Mestrado em Métodos Quantitativos para a Decisão Económica e Empresarial

Computação

Filipe Rodrigues

Gab. 302 Quelhas 2

frodrigues@iseg.ulisboa.pt

2025/2026

Programa

- Introdução à Programação (VBA)
- Ambientes gráficos do Excel
- Tipos Abstratos de Dados
- Algoritmos de Grafos
- Programação em Python

Bibliografia

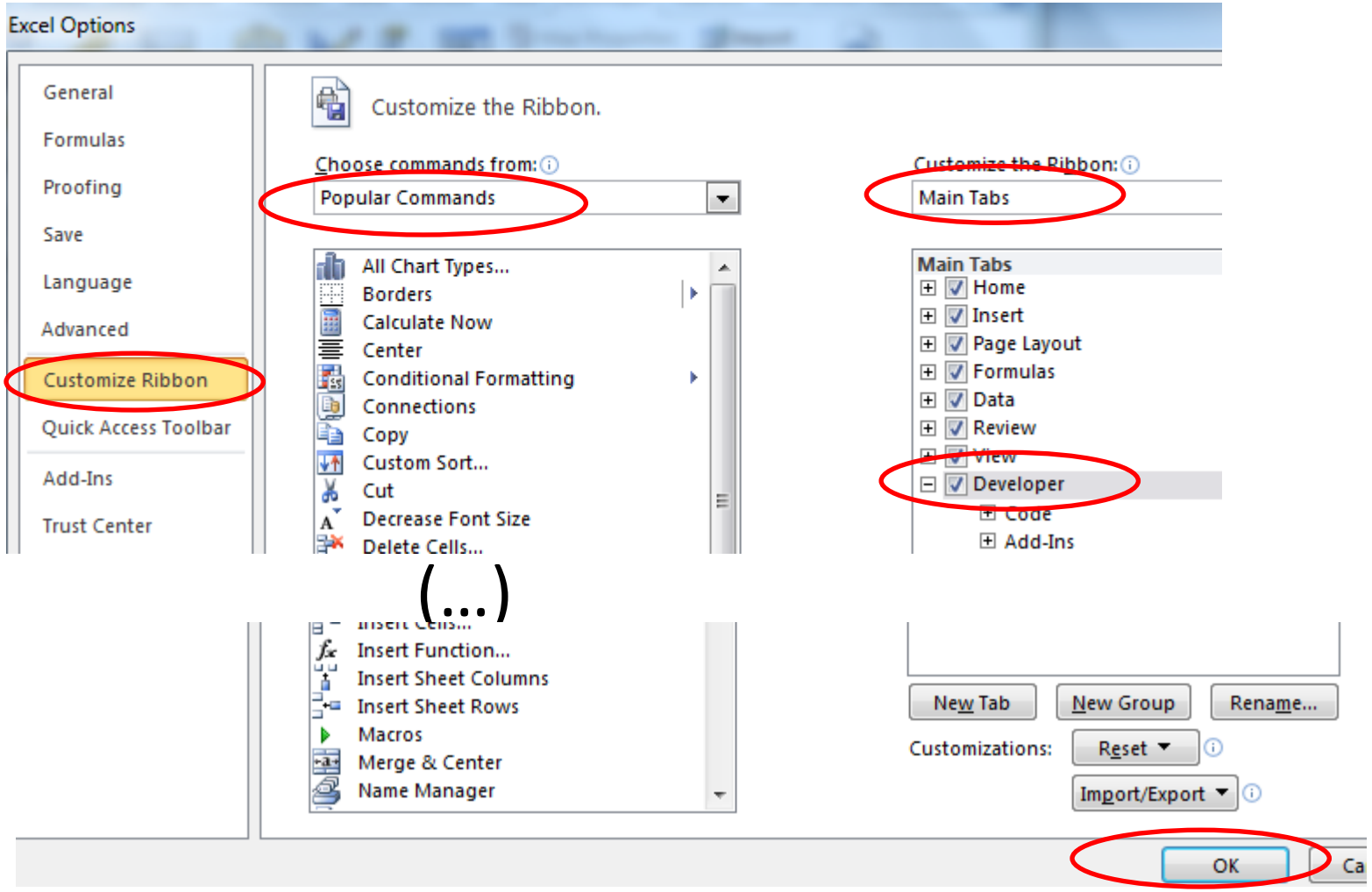
- ✓ *Introduction to Algorithms*, T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest and C. Stein (2001), 2nd ed., MIT, Massachusetts.
- ✓ *Algoritmia e Estruturas de Dados*, J.B. Vasconcelos e J.V. Carvalho (2005), Centro Atlântico.
- ✓ *Mastering VBA for Microsoft Office 365, R. Mansfield, Sybex; 2019 edition 2019.*
- ✓ *Developing Spreadsheet-Based Decision Support Systems, S. D. Eksioglu, M.Seref, R. Ahuja and W. Winston, Dynamic Ideas LLC; 2nd edition, 2011.*

Capítulo I

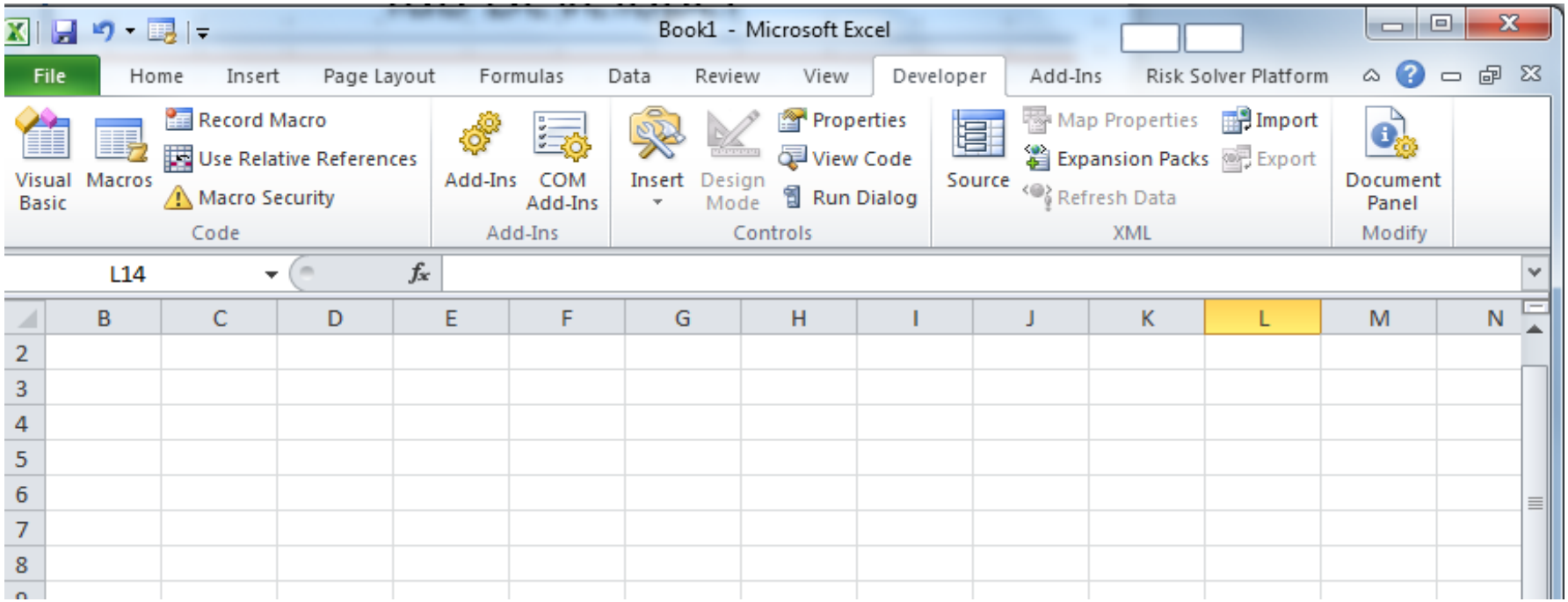
Introdução à Programação (VBA)

Parte 1 – Visual Basic Application (VBA) no Excel e Macros

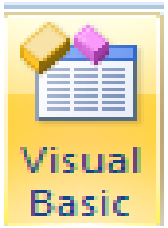
VBA acessivel no Excel (2010)

