



Estruturas de Dados 1

09 – Tipo Abstrato de Dado - TAD

Antonio Angelo de Souza Tartaglia
angelot@ifsp.edu.br

Estrutura de Dados 1

Criando Bibliotecas em C

- Quando colocamos em nossos programas as chamadas para bibliotecas externas, por exemplo `#include <stdio.h>`, na realidade é como se estivéssemos transcrevendo todo o código que tal biblioteca contém, e que foi desenvolvido por outro programador, para o código que estamos desenvolvendo;
- Imagine se todos esses códigos aparecessem quando estamos desenvolvendo um programa. Um simples programa que gera um “hello world” teria centenas de linhas de código;
- A utilidade dessas bibliotecas ou **headers**, é a de criar um arquivo que contém diversas funções específicas, separadas e organizadas por assunto.



Estrutura de Dados 1

Criando Bibliotecas em C

- Para criação de uma biblioteca exemplo, utilizaremos o código de um exercício anterior:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
```

```
void funcao_iterativa(int n);
int funcao_recurativa(int n);
```

```
int main(){
    int n;
    printf("Entre com um numero inteiro: ");
    scanf("%d", &n);
    printf("Versao iterativa:\n");
    funcao_iterativa(n);
    printf("\n\n");
    printf("Versao recursiva:\n");
    //descarta valor devovido pois não é necessário
    funcao_recurativa(n);
    printf("\n\n\n\n");
    system("pause");
    return 0;
}
```

Colocaremos estas
funções em uma
biblioteca

```
void funcao_iterativa(int n){
    while(n >= 0){
        printf("\t %d \n", n);
        n--;
    }
}

int funcao_recurativa(int n){
    printf("\t %d \n", n);
    if(n == 0){
        return 0;
    }
    return funcao_recurativa(n - 1);
}
```



Estrutura de Dados 1

Criando Bibliotecas em C

- Antes, rodando o programa exemplo que será dividido em uma biblioteca:

```
C:\Users\angelot\Documents\Aulas\GRUEDA1\Aulas\Aula 09 - Tipo At
Entre com um numero inteiro: 5
Versao iterativa:
5
4
3
2
1
0

Versao recursiva:
5
4
3
2
1
0

Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```



Estrutura de Dados 1

Criando Bibliotecas em C

- Simplesmente retiramos as funções junto com seus protótipos e as colocamos em outro arquivo que salvaremos como “my_lib.h” na mesma pasta do projeto original e acrescentamos mais 1 include, o de nossa nova biblioteca “minhalib.h”, no arquivo principal:

main.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "my_lib.h"

int main() {
    int n;
    printf("Entre com um numero inteiro: ");
    scanf("%d", &n);
    printf("Versao iterativa:\n");
    funcao_iterativa(n);
    printf("\n\n");
    printf("Versao recursiva:\n");
    //descarta valor devovido pois não é necessário
    funcao_recursiva(n);
    printf("\n\n\n\n");
    system("pause");
    return 0;
}
```

my_lib.h

```
void funcao_iterativa(int n);
int funcao_recursiva(int n);

void funcao_iterativa(int n) {
    while(n >= 0) {
        printf("\t %d \n", n);
        n--;
    }
}

int funcao_recursiva(int n) {
    printf("\t %d \n", n);
    if(n == 0) {
        return 0;
    }
    return funcao_recursiva(n - 1);
}
```



Estrutura de Dados 1

Criando Bibliotecas em C

- Rodando o programa exemplo após a divisão de seu código para uma biblioteca:

```
C:\Users\angelot\Documents\Aulas\GRUEDA1\Aulas\Aula 09 - Tipo At
Entre com um numero inteiro: 5
Versao iterativa:
5
4
3
2
1
0

Versao recursiva:
5
4
3
2
1
0

Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```



Estrutura de Dados 1

Criando Bibliotecas em C

- Se você abrir um Header, os arquivos .h que costumamos usar, verá que eles contêm diversos protótipos de funções, muitos comentários e outras coisas. Mas código C, você verá muito pouco;
- Nos **Headers**, são declaradas todas as funções, bem como comentários a respeito delas, explicando o que são, para que servem, que parâmetros recebem e o que retornam;
- Os arquivos .h, são uma espécie de intermediário, entre seu programa e os módulos. É nos arquivos “**Headers**” o local onde é explicado o que cada função que foi definida nos módulos faz, ou seja, o “**Header**” é uma **interface de comunicação**.



Estrutura de Dados 1

Dividindo o programa em módulos

- Apenas lendo o Header temos condições de saber como utilizar tudo que o módulo tem a oferecer;
- Mas o mais importante: não precisamos saber de qual maneira as funções que pertencem ao módulo foram implementadas. **Não precisamos conhecer o seu código;**
- Ao contrário de ler um módulo com centenas de linhas de código, teremos contato apenas com o “**Header**”, um arquivo bem pequeno, simples e explicativo.



Estrutura de Dados 1

Dividindo o programa em módulos

- Até agora nossos programas têm sido pequenos e simples e com uma única “folha” de código.
- Imagine porém, que você estivesse programando um jogo em C, com módulos de funções de áudio, imagem, fases, personagens, jogabilidade, etc. Seu módulo principal (main.c) ficaria impossível de se trabalhar, tamanho o número de protótipos. É aí que entram os arquivos **Headers** ou simplesmente .h;
- Colocamos neles, todos os protótipos, e ainda mais: colocaremos descrições simples diretas de como os recursos que compõem esta biblioteca funcionam, e essa é a parte importante. Porque é neste arquivo que o utilizador da biblioteca terá acesso às informações de como utilizar as funções que estão disponíveis na biblioteca.



Estrutura de Dados 1

Dividindo o programa em módulos

- Utilizando o mesmo exemplo anterior, onde criamos a biblioteca `my_lib.h` com os protótipos e funções, e em seguida fizemos a referenciamos esta biblioteca no programa principal, faremos mais uma mudança:
- Criaremos mais um arquivo de código com extensão `.c` (`my_lib.c`). Este arquivo deve ter **obrigatoriamente** o mesmo nome do arquivo `.h` (`my_lib.h`). Ele conterá as funções propriamente ditas;
- No arquivo `.h` deixaremos **somente os protótipos das funções** e colocaremos **comentários de como estes recursos funcionam**, o que recebem como parâmetro, o que retornam, etc. Este será o ponto de contato que um programador, que utilizar esta biblioteca.



