Programação Orientada a Objetos para Redes de Computadores

Prof. Miguel Elias Mitre Campista

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

PARTE 2

Programação em C++ - Classes e Objetos (Continuação)

Empacotador de Pré-processador

- Evita que o código seja incluído mais de uma vez
  - `#ifndef` – "se não definido"
    - Pula esse código se já tiver sido incluído
  - `#define`
    - Define um nome para que esse código não seja incluído novamente
  - `#endif`
  - Se o cabeçalho tiver sido incluído previamente
    - O nome estará definido e o arquivo .h não será incluído novamente
  - **Evita erros de múltiplas definições**

```
#ifndef TIME_H
#define TIME_H
… // code
#endif
```

Empacotador de Pré-processador

- Utilize diretivas de pré-processador `#ifndef`, `#define` e `#endif` para formar um empacotador de pré-processador
  - O empacotador impede que os arquivos de cabeçalho sejam incluídos mais de uma vez em um programa

- Utilize o nome do arquivo do cabeçalho em caixa alta
  - Substitua o ponto por um sublinhado nas diretivas de pré-processador `#ifndef` e `#define` de um arquivo de cabeçalho

arquivo.h ➔ ARQUIVO_H

Primeiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 1
 * Arquivo header
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef TIME_H
#define TIME_H

class Time {
      public:
             Time ();
             void setTime (int, int, int);
             void printUniversal ();
             void printStandard ();
      private:
              int hour; // 0 - 23
              int minute; // 0 - 59
              int second; // 0 - 59
};

#endif
```

Primeiro Exemplo Usando Classes em C++

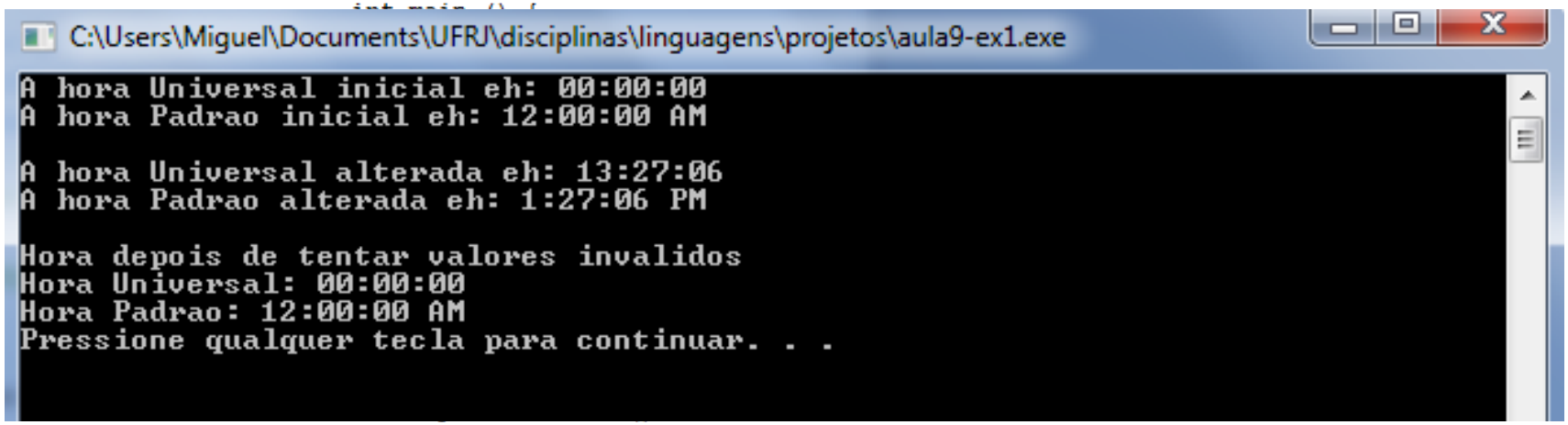
```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 1
 * Arquivo timeCap9Ex1.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include "timeCap9Ex1.h"

Time::Time () {
      hour = minute = second = 0;
}

void Time::setTime (int h, int m, int s) {
      hour = (h >= 0 && h < 24) ? h : 0; // valida horas
      minute = (m >= 0 && m < 60) ? m : 0; // valida minutos
      second = (s >= 0 && s < 24) ? s : 0; // valida segundos
}

void Time::printUniversal () {
      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 9 - Exemplo 1
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "timeCap9Ex1.h"

int main () {
    Time t;

    cout << "A hora Universal inicial eh: ";
    t.printUniversal();
    cout << "\nA hora Padrao inicial eh: ";
    t.printStandard();

    t.setTime(13, 27, 6); // Altera a hora

    cout << "\n\nA hora Universal alterada eh: ";
    t.printUniversal();
    cout << "\nA hora Padrao alterada eh: ";
    t.printStandard();

    t.setTime(99, 99, 99);

    cout << "\n\nHora depois de tentar valores invalidos";
    cout << "\nHora Universal: ";
    t.printUniversal();
    cout << "\nHora Padrao: ";
    t.printStandard();
    cout << endl;

    return 0;
}
```

Primeiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 1
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "timeCap9Ex1.h"
```




```
    t.setTime(99, 99, 99);

    cout << "\n\nHora depois de tentar valores invalidos";
    cout << "\nHora Universal: ";
    t.printUniversal();
    cout << "\nHora Padrao: ";
    t.printStandard();
    cout << endl;

    return 0;
}
```

Escopo de Classe e Acesso a Membros de Classe

- O escopo de classe contém:
  - Membros de dados
    - Variáveis declaradas na definição de classe
  - Funções-membro
    - Funções declaradas na definição de classe
- As funções não-membro são definidas no escopo de arquivo

Escopo de Classe e Acesso a Membros de Classe

- Dentro do escopo de classe
  - Os membros de classe podem ser acessados por todas as funções-membro
- Fora do escopo de classe
  - Os membros de classe `public` são referenciados por meio de um ***handle***
    - Um nome de objeto
    - Uma referência a um objeto
    - Um ponteiro para um objeto

Escopo de Classe e Acesso a Membros de Classe

- Variáveis declaradas em uma função-membro
  - Têm escopo de bloco
    - Variáveis locais
  - São conhecidas apenas por essa função

- Ocultando uma variável de escopo de classe
  - Em uma função-membro, defina uma variável com o mesmo nome de uma variável com escopo de classe

  - Essa variável oculta pode ser acessada colocando o nome da classe seguido pelo operador de resolução de escopo (::) antes do nome da variável

Escopo de Classe e Acesso a Membros de Classe

- Operador de seleção de membro ponto (.)
  - Acessa os membros do objeto
  - Usado com o nome de um objeto ou com uma referência a um objeto

