Linguagens de Programação

Prof. Miguel Elias Mitre Campista

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

Parte IV

Introdução à Programação em C++
(Continuação)

Relembrando da Última Aula...

- Ponteiros e strings
- Construtores e destrutores
- Mais exemplos de programação orientada a objetos...

Objetos const e Funções-membro const

- Princípio do menor privilégio
  - Um dos princípios mais fundamentais da boa engenharia de software
  - Aplica-se também a objetos
- Objetos **const**
  - Palavra-chave **const**
  - Especifica que um objeto não é modificável
  - Tentativas de modificar o objeto provocarão erros de compilação

Objetos const e Funções-membro const

- Declarar um objeto como **const** ajuda a impor o princípio do menor privilégio
  - As tentativas de modificar o objeto são capturadas em tempo de compilação e não provocam erros em tempo de execução
  - Utilizar **const** adequadamente é fundamental para o projeto da classe, o projeto do programa e a codificação adequada

Objetos const e Funções-membro const

- Declarar variáveis e objetos **const** pode melhorar o desempenho
  - Compiladores podem realizar otimizações em constantes que não podem ser executadas em variáveis
    - Constantes podem ser substituídas pelos seus valores nas instruções compiladas
    - Parte do código pode ser eliminado se o valor da constante for utilizado como um teste que nunca é verdadeiro

Objetos const e Funções-membro const

- Funções-membro **const**
  - Somente funções-membro **const** podem ser chamadas para objetos **const**
    - Até mesmo funções do tipo "get"
  - Funções-membro declaradas **const** não podem modificar o objeto

Objetos const e Funções-membro const

- Funções-membro **const**
  - Uma função é especificada como **const** tanto em seu protótipo quanto em sua definição
  - Declarações **const** não são permitidas a construtores e destrutores
    - Construtores inicializam o objeto e o destrutores fazem a "faxina" em memória do objeto

Objetos const e Funções-membro const

- Erro de compilação
  - Definir função-membro **const** que modifica um membro de dados de um objeto
  - Definir função-membro **const** que chama uma função-membro não-**const** da mesma classe
  - Invocar uma função-membro não-**const** em um objeto **const**
  - Declarar um construtor ou um destrutor **const** é um erro de compilação

Objetos const e Funções-membro const

- Uma função-membro **const** pode ser sobrecarregada com uma versão não-**const**
  - O compilador escolhe qual deve utilizar com base no objeto em que a função é invocada
    - Se o **objeto for const** → o compilador **utiliza a const**
    - Se o **objeto não for const** → o compilador **utiliza a não-const**

Primeiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 1
 * Arquivo timeCap10Ex1.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef TIME_H
#define TIME_H

using namespace std;

class Time {
      public:
            Time (int = 0, int = 0, int = 0); // Construtor padrão

            void setTime (int, int, int);
            void setHour (int);
            void setMinute (int);
            void setSecond (int);
            int getHour () const;
            int getMinute () const;
            int getSecond () const;

            void printUniversal () const;
            void printStandard ();
      private:
             int hour; // 0 - 23
             int minute; // 0 - 59
             int second; // 0 - 59
};

#endif
```

Primeiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 1
 * Arquivo timeCap10Ex1.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include "timeCap10Ex1.h"

// Construtor padrão inicializa cada membro de dados com zero;
// Logo, ele assegura que os objetos Time iniciem em um estado consistente
Time::Time (int hr, int min, int sec) {
      setTime (hr, min, sec);
}

void Time::setTime (int h, int m, int s) {
      setHour (h);
      setMinute (m);
      setSecond (s);
}

void Time::setHour (int h) {
      hour = (h >= 0 && h < 24) ? h : 0; // valida horas
}

void Time::setMinute (int m) {
      minute = (m >= 0 && m < 60) ? m : 0; // valida minutos
}

void Time::setSecond (int s) {
      second = (s >= 0 && s < 60) ? s : 0; // valida segundos
}
```

Primeiro Exemplo Usando Classes em C++

```
int Time::getHour () const { return hour; }

int Time::getMinute () const { return minute; }

int Time::getSecond () const { return second; }

void Time::printUniversal () const {
      cout << setfill('0') << setw(2) << hour << ":"
           << setw(2) << minute << ":" << setw(2) << second;
}

void Time::printStandard () {
      cout << ((hour == 0 || hour == 12) ? 12 : hour % 12) << ":"
           << setfill('0') << setw(2) << minute << ":" << setw(2)
           << second << (hour < 12 ? " AM" : " PM");
}
```


Primeiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 1
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "timeCap10Ex1.h"

int main () {
    Time wakeup (6, 45, 0);
    const Time noon (12, 0, 0);

                                // Objeto       - Função Membro
    wakeup.setHour (18);        // não-const    - não-const
    noon.setHour (12);          // const        - não-const

    wakeup.getHour ();          // não-const    - const

    noon.getMinute ();          // const        - const
    noon.printUniversal ();     // const        - const

    noon.printStandard ();      // const        - não-const

    return 0;
}
```


Primeiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 1
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "timeCap10Ex1.h"

int main () {
    Time wakeup (6, 45, 0);
    const Time noon (12, 0, 0);

                                // Objeto       - Função Membro
    wakeup.setHour (18);        // não-const    - não-const
    noon.setHour (12);          // const        - não-const   X

    wakeup.getHour ();          // não-const    - const

    noon.getMinute ();          // const        - const
    noon.printUniversal ();     // const        - const

    noon.printStandard ();      // const        - não-const   X

    return 0;
}
```


Primeiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 1
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "timeCap10Ex1.h"

int main () {
    Time wakeup (6, 45, 0);
```

Line	File	Message
	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	In function 'int main()':
15	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	passing 'const Time' as 'this' argument of 'void Time::setHour(int)' discards qualifiers
22	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	passing 'const Time' as 'this' argument of 'void Time::printStandard()' discards qualifiers
	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	[Build Error] exe: *** [aula10-ex1.o] Error 1

```
    noon.getMinute ();          // const        - const
    noon.printUniversal ();     // const        - const

    noon.printStandard ();      // const        - não-const

    return 0;
}
```


Objetos const e Funções-membro const

- Inicializadores de membro de dados
  - São necessários à inicialização
    - Membros de dados **const**
    - Membros de dados que são referências

Ambos devem ser inicializados ao serem declarados!

  - Podem ser utilizados para qualquer membro de dados

Objetos const e Funções-membro const

- Lista de inicializadores de membro
  - Aparece entre uma lista de parâmetros do construtor e a chave esquerda que inicia o corpo do construtor
  - É separada da lista de parâmetros por dois-pontos (:)

construtor (lista de parâmetros) : lista de inicializadores de membro

Objetos const e Funções-membro const

- Lista de inicializadores de membro
  - Cada inicializador de membro consiste do nome do membro de dados (atributo) seguido do valor inicial do membro entre parênteses
  - Múltiplos inicializadores de membro são separados por vírgulas
  - Executa antes do corpo do construtor executar

Segundo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 2
 * Arquivo incrementCap10Ex2.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef INCREMENT_H
#define INCREMENT_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Increment {
      public:
            Increment (int = 0, int = 1);
            void addIncrement ();
            void print () const;
      private:
            int count;
            const int increment;
};

#endif
```


Segundo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 2
 * Arquivo incrementCap10Ex2.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "incrementCap10Ex2.h"

