço

    return 0;
}
```

Expressões com Ponteiros e Aritmética com Ponteiros

- Aritmética com ponteiro
  - Incremento/decremento de ponteiro (++ ou --)
  - Adição/subtração de inteiro para/de um ponteiro (+ ou += , - ou -=)
  - Ponteiros podem ser subtraídos entre si
  - Aritmética de ponteiro sem significado exceto se realizado sobre ponteiro para array

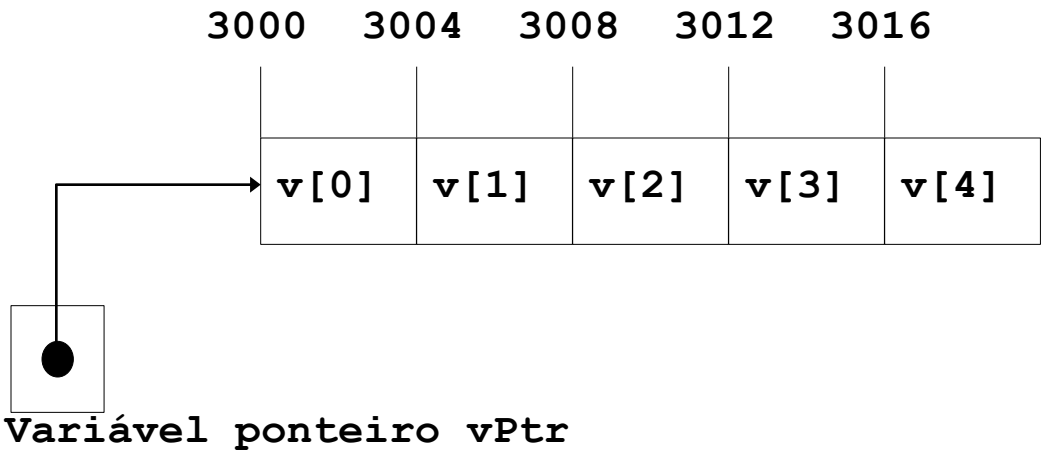
Expressões com Ponteiros e Aritmética com Ponteiros

- Array de 5 elementos `int` em uma máquina usando inteiros de 4 bytes
  - `vPtr` aponta para o primeiro elemento `v[ 0 ]`, que está na posição 3000

```
cout << vPtr; // Imprime 3000
```

  - `vPtr += 2;` atribui 3008 a `vPtr`

`vPtr` aponta para `v[ 2 ]`



Expressões com Ponteiros e Aritmética com Ponteiros

- Subtração de ponteiros
  - Retorna número de elementos entre dois endereços

