

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);

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

    noon.getMinute ();            // não-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);

    wakeup.setHour (18); // Objeto - Função Membro // 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

```
wakeup.getHour (); // nao-const - const

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);

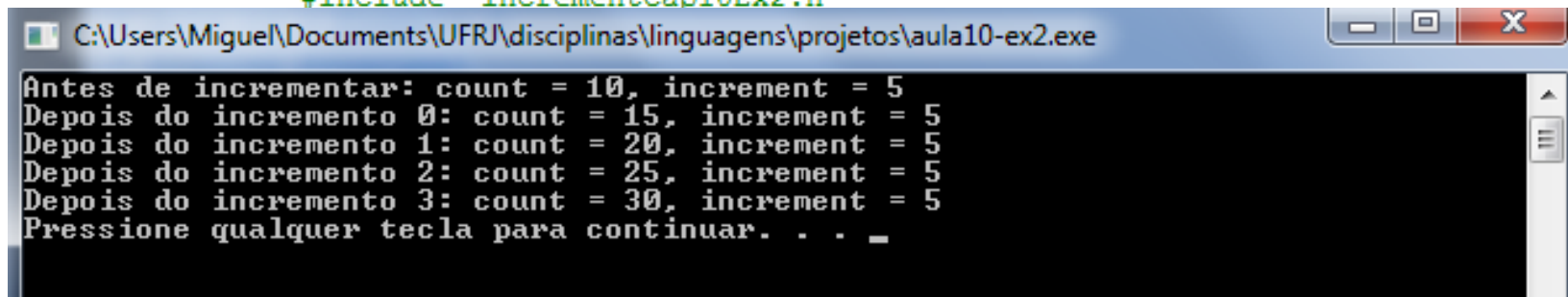
    cout << "Antes de incrementar: ";
    value.print ();

    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 << "Destructor 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 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++

```
/*
 * 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) {
    // Cópia para first name
    int length = strlen (first);
    length = (length < 25 ? length : 24);
    strncpy (firstName, first, length);
    firstName [length] = '\0';
    // Cópia 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 << "Destructor 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 << "Destruitor 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. . .
Destruitor da classe Date 1/0/1994
Destruitor do objeto Employee: Blue, Bob
Destruitor da classe Date 3/12/1988
Destruitor da classe Date 7/24/1949
Destruitor da classe Date 3/12/1988
Destruitor 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++

```
/*
 * 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
```

Mantém igual...

```

/*
 * 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) {
    // Cópia para first name
    int length = strlen (first);
    length = (length < 25 ? length : 24);
    strncpy (firstName, first, length);
    firstName [length] = '\0';
    // Cópia 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 << "Destruitor 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 inválidos
    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 inválidos  
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 instanciação: ";
    counter.print ();

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

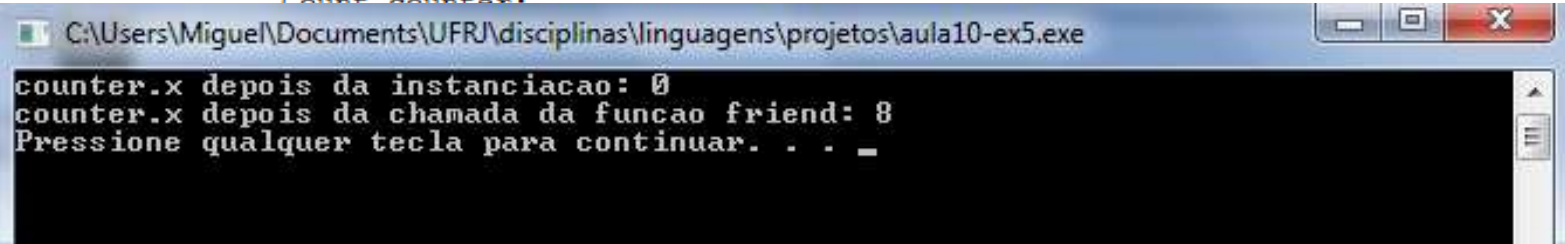
    return 0;
}
```