Increment::Increment (int c, int i): count (c), increment (i) {}

void Increment::addIncrement () {
     count += increment;
}

void Increment::print () const {
     cout << "count = " << count << ", increment = " << increment << endl;
}
```


Segundo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 2
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "incrementCap10Ex2.h"

int main () {
    Increment value (10, 5);

    cout << "Antes de incrementar: ";
    value.print ();

    for (int i = 0; i <= 3; i++) {
        value.addIncrement ();
        cout << "Depois do incremento " << i << ": ";
        value.print ();
    }

    return 0;
}
```


Segundo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 2
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "incrementCap10Ex2.h"
```

```
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula10-ex2.exe
Antes de incrementar: count = 10, increment = 5
Depois do incremento 0: count = 15, increment = 5
Depois do incremento 1: count = 20, increment = 5
Depois do incremento 2: count = 25, increment = 5
Depois do incremento 3: count = 30, increment = 5
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

```
    for (int i = 0; i <= 3; i++) {
        value.addIncrement ();
        cout << "Depois do incremento " << i << ": ";
        value.print ();
    }

    return 0;
}
```


Objetos const e Funções-membro const

- Um objeto **const** não pode ser modificado por atribuição
  - Logo, deve ser inicializado
    - Quando um membro de dados de uma classe é declarado **const**, um inicializador de membro deve ser utilizado para fornecer ao construtor o valor inicial do membro de dados para um objeto da classe
    - O mesmo é verdadeiro para referências
- Não fornecer um inicializador de membro para um membro de dados **const** é um erro de compilação

Objetos const e Funções-membro const

- Declare como **const** todas as funções-membro de uma classe que não modificam o objeto em que elas operam
  - Ocasionalmente, isso pode parecer inadequado, caso não haja intenção de criar objetos **const** dessa classe ou de acessar objetos dessa classe por meio de referências **const** ou ponteiros para **const**
  - Apesar disso, declarar essas funções-membro **const** oferece benefício
    - Se a função-membro for inadvertidamente escrita para modificar o objeto, o compilador emitirá uma mensagem de erro

Terceiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 3
 * Arquivo incrementCap10Ex3.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef INCREMENT_H
#define INCREMENT_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Increment {
      public:
            Increment (int = 0, int = 1);
            void addIncrement ();
            void print () const;
      private:
            int count;
            const int increment;
};

#endif
```


Terceiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 3
 * Arquivo incrementCap10Ex2.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "incrementCap10Ex3.h"

Increment::Increment (int c, int i) {
     count = c;
     increment = i; // Erro!
}

void Increment::addIncrement () {
     count += increment;
}

void Increment::print () const {
     cout << "count = " << count << ", increment = " << increment << endl;
}
```


Terceiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 3
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "incrementCap10Ex3.h"

int main () {
    Increment value (10, 5);

    cout << "Antes de incrementar: ";
    value.print ();

    for (int i = 0; i <= 3; i++) {
        value.addIncrement ();
        cout << "Depois do incremento " << i << ": ";
        value.print ();
    }

    return 0;
}
```


Terceiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 3
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "incrementCap10Ex3.h"
```

Line	File	Message
	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	In constructor 'Increment::Increment(int, int)':
8	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	uninitialized member 'Increment::increment' with 'const' type 'const int'
10	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	assignment of read-only data-member 'Increment::increment'
	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	[Build Error] exe: *** [incrementCap10Ex3.o] Error 1

```
            value.addIncrement ();
            cout << "Depois do incremento " << i << ": ";
            value.print ();
        }

    return 0;
}
```


Composição: Objetos como Membros de Classes

- Composição
  - É às vezes referida como relacionamento "*tem-um*"
  - Uma classe pode ter objetos de outras classes como membros
    - Ex.: Objeto **`AlarmClock`** com um objeto **`Time`** como membro

Composição: Objetos como Membros de Classes

- Inicializando objetos-membro
  - Inicializadores de membro passam argumentos do construtor do objeto para os construtores do objeto-membro
  - Os objetos-membro são construídos na ordem em que são declarados na definição de classe
    - Não na ordem em que são relacionados na lista de inicializadores de membro do construtor
    - Antes do objeto da classe contêiner ser construído
  - Se não for fornecido um inicializador de membro...
    - O construtor-padrão do objeto-membro será chamado implicitamente

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
 * Arquivo dateCap10Ex4.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef DATE_H
#define DATE_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Date {
      public:
            Date (int = 1, int = 1, int = 1900);
            void print () const;
            ~Date ();
      private:
             int month, day, year;
             int checkDay (int) const;
};

#endif
```


Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
 * Arquivo dateCap10Ex4.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "dateCap10Ex4.h"

Date::Date (int m, int d, int y) {
     if (m > 0 && m <= 12) {
           month = m;
     } else {
           month = 1;
           cout << "Mes invalido (" << m << ") colocado em 1.\n";
     }
     year = y;
     day = checkDay (d);

     cout << "Construtor da classe Date ";
     print ();
     cout << endl;
}

void Date::print () const {
     cout << month << '/' << day << '/' << year;
}

Date::~Date() {
     cout << "Destrutor da classe Date ";
     print ();
     cout << endl;
}
```

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
int Date::checkDay (int testDay) const {
     static const int daysPerMonth [13] =
          {0, 31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31};

     // Determina se o day é válido dentro do mês especifico
     if (testDay > 0 && testDay <= daysPerMonth [month])
           return testDay;
     // Verifica se o ano é bissexto
     if (month == 2 && testDay == 29 && (year % 400 == 0 ||
          (year % 4 == 0 && year % 100 != 0)))
           return testDay;

     cout << "Dia invalido (" << day << ") colocado em 1.\n";
}
```


Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
 * Arquivo employeeCap10Ex4.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef EMPLOYEE_H
#define EMPLOYEE_H

#include <iostream>
#include <cstring>
#include "dateCap10Ex4.h"

using namespace std;

class Employee {
      public:
            Employee (const char * const, const char * const,
                      const Date &, const Date &);
            void print () const;
            ~Employee ();
      private:
             char firstName [25];
             char lastName [25];
             const Date birthDate;
             const Date hireDate;
};

#endif
```



```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
 * Arquivo employeeCap10Ex4.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "employeeCap10Ex4.h"

Employee::Employee (const char * const first, const char * const last,
                    const Date &dateOfBirth, const Date &dateOfHire) :
                    birthDate (dateOfBirth), hireDate (dateOfHire) {
      // Copia para first name
      int length = strlen (first);
      length = (length < 25 ? length : 24);
      strncpy (firstName, first, length);
      firstName [length] = '\0';
      // Copia para last name
      length = strlen (last);
      length = (length < 25 ? length : 24);
      strncpy (lastName, last, length);
      lastName [length] = '\0';

      cout << "Construtor do objeto Employee: "
           << lastName << ", " << firstName << endl;
}

void Employee::print () const {
      cout << lastName << ", " << firstName << " Hired: ";
      hireDate.print ();
      cout << " BirthDay: ";
      birthDate.print ();
      cout << endl;
}

Employee::~Employee() {
      cout << "Destrutor do objeto Employee: "
           << lastName << ", " << firstName << endl;
}
```

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
 * Arquivo employeeCap10Ex4.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "employeeCap10Ex4.h"