```
vPtr2 = &v[ 2 ]; vPtr = &v[ 0 ];
cout << vPtr2 - vPtr; // Imprime 2
```

- Atribuição de ponteiro
  - Ponteiro pode ser atribuído para outro ponteiro se ambos forem do mesmo tipo
    - Se não forem, operador cast deve ser usado
  - Exceção: ponteiro para `void` (tipo `void *`)
    - Ponteiro genérico, representa qualquer tipo
    - Casting não é necessário para converter ponteiro para ponteiro `void`
    - Ponteiros `void` não podem ser desreferenciados

Expressões com Ponteiros e Aritmética com Ponteiros

- Comparação de ponteiros
  - Uso de sinal de igualdade ou operadores relacionais
  - Comparações não fazem sentido exceto quando ponteiros apontam para algum membro do mesmo array
  - Comparações de endereços armazenados em ponteiros
  - Uso comum para determinar se um ponteiro é zero
    - O que significa que ele aponta para nada

Ponteiros para Funções

- Ponteiros para funções
  - Contêm endereço da função
  - Parecido com o motivo pelo qual o nome do array é o endereço do primeiro elemento
  - Nome da função inicia endereço de código que define a função

- Ponteiros para funções podem ser
  - Passados para funções
  - Retornados das funções
  - Armazenados em arrays
  - Atribuídos a outros ponteiros para funções

Ponteiros para Funções

- Funções que chamam funções através de ponteiros
  - Assumir parâmetro:
    - `bool ( *compare ) ( int, int )`
  - Executar a função com os dois inteiros
    - `( *compare ) ( int1, int2 )`
      - Referência indireta a um ponteiro para função executar

      OU
    - `compare( int1, int2 )`
      - Poderia ser confuso
        - » Usuário pode pensar em comparar nome atual da função no programa e não usar o ponteiro

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 16
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>

void bubble(int [], const int, bool (*)(int, int));
void swap(int * const, int * const);
bool ascending(int, int);
bool descending(int, int);

using namespace std;

int main() {
    const int arraySize = 10;
    int order, counter;
    int a [arraySize] = {2, 6, 4, 8, 10, 12, 89, 68, 45, 37};

    cout << "Entre com 1 para ordenar em ordem ascendente,\n"
         << "Entre 2 para ordenar em ordem descendente: ";
    cin >> order;
    cout << "\nDados na ordem original\n";

    // Array original
    for ( counter = 0; counter < arraySize; counter++ )
         cout << setw( 4 ) << a[ counter ];

    if (order == 1) {
         bubble( a, arraySize, ascending );
         cout << "\nDados em ordem ascendente\n";
    } else {
         bubble( a, arraySize, descending );
         cout << "\nDados em ordem descendente\n";
    }

    // Array ordenado
    for (counter = 0; counter < arraySize; counter++ )
         cout << setw(4) << a [counter];

         cout << endl;

    return 0;
}
```

Nono Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
void bubble( int work[], const int size, bool (*compare)( int, int ) ) {
     for ( int pass = 1; pass < size; pass++ ) {
         for ( int count = 0; count < size - 1; count++ ) {
             if ((*compare)(work [count], work [count + 1]))
                 swap(&work[count], &work[count + 1] );
         }
     }
}

void swap( int * const element1Ptr, int * const element2Ptr ) {
     int hold = *element1Ptr;
     *element1Ptr = *element2Ptr;
     *element2Ptr = hold;

}

bool ascending( int a, int b ) {
     return b < a;    // swap se b for menor que a
}

bool descending( int a, int b ) {
     return b > a;    // swap se b for maior que a
}
```

Nono Exemplo Usando Ponteiros em C++

```
void bubble( int work[], const int size, bool (*compare)( int, int ) ) {
```

```
shell>$ g++ -Wall exemplo.cpp –o ex16
shell>$ ./ex16
Entre com 1 para ordenar em ordem ascendente,
Entre com 2 para ordenar em ordem descendente: 1

Dados na ordem original
   2    6    4    8   10   12   89   68   45   37
Dados na ordem ascendente
   2    4    6    8   10   12   37   45   68   89
shell>$
```

```
bool descending( int a, int b ) {
     return b > a;    // swap se b for maior que a
}
```

Exemplo 1

- Escreva um programa que calcule o valor mínimo e máximo de um vetor. Para isso, utilize a classe vector e utilize ponteiro para funções.

?

Exemplo 1

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 23
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <vector>

using namespace std;

void processData(int &, vector <int> &, int (*)(vector <int> &));
int maximum(vector <int> &);
int minimum(vector <int> &);

int main() {
    const int arraySize = 10;
    vector <int> v(10);
    int resultado;

    int array [] = {3, 7, 23, 9, 10, 45, 65, 21, 18, 32};

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        v [i] = array [i];

    processData(resultado, v, maximum);
    cout << "O valor maximo do vetor eh: " << resultado << endl;

    processData(resultado, v, minimum);
    cout << "O valor minimo do vetor eh: " << resultado << endl;

    return 0;
}
```

Exemplo 1

```
void processData(int &r, vector <int> &vec, int (*op)(vector <int> &)) {
     r = (*op)(vec);
}

int maximum(vector <int> &a) {
    int max = 0;
    int i;
    for (i = 0; i < a.size(); i++) {
        if (a[i] > max)
            max = a[i];
    }
    return max;
}

int minimum(vector <int> &a) {
    int min = 100;
    int i;
    for (i = 0; i < a.size(); i++) {
        if (a[i] < min)
            min = a[i];
    }
    return min;
}
```

Exemplo 2

- Escreva um programa que receba um cadastro <nome, idade> e escreva em um arquivo. O programa deve ainda ser capaz de exibir todos os cadastros do arquivo e de excluir o arquivo.