Quinto Exemplo Usando Classes em C++

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

```
int main() {
```

```
    Count counter;
```



```
counter.x depois da instanciação: 0  
counter.x depois da chamada da função friend: 8  
Pressione qualquer tecla para continuar. . . -
```

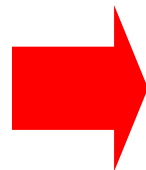
```
    counter.print ();
```

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

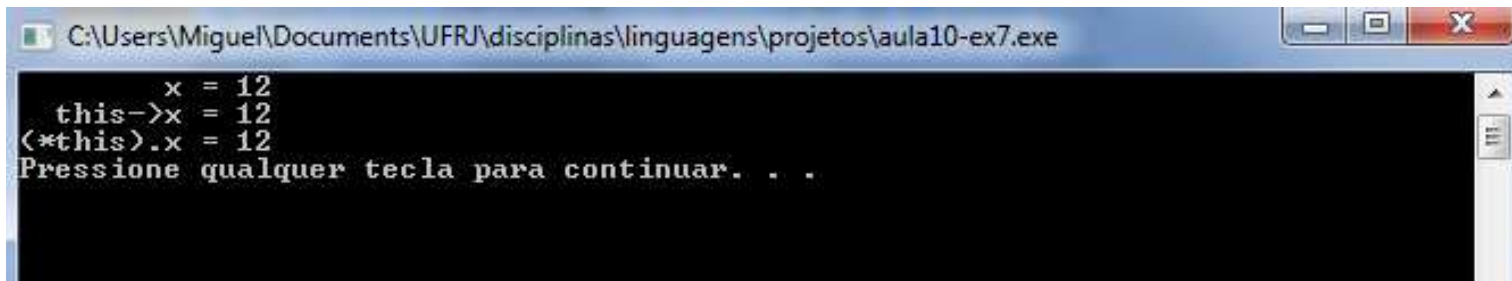
```
/*  
 * Aula 10 - Exemplo 7  
 * Arquivo Principal  
 * Autor: Miguel Campista  
 */  
#include "testCap10Ex7.h"  
  
int main() {  
    Test testObj (12);  
    testObj.print ();  
  
    return 0;  
}
```

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 cascadeamento
}

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

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

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

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);

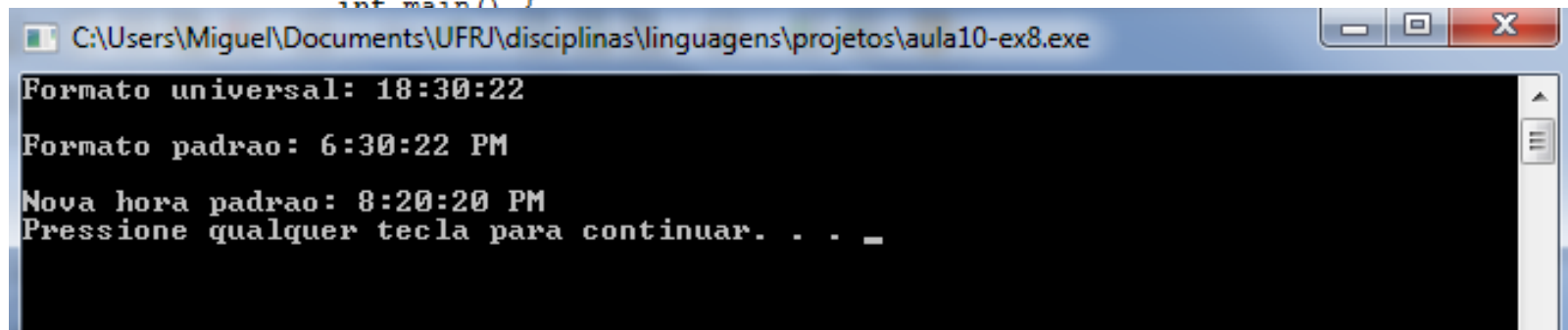
    // gera saída em formato universal e padrão
    cout << "Formato universal: ";
    t.printUniversal ();
    cout << "\n\nFormato padrao: ";
    t.printStandard ();