- Operador de seleção de membro seta (->)
  - Acessa os membros do objeto
  - Usado com um ponteiro para um objeto

Segundo Exemplo Usando Classes em C++

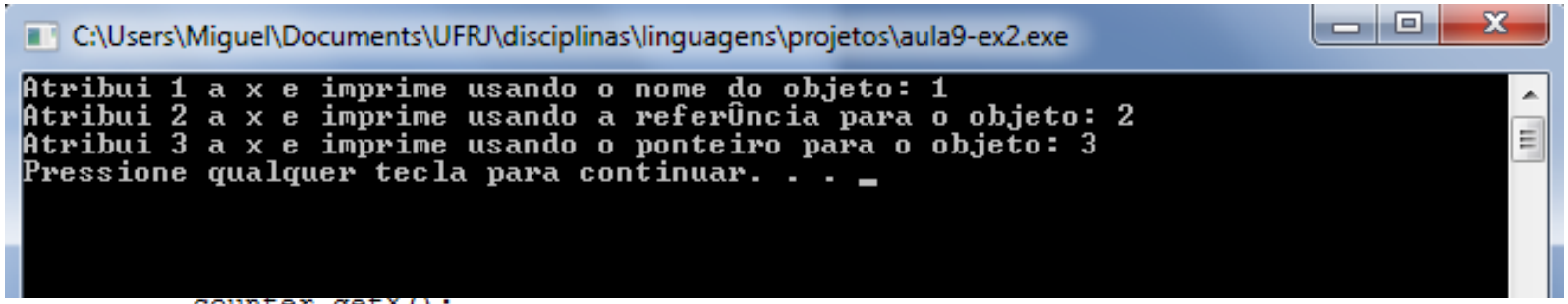
```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 2
 * Arquivo countCap9Ex2.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef COUNT_H
#define COUNT_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Count {
      public:
            // Configura o valor do membro de dados private x
            void setX (int value) {
                  x = value;
            }
            // Imprime o valor do membro de dados private x
            void getX () {
                  cout << x << endl;
            }
      private:
             int x;
};

#endif
```

Segundo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 2
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "countCap9Ex2.h"

int main () {
    Count counter; // Objeto counter
    Count *counterPtr = &counter; // Ponteiro para counter
    Count &counterRef = counter; // Referência para counter

    cout << "Atribui 1 a x e imprime usando o nome do objeto: ";
    counter.setX(1);
    counter.getX();

    cout << "Atribui 2 a x e imprime usando a referência para o objeto: ";
    counterRef.setX(2);
    counterRef.getX();

    cout << "Atribui 3 a x e imprime usando o ponteiro para o objeto: ";
    counterPtr->setX(3);
    counterPtr->getX();

    return 0;
}
```

Segundo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 2
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "countCap9Ex2.h"
```




```
    counter.getX();

    cout << "Atribui 2 a x e imprime usando a referência para o objeto: ";
    counterRef.setX(2);
    counterRef.getX();

    cout << "Atribui 3 a x e imprime usando o ponteiro para o objeto: ";
    counterPtr->setX(3);
    counterPtr->getX();

    return 0;
}
```

Destrutores

- Uma função-membro especial
- O nome é o caractere til (~) seguido pelo nome da classe
  - Por exemplo, `~Time`
- É chamado implicitamente quando um objeto é destruído
  - Por exemplo, isso ocorre quando um objeto automático é destruído porque a execução do programa deixou o escopo no qual esse objeto estava instanciado

Destrutores

- Não liberam a memória do objeto
  - Realizam uma "faxina de terminação"
  - Em seguida, o sistema reivindica a memória do objeto
    - Memória pode ser reutilizada para abrigar novos objetos

Destrutores

- Não recebem nenhum parâmetro e não retornam nenhum valor
  - Não especificam tipo de retorno (nem mesmo **`void`**)
    - É um erro de sintaxe:
      - Passar argumentos para um destrutor
      - Especificar um tipo de retorno (mesmo `void` não pode ser especificado)
      - Retornar valores de um destrutor
      - Sobrecarregar um destrutor

Destrutores

- Uma classe pode ter um único destrutor
  - **A sobrecarga de destrutores não é permitida**
- Se o programador não fornecer um destrutor explicitamente...
  - O compilador criará um destrutor "vazio"

Quando Construtores e Destrutores são Chamados?

- São chamados implicitamente pelo compilador
  - A ordem dessas chamadas de função depende da ordem segundo a qual a execução entra e sai dos escopos em que os objetos estão instanciados
- Geralmente,
  - As chamadas de destrutor são feitas na ordem inversa às chamadas de construtor correspondentes
    - **Último** objeto construído é o **primeiro** a ser destruído
- Entretanto,
  - As classes de armazenamento de objetos podem alterar a ordem segundo a qual os destrutores são chamados

Quando Construtores e Destrutores são Chamados?

- Para os objetos definidos no escopo global
  - Os construtores são chamados antes que qualquer outra função (incluindo **`main`**) nesse arquivo inicie a execução
  - Os destrutores correspondentes são chamados quando **`main`** termina

Quando Construtores e Destrutores são Chamados?

- Função **`exit`**
  - Força um programa a terminar imediatamente
    - Não executa os destrutores de **objetos automáticos**, mas executa os destrutores de objetos globais e estáticos
  - Em geral, é usada para terminar um programa quando é detectado um erro

```
A a;
void test() {
    static A b;
    A c;
    exit(0); // Não executa o destrutor de c
}
```

Quando Construtores e Destrutores são Chamados?

- Função **abort**
  - É semelhante à função **exit**
    - Mas força o programa a terminar imediatamente sem permitir que os destrutores de **qualquer objeto** sejam chamados
  - Normalmente, é usada para indicar uma terminação anormal do programa

```
A a;
void test() {
    static A b;
    A c;
    abort(); // Não executa o destrutor de a, b, c
}
```

Quando Construtores e Destrutores são Chamados?

- Para um objeto local automático
  - O construtor é chamado quando esse objeto é definido
  - O destrutor correspondente é chamado quando a execução sai do escopo do objeto

- Resumindo...
  - Os construtores e destrutores são chamados toda vez que a execução entra e sai do escopo do objeto
  - Os destrutores de objeto automático não serão chamados se o programa terminar com uma função **`exit`** ou **`abort`**

Quando Construtores e Destrutores são Chamados?

- Para um objeto local **`static`**
  - O construtor é chamado uma única vez
    - Quando a execução atinge pela primeira vez o local em que o objeto é definido
  - O destrutor é chamado quando **`main`** termina ou o programa chama a função **`exit`**
    - O destrutor não será chamado se o programa terminar com uma chamada para a função **`abort`**

Quando Construtores e Destrutores são Chamados?