Employee::Employee (const char * const first, const char * const last,
                    const Date &dateOfBirth, const Date &dateOfHire) :
                    birthDate (dateOfBirth), hireDate (dateOfHire) {
      // Copia para first name
      int length = strlen (first);
      length = (length < 25 ? length : 24);
      strncpy (firstName, first, length);
      firstName [length] = '\0';
      // Copia para last name
      length = strlen (last);
      length = (length < 25 ? length : 24);
      strncpy (lastName, last, length);
      lastName [length] = '\0';

      cout << "Construtor do objeto Employee: "
           << lastName << ", " << firstName << endl;
}

void Employee::print () const {
      cout << lastName << ", " << firstName << " Hired: ";
      hireDate.print ();
      cout << " BirthDay: ";
      birthDate.print ();
      cout << endl;
}

Employee::~Employee() {
      cout << "Destrutor do objeto Employee: "
           << lastName << ", " << firstName << endl;
}
```

Construtores de cópia *default*

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "employeeCap10Ex4.h"

int main() {
    Date birth (7, 24, 1949);
    Date hire (3, 12, 1988);
    Employee manager ("Bob", "Blue", birth, hire);

    cout << endl;
    manager.print ();

    cout << "\nTeste de construtor de Dados com valores invalidos:\n";
    Date lastDayOff (14, 35, 1994); // mês e dia inválidos
    cout << endl;

    return 0;
}
```


Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
```

```
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos>aula10-ex4.exe
Construtor da classe Date 7/24/1949
Construtor da classe Date 3/12/1988
Construtor do objeto Employee: Blue, Bob

Blue, Bob Hired: 3/12/1988 BirthDay: 7/24/1949

Teste de construtor de Dados com valores invalidos:
Mes invalido (14) colocado em 1.
Dia invalido (0) colocado em 1.
Construtor da classe Date 1/0/1994

Pressione qualquer tecla para continuar. . .
Destrutor da classe Date 1/0/1994
Destrutor do objeto Employee: Blue, Bob
Destrutor da classe Date 3/12/1988
Destrutor da classe Date 7/24/1949
Destrutor da classe Date 3/12/1988
Destrutor da classe Date 7/24/1949

C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos>_
```

```
    return 0;
}
```


Composição: Objetos como Membros de Classes

- Se a classe do objeto-membro não fornecer um construtor padrão...
  - Isto é, a classe do objeto-membro define um ou mais construtores, mas nenhum deles é um construtor-padrão
- Ocorre um **erro de compilação** se um objeto-membro não for inicializado com um inicializador de membro

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
 * Arquivo dateCap10Ex4.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef DATE_H
#define DATE_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Date {
      public:
            Date (int = 1, int = 1, int = 1900);
            void print () const;
            ~Date ();
      private:
            int month, day, year;
            int checkDay (int) const;
};

#endif
```

Eliminar o construtor-padrão...

Date (int, int, int)

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
 * Arquivo dateCap10Ex4.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "dateCap10Ex4.h"

Date::Date (int m, int d, int y) {
     if (m > 0 && m <= 12) {
          month = m;
     } else {
          month = 1;
          cout << "Mes invalido (" << m << ") colocado em 1.\n";
     }
     year = y;
     day = checkDay (d);

     cout << "Construtor da classe Date ";
     print ();
     cout << endl;
}

void Date::print () const {
     cout << month << '/' << day << '/' << year;
}

Date::~Date() {
     cout << "Destrutor da classe Date ";
     print ();
     cout << endl;
}
```

Mantém igual...

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

Mantém igual...

```
int Date::checkDay (int testDay) const {
     static const int daysPerMonth [13] =
            {0, 31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31};

     // Determina se o day é válido dentro do mês específico
     if (testDay > 0 && testDay <= daysPerMonth [month])
            return testDay;
     // Verifica se o ano é bissexto
     if (month == 2 && testDay == 29 && (year % 400 == 0 ||
            (year % 4 == 0 && year % 100 != 0)))
            return testDay;

     cout << "Dia invalido (" << day << ") colocado em 1.\n";
}
```


Quarto Exemplo Usando Classes em C++

Mantém igual...

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
 * Arquivo employeeCap10Ex4.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef EMPLOYEE_H
#define EMPLOYEE_H

#include <iostream>
#include <cstring>
#include "dateCap10Ex4.h"

using namespace std;

class Employee {
      public:
            Employee (const char * const, const char * const,
                  const Date &, const Date &);
            void print () const;
            ~Employee ();
      private:
             char firstName [25];
             char lastName [25];
             const Date birthDate;
             const Date hireDate;
};

#endif
```



```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
Employee::Employee (const char * const first, const char * const last,
                    const Date &dateOfBirth, const Date &dateOfHire) {
#include "employeeCap10Ex4.h"

Employee::Employee (const char * const first, const char * const last,
                    const Date &dateOfBirth, const Date &dateOfHire) :
                   birthDate (dateOfBirth), hireDate (dateOfHire) {
      // Copia para first name
      int length = strlen (first);
      length = (length < 25 ? length : 24);
      strncpy (firstName, first, length);
      firstName [length] = '\0';
      // Copia para last name
      length = strlen (last);
      length = (length < 25 ? length : 24);
      strncpy (lastName, last, length);
      lastName [length] = '\0';

      cout << "Construtor do objeto Employee: "
           << lastName << ", " << firstName << endl;
}

void Employee::print () const {
      cout << lastName << ", " << firstName << " Hired: ";
      hireDate.print ();
      cout << " BirthDay: ";
      birthDate.print ();
      cout << endl;
}

Employee::~Employee() {
      cout << "Destrutor do objeto Employee: "
           << lastName << ", " << firstName << endl;
}
```

Não inicializar os objetos-membro na lista de inicialização de membro...

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "employeeCap10Ex4.h"

int main() {
    Date birth (7, 24, 1949);
    Date hire (3, 12, 1988);
    Employee manager ("Bob", "Blue", birth, hire);

    cout << endl;
    manager.print ();

    cout << "\nTeste de construtor de Dados com valores invalidos:\n";
    Date lastDayOff (14, 35, 1994); // mês e dia invalidos
    cout << endl;

    return 0;
}
```


Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 4
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "employeeCap10Ex4.h"
```

```
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...   In constructor 'Employee::Employee(const char*, const char*, const Date&, const Date&)':
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...   no matching function for call to 'Date::Date()'
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...   candidates are: Date::Date(const Date&)
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...                  Date::Date(int, int, int)
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...   no matching function for call to 'Date::Date()'
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...   candidates are: Date::Date(const Date&)
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...                  Date::Date(int, int, int)
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...   [Build Error] exe: *** [employeeCap10Ex4.o] Error 1
```

```
    Date lastDayOff (14, 35, 1994); // mês e dia invalidos
    cout << endl;

    return 0;
}
```


Composição: Objetos como Membros de Classes

- Inicialize explicitamente objetos-membro por meio de inicializadores de membro
  - Isso elimina o overhead de "inicializar duplamente" objetos-membro
    - Uma vez quando o construtor-padrão do objeto-membro for chamado e outra quando as funções *set* forem chamadas no corpo do construtor (ou posteriormente) para inicializar o objeto-membro

Mesma coisa acontece quando se inicializa um objeto e depois se inicializa os atributos do objeto...