1. File -> Options
2. 

Tab Developer



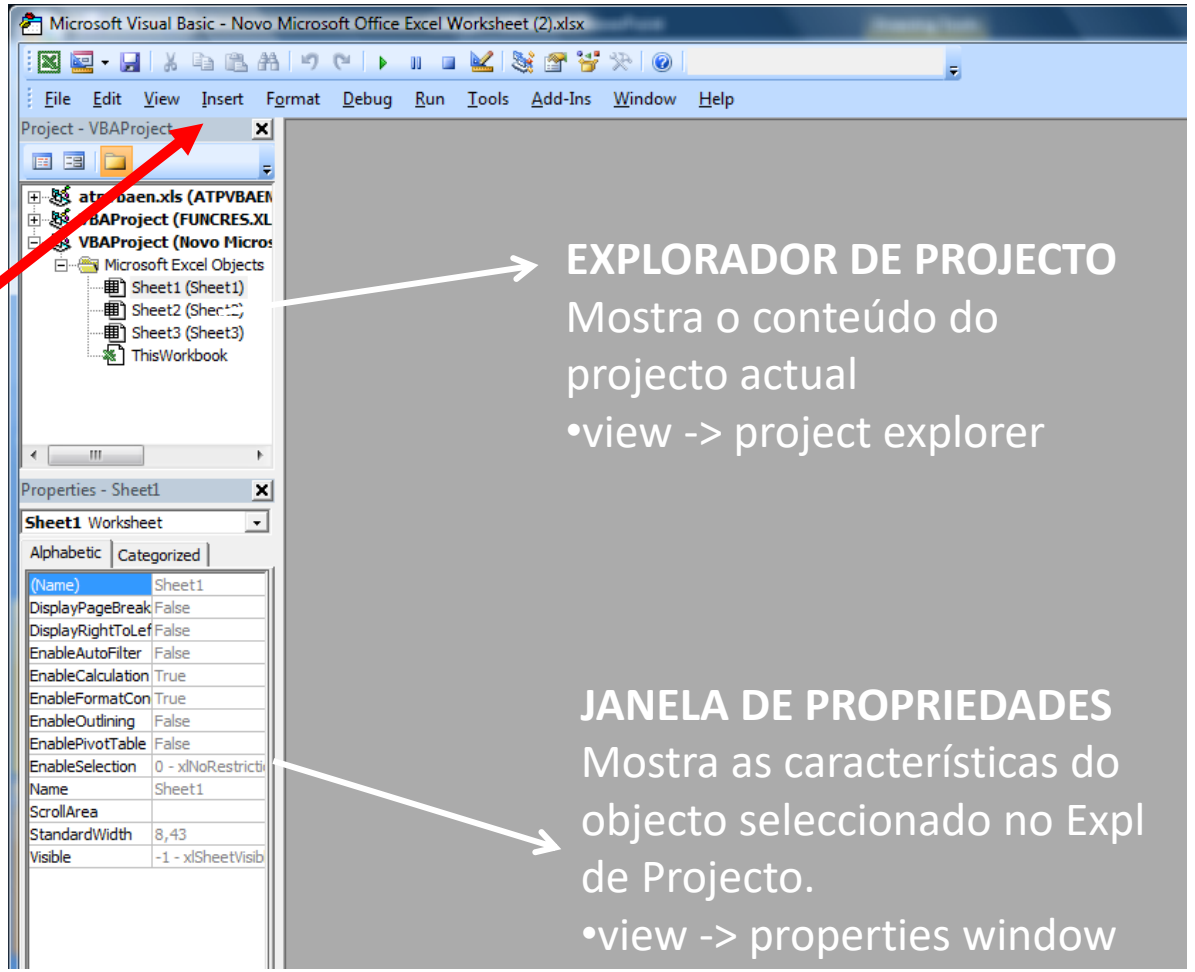
O editor do VBA

- IDE (Integrated Development Environment)
- Para aceder ao IDE a partir do Excel
  - (ALT+F11) ou
  - Developer -> 

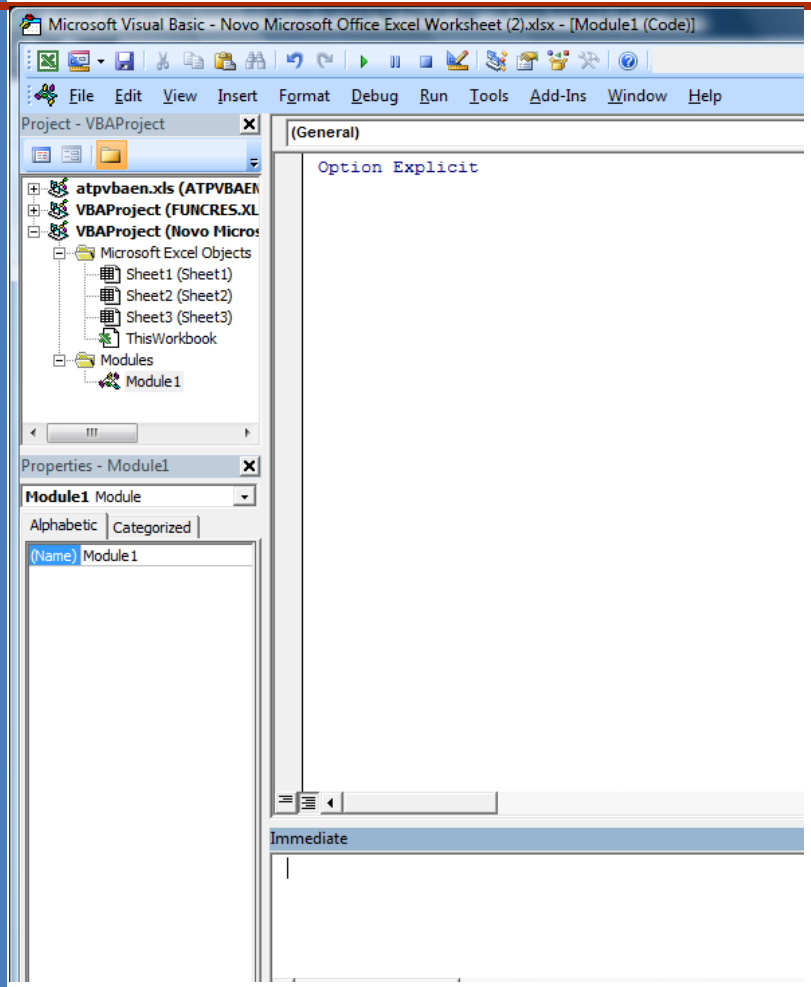
- Para voltar à folha de cálculo
  - (ALT+F11) (novamente)

O editor do VBA

Abrir novo editor de código: Insert/module



O editor do VBA



Macro

- É um programa escrito em VBA, que indica a uma aplicação como o Excel quais os passos a executar para atingir um objetivo específico. Dito de outro modo, é a descrição formalizada das tarefas que se pretende automatizar.

- Serve para automatizar tarefas repetitivas.

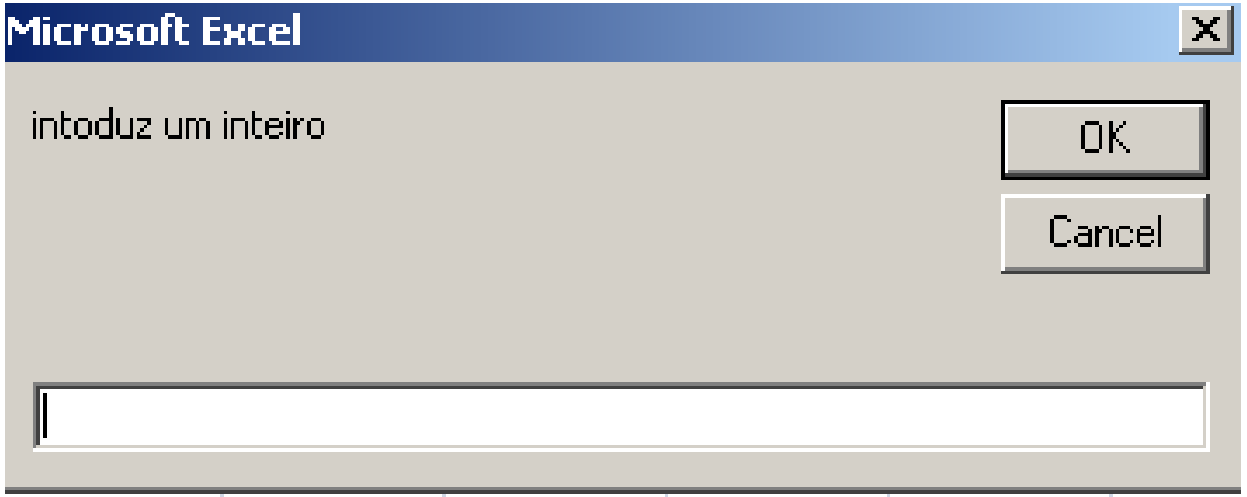
Objetos gráficos

A forma mais simples do Macro interagir com o utilizador é através de MsgBox e de InputBox

- MsgBox → MsgBox("Isto é uma MsgBox!")