- Os objetos global e `static` são destruídos na ordem inversa à que foram criados
  - Primeiro cria-se os objetos globais e depois os `static`
  - Inversamente, primeiro destrói-se os objetos `static` e depois os globais

Terceiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 5
 * Arquivo createdestroy.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef CREATE_H
#define CREATE_H

#include <string>
#include <iostream>

using namespace std;

class CreateAndDestroy {
      public:
            CreateAndDestroy (int, string);
            ~CreateAndDestroy ();
      private:
            int objID;
            string message;
};

#endif
```

Terceiro Exemplo Usando Classes em C++

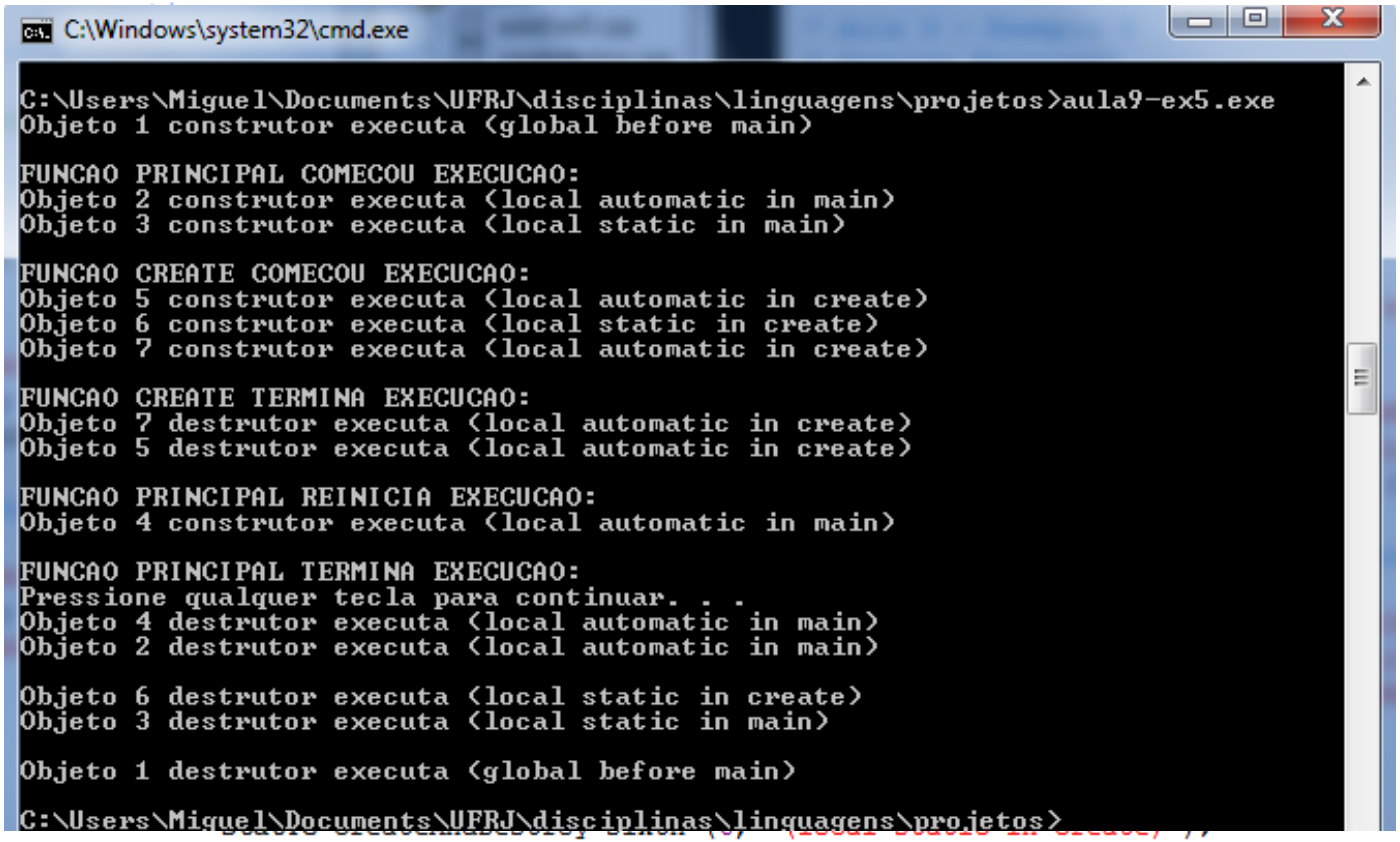
```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 5
 * Arquivo createdestroy.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "createdestroy.h"

CreateAndDestroy::CreateAndDestroy (int ID, string messageString) {
        objID = ID;
        message = messageString;

        cout << "Objeto " << objID << " construtor executa "
             << message << endl;
}

CreateAndDestroy::~CreateAndDestroy () {
        cout << (objID == 1 || objID == 6 ? "\n" : "");
        cout << "Objeto " << objID << " destrutor executa "
             << message << endl;
}
```

Terceiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 5
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "createdestroy.h"

void create ();

CreateAndDestroy first (1, "(global before main)"); // objeto global

int main () {
      cout << "\nFUNCAO PRINCIPAL COMECOU EXECUCAO:" << endl;
      CreateAndDestroy second (2, "(local automatic in main)");
      static CreateAndDestroy third (3, "(local static in main)");

      create (); // Chama  função para criar objetos

      cout << "\nFUNCAO PRINCIPAL REINICIA EXECUCAO:" << endl;
      CreateAndDestroy fourth (4, "(local automatic in main)");
      cout << "\nFUNCAO PRINCIPAL TERMINA EXECUCAO:" << endl;

      return 0;
}

void create () {
      cout << "\nFUNCAO CREATE COMECOU EXECUCAO:" << endl;
      CreateAndDestroy fifth (5, "(local automatic in create)");
      static CreateAndDestroy sixth (6, "(local static in create)");
      CreateAndDestroy seventh (7, "(local automatic in create)");
      cout << "\nFUNCAO CREATE TERMINA EXECUCAO:" << endl;
}
```

Terceiro Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 5
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
```