Funções friend e Classes friend

- Função **friend** de uma classe
  - É definida fora do escopo da classe
    - Não é uma função-membro dessa classe
  - Ainda assim, tem o direito de acessar os membros não-**public** (e **public**) dessa classe
  - Funções independentes ou classes inteiras podem ser declaradas como amigas de uma outra classe
  - Em geral, é apropriada quando uma função-membro não pode ser usada por determinadas operações

Funções friend e Classes friend

- Para declarar uma função como **friend** de uma classe:
  - Forneça o protótipo de função na definição de classe precedido pela palavra-chave **friend**
- Para declarar uma classe como amiga de uma classe:
  - Coloque a declaração da forma
  - **friend class ClassTwo;**
    na definição de classe **ClassOne**
    - Todas as funções-membro da classe **ClassTwo** são **friends** da classe **ClassOne**

Funções friend e Classes friend

- A amizade é concedida, não obtida
  - Para a classe B ser amiga da classe A, a classe A deve declarar explicitamente que a classe B é sua amiga
- A relação de amizade não é simétrica nem transitiva
  - Se a classe A for amiga da classe B e a classe B for amiga da classe C, não significa que a classe B é amiga da classe A, que a C é amiga da B ou que a A é amiga da C

Funções friend e Classes friend

- É possível especificar funções sobrecarregadas como **friends** de uma classe
  - Cada função sobrecarregada que se quer tornar **friend** deve ser declarada explicitamente como **friend** da classe
- Mesmo que os protótipos para funções **friend** apareçam na definição de classe...
  - As funções **friend** não são funções-membro

Funções friend e Classes friend

- As especificações de acesso **private**, **protected** e **public** não são relevantes às declarações **friend**
  - Portanto, as declarações **friend** podem ser colocadas em qualquer lugar de uma definição de classe
  - Entretanto, o código se torna mais claro se todas as declarações de amizade forem colocadas em primeiro lugar no corpo da definição de classe e não inseridas depois de algum especificador de acesso

Quinto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 5
 * Arquivo countCap10Ex5.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef COUNT_H
#define COUNT_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Count {
      friend void setX (Count &, int);

      public:
            Count ();
            void print () const;
      private:
              int x;
};

#endif
```

Quinto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 5
 * Arquivo countCap10Ex5.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "countCap10Ex5.h"

// A função setX pode alterar algum atributo private da classe Count
// já que foi declarada como um método friend.
void setX (Count &c, int val) {
      c.x = val; // permitido pois setX Count é uma friend de Count
}

Count::Count () : x (0) {}

void Count::print () const {
      cout << x << endl;
}
```


Quinto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 5
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "countCap10Ex5.h"

int main() {
    Count counter;

    cout << "counter.x depois da instanciacao: ";
    counter.print ();

    setX(counter, 8); // Emprego da função friend
    cout << "counter.x depois da chamada da funcao friend: ";
    counter.print ();

    return 0;
}
```


Quinto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 5
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "countCap10Ex5.h"

int main() {
```

```
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula10-ex5.exe
counter.x depois da instanciacao: 0
counter.x depois da chamada da funcao friend: 8
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

```
    counter.print ();

    return 0;
}
```


Sexto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 6
 * Arquivo countCap10Ex6.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef COUNT_H
#define COUNT_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Count {
      public:
            Count ();
            void print () const;
      private:
             int x;
};

#endif
```

Não tem mais o método friend!

Sexto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 6
 * Arquivo countCap10Ex6.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "countCap10Ex6.h"

// A função setX não pode mais alterar atributo private da classe Count
// já que não foi declarada como um método friend.
void setX (Count &c, int val) {
      c.x = val; // Erro!
}

Count::Count () : x (0) {}

void Count::print () const {
      cout << x << endl;
}
```


Sexto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 6
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "countCap10Ex6.h"

int main() {
    Count counter;

    cout << "counter.x depois da instanciacao: ";
    counter.print ();

    setX(counter, 8); // Emprego da função friend
    cout << "counter.x depois da chamada da funcao friend: ";
    counter.print ();

    return 0;
}
```

Sexto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 6
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "countCap10Ex6.h"

int main() {
```

Line	File	Message
	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	In function `void set(Count&, int)':
20	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	`int Count::x' is private
11	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	within this context
	C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...	[Build Error] exe: """ [countCap10Ex5.o] Error 1

```
    cout << "counter.x depois da chamada da funcao friend: ";
    counter.print ();

    return 0;
}
```


Utilizando o Ponteiro this

- As funções-membro sabem que membros de dados do objeto devem manipular
  - Todo objeto tem acesso a seu próprio endereço por meio do ponteiro chamado **this**
    - Palavra-chave do C++
  - O ponteiro **this** do objeto não faz parte do objeto em si
  - O ponteiro **this** é passado (pelo compilador) como um argumento implícito para cada uma das funções-membro não-**static** do objeto

Utilizando o Ponteiro this

- Os objetos usam o ponteiro **this** implicitamente ou explicitamente
  - Implicitamente, quando acessa membros de maneira direta
  - Explicitamente, quando usa a palavra-chave **this**
  - O tipo do ponteiro **this** depende do tipo de objeto e se a função-membro que está executando está declarada como **const**
    - Se a função-membro for não-**const** → ponteiro **this** é **const** e os dados são não-**const**
    - Se a função-membro for **const** → ponteiro **this** é **const** e os dados são **const**

Sétimo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 7
 * Arquivo testCap10Ex7.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef TEST_H
#define TEST_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Test {
      public:
            Test (int = 0);
            void print () const;
      private:
            int x;
};

#endif
```


Sétimo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 7
 * Arquivo testCap10Ex7.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "testCap10Ex7.h"

Test::Test (int value) : x (value) {}

void Test::print () const {
     // Utiliza implicitamente o ponteiro this para acessar x
     cout << "         x = " << x << endl;

     // Utiliza explicitamente o ponteiro this para acessar x
     cout << "  this->x = " << this->x;

     // Utiliza explicitamente o ponteiro this desreferenciado
     // e o operador ponto para acessar o membro x
     cout << "\n(*this).x = " << (*this).x << endl;
}
```


Sétimo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 7
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "testCap10Ex7.h"

int main() {
    Test testObj (12);
    testObj.print ();

    return 0;
}
```

Sétimo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 7
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "testCap10Ex7.h"

int main() {
    Test testObj (12);
    testObj.print ();

    return 0;
}
```

```
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula10-ex7.exe
        x = 12
  this->x = 12
(*this).x = 12
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```


Utilizando o Ponteiro this

- Tentar utilizar o operador de seleção de membro (.) com um ponteiro para um objeto é um erro de compilação
  - O operador ponto de seleção de membro pode ser utilizado apenas com um *lvalue* como o **nome de um objeto**, uma **referência para um objeto** ou um **ponteiro desreferenciado para um objeto**

```
// Nome
Classe obj;
obj.x;
```

```
// Referência
Classe obj;
Classe &refObj = obj;
refObj.x;
```

```
// Ponteiro
Classe obj;
Classe *ptrObj = &obj;
(*ptrObj).x;
```


Utilizando o Ponteiro this

- Chamadas de funções-membro em cascata
  - Múltiplas funções são invocadas na mesma instrução
  - São habilitadas pelas funções-membro que retornam o ponteiro **this** desreferenciado
    - Ex.: `t.setMinute( 30 ).setSecond( 22 );`
      Chamadas `t.setMinute( 30 );`
      Em seguida, chamadas `t.setSecond( 22 );`