    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"
```



```
int main() {  
    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;
```

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 << "Destruitor 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 destrutor 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 destrutor 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 instanciação 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 instanciação de objetos eh: "
         << e1Ptr->getCount () << endl;

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

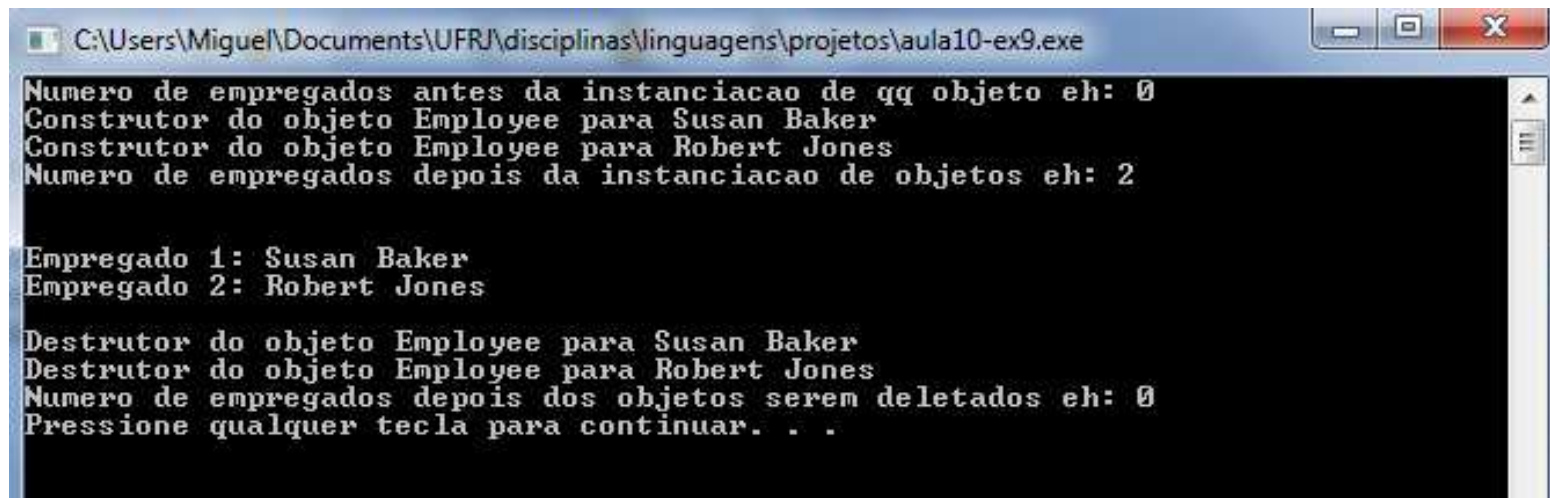
    delete e1Ptr; // desaloca memória
    e1Ptr = 0; // desconecta o ponteiro do espaço de armazenamento livre
    delete e2Ptr; // desaloca memória
    e2Ptr = 0; // desconecta o ponteiro do espaço de armazenamento livre

    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 instanciação de qq objeto eh: 0  
Construtor do objeto Employee para Susan Baker  
Construtor do objeto Employee para Robert Jones  
Numero de empregados depois da instanciação de objetos eh: 2  
  
Empregado 1: Susan Baker  
Empregado 2: Robert Jones  
  
Destructor do objeto Employee para Susan Baker  
Destructor 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 instanciação de objetos eh: "
         << 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 instanciação 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
```