```
    CreateAndDestroy seventh (7, "(local automatic in create)");
    cout << "\nFUNCAO CREATE TERMINA EXECUCAO:" << endl;
}
```

Estudo de Caso da Classe Time

- Retornando uma referência a um objeto
  - Alias para o nome de um objeto
    - Um *lvalue* aceitável que pode receber um valor
      - Pode ser usado no lado esquerdo de uma instrução de atribuição
    - Se uma função retornar uma referência `const`
      - Essa referência não poderá ser usada como um *lvalue* modificável

Estudo de Caso da Classe Time

- Retorno de uma referência a um objeto
  - Uma forma "arriscada" de usar essa capacidade
    - Uma função-membro **`public`** de uma classe retorna uma referência a um membro de dados **`private`** dessa classe
      - O código-cliente poderia alterar os dados **`private`**
      - O mesmo problema ocorreria se retornasse um ponteiro para dados **`private`**
  - Retornar uma referência ou um ponteiro para um membro de dados **`private`** quebra o encapsulamento da classe

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 6
 * Arquivo timeCap9Ex6.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 ();
             int getMinute ();
             int getSecond ();

             void printUniversal ();
             void printStandard ();

             int &badSetHour (int); // retorno de referência "PERIGOSO"
      private:
              int hour; // 0 - 23
              int minute; // 0 - 59
              int second; // 0 - 59
};

#endif
```

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 6
 * Arquivo timeCap9Ex6.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 ();
             int getMinute ();
             int getSecond ();

             void printUniversal ();
             void printStandard ();

             int &badSetHour (int); // retorno de referência "PERIGOSO"
      private:
              int hour; // 0 - 23
              int minute; // 0 - 59
              int second; // 0 - 59
};

#endif
```

Protótipo de uma função que retorna uma referência

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 6
 * Arquivo timeCap9Ex6.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include "timeCap9Ex6.h"

// Construtor padrão inicializa cada membro de dados com zero;
// Logo, ele assegura que os objetos Time inciciem 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
}
```

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

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

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

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

void Time::printUniversal () {
      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");
}

// Prática de programação não recomendada
int &Time::badSetHour (int hh) {
      hour = (hh >= 0 && hh < 24) ? hh : 0;
      return hour; // retorno de referência
}
```

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

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

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

int Time::getSecond () { return second

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

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

Função que retorna uma referência para um atributo privado

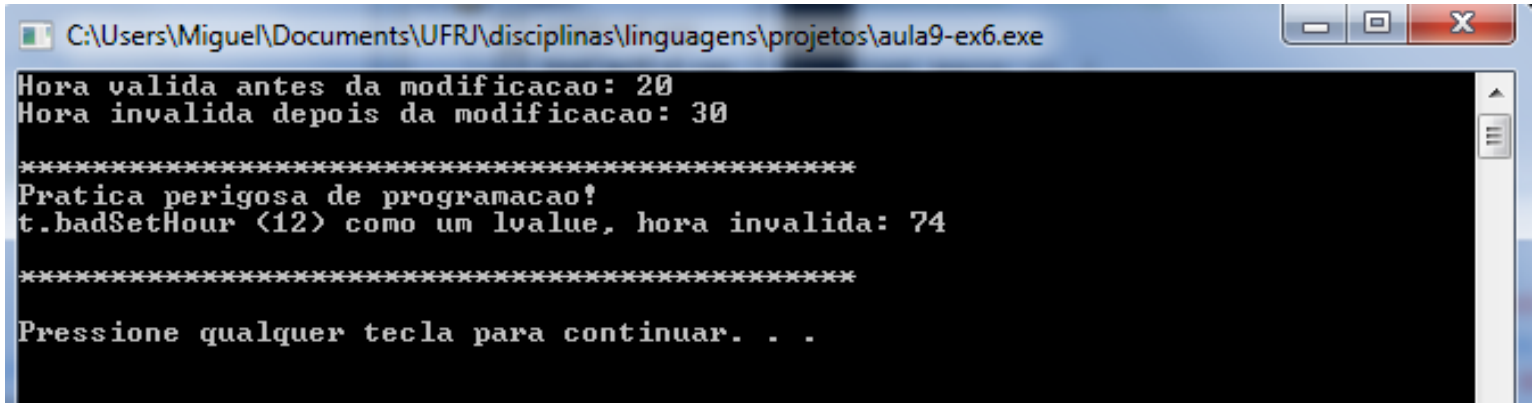
```
// Prática de programação não recomendada
int &Time::badSetHour (int hh) {
      hour = (hh >= 0 && hh < 24) ? hh : 0;
      return hour; // retorno de referência
}
```

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 6
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "timeCap9Ex6.h"

int main () {
    Time t;

    // Inicializa hourRef com a referência retornada por badSetHour
    int &hourRef = t.badSetHour (20); // Hora válida

    cout << "Hora valida antes da modificacao: " << hourRef;
    hourRef = 30; // Usa hourRef para atribuir um valor inválido
    cout << "\nHora invalida depois da modificacao: " << t.getHour();

    // Perigoso: Chamada de função que retorna uma referência
    // pode ser usado como um lvalue!
    t.badSetHour (12) = 74;

    cout << "\n\n*************************************************\n"
         << "Pratica perigosa de programacao!\n"
         << "t.badSetHour (12) como um lvalue, hora invalida: "
         << t.getHour ()
         << "\n\n*************************************************\n"
         << endl;

    return 0;
}
```

Quarto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 6
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "timeCap9Ex6.h"

int main () {
    Time t;
```




```
    cout << "\n\n***********************************************\n"
         << "Pratica perigosa de programacao!\n"
         << "t.badSetHour (12) como um lvalue, hora invalida: "
         << t.getHour ()
         << "\n\n***********************************************\n"
         << endl;

    return 0;
}
```

Atribuição-padrão Membro a Membro

- Operador de atribuição (=)
  - Pode ser usado para atribuir um objeto a outro objeto do mesmo tipo
    - Cada membro de dados do objeto à direita é atribuído ao mesmo membro de dados do objeto à esquerda
  - Isso pode provocar sérios problemas quando os membros de dados contêm ponteiros para memória alocada dinamicamente
    - Essa memória poderia ser desalocada...

Quinto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 7
 * Arquivo dateCap9Ex7.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef DATE_H
#define DATE_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Date {
      public:
            Date (int = 1, int = 1, int = 2000);
            void print ();
      private:
            int month, day, year;
};

#endif
```