Oitavo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 8
 * Arquivo timeCap10Ex8.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef TIME_H
#define TIME_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Time {
      public:
            Time (int = 0, int = 0, int = 0); // Construtor padrão

            Time &setTime (int, int, int);
            Time &setHour (int);
            Time &setMinute (int);
            Time &setSecond (int);

            int getHour () const;
            int getMinute () const;
            int getSecond () const;

            void printUniversal () const;
            void printStandard () const;
      private:
             int hour; // 0 - 23
             int minute; // 0 - 59
             int second; // 0 - 59
};

#endif
```


Oitavo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 8
 * Arquivo timeCap10Ex8.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include "timeCap10Ex8.h"

// Construtor padrão inicializa cada membro de dados com zero;
// Logo, ele assegura que os objetos Time iniciem em um estado consistente
Time::Time (int hr, int min, int sec) {
      setTime (hr, min, sec);
}

Time &Time::setTime (int h, int m, int s) {
      setHour (h);
      setMinute (m);
      setSecond (s);
      return *this; // permite cascateamento
}

Time &Time::setHour (int h) {
      hour = (h >= 0 && h < 24) ? h : 0; // valida horas
      return *this; // permite cascateamento
}

Time &Time::setMinute (int m) {
      minute = (m >= 0 && m < 60) ? m : 0; // valida minutos
      return *this; // permite cascateamento
}

Time &Time::setSecond (int s) {
      second = (s >= 0 && s < 60) ? s : 0; // valida segundos
      return *this; // permite cascateamento
}
```

Oitavo Exemplo Usando Classes em C++

```
int Time::getHour () const { return hour; }

int Time::getMinute () const { return minute; }

int Time::getSecond () const { return second; }

void Time::printUniversal () const {
     cout << setfill('0') << setw(2) << hour << ":"
          << setw(2) << minute << ":" << setw(2) << second;
}

void Time::printStandard () const {
     cout << ((hour == 0 || hour == 12) ? 12 : hour % 12) << ":"
          << setfill('0') << setw(2) << minute << ":" << setw(2)
          << second << (hour < 12 ? " AM" : " PM");
}
```

Oitavo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 8
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "timeCap10Ex8.h"

int main() {
    Time t;

    // Chamada em cascata de funções
    t.setHour(18).setMinute(30).setSecond(22);

    // gera saída em formato universal e padrão
    cout << "Formato universal: ";
    t.printUniversal ();
    cout << "\n\nFormato padrao: ";
    t.printStandard ();

    cout << "\n\nNova hora padrao: ";
    // chamada em cascata
    t.setTime(20, 20, 20).printStandard();
    cout << endl;

    return 0;
}
```


Oitavo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 8
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "timeCap10Ex8.h"
```

```
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula10-ex8.exe
Formato universal: 18:30:22

Formato padrao: 6:30:22 PM

Nova hora padrao: 8:20:20 PM
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

```
    t.printStandard ();

    cout << "\n\nNova hora padrao: ";
    // chamada em cascata
    t.setTime(20, 20, 20).printStandard();
    cout << endl;

    return 0;
}
```


Gerenciamento de Memória Dinâmico

- Permite que os programadores aloquem e desaloquem memória para qualquer tipo predefinido ou definido pelo usuário
- É realizado pelos operadores **new** e **delete**
- Por exemplo, alocar memória dinamicamente para um array, em vez de usar um array de tamanho fixo

Gerenciamento de Memória Dinâmico

- Operador **new**
  - Aloca (isto é, reserva) armazenamento de tamanho apropriado para um objeto em tempo de execução
  - Chama o construtor para inicializar o objeto
  - Retorna um ponteiro do tipo especificado à direita de **new**
  - Pode ser usado para alocar dinamicamente qualquer tipo fundamental (como **int** ou **double**) ou qualquer tipo de objeto de classe

Gerenciamento de Memória Dinâmico

- Armazenamento livre
  - É também chamado de **heap**
    - Área de memória alocada para variáveis alocadas dinamicamente
  - Região da memória atribuída a cada programa para armazenar variáveis (objetos) criadas em tempo de execução

Gerenciamento de Memória Dinâmico

- Operador **delete**
  - Destrói um objeto alocado dinamicamente
  - Chama o destrutor do objeto
  - Desaloca (isto é, libera) memória do armazenamento livre
  - A memória pode então ser reutilizada pelo sistema para alocar outros objetos

Gerenciamento de Memória Dinâmico

- Inicialização de um objeto alocado por **new**
  - Inicializador para uma variável do tipo fundamental recém-criada
    - Exemplo
      - `double *ptr = new double (3.14159);`
  - Especifique uma lista de argumentos separada por vírgula ao construtor de um objeto
    - Exemplo
      - `Time *timePtr = new Time (12, 45, 0);`

Gerenciamento de Memória Dinâmico

- Inicialização de um objeto alocado por **new**
  - Inicializador para uma variável do tipo fundamental recém-criada
    - Exemplo
      - `double *ptr = new double (3.14159);`
  - Especifique uma lista de argumentos separada por vírgula ao construtor de um objeto
    - Exemplo
      - `Time *timePtr = new Time (12, 45, 0);`

Não liberar memória alocada dinamicamente quando não for mais necessária pode fazer com que o sistema fique sem memória prematuramente. Isso às vezes é chamado de "vazamento de memória"

Gerenciamento de Memória Dinâmico

- O operador new pode ser usado para alocar arrays dinamicamente
  - Aloque dinamicamente um array de inteiros de 10 elementos:
    - Exemplo:
      - `int *gradesArray = new int [10];`
  - O tamanho do array alocado dinamicamente
    - É especificado por meio de qualquer expressão integral que possa ser avaliada em tempo de execução

Gerenciamento de Memória Dinâmico

- Exclua um array alocado dinamicamente:
  - `delete [] gradesArray;`
  - Isso desaloca o array para o qual **`gradesArray`** aponta
  - Se o ponteiro apontar para um array de objetos
    - Primeiro chame o destrutor para cada objeto no array
    - Em seguida, desaloque a memória
  - Se a instrução não incluir os colchetes (`[]`) e `gradesArray` apontar para um array de objetos
    - Apenas o primeiro objeto no array terá a chamada de destrutor

Gerenciamento de Memória Dinâmico

- Utilizar **`delete`** em vez de **`delete []`** para arrays de objetos pode provocar erros de lógica em tempo de execução
  - Para que cada objeto no array receba uma chamada de destrutor, sempre exclua a memória alocada como array com o operador **`delete []`**
  - De modo semelhante, sempre exclua a memória alocada como um elemento individual com o operador **`delete`**

Membros de Classe `static`

- Membros de dados **`static`**
  - Apenas uma cópia de uma variável deve ser compartilhada por todos os objetos de uma classe
    - Representa informações no "nível da classe"
    - Uma propriedade da classe compartilhada por todas as instâncias, não uma propriedade de um objeto específico da classe
  - A declaração começa com a palavra-chave **`static`**

Membros de Classe static

- Membros de dados **static**
  - Ex.: Videogame com **Martian [martianCount]**
    - Todo **Martian** precisa conhecer a **martianCount**
    - **martianCount** deve ser um dado **static** em nível de classe
    - Todo **Martian** pode acessar **martianCount** como se fosse membro de dados desse **Martian**
    - Há somente uma cópia de **martianCount**
  - Embora pareçam variáveis globais, têm escopo de classe
  - Podem ser declarados **public**, **private** ou **protected**

Membros de Classe static

- Membros de dados **static**
  - Membros de dados **static** do tipo fundamental
    - São inicializados por padrão em 0
  - Se desejar um valor inicial diferente, um membro de dados **static** pode ser inicializado uma vez (e apenas uma única vez)
    - Membros de dados **static const**
      - Podem ser inicializados na sua declaração na definição da classe
    - Todos os outros membros de dados **static**
      - Devem ser definidos no escopo de arquivo, ou seja, fora do corpo da definição de classe

Membros de Classe static

- Membros de dados **static** do tipo objeto
  - Não precisam ser inicializados porque o respectivo construtor-padrão é chamado

Membros de Classe static

- Membros de dados **static**
  - Existem mesmo quando não há nenhum objeto da classe
    - Para acessar um membro de classe **public static** quando não existe **nenhum** objeto da classe
      - Prefixe o nome da classe e o operador binário de resolução de escopo (**::**) ao nome do membro de dados
        - » Ex.: **Martian::martianCount**
  - Podem ser acessadas também por meio de qualquer objeto dessa classe
    - Use o nome do objeto, o operador **.** e o nome do membro
      - Ex.: **myMartian.martianCount**

Membros de Classe static

- Função-membro **static**
  - É um serviço da classe, não um objeto específico da classe
- Palavra-chave **static** é aplicada a um item no escopo de arquivo
  - Esse item torna-se conhecido apenas nesse arquivo
  - Os membros **static** da classe precisam estar disponíveis em qualquer código-cliente que use a classe
    - De modo que não podemos declará-los **static** no arquivo **.cpp**
      - São declarados **static** apenas no arquivo **.h**

Membros de Classe static

- Membros de dados **static** e funções-membro **static** de uma classe
  - Existem e podem ser utilizados mesmo quando nenhum objeto dessa classe tiver sido instanciado
- É um erro de compilação incluir a palavra-chave **static** na definição de membros de dados **static** no escopo de arquivo
  - Uma variável só pode ser declarada **static** na definição da classe, já que membros de dados e as funções membro **static** podem ser usadas sem ter um objeto relacionado