?

Exemplo 2

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 25
 * Arquivo Cap8Ex25.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef CAP8EX25_H_
#define CAP8EX25_H_

#include <iostream>
#include <cstdio>
#include <fstream>
#include <string>
#include <iomanip>
#include <cstdlib>

using namespace std;

class Cadastro {
      public:
            Cadastro (string);
            ~Cadastro ();

            void writeLinesToFile (string, string);
            void readLinesFromFile();
            void clearFile();

      private:
            string fileName;
            fstream filestr;

            void checkIsFileOpen ();
};

#endif /*CAP8EX25_H_*/
```

Exemplo 2

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 25
 * Arquivo Cap8Ex25.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "Cap8Ex25.h"

Cadastro::Cadastro (string file) {
	fileName = file + ".txt";
	cout << "File: " << fileName << "\n\n" << endl;
}

Cadastro::~Cadastro () {
	cout << "Fechando o arquivo..." << endl;
}

void Cadastro::checkIsFileOpen () {
	if (!filestr.is_open ()) {
		cout << "Problemas ao abrir o arquivo...\nSaindo" << endl;
		exit (1);
	}
}

void Cadastro::writeLinesToFile(string name, string age) {
	// Abrindo arquivo para escrita
	filestr.open (fileName.c_str(), fstream::in | fstream::out | fstream::app);
	checkIsFileOpen ();

	// Escrevendo no arquivo uma linha
	filestr << left << setw(25) << name << setw(3) << age << endl;
	filestr.close ();
}
```

Exemplo 2

```
void Cadastro::readLinesFromFile() {
	string line;

	filestr.open (fileName.c_str(), fstream::in | fstream::out | fstream::app);
	checkIsFileOpen ();

	while (!filestr.eof ()) {
		getline (filestr, line);
		cout << line << endl;
	}
	filestr.close ();
}

void Cadastro::clearFile() {
	if (!remove (fileName.c_str()))
		cout << "Arquivo removido..." << endl;
	else
		cout << "Não foi possível remover o arquivo..." << endl;
}
```

Exemplo 2

```
/*
 * Aula 8 - Exemplo 25
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "Cap8Ex25.h"

int main() {
    string file, op;

    cout << "Entre com o nome do arquivo: ";
    getline(cin, file);

    Cadastro cad (file);

    while (1) {
          cout << "Entre com a operação desejada: ";
          getline (cin, op);
          cout << "Operação selecionada: " << op << endl;

          if (!op.compare ("inserir")) {
                string name, age;

                cout << "Entre com o nome: ";
                getline (cin, name);

                cout << "Entre com a idade: ";
                getline (cin, age);

                cout << "Cadastro a ser inserido:\n"
                     << left << setw(25) << name << setw(3) << age << endl;

                cad.writeLinesToFile (name, age);
```

Exemplo 2

```
            } else if (!op.compare ("mostrar")) {
                  cad.readLinesFromFile();

            } else if (!op.compare ("limpar")) {
                  cad.clearFile();

            } else if (!op.compare ("terminar")) {
                  cout << "Saindo do programa..." << endl;
                  break;
            } else
                  cout << "Operação desconhecida..." << endl;
      }

      return 0;
}
```

Leitura Recomendada

- Capítulos 7 e 8 do livro
  - Deitel, "*C++ How to Program*", 5th edition, Editora Prentice Hall, 2005