Objetos gráficos

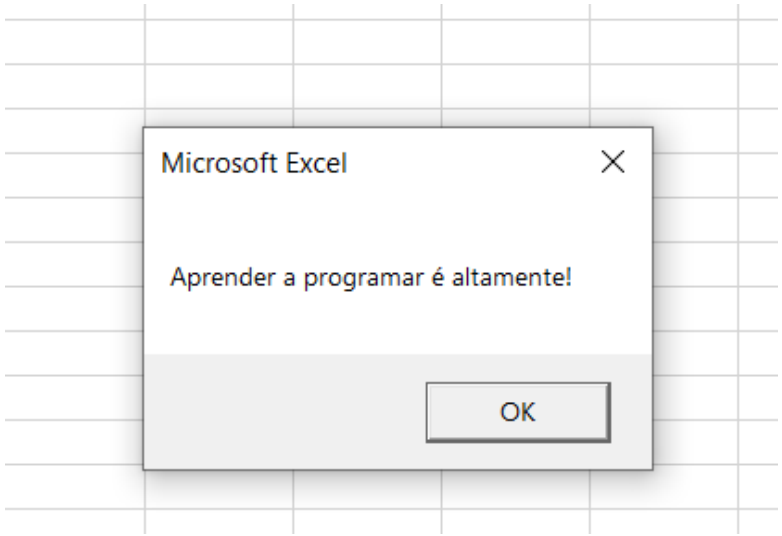
- InputBox ⟶ A = InputBox(“Intoduz um inteiro")



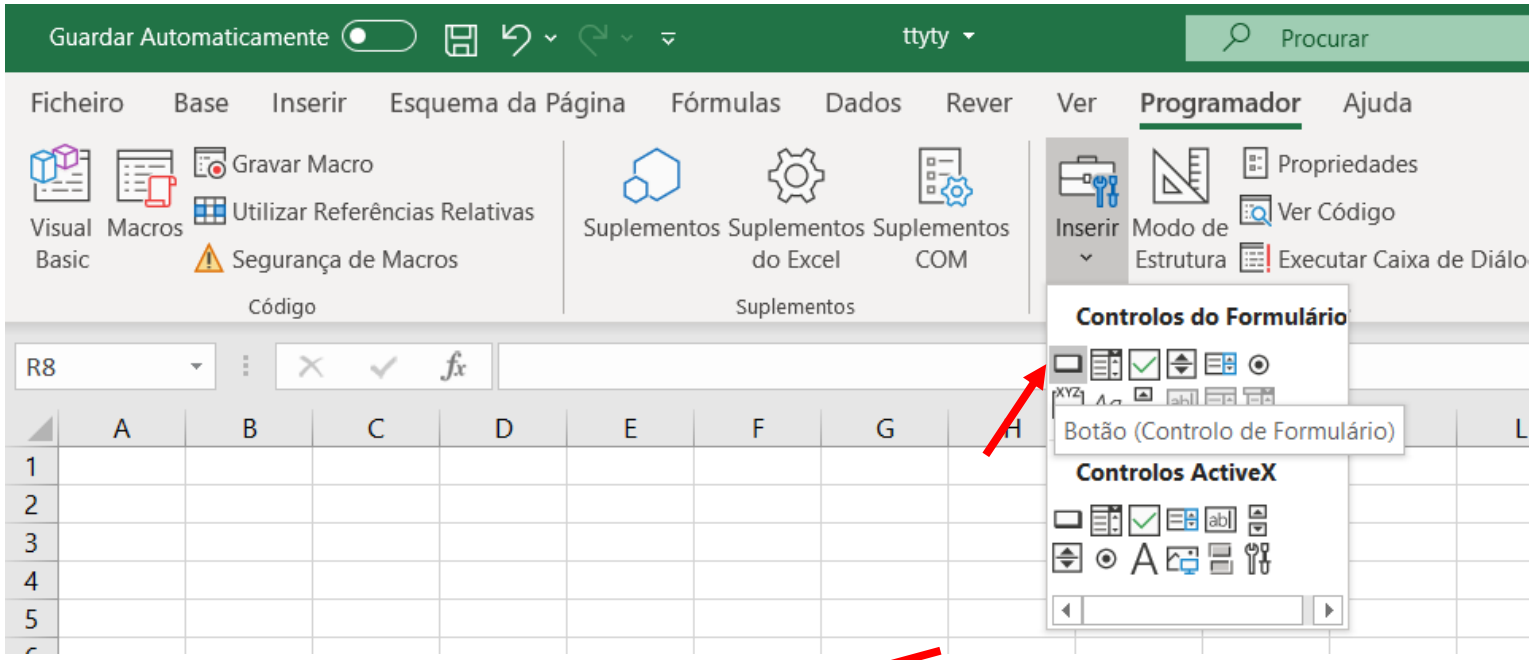
Primeiro programa…

(General)

```
Sub PrimeiroPrograma()
    'Este programa apenas escreve uma mensagem
    MsgBox ("Aprender a programar é altamente!")

End Sub
```



Associar botão a um macro



Criar macro e associar ao botão criado

Parte 2 – Variáveis, Constantes e Operadores

Dicas para escrita de código legível

- Indentação
  - Deve permitir perceber facilmente a estrutura do código, nomeadamente que instruções estão dentro de outras.
- Comentários
  - São as “notas” do programador. Devem ser inseridos para facilitar a compreenção do código.
  - Uma linha que comece por **‘** (plica) ou **Rem** é um comentário que será completamente ignorado pelo compilador.

Variáveis

Uma variável é uma localização de memória em que a informação pode ser guardada de modo a ser usada por um macro.

São caracterizadas por

- Nome
- Tipo de dados que pode armazenar
- Âmbito

Variáveis - declaração

Antes de utilizar uma variável esta deve ser declarada. A declaração de uma variável consiste em criar a variável. Tal declaração é feita atribuindo um nome e um tipo:

Dim nome **As** tipo

Exemplo:

Dim idade **As** Integer

Esta instrução reserva na memória do computador um local para colocar um número inteiro que pode ser acedido através do nome “idade”.

Variável - nome

Regras de atribuição de nomes:

- Deve começar com uma letra ou com *underscore*
- Não pode conter ponto (“.”);
- Não pode exceder 255 caracteres.
- Deve ser único na área que é usado
- Não pode coincidir com palavras reservadas

Variável - não pode ter os nomes:

And As Boolean ByRef Byte ByVal Call
Case CBool CByte CDate CDbl CInt CLng
Const CSng CStr Date Dim Do Double
Each Else ElseIf End EndIf Error False For
Function Get GoTo If Integer Let Lib Long
Loop Me Mid Mod New Next Not Nothing
Option Or Private Public ReDim REM Resume
Select Set Single Static Step String Sub Then
To True Until vbCrLf vbTab With While Xor

Option explicit

- Existe a possibilidade de não declarar explicitamente uma variável. Nesse caso, a primeira vez que o nome é usado a variável é implicitamente declarada. Este procedimento não é seguro!!

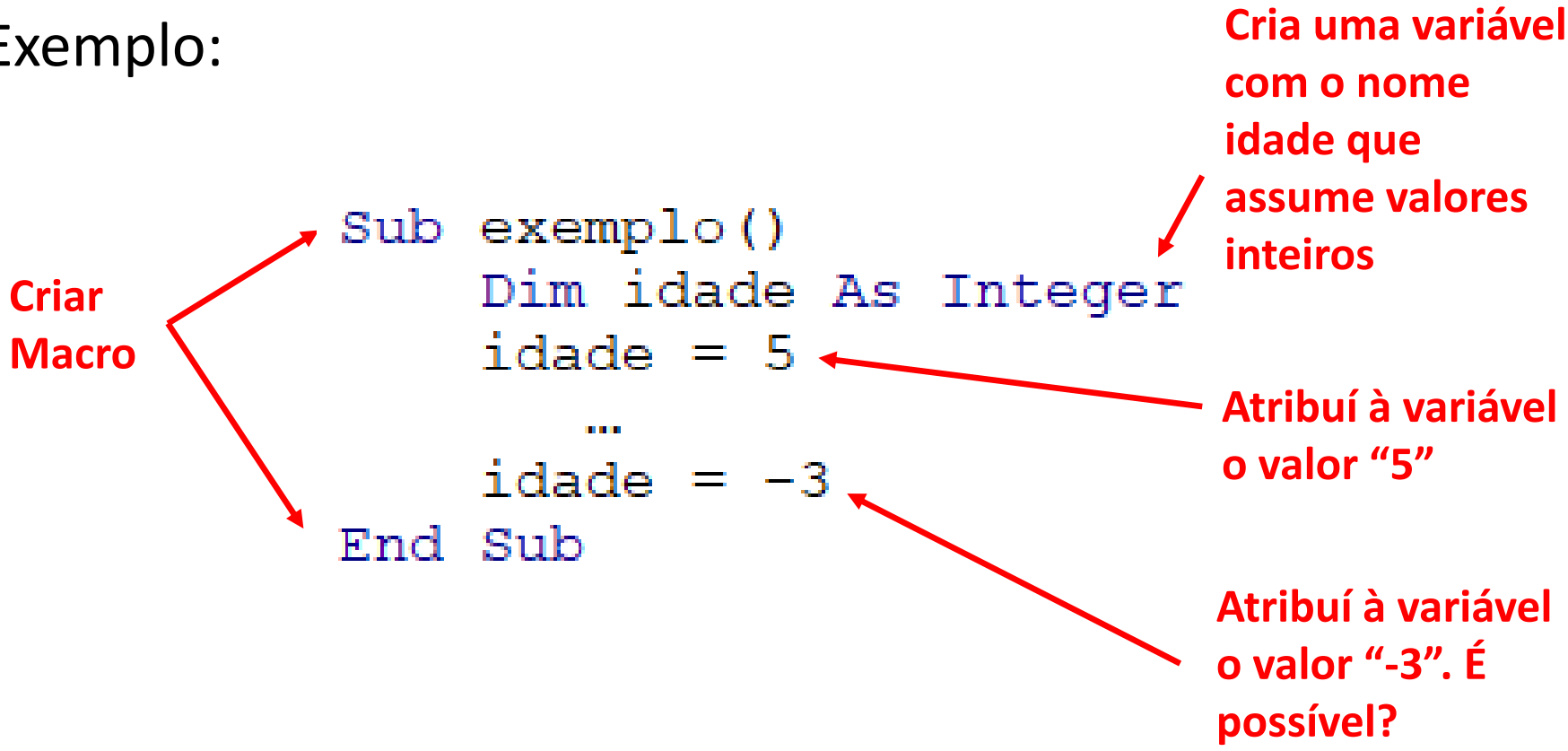
  Devemos então usar a opção **Option Explicit** do VBA. Para tal, devemos:

  - Escrever no início do código a instrução: **Option Explicit**
  - Developer -> VB -> tool -> options -> require variable declaration

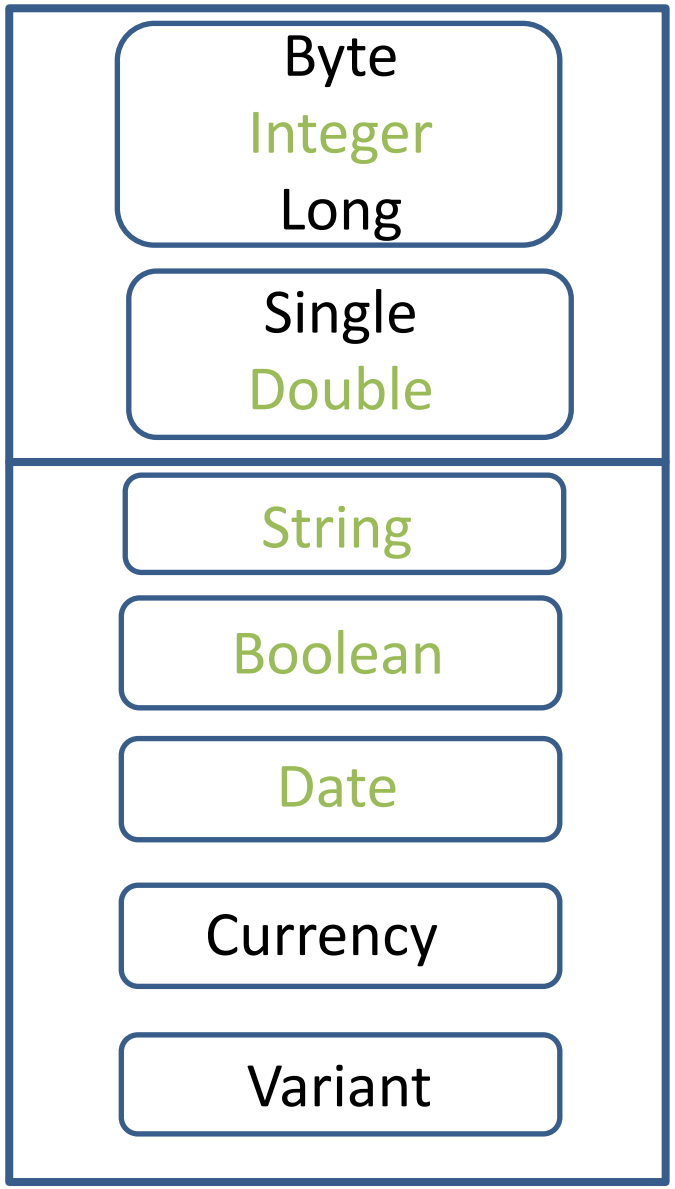
Variável – atribuição de valores

Após declarar uma variável, é possível atribuir-lhe um valor (de acordo com o seu tipo) usando o operador "**=**" .

Exemplo:



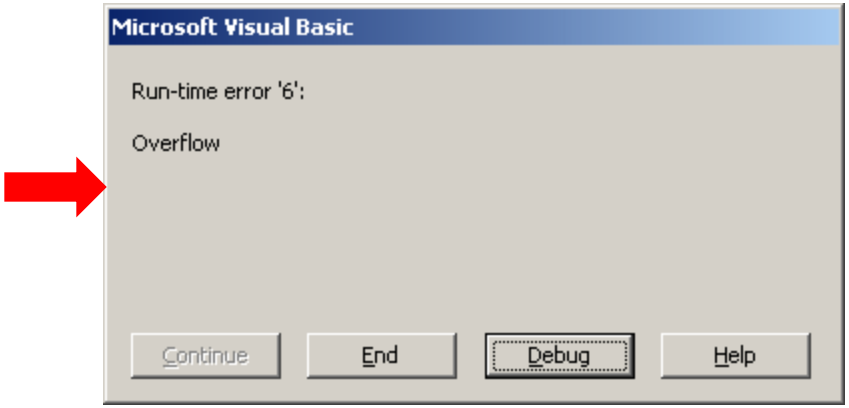
Tipos de dados



Tipo Byte, Integer e Long

	De	Até	Carater para definir
Byte	0	255	
Integer	-32768	32767	%
Long	-2 147 483 648	2 147 483 647	@

```
Sub ErroByte()
    Dim Valor As Byte
    Valor=777
End Sub
```



Tipo Byte, Integer e Long

- **Declarar Byte**

```
Sub ExemploByte()
    Dim Idade As Byte
End Sub
```

- **Declarar Integer**

```
Sub ExemploInt()
    Dim Naluno As Integer
End Sub
```

Ou

```
Sub ExemploInt()
    Dim Naluno%
End Sub
```

- **Declarar Long**

```
Sub ExemploLong()
    Dim Populacao As Long
End Sub
```

Ou

```
Sub ExemploLong()
    Dim Populacao@
End Sub
```

Tipo Single

Negativos de $-1.401298e^{-45}$ a $-3.402823e^{38}$

Positivos de $1.401298e^{-45}$ a $3.402823e^{38}$

```
Sub ExemploSingle()
    Dim Distancia As Single
End Sub
```

```
Sub ExemploSingle()
    Dim Distancia!
End Sub
```

Tipo Double

Negativos de $-4.94065645841247e^{-324}$

a $-1.79769313486231e^{308}$

Positivos de $4.94065645841247e^{-324}$

a $1.79769313486231e^{308}$

```
Sub ExemploDouble()
    Dim Distancia As Double
End Sub
```

```
Sub ExemploDouble()
    Dim Distancia#
End Sub
```

Tipo String

- É um caracter ou um conjunto de caracteres (texto)

```
Sub ExemploString()
    Dim Nome As String
End Sub
```

```
Sub ExemploString()
    Dim Nome$
End Sub
```

Tipo Currency e Tipo Date

- Entre -922 337 203 685 477.5808 e
  922 337 203 685 477.5807
  - O número é escrito normalmente pelo utilizador sendo apresentado no Excel no formato currency.

```
Sub ExemploCurrency()
    Dim Salario As Currency
End Sub
```

```
Sub ExemploDate()
     Dim DataNascimento As Date
     DataNascimento =#1/10/2010#
End Sub
```

Tipo Variant

```
Sub ExemploVaR()
    Dim Nome As Variant
    Dim Contrato As Variant
    Dim SalarioHora As Variant
    Dim InicioContr As Variant

    Nome = "Manuel Joaquim"
    Contrato = 0
    SalarioHora = 10
    InicioContr = #1/1/1980#
End Sub
```

Não é boa prática!
Exige reserva de muito espaço!!

Âmbito de uma variável

Local do código onde uma variável é reconhecida e pode ser usada. O âmbito de uma variável pode ser local ou global.

```
Option Explicit

Dim NomeF As String

Sub ExemploGlobalLocal()
    Dim NomeP As String
    NomeP = "Maria"
    NomeF = "Silva"
End Sub
```

Variável Global

Acessível em todo o código do módulo

Variável Local

Acessível apenas dentro de ExemploGlobalLocal

Variável - Private/Public

```
Option Explicit

Private NomeF As String
Public NomeC As String

Sub ExemploPrivPub()
    Dim NomeP As String

    NomeP = "Maria"
    NomeF = "Silva"
    NomeC = NomeP & " " & NomeF
End Sub
```

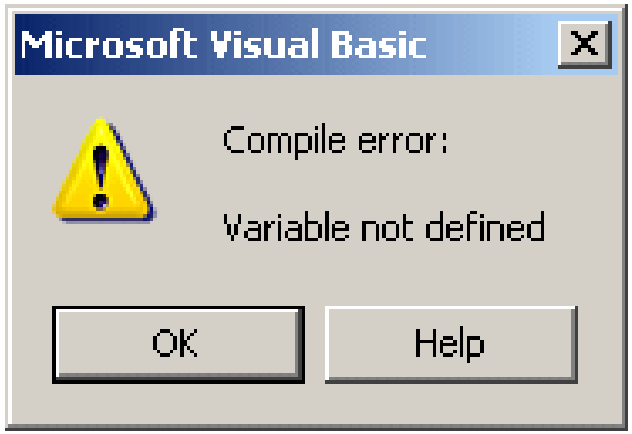
Só pode ser acedida por código do mesmo módulo

Pode ser acedida por código do mesmo módulo ou fora dele

Variável - Private/Public

```
Option Explicit

Private NomeC As String
```

```
Option Explicit

Private NomeF As String
Private NomeP As String

Sub ExemploPrivPubKO()
    Dim NomeP As String

    NomeP = "Maria"
    NomeF = "Silva"
    NomeC = NomeP & " " & NomeF
End Sub
```



Constantes

São usadas como “sinónimos” e previnem que um determinado valor seja alterado ao longo do programa.