```
static int Employee::count = 0;
```

X

Nono Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 9
 * Arquivo employeeCap10Ex9.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef EMPLOYEE_H
#define EMPLOYEE_H

#include <iostream>
#include <cstring>
#include "dateCap10Ex4.h"

using namespace std;

class Employee {
      public:
            Employee (const char * const, const char * const);
            ~Employee ();
            const char *getFirstName () const;
            const char *getLastName () const;
            // Função-membro static
            static int getCount ();
      private:
             char *firstName;
             char *lastName;
             // Dados static
             static int count;
};

#endif
```

Nono Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 9
 * Arquivo employeeCap10Ex9.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "employeeCap10Ex9.h"

int Employee::count = 0;

// Define a função-membro static que retorna o número de
// objetos Employee instanciados (static declarado no .h)
int Employee::getCount () { return count; }

Employee::Employee (const char * const first, const char * const last) {
      firstName = new char [strlen (first) + 1];
      strcpy (firstName, first);

      lastName = new char [strlen (last) + 1];
      strcpy (lastName, last);

      count ++; // Construtor pode mudar membros static

      cout << "Construtor do objeto Employee para "
           << firstName << ' ' << lastName << endl;
}

Employee::~Employee() {
      cout << "Destrutor do objeto Employee para "
           << firstName << ' ' << lastName << endl;

      delete [] firstName; // Libera memória
      delete [] lastName; // Libera memória

      count --;
}
```

Nono Exemplo Usando Classes em C++

```
const char *Employee::getFirstName () const {
      // const antes do tipo de retorno impede que o cliente modifique
      // dados private; o cliente pode copiar a string retornada antes de
      // o destruor excluir o armazenamento para impedir um ponteiro
      // indefinido
      return firstName;
}

const char *Employee::getLastName () const {
      // const antes do tipo de retorno impede que o cliente modifique
      // dados private; o cliente pode copiar a string retornada antes de
      // o destruor excluir o armazenamento para impedir um ponteiro
      // indefinido
      return lastName;
}
```


Nono Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 9
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "employeeCap10Ex9.h"

using namespace std;

int main() {
    cout << "Numero de empregados antes da instanciacao de qq objeto eh: "
         << Employee::getCount () << endl;

    // Utiliza new para criação de objetos
    Employee *e1Ptr = new Employee ("Susan", "Baker");
    Employee *e2Ptr = new Employee ("Robert", "Jones");

    cout << "Numero de empregados depois da instanciacao de objetos eh: "
         << e1Ptr->getCount () << endl;

    cout << "\n\nEmpregado 1: " << e1Ptr->getFirstName () << ' '
         << e1Ptr->getLastName ()
         << "\nEmpregado 2: " << e2Ptr->getFirstName () << ' '
         << e2Ptr->getLastName () << "\n\n";

    delete e1Ptr; // desaloca memória
    e1Ptr = 0; // desconecta o ponteiro do espaço de armazenamento livre
    delete e2Ptr; // desaloca memória
    e2Ptr = 0; // desconecta o ponteiro do espaço de armazenamento livre

    cout << "Numero de empregados depois dos objetos serem deletados eh: "
         << Employee::getCount () << endl;

    return 0;
}
```

Nono Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 9
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "employeeCap10Ex9.h"
```

```
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula10-ex9.exe
Numero de empregados antes da instanciacao de qq objeto eh: 0
Construtor do objeto Employee para Susan Baker
Construtor do objeto Employee para Robert Jones
Numero de empregados depois da instanciacao de objetos eh: 2


Empregado 1: Susan Baker
Empregado 2: Robert Jones

Destrutor do objeto Employee para Susan Baker
Destrutor do objeto Employee para Robert Jones
Numero de empregados depois dos objetos serem deletados eh: 0
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

```
                << e1Ptr->getLastName ()
                << "\nEmpregado 2: " << e2Ptr->getFirstName () << ' '
                << e2Ptr->getLastName () << "\n\n";

    delete e1Ptr; // desaloca memória
    e1Ptr = 0; // desconecta o ponteiro do espaço de armazenamento livre
    delete e2Ptr; // desaloca memória
    e2Ptr = 0; // desconecta o ponteiro do espaço de armazenamento livre

    cout << "Numero de empregados depois dos objetos serem deletados eh: "
         << Employee::getCount () << endl;

    return 0;
}
```

Nono Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 9
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "employeeCap10Ex9.h"

using namespace std;

int main() {
    cout << "Numero de empregados antes da instancia
         << Employee::getCount () << endl;