Estrutura de Dados 1

Criando projetos – CodeBlocks

- Mas para que funcione corretamente, é necessária uma mudança na utilização da **IDE CodeBlocks**.
- Agora é necessária a criação de um **projeto** no ambiente de programação.
- Como são módulos separados, são compilados separadamente, portanto precisamos que sejam unidos ou ligados (*linked*) durante a compilação. Inicializando um projeto dentro da IDE conseguimos essa ligação. Todos os arquivos que fazem parte do projeto serão então unidos durante a fase de compilação.

IDE: Integrated Development Environment, ou
Ambiente de Desenvolvimento Integrado



Estrutura de Dados 1

Criando projetos – CodeBlocks

- Antes das IDE's utilizávamos linhas de comando para essa ligação com programas específicos. Chamávamos estas operações de *linkedição*, ou *lincagem*.
- Podemos, usando nosso exemplo, compilar os dois arquivos codificados separadamente, o `main.c` e o `my_lib.c`, em um arquivo executável em uma única linha de comando:

```
gcc -o prog.exe main.c my_lib.c
```

- Porém, normalmente compilamos cada código separadamente em um arquivo **objeto**, e os unimos (*linkedição*), em uma fase posterior. Neste caso mudanças efetuadas em um dos arquivos, dispensa a recompilação dos outros que não foram alterados:

```
gcc -c main.c  
gcc -c my_lib.c  
gcc -o prog.exe main.o my_lib.o
```

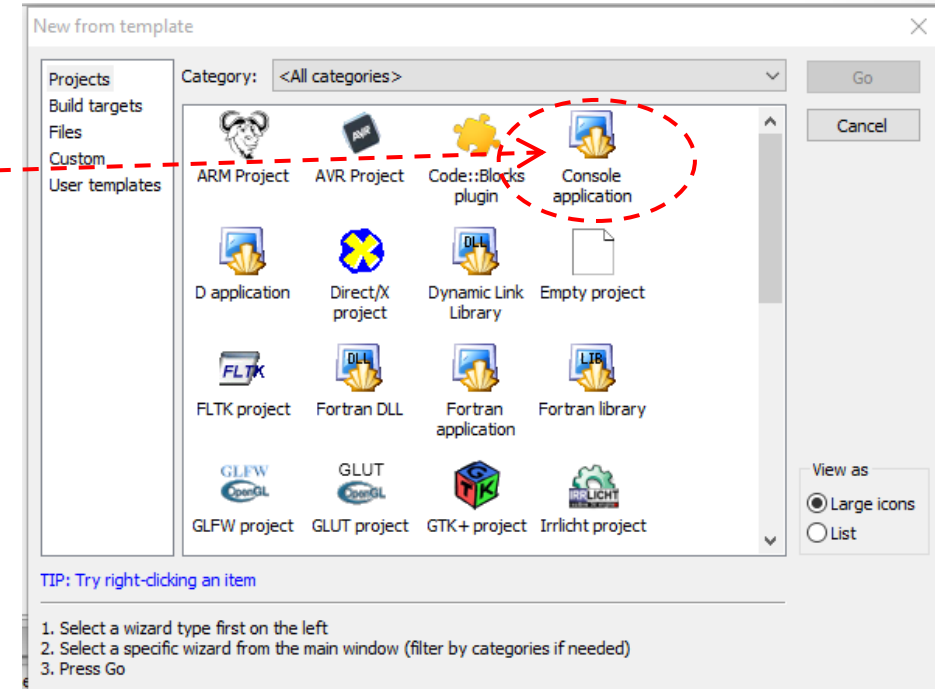
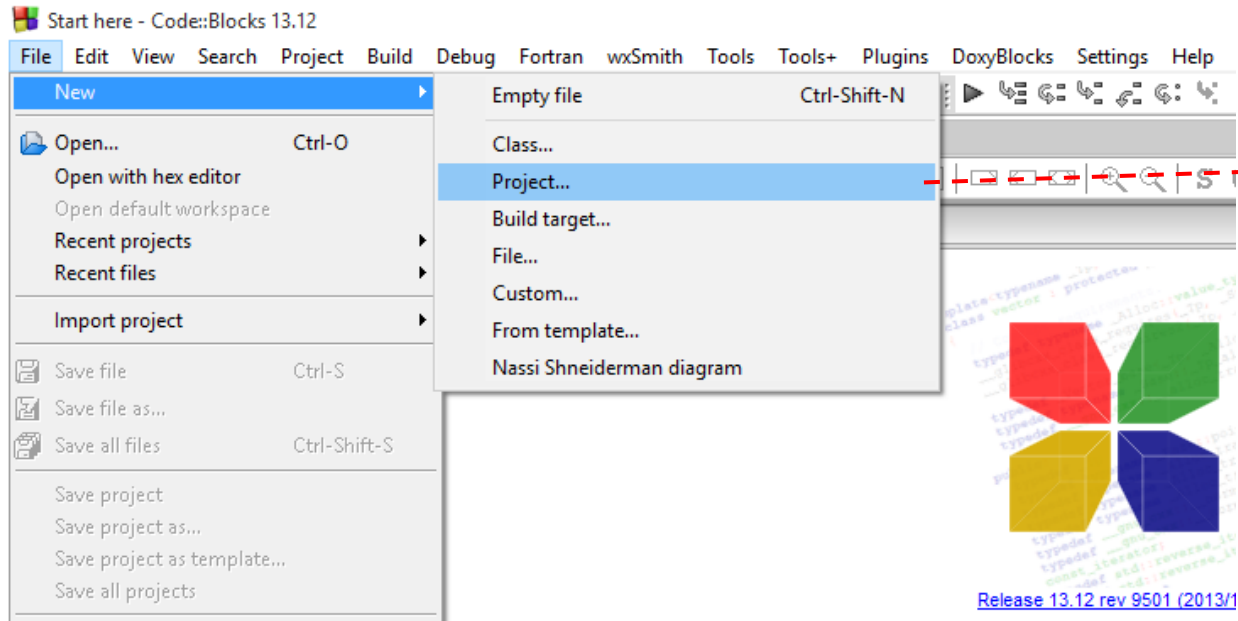
-o: especifica o nome do arquivo de saída
-c: compila o código fonte em um arquivo objeto com extensão .o



Estrutura de Dados 1

Criando projetos – CodeBlocks

- Compilando agora, utilizando a IDE CodeBlocks:



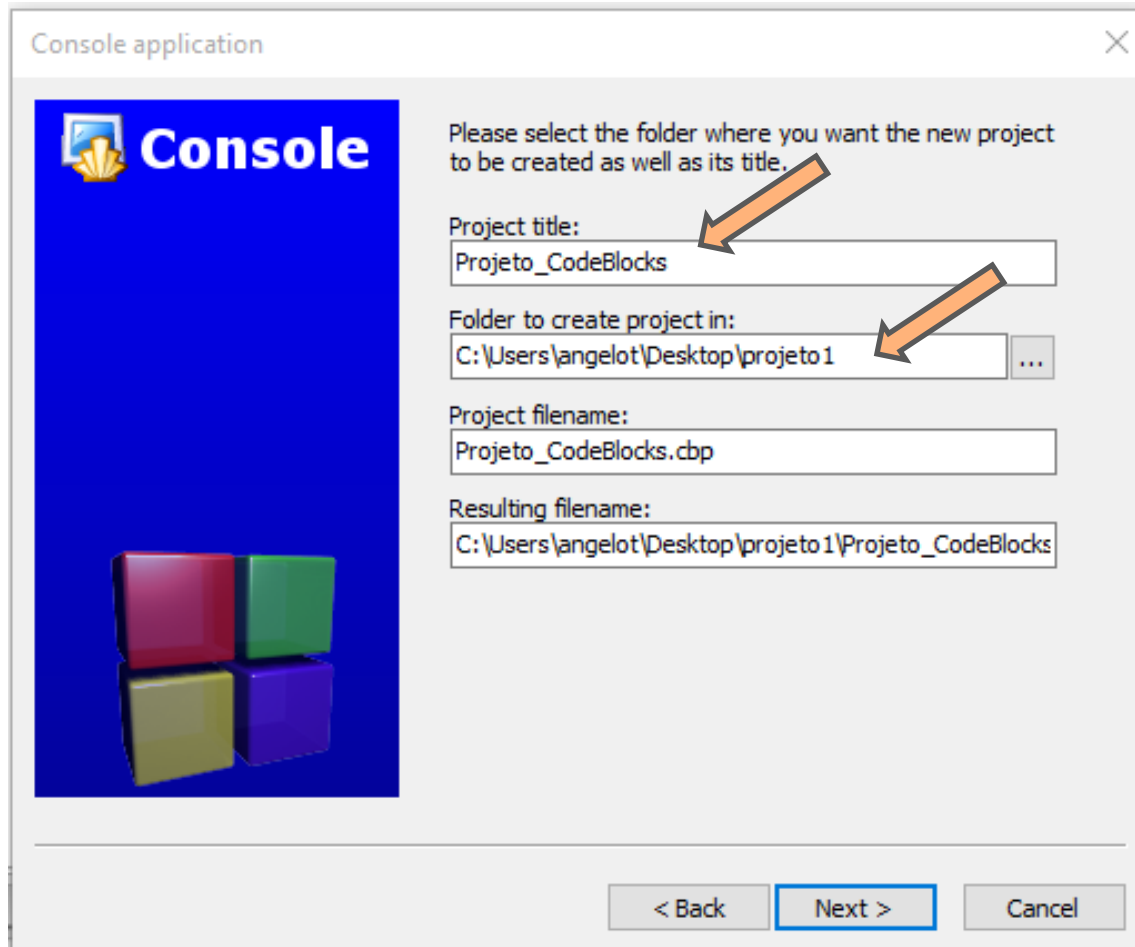
- Vá em: File/New/Project...
- Na nova janela, escolha: *Console application*.



Estrutura de Dados 1

Criando projetos – CodeBlocks

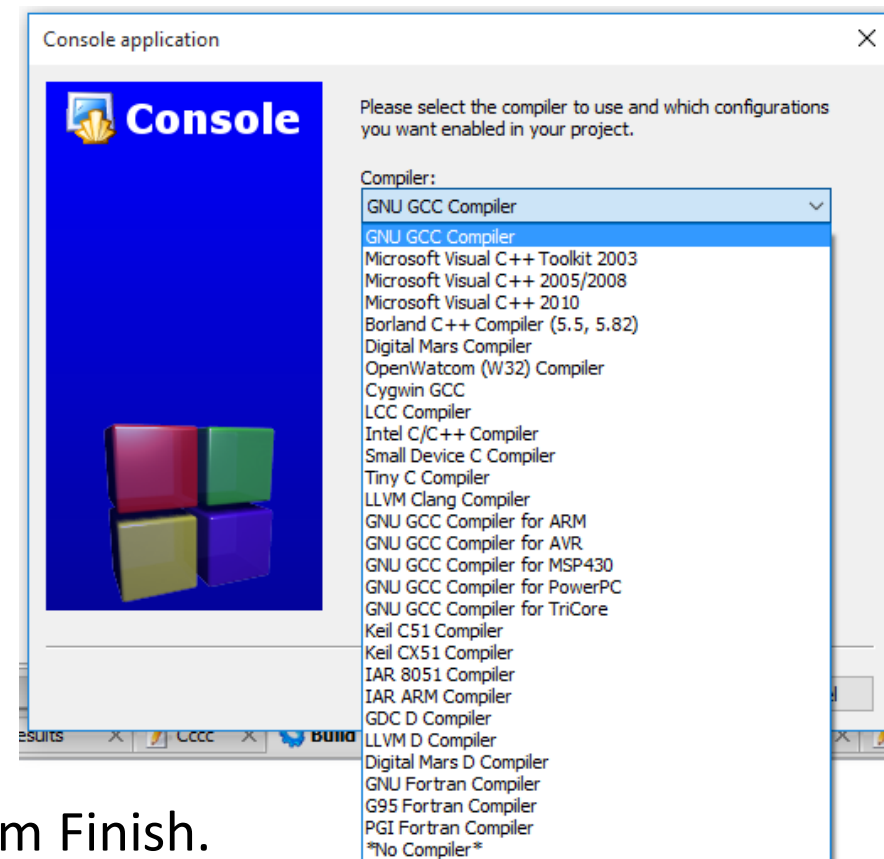
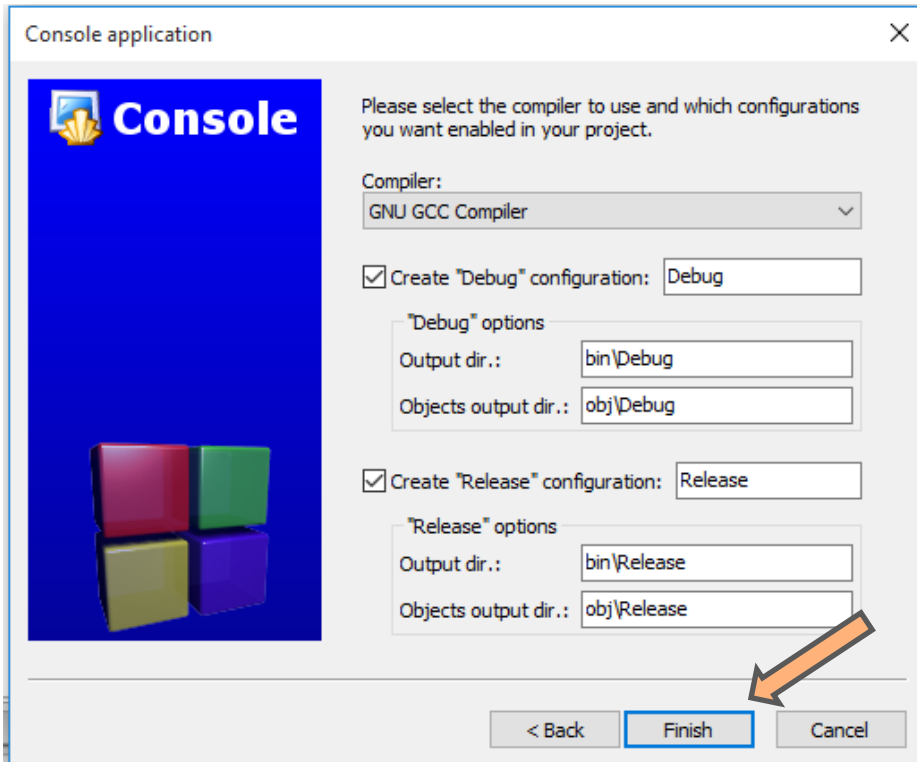
- Dê um nome ao seu novo projeto e escolha a pasta onde será salvo:



Estrutura de Dados 1

Criando projetos – CodeBlocks

- Em seguida o CodeBlocks exibe um resumo das configurações de criação do projeto. Neste ponto é possível alterar algumas configurações, como por exemplo o compilador:



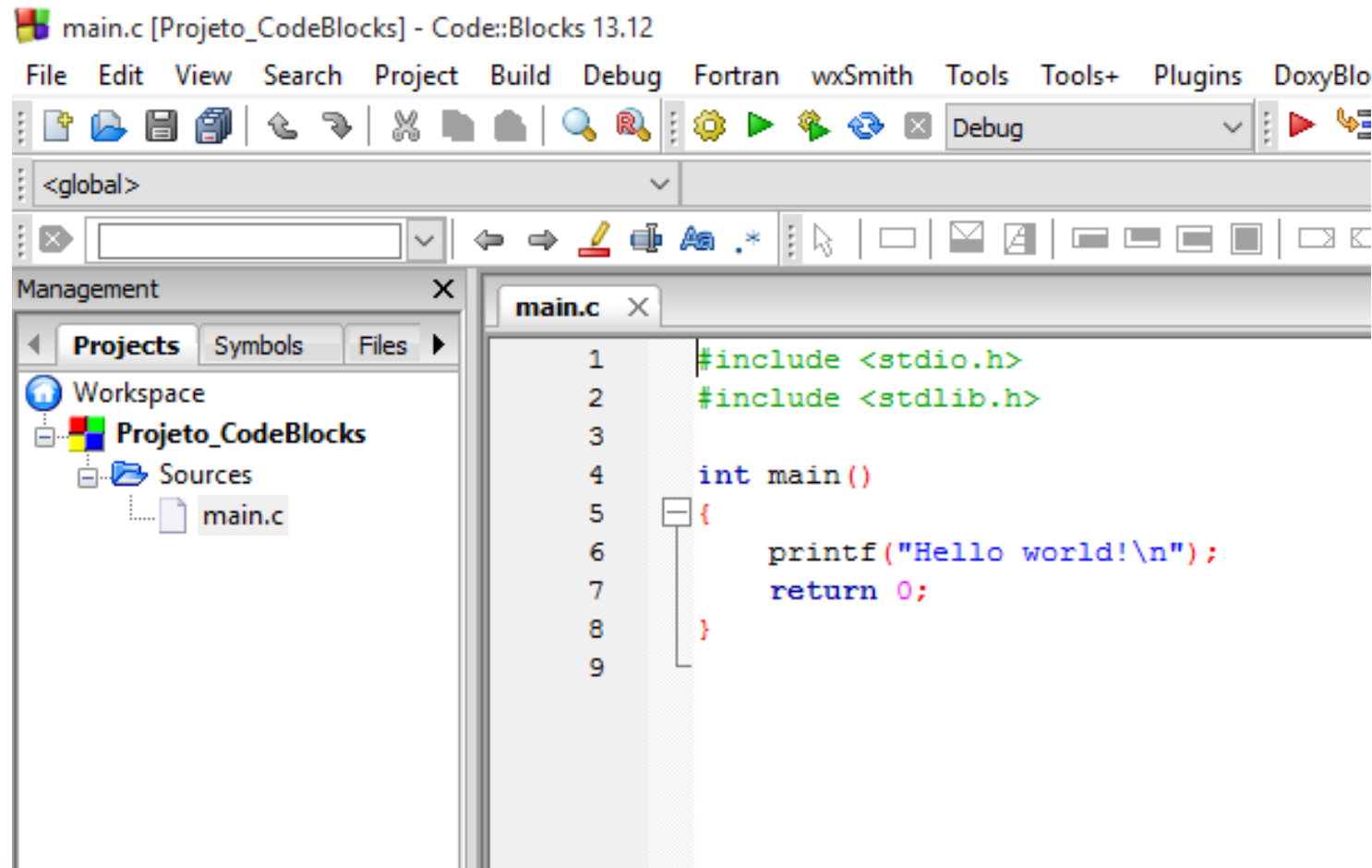
- Não sendo necessária nenhuma alteração, clique em Finish.