Tal como as variáveis, também as constantes têm

- um nome alfanumérico
- um tipo de dados

Exemplo:

Const Nome **As** Tipo **=** expressão

Const IVA **As** Single **=** 0.23

Operadores e operandos

- Uma operação é uma ação executada com um ou mais valores para modificar um valor ou para obter um novo valor por combinação de valores existentes.

y + z

- Numa operação existe pelo menos um símbolo e um valor.
- O símbolo é o **operador +**
- O valor ou variável é um **operando y** e **z**

Operadores e Operandos

- Os operadores podem ser
  - unários `-x` (envolvem apenas um operando)
  - Binários `x+y` (envolvem dois operandos)

Dim (para declarar variáveis) é também um operador

Operadores

- Afectação **=**
- Continuação de linha **_**
- Parêntesis **( )**
- Vírgula **,**
- Aspas **“ “**
- Dois pontos **:**
- Concatenação de Strings **&**
- Mudança de linha **vbCrLf**

Operadores

Aritméticos

- Adição **+**
- Subtracção **–**
- Multiplicação *****
- Potenciação **^**
- Divisão décimal **/**
- Divisão Inteira ****
- Resto da divisão inteira **Mod**

Lógicos

- Menor **<**
- Maior **>**
- Menor ou igual **<=**
- Maior ou igual **>=**
- Igualdade **=**
- Desigualdade **<>**
- Conjunção **And**
- Disjunção **Or**
- Disjunção exclusiva **Xor**
- Negação **Not**

Parte 3 – Estruturas de Controlo Condicionais e Cíclicas

Estruturas de controlo - If…Then…Else

If condição **Then**

instruções

End If

If condição **Then**

instruções

Else

instruções

End If

Estruturas de controlo (encadeadas1)

```
If  condição1 Then
        instruções1
ElseIf condição2 Then
        instruções2
ElseIf condição3 Then
Else
        …
        instruções n
End If
```

```
If (nota<0)Or(nota>20)Then
   Resultado="Nota Inválida!"
ElseIf (nota<6) Then
   Resultado="Mau"
ElseIf (nota<10) Then
   Resultado="Mediocre"
ElseIf (nota<14) Then
   Resultado="Suficiente"
ElseIf (nota<17) Then
   Resultado="Bom"
Else
   Resultado="Muito Bom"
End If
```

Estruturas de controlo (encadeadas2)

```
If  condição1 Then
        instruções1
Else
        If condição2 Then
                instruções2
        Else
                If condição3 Then
                        instruções3
                Else
                        instruções4
                End If
        End If
End If
```

Estruturas de controlo - selection …case

```
Select case expressão
    Case instância
        instrução1
    Case condição
        instrução2
    Case Range Is
        instrução3
    Case Else
        instrução4
End Select
```

```
Select Case nota
    Case 0 To 6
        resultado = "Mau"
    Case 7 To 9
        resultado = "Mediocre"
    Case 10 To 13
        resultado = "Suficiente"
    Case 14 To 16
        resultado = "Bom"
    Case 17 To 20
        resultado = "Muito Bom"
End Select
```

```
Select Case nota
    Case Is > 10
        resultado = "Aprovado"
    Case Is < 10
        resultado = "Reprovado"
    Case Else
        resultado = "Tangente!"
End Select
```

Estruturas de Controlo

Do While condição

instruções

Loop

```
Contador=1
Soma=0
Do While contador <= n
    Soma=Soma+contador
    contador=contador+1
Loop
```

Do

instruções

Loop While condição

```
Contador=n
Fact=1
Do
    Fact=Fact*contador
    contador=contador-1
Loop While contador > 1
```

Estruturas de Controlo

Do Until condição
    instruções
Loop

```
contador = 1
Soma = 0
Do Until contador > n
    Soma = Soma + contador
    contador = contador + 1
Loop
```

Do
    instruções
Loop Until condição

```
Contador=0
Fact=1
Do
     contador = contador + 1
     Fact = Fact * contador
Loop Until contador >= n
```

Estruturas de Controlo

For contador= v_inicial **To** v_final

instruções

Next contador

```
For i = 1 To n Step 2
    Soma = Soma + i
Next i
```

For contador= v_inicial **To** v_final **Step** passo

instruções

Next contador

For Each objecto numa colecção

instruções

Next

Estruturas de Controlo (encadeadas)

For contador1= v_inicial1 **To** v_final1

For contador2= v_inicial2 **To** v_final2

instruções

Next contador2

Next contador1

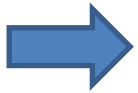
```
Dim i As Integer
Dim j As Integer
For i = 1 To n
    For j = 1 To n
        Worksheets("Sheet1").Cells(i, j).Value = i + j
    Next j
Next i
```

Instrução exit

As instruções ***Exit For*** and ***Exit Do*** permitem interromper um ciclo for e um ciclo while, respetivamente.

No caso de dois ciclos encadeados, a instrução ***exit*** interrompe apenas um deles (dependendo da posição onde é colocada).

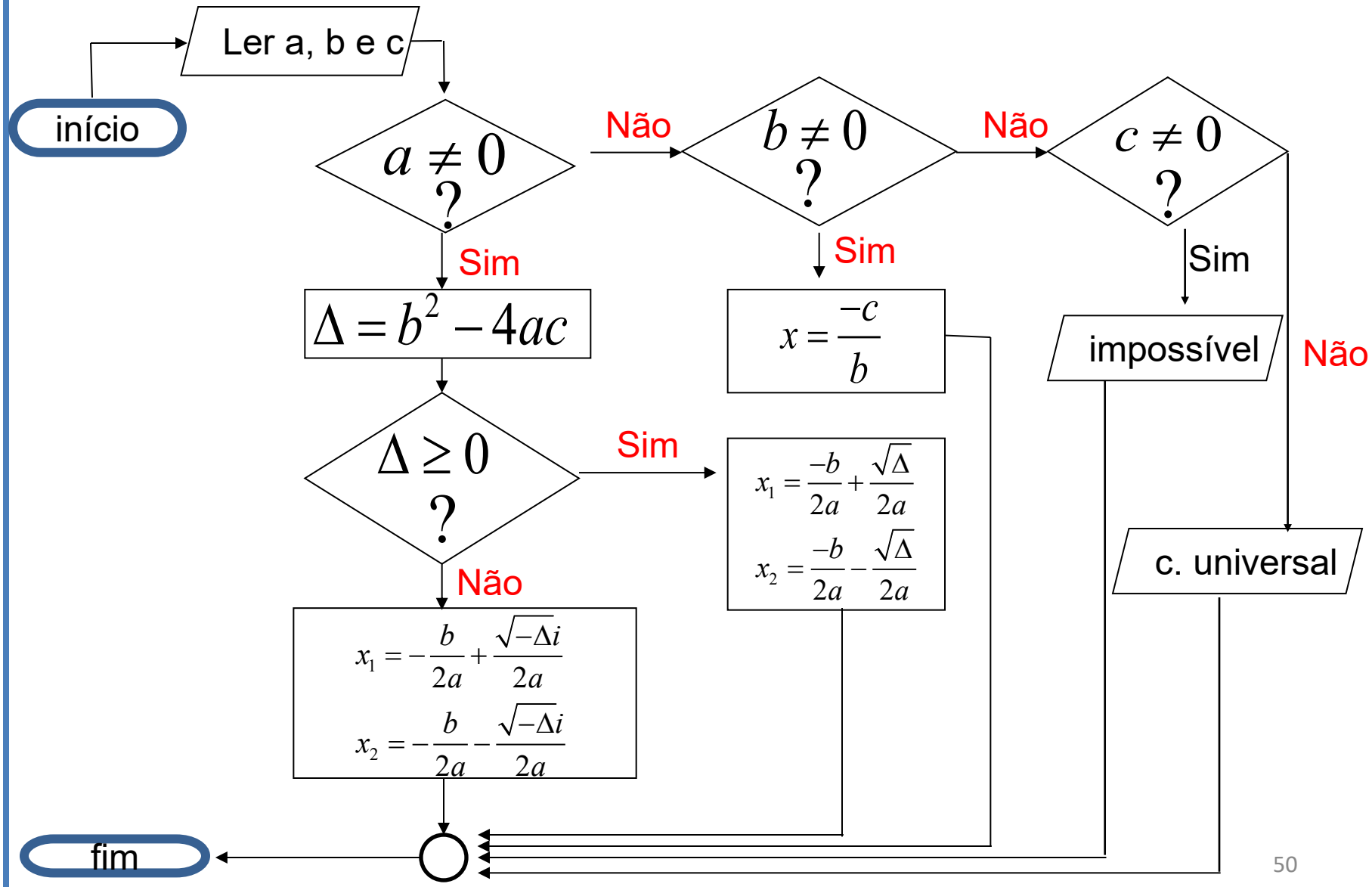
```
For i = 1 To 3
    For j = 1 To 10
        MsgBox ( i & " " & j)
        If j=2 Then
           Exit For
        End If
    Next j
Next i
```



```
1 1
1 2
2 1
2 2
3 1
3 2
```