    // Utiliza new para criação de objetos
    Employee *e1Ptr = new Employee ("Susan", "Baker");
    Employee *e2Ptr = new Employee ("Robert", "Jones");

    e1Ptr->setCount (); e2Ptr->setCount ();

    cout << "Numero de empregados depois da instanciacao de objetos eh: "
         << e1Ptr->getCount () << endl;

    cout << "\n\nEmpregado 1: " << e1Ptr->getFirstName () << ' '
         << e1Ptr->getLastName ()
         << "\nEmpregado 2: " << e2Ptr->getFirstName () << ' '
         << e2Ptr->getLastName () << "\n\n";

    delete e1Ptr; // desaloca memória
    e1Ptr = 0; // desconecta o ponteiro do espaço de armazenamento livre
    delete e2Ptr; // desaloca memória
    e2Ptr = 0; // desconecta o ponteiro do espaço de armazenamento livre

    cout << "Numero de empregados depois dos objetos serem deletados eh: "
         << Employee::getCount () << endl;

    return 0;
}
```

E se incluir a função membro setCount para incrementar o atributo count

?

Nono Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 9
 * Arquivo employeeCap10Ex9.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef EMPLOYEE_H
#define EMPLOYEE_H

#include <iostream>
#include <cstring>
#include "dateCap10Ex4.h"

using namespace std;

class Employee {
      public:
            Employee (const char * const, const char * const);
            ~Employee ();
            const char *getFirstName () const;
            const char *getLastName () const;
            void setCount ();
            // Função-membro static
            static int getCount ();
      private:
             char *firstName;
             char *lastName;
             // Dados static
             static int count;
};

#endif
```


Nono Exemplo Usando Classes em C++

```
const char *Employee::getFirstName () const {
      // const antes do tipo de retorno impede que o cliente modifique
      // dados private; o cliente pode copiar a string retornada antes de
      // o destruor excluir o armazenamento para impedir um ponteiro
      // indefinido
      return firstName;
}

const char *Employee::getLastName () const {
      // const antes do tipo de retorno impede que o cliente modifique
      // dados private; o cliente pode copiar a string retornada antes de
      // o destruor excluir o armazenamento para impedir um ponteiro
      // indefinido
      return lastName;
}

void Employee::setCount () { count ++; }
```


Nono Exemplo Usando Classes em C++

```
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula10-ex9.exe
Numero de empregados antes da instanciacao de qq objeto eh: 0
Construtor do objeto Employee para Susan Baker
Construtor do objeto Employee para Robert Jones
Numero de empregados depois da instanciacao de objetos eh: 4

Empregado 1: Susan Baker
Empregado 2: Robert Jones

Destrutor do objeto Employee para Susan Baker
Destrutor do objeto Employee para Robert Jones
Numero de empregados depois dos objetos serem deletados eh: 2
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

```
}

void Employee::setCount () { count ++; }
```


Nono Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 9
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "employeeCap10Ex9.h"

using namespace std;

int main() {
    cout << "Numero de empregados antes da instanciacao d
         << Employee::getCount () << endl;

    // Utiliza new para criação de objetos
    Employee *e1Ptr = new Employee ("Susan", "Baker");
    Employee *e2Ptr = new Employee ("Robert", "Jones");

    Employee::setCount (); Employee::setCount ();

    cout << "Numero de empregados depois da instanciacao de objetos eh: "
         << e1Ptr->getCount () << endl;

    cout << "\n\nEmpregado 1: " << e1Ptr->getFirstName () << ' '
         << e1Ptr->getLastName ()
         << "\nEmpregado 2: " << e2Ptr->getFirstName () << ' '
         << e2Ptr->getLastName () << "\n\n";

    delete e1Ptr; // desaloca memória
    e1Ptr = 0; // desconecta o ponteiro do espaço de armazenamento livre
    delete e2Ptr; // desaloca memória
    e2Ptr = 0; // desconecta o ponteiro do espaço de armazenamento livre

    cout << "Numero de empregados depois dos objetos serem deletados eh: "
         << Employee::getCount () << endl;

    return 0;
}
```

Qual deve ser a modificação na definição da classe Employee

?

Membros de Classe `static`

- Declaração de uma função-membro **`static`**
  - Não pode acessar membros de dados não-**`static`** ou funções-membro não-**`static`** da classe

Membros de Classe `static`

- Utilizar o ponteiro **`this`** em uma função-membro **`static`** é um erro de compilação
  - Uma função **`static`** opera independente da existência de um objeto associado
- Declarar uma função-membro **`static`** como **`const`** é um erro de compilação
  - O qualificador **`const`** indica que uma função não pode modificar o conteúdo **do objeto em que opera**, mas as funções-membro **`static`** existem e operam **independentemente de qualquer objeto da classe**

```
static int getCount () const;
```

X

Membros de Classe `static`

- Depois de excluir a memória alocada dinamicamente, configure como 0 o ponteiro que referenciava essa memória
  - Isso desconecta o ponteiro do espaço anteriormente alocado no armazenamento livre
  - Esse espaço na memória ainda poderia conter informações, apesar de ter sido excluído
  - Configurando o ponteiro como 0, o programa perde qualquer acesso a esse espaço de armazenamento livre, o qual, de fato, já poderia ter sido realocado para um propósito diferente

Abstração de Dados e Ocultação de Informações

- Ocultação de informações
  - Uma classe, em geral, oculta dos clientes detalhes da sua implementação
- Abstração de dados
  - O cliente se preocupa com **qual** funcionalidade a classe oferece, e não com **como** essa funcionalidade é implementada
    - Ex.: Um cliente de uma classe pilha não precisa conhecer a implementação da pilha (lista encadeada ou não)
  - Os programadores não devem escrever códigos que dependam de detalhes de implementação da classe

Abstração de Dados e Ocultação de Informações

- Importância dos dados
  - É elevada no C++ e na comunidade orientada a objetos
    - As principais atividades da programação orientada a objetos no C++
      - Criação de tipos (isto é, classes)
      - Expressão das interações entre os objetos desses tipos
  - Tipos de dados abstratos (ADTs)
    - Melhoram o processo de desenvolvimento dos programas

Abstração de Dados e Ocultação de Informações

- Tipos abstratos de dados (ADTs)
  - São formas de representar noções do mundo real em um nível até certo ponto satisfatório, em um sistema de computador
  - Tipos como `int`, `double`, `char` são todos ADTs
    - Por exemplo, `int` é uma representação abstrata de um inteiro
  - Capturam duas noções:
    - Representação de dados
    - Operações que podem ser executadas nos dados
  - As classes C++ implementam ADTs e seus serviços

Abstração de Dados e Ocultação de Informações

- O programador é capaz de criar novos tipos pelo mecanismo de classe
  - Esses novos tipos podem ser projetados para ser utilizados tão convenientemente quanto os tipos predefinidos
    - Portanto, o C++ é uma linguagem extensível
  - Entretanto, embora a linguagem seja fácil de estender com esses novos tipos
    - Linguagem básica em si não pode ser alterada

Exemplo: Tipo de Dados Abstrato `vector`

- Várias operações de array não estão predefinidas no C++
  - Por exemplo, verificação de intervalo de subscrito
- Os programadores podem desenvolver um ADT de array como uma classe, que é preferível aos arrays "brutos"
  - A classe de array pode fornecer muitas capacidades novas e úteis
- Template da classe **`vector`** na C++ *Standard Template Library*

Exemplo: Tipo de Dados Abstrato `string`

- Não existe nenhum tipo de dados string entre os tipos de dados predefinidos da linguagem C++
  - C++ é uma linguagem intencionalmente esparsa
    - Oferece aos programadores apenas capacidades elementares necessárias para a criação de uma ampla gama de sistemas
    - Projetada para minimizar o fardo do desempenho
    - Projetada para incluir mecanismos para a criação e implementação de tipo de dados abstrato string por meio de classes
  - Classe **`string`** da C++ Standard Library