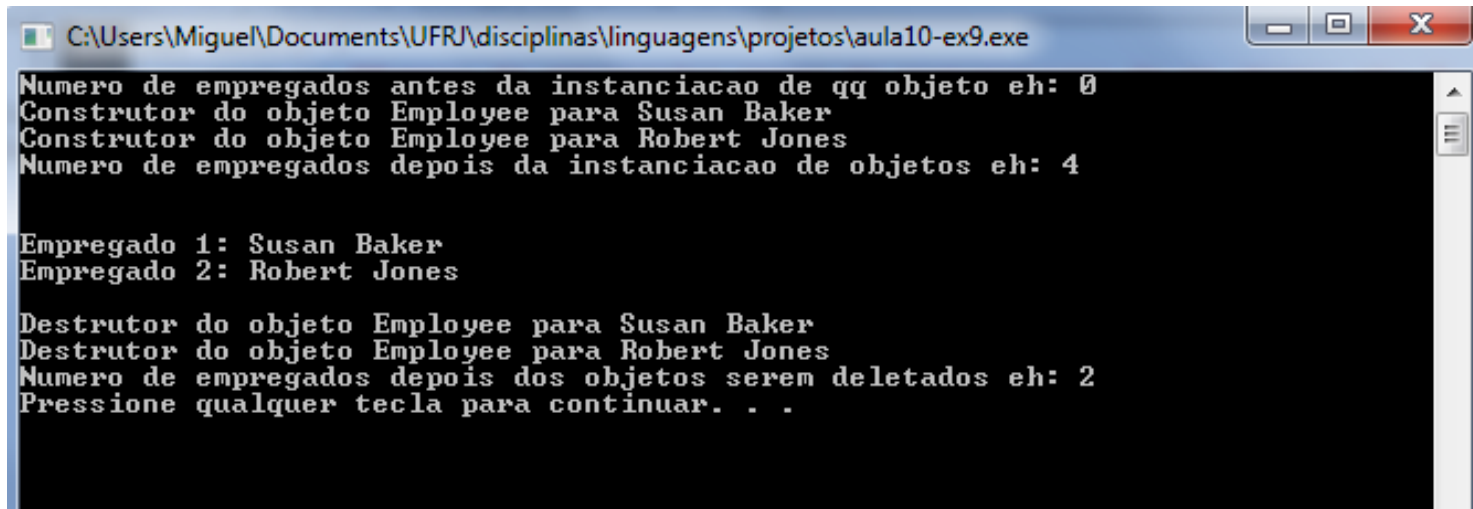
Nono Exemplo Usando Classes em C++

```
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 destrutor 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 destrutor excluir o armazenamento para impedir um ponteiro
    // indefinido
    return lastName;
}

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

Nono Exemplo Usando Classes em C++



The screenshot shows a Windows command prompt window titled "C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula10-ex9.exe". The output of the program is as follows:

```
Numero de empregados antes da instanciação de qq objeto eh: 0
Construtor do objeto Employee para Susan Baker
Construtor do objeto Employee para Robert Jones
Numero de empregados depois da instanciação de objetos eh: 4