Resolver Equação

$$ax^2 + bx + c = 0$$



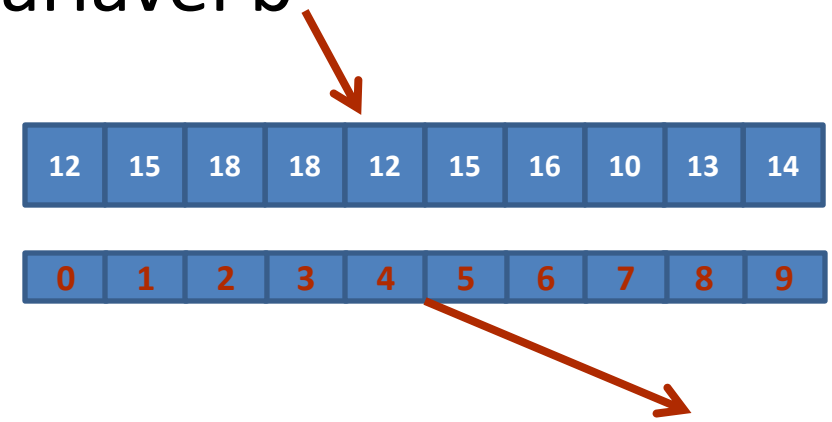
Parte 4 – Variáveis Indexadas, Algoritmos de Ordenação e Pesquisa

Variáveis indexadas

- **Array** (vector)

  Permitem armazenar numa variável vários valores desde que sejam todos do mesmo tipo

Variável b



b(0)=12

b(1)=15

...

b(9)=14

Valor do índice deve ser inteiro e por omissão começa em zero

Variáveis indexadas

Exemplo com strings

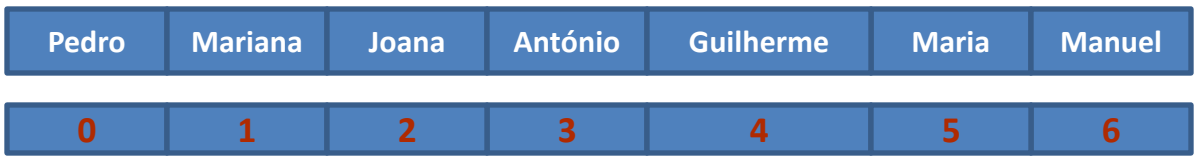
nomes(0)=“Pedro”

nomes(1)=“Mariana”

…

nomes(6)=“Manuel”

Variável *nomes*



Variáveis indexadas

- **Declarações Estáticas**

Dim nome(maior_índice) **As** Tipo

Dim nome(menor_índice **To** maior_índice) **As** Tipo

Exemplos:

Dim alunos(99) **As** String	(de 0 a 99)
Dim Medias(12) **As** Double	(de 0 a 12)
Dim alunosNovos(100 **To** 200) **As** String	(de 100 a 200)
Dim Medias(-100 **To** 100) **As** integer	(de -100 a 100)

Adicionalmente, com **Dim** os valores numéricos são inicializados a zeros e os alfanuméricos a strings nulas

Variáveis indexadas

- **Declaração** Dinâmica

  Quando não sabemos a dimensão do vector no momento da sua declaração

```
Dim nome_do_vector() As Tipo
...
ReDim nome_do_vector(1 To n)
...
ReDim Preserve nome_do_vector(1 To n+k)
```

Quanto ainda não sabemos a dimensão

Quanto já sabemos a dimensão

Se for necessário ajustar a dimensão sem perder os valores já existentes no vetor. (Apenas é possível alterar o limite superior)

Variáveis indexadas

- **Utilidade**

  Exemplo: uma empresa de produtos lacteos tem 100 produtos cada um com o seu preço e pretende atualizar o IVA que era de 6% e passou a ser de 23%.

100 variáveis

Declaração

```
Dim preço1 As Single
Dim preço2 As Single
            …
Dim preço100 As Single
Dim atualiza As Single
atualiza =0.23/0.06
```

Atualização

```
preço1 = atualiza*preço1
preço2 = atualiza*preço2
            …
preço100 = atualiza*preço100
```

1 variável indexada com 100 elementos

Declaração

```
Dim preços(1 To 100) As Single
Dim atualiza As Single
Dim i As Integer
atualiza =0.23/0.06
```

Atualização

```
For i=1 To 100
        preços(i) = atualiza*preços(i)
Next i
```

Variáveis indexadas - Exemplo

```
Sub Somatorio()
        Dim dados(1 To 10) As Integer
        Dim i As Integer
        Dim Soma As Integer
        Soma = 0

        For i = 1 To 10
              dados(i) = ActiveSheet.Cells(i, 1)
              Soma = Soma + dados(i)
        Next i
        MsgBox ("Soma=" & Soma)

        ReDim Preserve dados(1 To 20)
        For i = 11 To 20
               dados(i) = ActiveSheet.Cells(i, 1)
               Soma = Soma + dados(i)
        Next i
       MsgBox ("Soma=" & Soma)
End Sub
```

Lê o valor que está na célula (i,1) da folha do Excel

Mantêm os 10 valores do vetor e cria lugar para mais 10

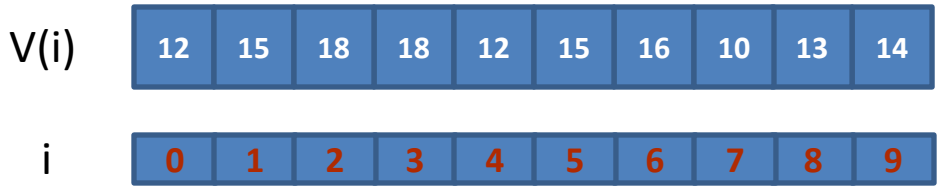
Instruções LBound e UBound

Indicam qual a primeira e a última posição do vetor.

```
Sub exemplo()
        Dim v(2 To 5) As Integer
        Dim s As String
        Dim i As Integer
        v(2)=10
        v(3)=20
        v(4)=30
        v(5)=40

        For i = LBound(v) To UBound(v)
            s= s & “ ” & v(i)
        Next i

        MsgBox (“O vetor tem " & UBound(v)-LBound(v)+1 & “elementos: ” & s)
End Sub
```

Algoritmos de pesquisa

- Dado um vector **v** determinar a (1ª) ocorrência (chave/posição) de um determinado elemento.



Pesquisa Sequencial

Dado um elemento **x**, percorrer de forma sequencial o vetor **v,** comparando cada x com v(i) até encontrar **x**.

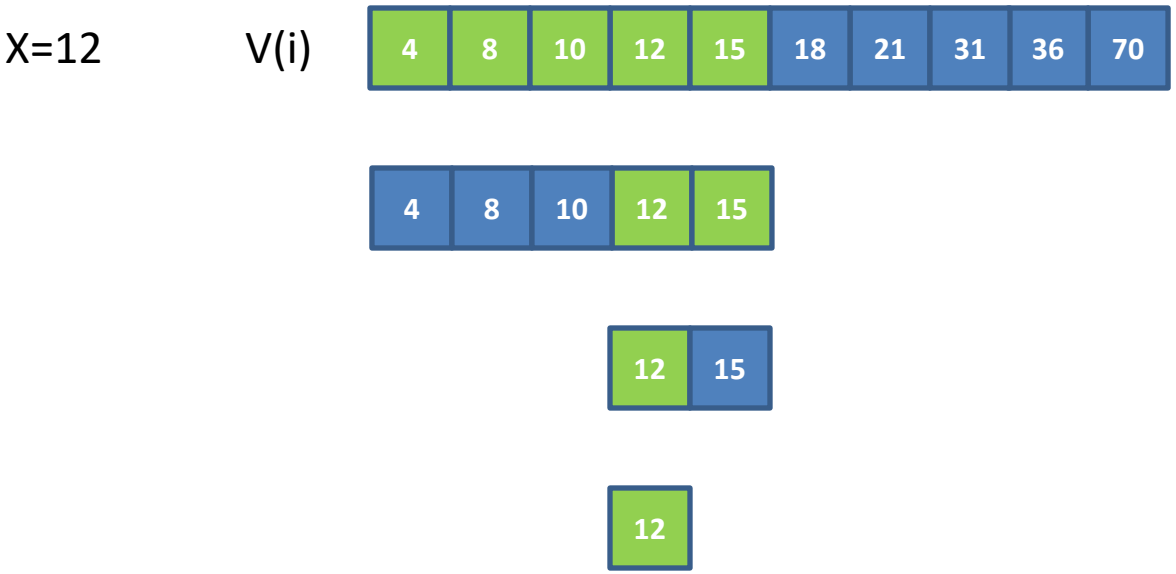
```
Posicao=-1
For i = 1 To n
      If v(i)=x Then
            Posicao=i
            Exit For
      End If
Next i

If Posicao = -1 Then
     MsgBox("Não existe no vetor")
Else
     MsgBox("Existe na posição " & Posicao)
End If
```

```
For i = 1 To n
      If v(i)=x Then

            Exit For
      End If
Next i

If i = n+1 Then
     MsgBox("Não existe no vetor")
Else
     MsgBox("Existe na posição " & i )
End If
```

Complexidade O(n)

Pesquisa Binária

- Assume que o vector contém apenas dados numéricos e encontra-se ordenado.
- Divide sucessivamente o vector ao meio até que x seja encontrado.