Estrutura de Dados 1

Criando projetos – CodeBlocks

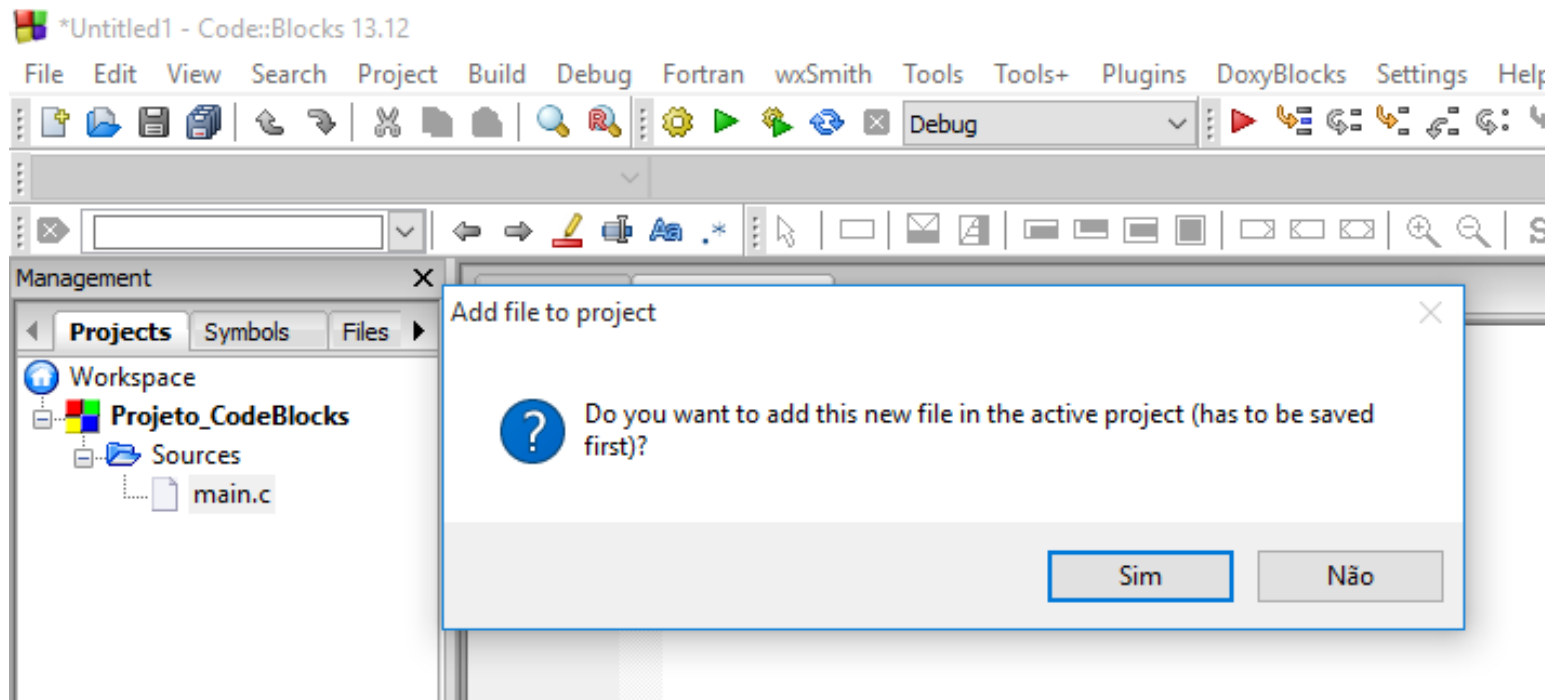
- Com o projeto criado, teremos esse resultado o *template* padrão do IDE:



Estrutura de Dados 1

Criando projetos – CodeBlocks

- Agora é só criar os arquivos e codificá-los. Adicione um novo arquivo, faça isso normalmente no menu *File/New/Empty File* como era feito antes. Mas agora CodeBlocks irá perguntar se você quer adicioná-lo ao projeto atual, responda que sim:



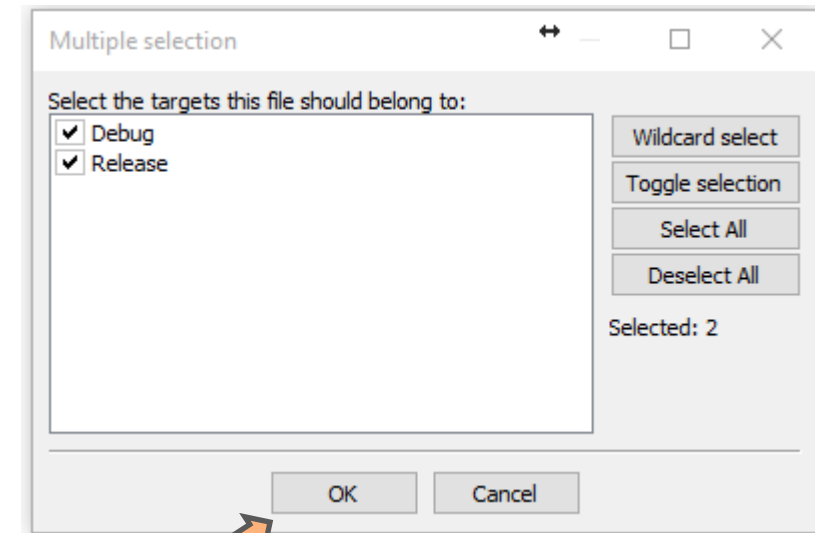
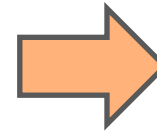
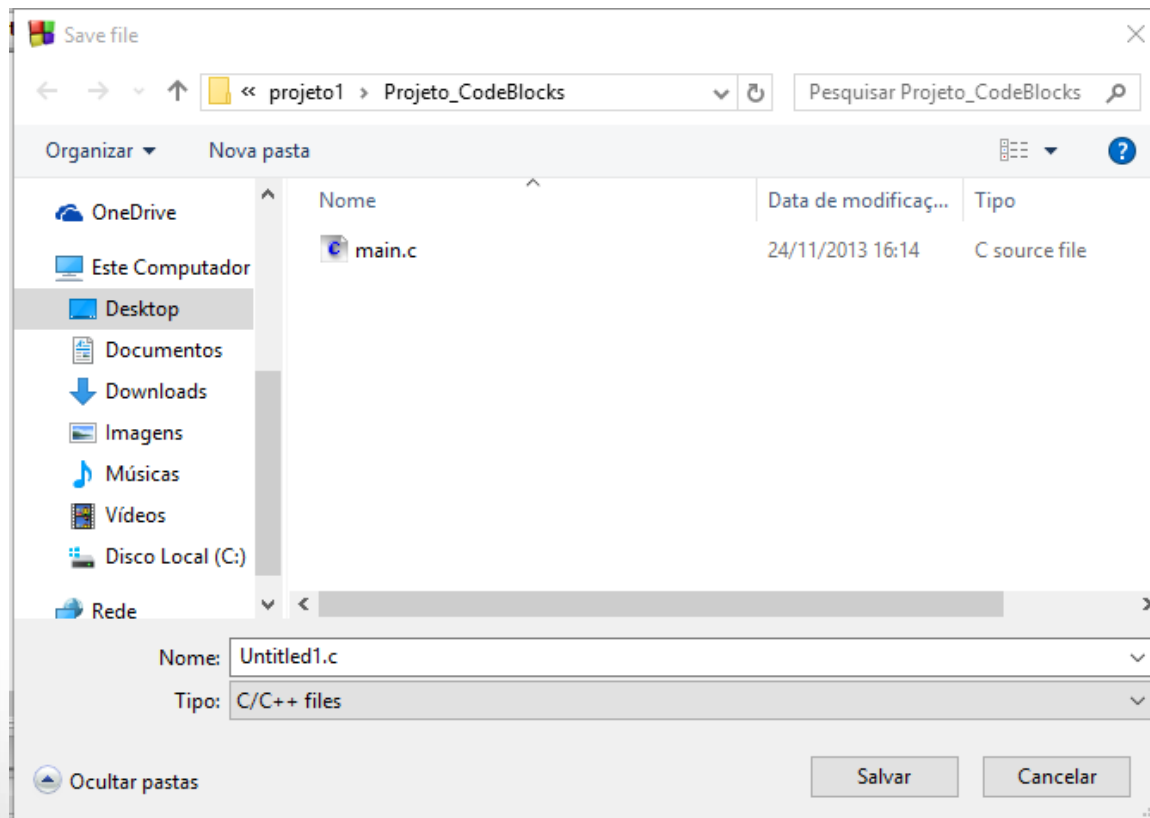
- Criaremos 2 arquivos para nosso projeto: “my_lib.h” e “my_lib.c”.