Quinto Exemplo Usando Classes em C++

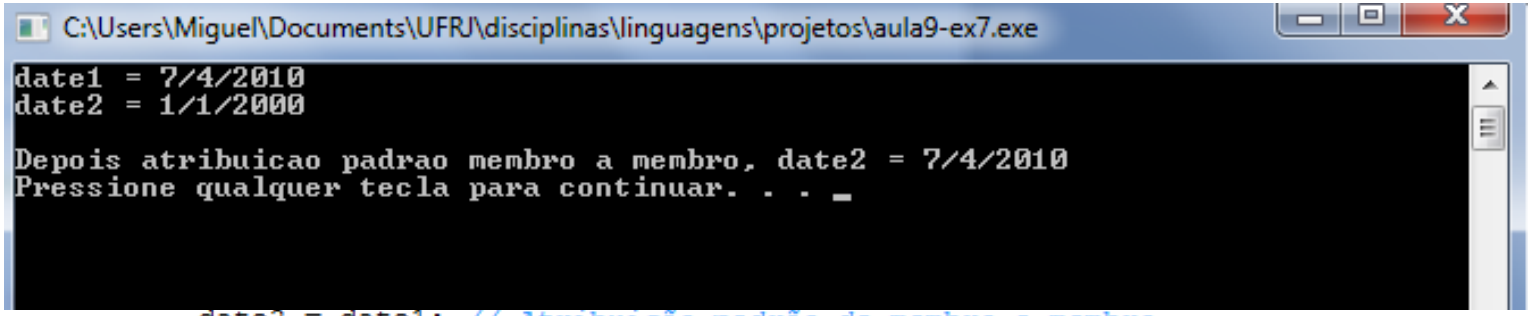
```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 7
 * Arquivo dateCap9Ex7.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "dateCap9Ex7.h"

Date::Date (int m, int d, int y) {
      month = m;
      day = d;
      year = y;
}

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

Quinto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 7
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "dateCap9Ex7.h"

int main () {
    Date date1 (7, 4, 2010);
    Date date2; // Assume padrão 1/1/2000

    cout << "date1 = ";
    date1.print ();
    cout << "\ndate2 = ";
    date2.print ();

    date2 = date1; // Atribuição padrão de membro a membro

    cout << "\n\nDepois atribuicao padrao membro a membro, date2 = ";
    date2.print ();
    cout << endl;

    return 0;
}
```

Quinto Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 7
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "dateCap9Ex7.h"

int main () {
```




```
    date2 = date1; // Atribuição padrão de membro a membro

    cout << "\n\nDepois atribuicao padrao membro a membro, date2 = ";
    date2.print ();
    cout << endl;

    return 0;
}
```

Atribuição-padrão Membro a Membro

- Construtor de cópia
  - Permite que os objetos sejam passados por valor
    - É usado para copiar valores originais do objeto em um novo objeto passado a uma função ou que retornou de uma função
  - O compilador fornece um construtor-padrão de cópia
    - Copia cada membro do objeto original no membro correspondente do novo objeto (ou seja, é uma atribuição de membro a membro)
  - Também pode provocar sérios problemas quando os membros de dados contêm ponteiros para memória alocada dinamicamente

Atribuição-padrão Membro a Membro

- A passagem de um objeto por valor é adequada do ponto de vista de segurança
  - A função chamada não tem acesso ao objeto original no chamador, mas pode diminuir o desempenho ao fazer uma cópia de um objeto grande
- É possível passar um objeto por referência passando um ponteiro ou uma referência ao objeto
  - A passagem por referência oferece bom desempenho, mas menor segurança porque a função chamada recebe acesso ao objeto original

Atribuição-padrão Membro a Membro

- A passagem por referência `const` é uma alternativa segura de bom desempenho
  - Pode ser implementada com um parâmetro de referência `const` ou com um parâmetro de ponteiro para dados `const`

Sexto Exemplo Usando Classes em C++

```
/* Aula 9 - Exemplo de Construtor de Cópia
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
*/
#include <iostream>
using namespace std;

class C {
        public:
        C (int s = 10) : size (s), data (new int [s]) {
                cout << "Construtor Padrão!" << endl;
        }
        ~C () { delete [] data; }
        void getSize () { cout << size << endl; }
        void getData () { cout << data [0] << endl; }

        private:
        int size;
        int *data;
};

int main () {
        C obj (10);
        {
                C copiaObj (obj);
                copiaObj.getSize ();
        }
        obj.getData ();
        return 0;
}
```

Sexto Exemplo Usando Classes em C++

```
/* Aula 9 - Exemplo de Construtor de Cópia
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
```

```
miguel@pegasus-linux:~/UFRJ/disciplinas/linguagens/projetos$ ./a
Construtor Padrão!
10
0
*** glibc detected *** ./a: double free or corruption (fasttop): 0x0804a008 ***
======= Backtrace: =========
/lib/i686/cmov/libc.so.6[0xb7da1624]
/lib/i686/cmov/libc.so.6(cfree+0x96)[0xb7da3826]
/usr/lib/libstdc++.so.6(_ZdlPv+0x21)[0xb7f7a2e1]
/usr/lib/libstdc++.so.6(_ZdaPv+0x1d)[0xb7f7a33d]
./a(__gxx_personality_v0+0x2b0)[0x8048970]
./a(__gxx_personality_v0+0x1b4)[0x8048874]
/lib/i686/cmov/libc.so.6(__libc_start_main+0xe5)[0xb7d49455]
./a(__gxx_personality_v0+0x41)[0x8048701]
======= Memory map: ========
08048000-08049000 r-xp 00000000 00:11 1924       /mnt/ufrj/disciplinas/linguagens/projetos/
a
08049000-0804a000 rw-p 00000000 00:11 1924       /mnt/ufrj/disciplinas/linguagens/projetos/
a
0804a000-0806b000 rw-p 0804a000 00:00 0          [heap]
b7c00000-b7c21000 rw-p b7c00000 00:00 0
b7c21000-b7d00000 ---p b7c21000 00:00 0
b7d32000-b7d33000 rw-p b7d32000 00:00 0
b7d33000-b7e88000 r-xp 00000000 03:01 2523158    /lib/i686/cmov/libc-2.7.so
b7e88000-b7e89000 r--p 00155000 03:01 2523158    /lib/i686/cmov/libc-2.7.so
b7e89000-b7e8b000 rw-p 00156000 03:01 2523158    /lib/i686/cmov/libc-2.7.so
                  }
```

Sexto Exemplo Usando Classes em C++

```
/* Aula 9 - Exemplo de Construtor de Cópia
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
*/
#include <iostream>
using namespace std;

class C {
        public:
        C (int s = 10) : size (s), data (new int [s]) {
                cout << "Construtor Padrão!" << endl;
        }
        C (const C &copia) : size (copia.getSize ()), data (new int [copia.getSize ()]) {
                cout << "Construtor Cópia!" << endl;
        }
        ~C () { delete [] data; }
        void getSize () { cout << size << endl; }
        void getData () { cout << data [0] << endl; }

        private:
        int size;
        int *data;
};

int main () {
        C obj (10);
        {
                C copiaObj (obj);
                copiaObj.getSize ();
        }
        obj.getData ();
        return 0;
}
```

Sexto Exemplo Usando Classes em C++