Empregado 1: Susan Baker
Empregado 2: Robert Jones

Destruitor do objeto Employee para Susan Baker
Destruitor 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 instanciação de objetos eh: "
         << 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 instanciação 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;
```

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
 */
#ifdef 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;

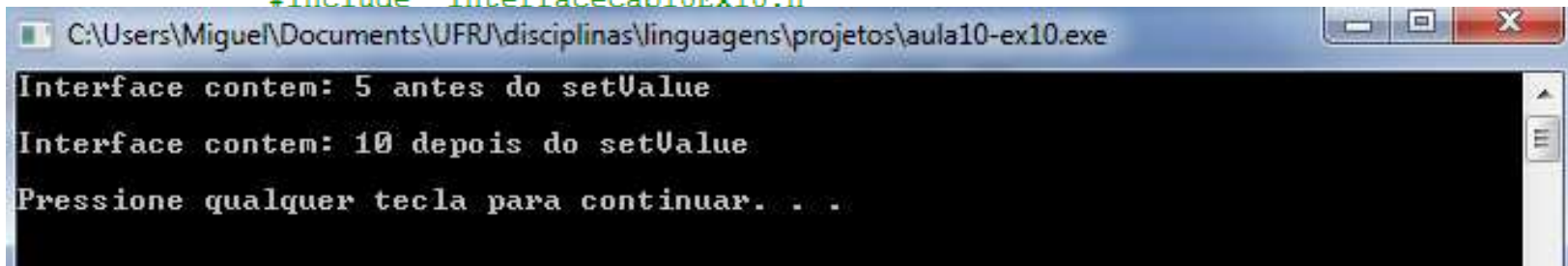
    i.setValue (10);

    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);
}

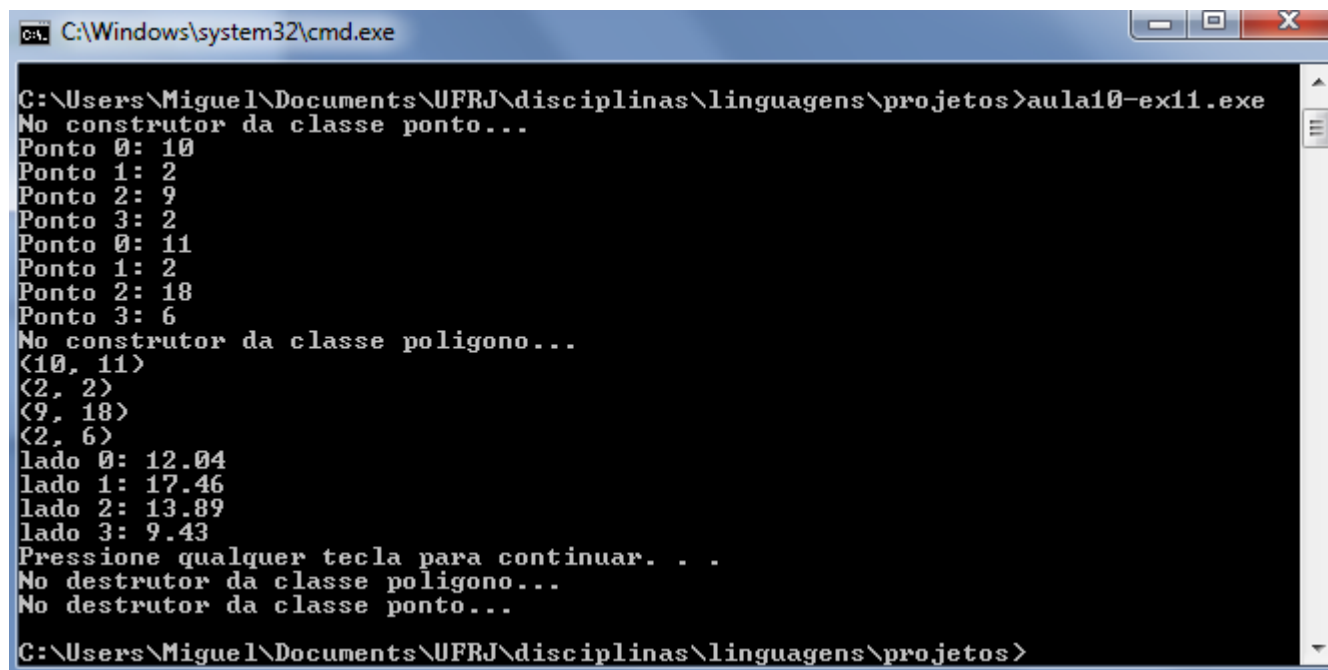
void Point::randomPoint (int *p) {
    for (int i = 0; i < sides; i++) {
        p [i] = rand () % 20;
        cout << "Ponto " << i << ": " << p [i] << endl;
    }
}
```

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"
```



```
C:\Windows\system32\cmd.exe  
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos>aula10-ex11.exe  
No construtor da classe ponto...  
Ponto 0: 10  
Ponto 1: 2  
Ponto 2: 9  
Ponto 3: 2  
Ponto 0: 11  
Ponto 1: 2  
Ponto 2: 18  
Ponto 3: 6  
No construtor da classe poligono...  
(10, 11)  
(2, 2)  
(9, 18)  
(2, 6)  
lado 0: 12.04  
lado 1: 17.46  
lado 2: 13.89  
lado 3: 9.43  
Pressione qualquer tecla para continuar. . .  
No destrutor da classe poligono...  
No destrutor da classe ponto...  
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos>
```


Leitura Recomendada

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