Estrutura de Dados 1

Criando projetos – CodeBlocks

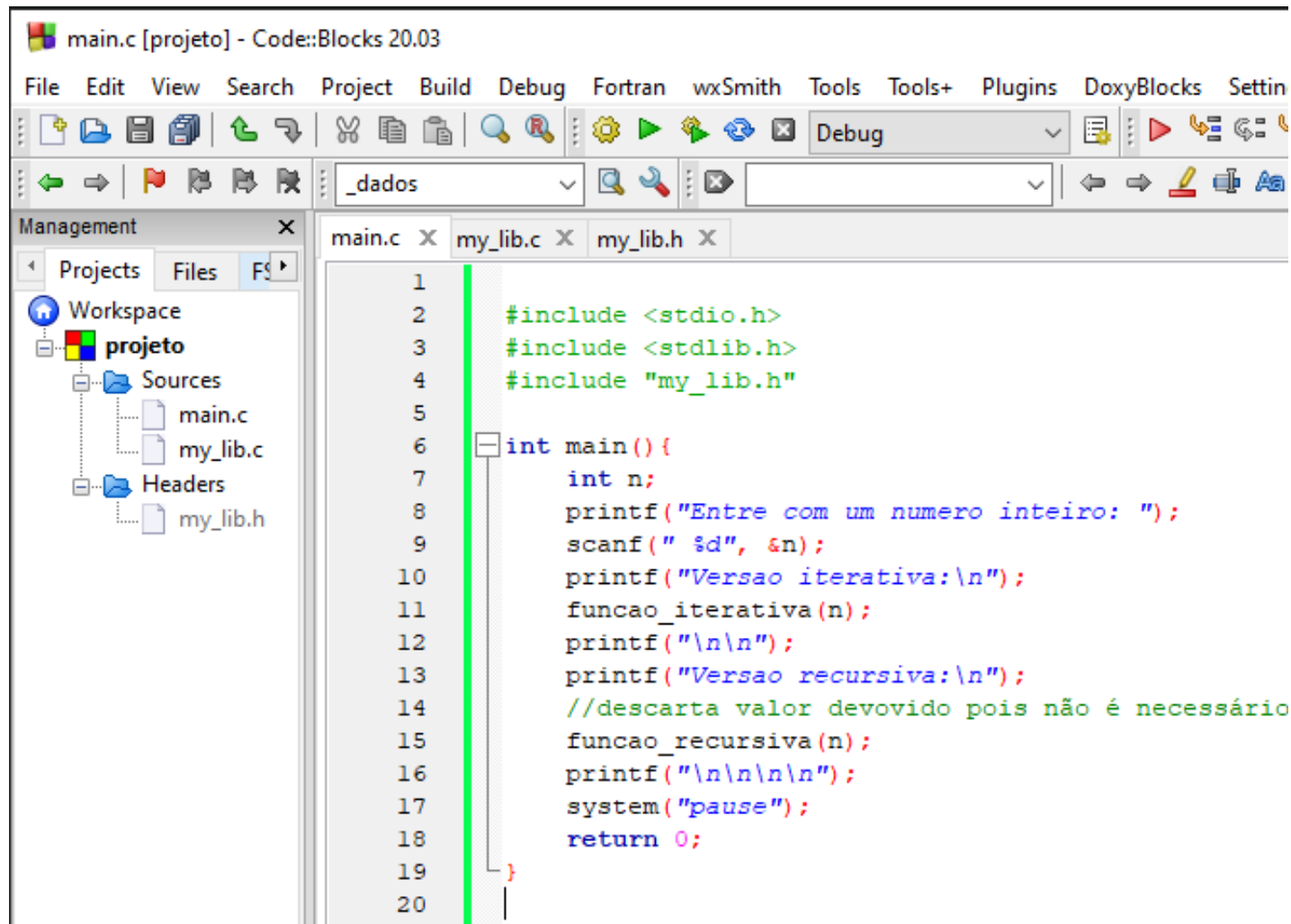
- Abrirá então uma janela padrão do sistema já direcionada para a pasta onde você criou o seu projeto, para que o arquivo seja salvo. Nomeie-o “my_lib.h” e salve-o. Uma caixa de diálogo aparecerá, clique em ok. Em seguida repita toda a operação de criação para um segundo arquivo, e salve-o com o nome de “my_lib.c”:



Estrutura de Dados 1

Criando projetos – CodeBlocks

- Agora com os arquivos abertos na IDE, é só digitar os códigos no programa principal, main.c:



```
main.c [projeto] - Code::Blocks 20.03
File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settin
Debug
_dados
Management
Projects Files
Workspace
projeto
Sources
main.c
my_lib.c
Headers
my_lib.h
1
2 #include <stdio.h>
3 #include <stdlib.h>
4 #include "my_lib.h"
5
6 int main(){
7     int n;
8     printf("Entre com um numero inteiro: ");
9     scanf(" %d", &n);
10    printf("Versao iterativa:\n");
11    funcao_iterativa(n);
12    printf("\n\n");
13    printf("Versao recursiva:\n");
14    //descarta valor devovido pois não é necessário
15    funcao_recursiva(n);
16    printf("\n\n\n\n");
17    system("pause");
18    return 0;
19 }
20
```



Estrutura de Dados 1

Criando projetos – CodeBlocks

- O módulo que contém as funções “my_lib.c”, também deve ter as **bibliotecas referenciadas**:



my_lib.h [projeto] - Code::Blocks 20.03

File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Debug

Management

Workspace

projeto

Sources

main.c

my_lib.c

Headers

my_lib.h

```
1
2
3  /* *****
4  *  imprime o número passado, *
5  *  decrementando-o até zero *
6  *  de forma iterativa      *
7  *  ***** */
8  void funcao_iterativa(int n);
9
10 /* *****
11 *  imprime o número passado, *
12 *  decrementando-o até zero *
13 *  de forma recursiva      *
14 *  ***** */
15 int funcao_recursiva(int n);
```

*my_lib.c [projeto] - Code::Blocks 20.03

File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins Debug

Management

Workspace

projeto

Sources

main.c

my_lib.c

Headers

my_lib.h

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include "my_lib.h"
4
5  void funcao_iterativa(int n){
6      while(n >= 0){
7          printf("\t %d \n", n);
8          n--;
9      }
10 }
11
12 int funcao_recursiva(int n){
13     printf("\t %d \n", n);
14     if(n == 0){
15         return 0;
16     }
17     return funcao_recursiva(n - 1);
18 }
```

Estrutura de Dados 1

Criando projetos – CodeBlocks

- Agora é só compilar, e confirmar o resultado:

```
"C:\Users\angelot\Documents\Aulas\GRUEDA1\Aulas\Aula 09 - Tipo Abstrado de Dado - TA"
Entre com um numero inteiro: 5
Versao iterativa:
    5
    4
    3
    2
    1
    0

Versao recursiva:
    5
    4
    3
    2
    1
    0

Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```



Estrutura de Dados 1

Atividade 1

- Reescreva o programa da 2ª aula, atividade 02 cálculo de vantagens e cálculo de deduções, criando um arquivo Header (biblioteca) como interface, e um módulo que conterà as funções (arquivo .c);
- Entregue no Moodle como atividade 1.



Estrutura de Dados 1

Tipo Abstrato de Dado

- Definição de tipo de dado:
 - Conjunto de valores que uma variável pode assumir, por exemplo para o tipo `int`:
-n... -2, -1, 0, 1, 2, ...n
- Definição de Estrutura de dados:
 - Conjunto de variáveis que possuem um relacionamento lógico entre tipos de dados exemplo:

```
struct funcionario{  
    int    id;  
    char   nome[30];  
    char   departamento[15];  
    float  salario;  
};
```

Nesta estrutura, as variáveis que a compõe passam a ter um significado



Estrutura de Dados 1

Tipo Abstrato de Dado

- Tipos abstratos de dados incluem, além da estrutura lógica para armazenamento dos dados, operações (funções) específicas e exclusivas para manipulação desses dados.

Essas funções são a única forma de acesso aos dados que o TAD armazena!

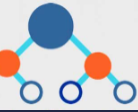
- Diferente da utilização simples da `struct`, onde podemos acessar seus campos livremente, não temos acesso direto ao que está dentro do TAD. Só acessamos seus dados por meio das funções que foram definidas para trabalhar com este tipo abstrato:
 - Criação da estrutura – alocação de memória;
 - Inclusão de um elemento;
 - Remoção de um elemento;
 - Acesso a um elemento;
 - Etc.
- Ideia do TAD: criar funções que vão interagir com os seus dados internos, e estes dados ficam ocultos do programador/usuário que utilizará este TAD.



Estrutura de Dados 1

Tipo Abstrato de Dado

- Com o TAD, existe uma separação entre a definição conceitual e a implementação:
 - O programador não tem acesso à implementação;
 - O programa principal acessa o TAD por meio de suas funções, **nunca diretamente**.
- Reuso;
 - O TAD pode ser utilizado por diferentes programas.
- O TAD pode ser compilado separadamente.



Tipo Abstrato de Dado

- Vantagens:
 - Encapsulamento e segurança: usuário/programador não tem acesso direto aos dados;
 - Flexibilidade e reutilização: podemos alterar o TAD sem alterar as aplicações.
- Não importa, para o usuário/programador, como foi implementado o TAD, a implementação é separada da aplicação;
- Como exemplo, criaremos um TAD que armazenará um ponto do plano cartesiano definido por suas coordenadas “x” e “y”

```
//definição de tipos de dados
struct pontoCartesiano{
    float x;
    float y;
};
```

1º passo para definir o arquivo “.h”:

- Protótipos das funções;
- Tipos de ponteiros;
- Dados globalmente acessíveis.



Estrutura de Dados 1

Tipo Abstrato de Dado

- Por convenção, em Linguagem C sempre usamos dois arquivos para implementar um TAD, que sempre são criados em módulos.
 - Arquivo “.h ” – Contém os protótipos das funções, **o tipo de ponteiro que apontará para o dado no módulo “.c ”**, dados que são globalmente acessíveis (por exemplo as constantes) e instruções de utilização;
 - Arquivo “.c ” – Contém a declaração de criação **do tipo de dado** que armazenará dados, que estará então **ENCAPSULADO**, e a implementação de suas funções que controlarão o acesso a estes dados. Esta será a única forma de acesso aos dados
- Assim separamos o “conceito” (definição de tipo), de sua implementação

No arquivo “.h” é definido o ponteiro, mas o tipo do dado está no arquivo “.c”, desse modo os dados ficam ocultos do usuário/programador. Este, só consegue acessá-los por meio das funções implementadas no TAD .



Tipo Abstrato de Dado

- Como exemplo de implementação completa de um TAD, vamos considerar a criação de um tipo de dado para representar um ponto no plano cartesiano. Para isso vamos definir um tipo abstrato, que chamaremos de `PTcart`, e o conjunto de funções que operam sobre este tipo;
- Neste exemplo, vamos considerar as seguintes funções:
 - `criaPTcart()` – cria um ponto com coordenadas x e y ;
 - `liberaPTcart()` – libera a memória alocada por um ponto;
 - `acessaPTcart()` – devolve as coordenadas de um ponto;
 - `atribuiPTcart()` – atribui novos valores às coordenadas de um ponto;
 - `distanciaPTcart()` – calcula a distância entre dois pontos.