```
/* Aula 9 - Exemplo de Construtor de Cópia
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
*/
#include <iostream>
using namespace std;

class C {
        public:
        C (int s = 10) : size (s), data (new int [s]) {
                cout << "Construtor Padrão!" << endl;
        }
        C (const C &copia) : size (copia.getSize ()), data (new int [copia.getSize ()]) {
                cout << "Construtor Cópia!" << endl;
        }
        ~C () { delete [] data; }
        void getSize () { cout << size << endl; }
        void getData () { cout << data [0] << endl; }

        private:
        int size;
        int *data;
};

int main () {
        C obj (10);
        {
                C copiaObj (obj);
                copiaObj.getSize ();
        }
        obj.getData ();
        return 0;
}
```

Construtor de Cópia

Sexto Exemplo Usando Classes em C++

```
/* Aula 9 - Exemplo de Construtor de Cópia
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
*/
#include <iostream>
using namespace std;

class C {
        public:
        C (int s = 10) : size (s), data (new int [s]) {
                cout << "Construtor Padrão!" << endl;
        }
```

```
miguel@pegasus-linux:~/UFRJ/disciplinas/linguagens/projetos$ ./a
Construtor Padrão!
Construtor de Cópia!
10
0
```

```
        int size;
        int *data;
};

int main () {
        C obj (10);
        {
                C copiaObj (obj);
                copiaObj.getSize ();
        }
        obj.getData ();
        return 0;
}
```

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

- 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**

Sétimo 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
```

Sétimo 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 inciciem 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
}
```

Sétimo 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");
}
```

Sétimo 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;
}
```

Sétimo 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;
}
```

Sétimo 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

Oitavo 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
```

Oitavo Exemplo Usando Classes em C++

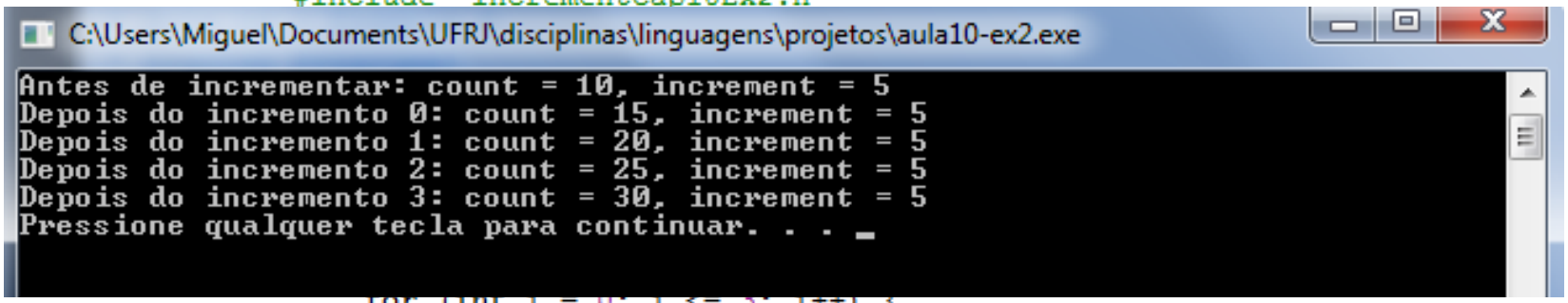
```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 2
 * Arquivo incrementCap10Ex2.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "incrementCap10Ex2.h"

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;
}
```

Oitavo 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;
}
```

Oitavo Exemplo Usando Classes em C++

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




```
    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

Nono 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
```

Nono 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;
}
```

Nono 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;
}
```

Nono 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

Décimo 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
```

Décimo 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;
}
```

Décimo 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";
}
```

Décimo 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*

Décimo 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;
}
```

Décimo 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

Décimo 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)

Décimo 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...

Décimo 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";
}
```

Décimo 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) {
      // 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...

Décimo 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;
}
```

Décimo 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

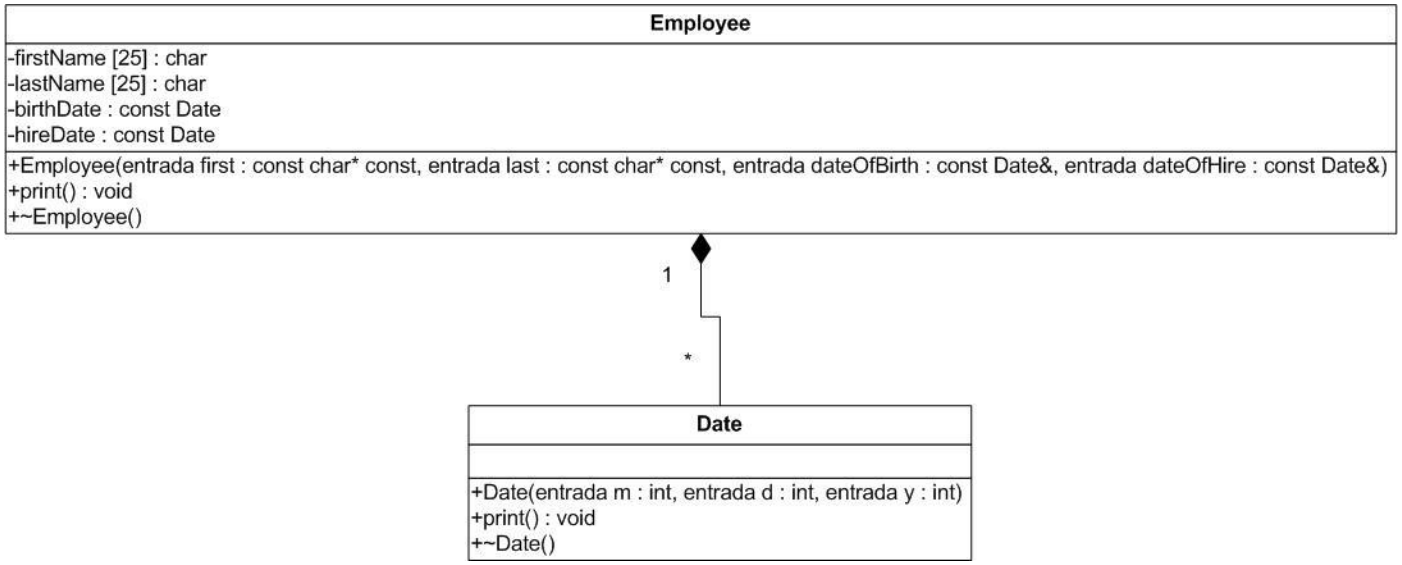
```
    Date lastDayOff (14, 35, 1994); // mês e dia inválidos
    cout << endl;

    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...

Composição: Objetos como Membros de Classes



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`**

Décimo Primeiro 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
```