Exemplo: Tipo de Dados Abstrato queue

- Itens na ordem primeiro a entrar, primeiro a sair (FIFO)
- Oculta a representação interna de dados que de alguma forma monitora os itens que atualmente estão aguardando na fila
- Bom exemplo de tipo de dados abstrato
  - Os clientes invocam uma operação de *enfileiramento* para colocar uma coisa por vez na fila
  - Os clientes invocam uma operação de *desenfileiramento* para recuperar essas coisas individualmente por demanda
- Classe queue da C++ Standard Library

Classes Contêineres e Iteradores

- Classes contêineres (também chamadas de classes de coleção)
  - São classes projetadas para abrigar coleções de objetos
  - Em geral, fornecem serviços como inserção, exclusão, pesquisa, classificação e teste de um item para determinar se ele é um membro da coleção
    - Ex.:
      - Arrays
      - Pilhas
      - Filas
      - Árvores
      - Listas vinculadas

Classes Contêineres e Iteradores

- Objetos iteradores — ou, resumidamente, iteradores
  - Em geral, estão associados com as classes contêineres
  - Objeto que "percorre" uma coleção, retornando o item seguinte (ou executando alguma ação no item seguinte)
  - Uma classe contêiner pode ter simultaneamente vários iteradores em operação
  - Cada iterador mantém as respectivas informações sobre sua "posição"

Classes Proxy

- Os arquivos de cabeçalho contêm parte da implementação de uma classe e dicas sobre outras
  - Por exemplo, os membros de uma classe `private` estão relacionados na definição de classe em um arquivo de cabeçalho
  - Existe a possibilidade de exporem informações proprietárias aos clientes da classe

Classes Proxy

- Classe proxy
  - Oculta dos clientes até mesmo os dados `private` de uma classe
  - Conhece apenas a interface `public` de sua classe
  - Permite que os clientes usem os serviços de sua classe sem lhe conceder acesso aos detalhes de implementação de sua classe
  - Isola o código-cliente das alterações na implementação

Décimo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 10
 * Arquivo implementationCap10Ex10.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef IMPLEMENTATION_H
#define IMPLEMENTATION_H

class Implementation {
      public:
            Implementation (int);
            void setValue (int);
            int getValue () const;
      private:
             int value;
};

#endif
```


Décimo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 10
 * Arquivo implementationCap10Ex10.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "implementationCap10Ex10.h"

Implementation::Implementation (int v): value (v) {}

void Implementation::setValue (int v) {
     value = v;
}

int Implementation::getValue () const {
    return value;
}
```


Décimo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 10
 * Arquivo interfaceCap10Ex10.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef INTERFACE_H
#define INTERFACE_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Implementation; // Declaração de classe antecipada

class Interface {
      public:
            Interface (int);
            void setValue (int);
            int getValue () const;
            ~Interface ();
      private:
             Implementation *ptr;
};

#endif
```


Décimo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 10
 * Arquivo interfaceCap10Ex10.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "implementationCap10Ex10.h"
#include "interfaceCap10Ex10.h"

Interface::Interface (int v) : ptr (new Implementation (v)) {}

void Interface::setValue (int v) {
     ptr->setValue (v);
}

int Interface::getValue () const {
     ptr->getValue ();
}

Interface::~Interface() {
     delete ptr;
}
```


Décimo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 10
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "interfaceCap10Ex10.h"

int main() {
    Interface i (5); // Cria objeto Interface

    cout << "Interface contem: " << i.getValue ()
         << " antes do setValue" << endl;

    i.setValue (10);

    cout << "\nInterface contem: " << i.getValue ()
         << " depois do setValue\n" << endl;

    return 0;
}
```


Décimo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 10
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "interfaceCap10Ex10.h"
```

```
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula10-ex10.exe
Interface contem: 5 antes do setValue
Interface contem: 10 depois do setValue
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

```
    i.setValue (10);

    cout << "\nInterface contem: " << i.getValue ()
         << " depois do setValue\n" << endl;

    return 0;
}
```

Exemplo 1

- Escreva um programa que receba o número de lados de um polígono e escolha os pontos aleatoriamente. Use o conceito de classes proxy.

?

Exemplo 1

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 11
 * Programa polygonCap10Ex11.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef POLYGON_H
#define POLYGON_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Point;

class Polygon {
      public:
            Polygon (int);
            ~Polygon ();

            void getPoints () const;
            void getSides () const;

      private:
            Point * points;
};

#endif
```


Exemplo 1

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 11
 * Programa polygonCap10Ex11.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "pointCap10Ex11.h"
#include "polygonCap10Ex11.h"

Polygon::Polygon(int s) : points (new Point (s)) {
      cout << "No construtor da classe poligono...\n";
}

Polygon::~Polygon() {
      cout << "No destrutor da classe poligono...\n";
      points->cleanPoints ();
      delete points;
}

void Polygon::getPoints () const {
      points->getPoints ();
}

void Polygon::getSides () const {
      points->getSides ();
}
```


Exemplo 1

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 11
 * Programa pointCap10Ex11.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef POINT_H
#define POINT_H

#include <iostream>
#include <ctime>
#include <cstdlib>
#include <cmath>
#include <iomanip>

using namespace std;

class Point {
      public:
            Point (int = 3);
            ~Point ();

            void getPoints () const;
            void getSides () const;
            void cleanPoints () const;

      private:
            const int sides;
            int *x, *y;

            void setPoints ();
            void randomPoint (int *);
};

#endif
```


Exemplo 1

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 11
 * Programa pointCap10Ex11.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "pointCap10Ex11.h"

Point::Point (int s) : sides (s) {
      cout << "No construtor da classe ponto...\n";
      srand (time (0));
      setPoints ();
}

Point::~Point () {
      cout << "No destrutor da classe ponto...\n";
}

void Point::cleanPoints () const {
      delete [] x;
      delete [] y;
}

void Point::getPoints () const {
      for (int i = 0; i < sides; i++)
            cout << "(" << x [i] << ", " << y [i] << ")\n";
}

void Point::getSides () const {
      for (int i = 0; i < sides; i++)
            cout << "lado " << i << ": " << setprecision (2) << fixed
            << sqrt(pow (static_cast <double> (x [i % sides] - x [(i + 1) % sides]), 2) +
            pow (static_cast <double> (y [i % sides] - y [(i + 1) % sides]), 2))
            << endl;
}
```

Exemplo 1

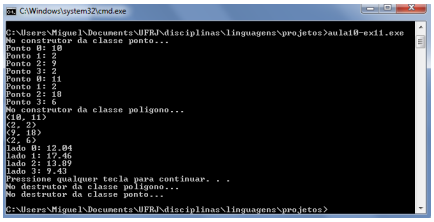
```
void Point::setPoints () {
      x = new int [sides];
      y = new int [sides];
      randomPoint (x);
      randomPoint (y);
}

void Point::randomPoint (int *p) {
      for (int i = 0; i < sides; i++) {
          p [i] = rand () % 20;
          cout << "Ponto " << i << ": " << p [i] << endl;
      }
}
```

Exemplo 1

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 11
 * Programa Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "polygonCap10Ex11.h"

using namespace std;

int main () {
    Polygon p (4);

    p.getPoints ();
    p.getSides ();

    return 0;
}
```


Exemplo 1

```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 11
 * Programa Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "polygonCap10Ex11.h"
```



Leitura Recomendada

- Capítulos 10 do livro
  - Deitel, "*C++ How to Program*", 5th edition, Editora Prentice Hall, 2005