Estrutura de Dados 1

Tipo Abstrato de Dado

- A interface (arquivo “PTcart.h”) é constituída pelo código:

```
//Arquivo PTcart.h
//Atribui novo nome para struct pontoCartesiano: PTcart
typedef struct pontoCartesiano PTcart;

//Cria um novo PTcart - somente ponteiro!!
PTcart *criaPTcart(float x, float y);

//Libera um PTcart
void liberaPTcart(PTcart *p);

//Acessa valores "x" e "y" de um PTcart
void acessaPTcart(PTcart *p, float *x, float *y);

//Atribui os valores "x" e "y" a um PTcart
void atribuiPTcart(PTcart *p, float x, float y);

//Calcula a distância entre dois Pontos no plano cartesiano
float distanciaPTcart(PTcart *p1, PTcart *p2);
```

Note que a composição da estrutura PTcart (struct pontoCartesiano) não é exportada pelo módulo. Dessa forma os demais módulos que usem este TAD não poderão acessar diretamente os campos dessa estrutura, uma vez que só possuem o seu endereço na memória, e não têm acesso ao modelo da struct. Os clientes desse TAD só terão acesso às informações que possam ser obtidas através das funções exportadas pelo arquivo PTcart.h



Estrutura de Dados 1

Tipo Abstrato de Dado

- O arquivo de implementação do módulo “PTcart.c” deve sempre incluir o arquivo de interface do módulo (que nesse caso é o PTcart.h), isso é necessário por duas razões:
 - Podem existir definições na interface que são necessárias na implementação. Neste caso, precisamos da definição do tipo PTcart;
 - Garantirmos que as funções implementadas correspondam às funções da interface. Como o protótipo das funções exportadas, é incluído, o compilador verifica por exemplo, se os parâmetros das funções implementadas equivalem aos parâmetros dos protótipos.
- Além da própria interface (biblioteca, ou “.h”), é necessário incluir as interfaces das funções que usamos da biblioteca padrão.



Estrutura de Dados 1

Tipo Abstrato de Dado

- Arquivo PTcart.c:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include "PTcart.h" //inclui os protótipos

//definição de tipos de dados - este modelo não é exportado
struct pontoCartesiano{
    float x;
    float y;
};

//Aloca e retorna um PTcart com coordenadas "x" e "y"
PTcart *criaPTcart(float x, float y)
{
    PTcart *p = (PTcart*) malloc(sizeof(PTcart));
    if(p!=NULL){
        p->x = x;
        p->y = y;
    }
    return p;
}

//libera a memória alocada para um PTcart
void liberaPTcart(PTcart *p){
    free(p);
}

//Recupera, por referência, o valor de um PTcart
void acessaPTcart(PTcart *p, float *x, float *y){
    *x = p->x;
    *y = p->y;
}

//Atribui a um PTcart as coordenadas "x" e "y"
void atribuiPTcart(PTcart *p, float x, float y){
    p->x = x;
    p->y = y;
}

//Calcula a distância entre dois PTcarts
float distanciaPTcart(PTcart *p1, PTcart *p2){
    float dx = p1->x - p2->x;
    float dy = p1->y - p2->y;
    return sqrt(dx * dx + dy * dy);
}
```



Estrutura de Dados 1

Tipo Abstrato de Dado

- Arquivo principal, main.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "PTcart.h"

int main(){
    float d = 0, retornaX, retornaY;
    PTcart *p = NULL, *q = NULL;
    //PTcart r;
    p = criaPTcart(10, 21);
    q = criaPTcart(7, 25);
    d = distanciaPTcart(p, q);
    //p.zona = 3;
    //q.x = 2.34;
    printf("Distancia entre os pontos cartesianos: %f\n", d);
    atribuiPTcart(q, 15, -2);
    d = distanciaPTcart(p, q);
    printf("Nova distancia entre os pontos cartesianos: %f\n", d);
    acessaPTcart(p, &retornaX, &retornaY);
    printf("Valores armazenados em p: X = %.2f e Y = %.2f\n", retornaX, retornaY);
    acessaPTcart(q, &retornaX, &retornaY);
    printf("Valores armazenados em q: X = %.2f e Y = %.2f\n", retornaX, retornaY);
    liberaPTcart(p);
    liberaPTcart(q);
    system("PAUSE");
    return 0;
}
```

Façam dois testes no arquivo principal main():

- Tentem criar uma variável (que não seja ponteiro), comum do tipo PTcart;
- Tentem acessar um elemento dentro da estrutura "q"

Com a implementação deste TAD, temos a Atividade 2 completada. Entregue-a no Moodle.



Estrutura de Dados 1

Tipo Abstrato de Dado



- Execução do programa:

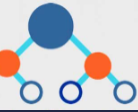
```
"C:\Users\angelot\Documents\Aulas\GRUEDA1\Aulas\Aula 09 - Tipo Abstrado de Dado - TAD\material de apoio\Tad
Distancia entre os pontos cartesianos: 5.000000
Nova distancia entre os pontos cartesianos: 23.537205
Valores armazenados em p: X = 10.00 e Y = 21.00
Valores armazenados em q: X = 15.00 e Y = -2.00
Pressione qualquer tecla para continuar. . .

Process returned 0 (0x0)   execution time : 20.701 s
Press any key to continue.
```

Estrutura de Dados 1

Atividade 2

- Com o exemplo do ponto cartesiano montado, a Atividade 2 estará completada. Entregue-a no Moodle como atividade 2.



Estrutura de Dados 1

Atividade 3

- Crie um TAD que efetue operações matemáticas com as 4 operações básicas, armazenando o resultado obtido. O TAD deve ter os dados encapsulados, e enquanto o programa estiver rodando, deverá armazenar o resultado da operação anterior, **somente o resultado da última operação**, ou seja, apenas 1 resultado, consequentemente utilizará apenas 1 campo para isso.
- No programa principal, acrescente um menu onde o usuário insira novos dados para cálculo e escolha a operação a ser executada. O menu deverá funcionar continuamente e ter uma opção de acesso ao dado referente ao resultado da última operação realizada anteriormente. O menu deverá possuir também uma opção de encerramento do programa.
- Entregue no Moodle como atividade 3.