Décimo Primeiro Exemplo Usando Classes em C++

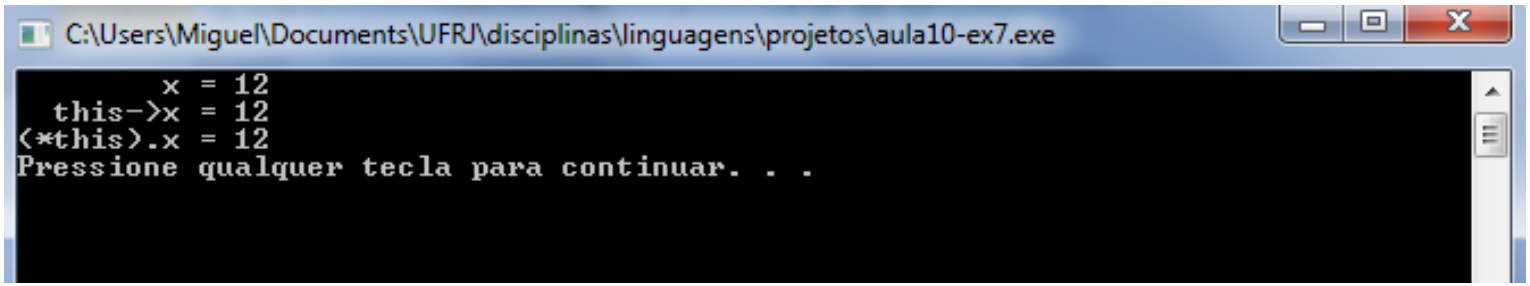
```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 7
 * Arquivo testCap10Ex7.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "testCap10Ex7.h"

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;
}
```

Décimo Primeiro 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;
}
```

Décimo Primeiro 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;
}
```



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 );`

Décimo Segundo 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
```

Décimo Segundo Exemplo Usando Classes em C++

```
/*
 * Arquivo: 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 inciciem 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
}
```

Décimo Segundo Exemplo Usando Classes em C++

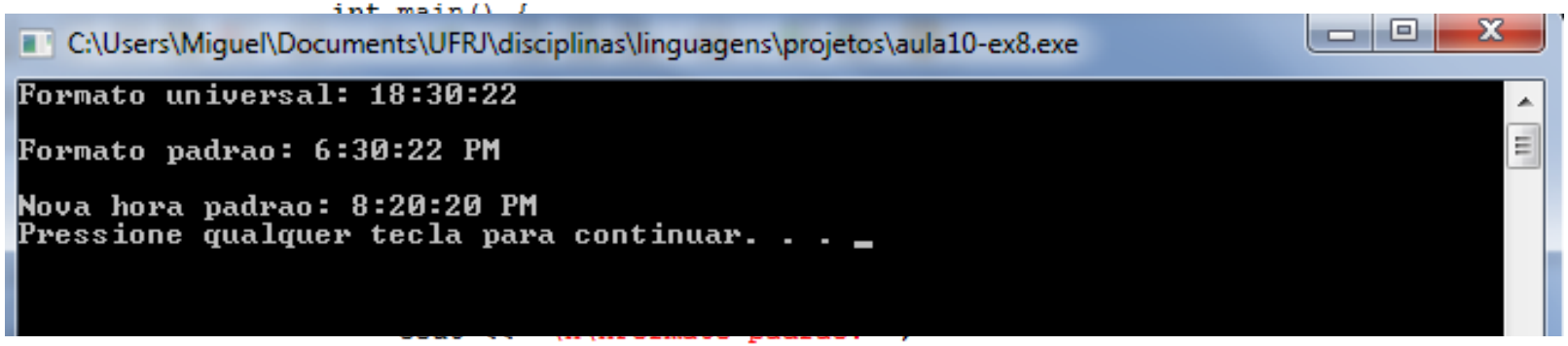
```
int Time::getHour () const { return hour; }

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");
}
```

Décimo Segundo 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;
}
```

Décimo Segundo 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

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 Terceiro 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 Terceiro 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 Terceiro 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 Terceiro Exemplo Usando Classes em C++

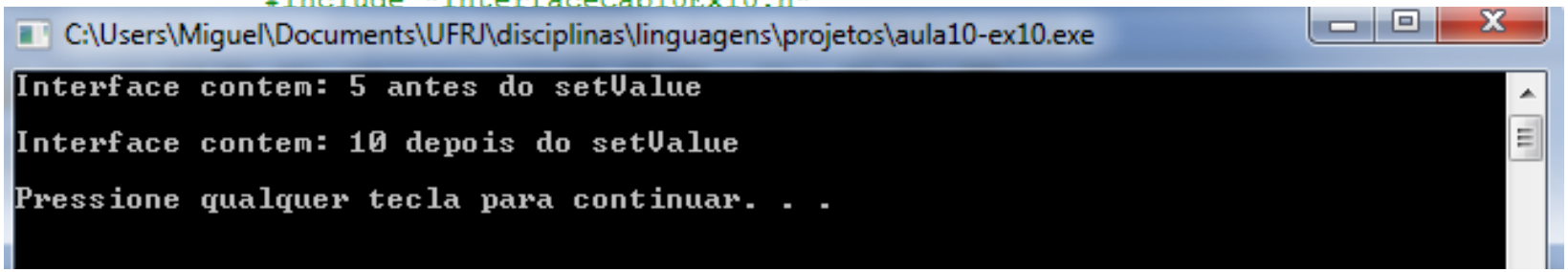
```
/*
 * Aula 10 - Exemplo 10
 * Arquivo interfaceCap10Ex10.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "implementationCap10Ex10.h"
#include "interfaceCap10Ex10.h"

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 Terceiro 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 Terceiro Exemplo Usando Classes em C++

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




```
    i.setValue (10);

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

    return 0;
}
```

Exemplo 1

- Escreva um programa que receba a largura e o comprimento de um retângulo e imprima as coordenadas cartesianas desse quadrado. Assuma que uma das coordenadas é o ponto (0, 0). O retângulo deve possuir uma largura e um comprimento default que devem ser alterados caso o usuário deseje.

?

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 8
 * Programa rectangleCap9Ex8.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef RECTANGLE_H
#define RECTANGLE_H

#include <iostream>
#include "pointCap9Ex8.h"

using namespace std;

class Rectangle {
      public:
            Rectangle (float = 1, float = 1);
            ~Rectangle();

            float getLength ();
            float getWidth ();
            void getCoord ();
            void setLength ();
            void setWidth ();
            void setFourPoints ();

      private:
            float length, width;
            static const float max_length = 20, max_width = 20;

            Point points [4];

            bool checkLength (float);
            bool checkWidth (float);
};

#endif
```