Pesquisa Binária

```
Esquerda = 0
Direita = n-1
Posicao=-1

Do While Esquerda<=Direita And Posicao=-1
        Meio = (Esquerda + Direita)\2
        If v(Meio)=x Then
                Posicao=Meio
                Exit Do
        ElseIf  v(Meio)> x Then
                Direita=Meio-1
        Else
                Esquerda=Meio +1
        End If
Loop
```

Complexidade O(log(n))

Algoritmos de Ordenação

Porquê ordenar vetores?

- Rapidez na pesquisa
- Agrupamento dos dados em classes
- Calculo de estatísticas descritivas: max, min, mediana, etc.
- Algoritmos mais complexos usam algoritmos de ordenação

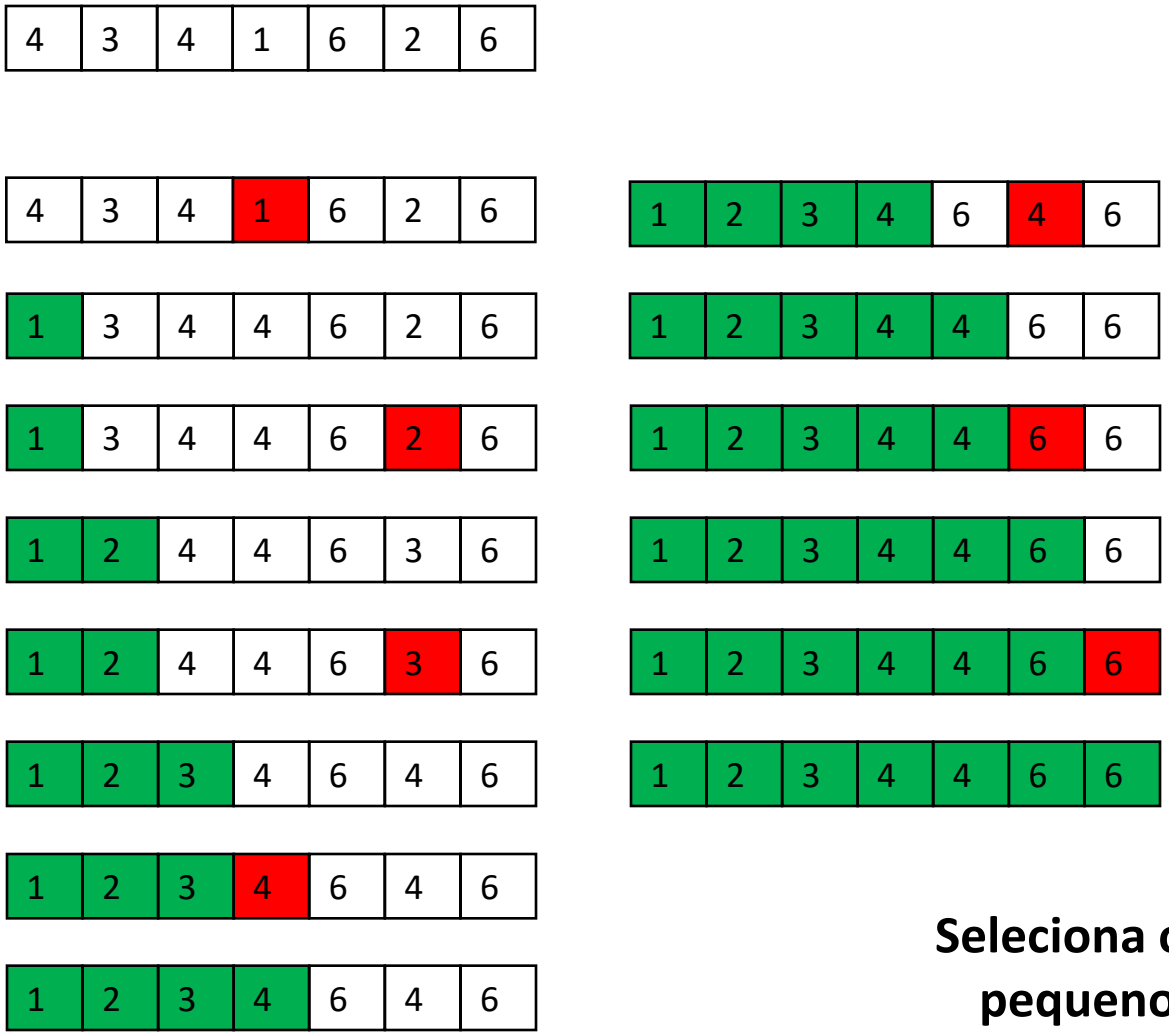
Algoritmos de Ordenação

É muito importante ter em conta a complexidade do algoritmo.

Métodos de ordenação (mais comuns):

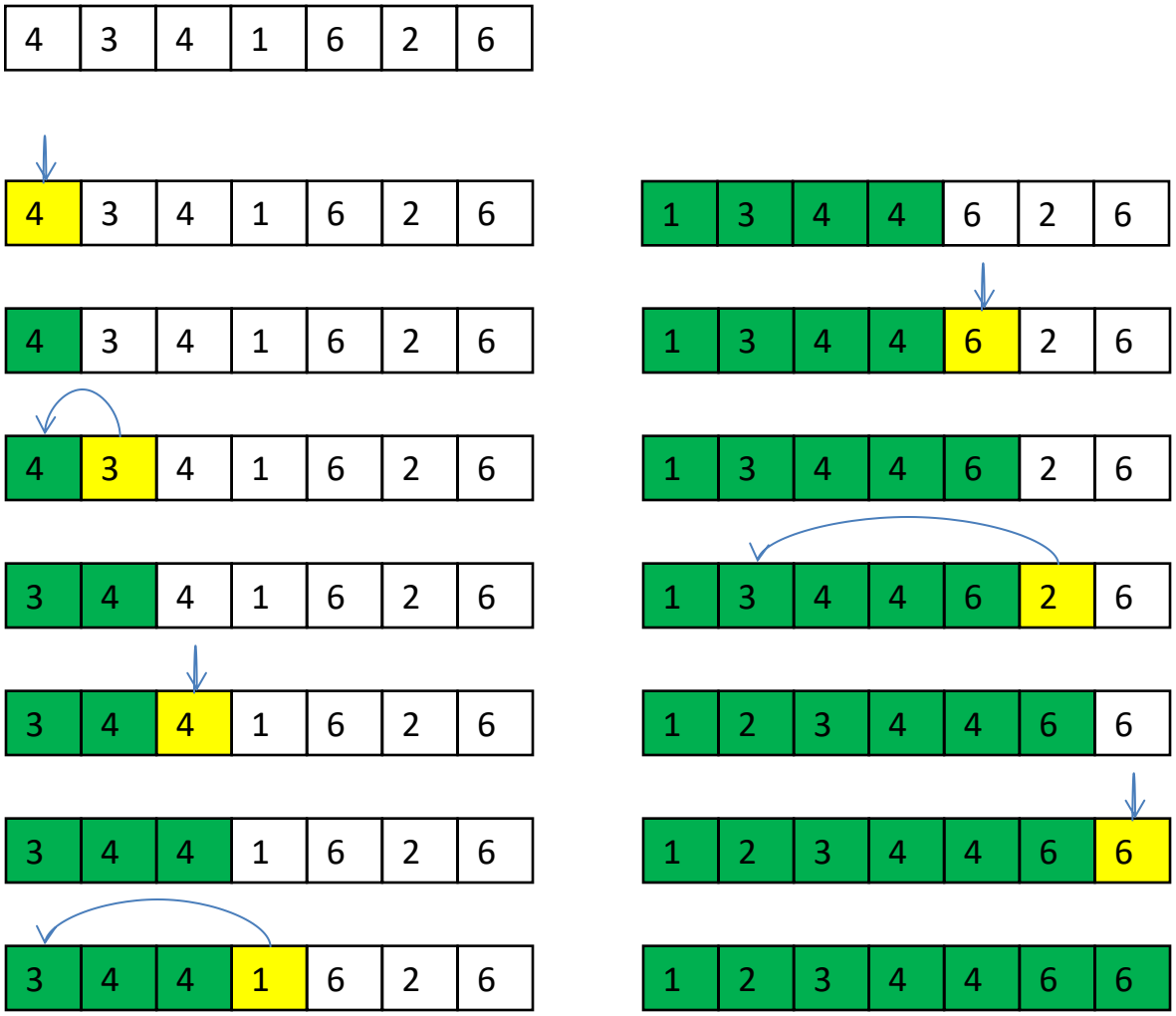
- Seleção (Selection Sort)
- Inserção (Insertion Sort)
- Troca (Bubble Sort, Quicksort)