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 8
 * Programa rectangleCap9Ex8.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "rectangleCap9Ex8.h"

Rectangle::Rectangle(float l, float w) {
       cout << "No construtor...\n";
       length = l;
       width = w;
       setFourPoints ();
}

Rectangle::~Rectangle() {
       cout << "No destrutor...\n";
}

float Rectangle::getLength () { return length; }

float Rectangle::getWidth () { return width; }

void Rectangle::getCoord () {
     for (int i = 0; i < 4; i++)
           points [i].getCoord ();
}

void Rectangle::setLength () {
     float l;
     cout << "Entre com o comprimento do quadrado: ";
     do {
          cin >> l;
     } while (checkLength (l));

     length = l;
}
```

Exemplo 1

```
void Rectangle::setWidth () {
     float w;
     cout << "Entre com a largura do quadrado: ";
     do {
          cin >> w;
     } while (checkWidth (w));

     width = w;
}

void Rectangle::setFourPoints () {
     for (int l = 0; l < 2; l++) {
          for (int w = 0; w < 2; w++)
               points[2*l + w].setCoord (l*length , w*width);
     }
}

bool Rectangle::checkLength (float x) {
     if ((x < 0) || (x > max_length)) {
          cout << "O comprimento deve estar entre 0 e 20.\n"
               << "Entre novamente com um novo comprimento.\n";
               return true;
     }
     return false;
}

bool Rectangle::checkWidth (float y) {
     if ((y < 0) || (y > max_width)) {
          cout << "O comprimento deve estar entre 0 e 20.\n"
               << "Entre novamente com um novo comprimento.\n";
               return true;
     }
     return false;
}
```

Exemplo 1

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 8
 * Programa pointCap9Ex8.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "pointCap9Ex8.h"

void Point::setCoord (float x, float y) {
     coord_x = x;
     coord_y = y;
}

void Point::getCoord () {
     cout << "(" << coord_x << ", " << coord_y << ")\n";
}
```

Exemplo 1

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 8
 * Programa pointCap9Ex8.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef POINT_H
#define POINT_H

#include <iostream>

using namespace std;

class Point {
      public:
             void setCoord (float, float);
             void getCoord ();
      private:
              float coord_x, coord_y;
};

#endif
```

Exemplo 1

```
/*
 * Aula 9 - Exemplo 8
 * Programa Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include "rectangleCap9Ex8.h"

using namespace std;

int main () {
    Rectangle r;
    string op;

    r.getCoord ();

    cout << "Mudar o valor padrao de comprimento e largura? (S/N) ";
    getline (cin, op);

    if (!op.compare("S") || !op.compare("s")) {
         r.setLength ();
         r.setWidth ();
         r.setFourPoints ();
         r.getCoord ();
    } else
         cout << "Tchau" << endl;

    return 0;
}
```

Exemplo 2

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

?

Exemplo 2

```
/*
 * 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 2

```
/*
 * 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 2

```
/*
 * 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 2

```
/*
 * 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 2

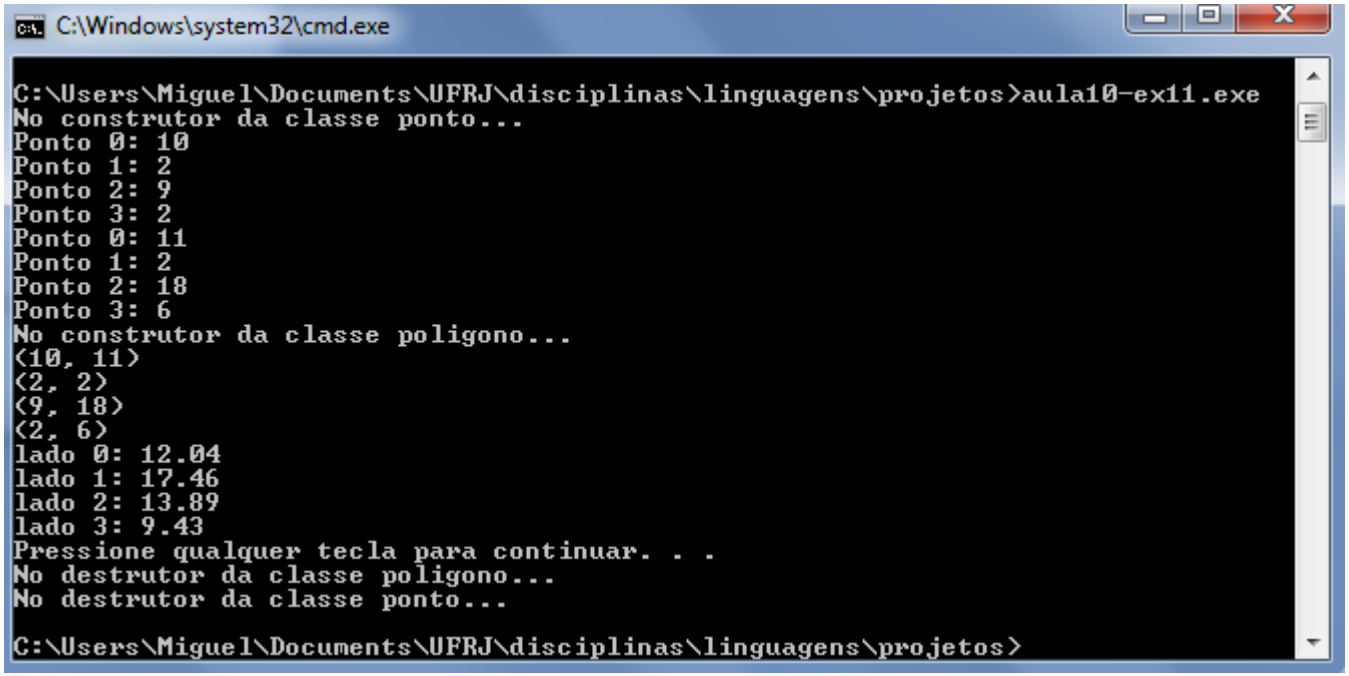
```
void Point::setPoints () {
     x = new int [sides];
     y = new int [sides];
     randomPoint (x);
     randomPoint (y);
}

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

Exemplo 2

```
/*
 * 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 2

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



Leitura Recomendada

- Capítulos 9 e 10 do livro
  - Deitel, "*C++ How to Program*", 5th edition, Editora Prentice Hall, 2005