Selection Sort



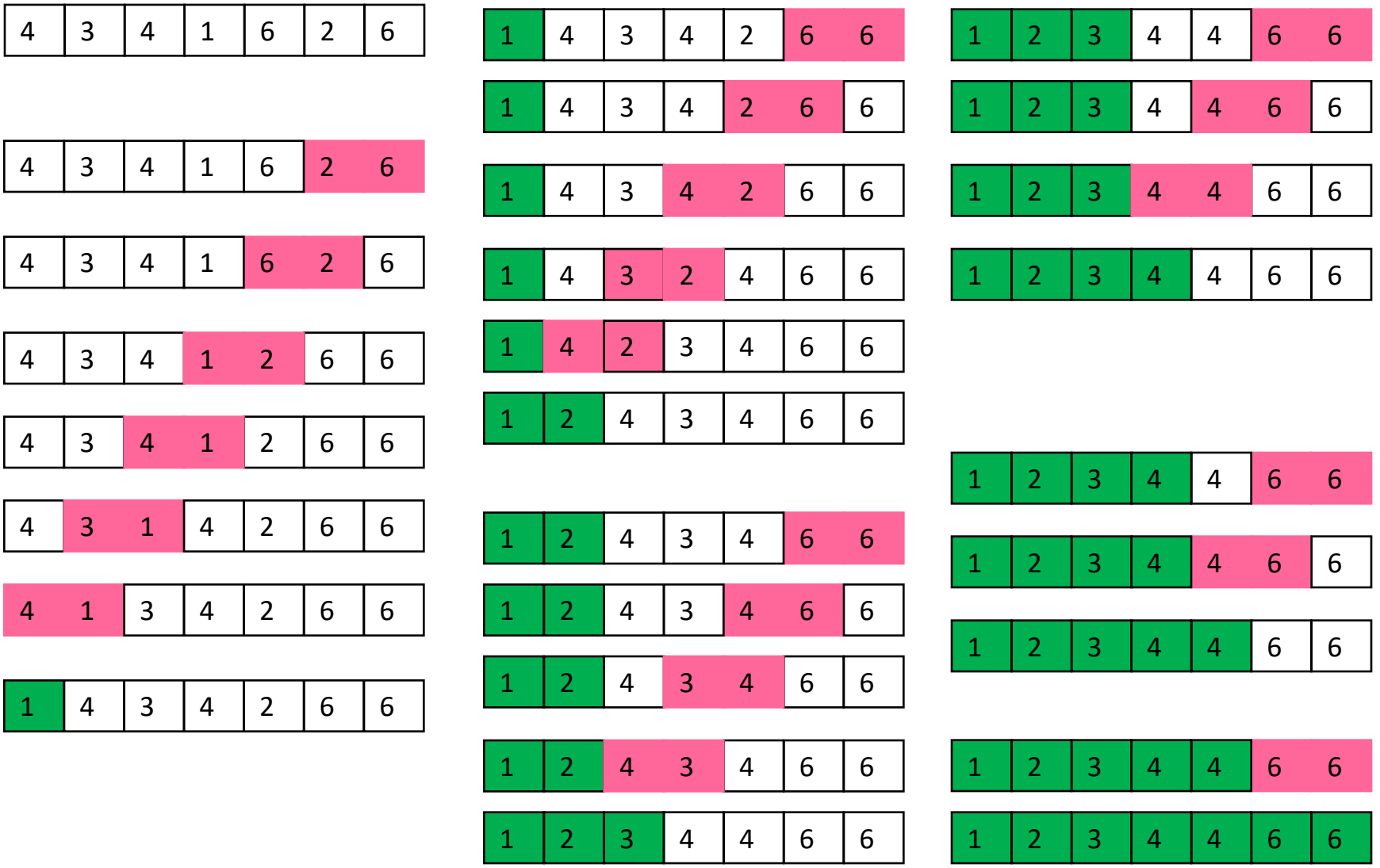
Seleciona o elemento mais pequeno e coloca-o no início.

Insertion Sort



Seleciona os elementos por ordem e vai-os colocando na posição correta.

Bubble Sort


4 3 4 1 6 2 6
4 3 4 1 6 2 6
4 3 4 1 6 2 6
4 3 4 1 2 6 6
4 3 4 1 2 6 6
4 3 1 4 2 6 6
4 1 3 4 2 6 6
1 4 3 4 2 6 6
1 4 3 4 2 6 6
1 4 3 4 2 6 6
1 4 3 2 4 6 6
1 4 2 3 4 6 6
1 2 4 3 4 6 6
1 2 4 3 4 6 6
1 2 4 3 4 6 6
1 2 4 3 4 6 6
1 2 3 4 4 6 6
1 2 3 4 4 6 6
1 2 3 4 4 6 6
1 2 3 4 4 6 6
1 2 3 4 4 6 6
1 2 3 4 4 6 6
1 2 3 4 4 6 6

Exemplo Bubble Sort

Procedimento Bubble(vector de inteiros A[1…n])

//para ordenar por ordem crescente A

```
Para i=1 até n-1                          (1)
    Para j=i+1 até n                      (2)
        Se A(i) > A(j)  então             (3)
            'trocar A(i) com A(j)
            temp= A(i)                    (4)
            A(i) = A(j)                   (5)
            A(j) = temp                   (6)
```

Complexidade

Análise do pior caso:

7	6	5	4	3	2	1

- Os três algoritmos descritos têm complexidade O(n^2).
- Existem algoritmos mais eficientes com complexidade O(nlog(n)). Exemplos: Mergesort, Heapsort, etc..
- No entanto: Selection sort, Insertion sort e Bubble sort são "rápidos" para vetores de pequena dimensão e fáceis de implementar.

Variáveis indexadas multidimensionais

Matrizes

Dim nome_matriz(num_linhas,num_colunas) **As** Tipo

Exemplo:

Dim Mat1(1 To 4,1 To 3) **As** Integer →

0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

Mat1(2,2)=6
Mat1(0,0)=1
…
Mat1(3,2)=13

→

1	5	7
3	2	4
11	10	6
8	12	13

Variáveis indexadas

- **Manipulação de Matriz ciclos encadeados**

```
Public Sub mat()
    Dim mat(1 To 4, 1 To 4) As Integer
    Dim i As Integer
    Dim j As Integer
    Dim k As Integer
    For i = 1 To 4
        For j = 1 To 4
            mat(i, j) = Cells(i, j)
        Next j
    Next i
    k = 6
    For i = 1 To 4
        For j = 1 To 4
            Cells(i + k, j + k) = mat(i, j)
        Next j
    Next i
End Sub
```

Lê uma matriz 4x4 a partir de uma folha de Excel e reescreve-a num lugar diferente da folha do Excel.

Parte 5 – Funções

Procedimentos e Funções

- Os procedimentos ou subrotinas destinam-se a realizar um conjunto de tarefas mas não têm necessariamente que devolver qualquer resultado

- Uma função destina-se a realizar um conjunto de tarefas e a devolver um resultado

Funções

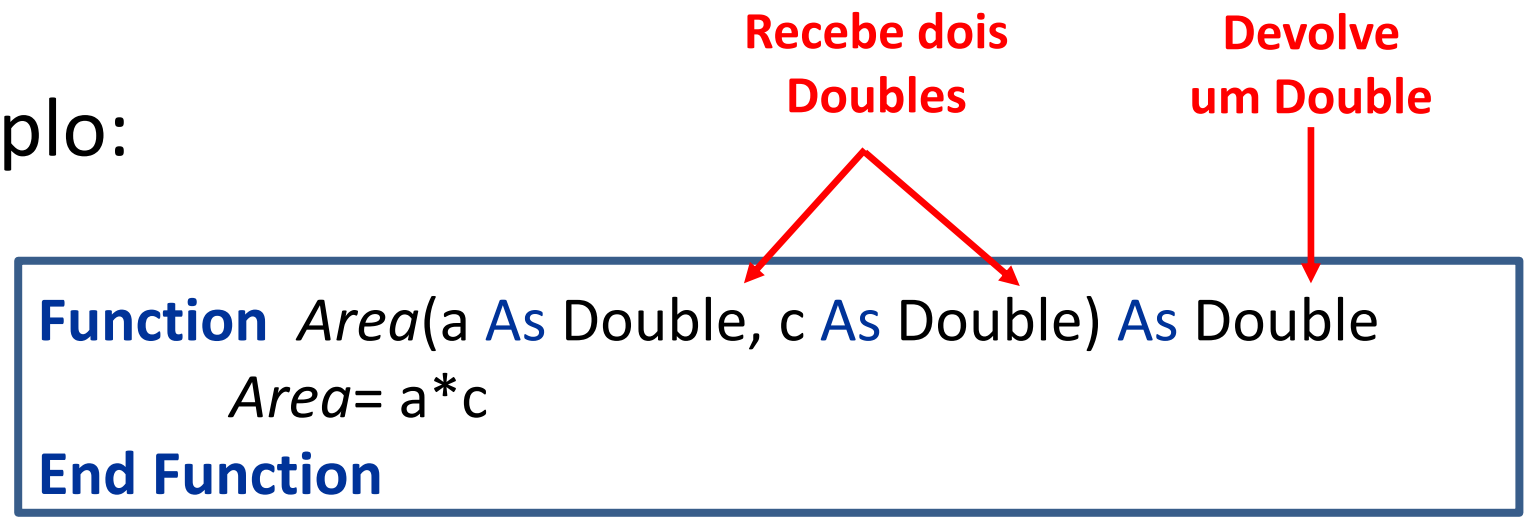
Function Nome (arg1,arg2,…) Tipo de dado

‘ Lista de instruções

Nome=resultado

End Function

Exemplo:



Exemplo: Função fatorial

```
Private Sub Combina()
    Dim n As Integer
    Dim p As Integer
    Dim Comb As Double
    n = InputBox("Numero de elementos")
    p = InputBox("Grupos de quantos elementos")
    If n > 0 And p > 0 And n >= p Then
        Comb = fatorial(n) / (fatorial(n - p) * fatorial(p))
        MsgBox (" num. de combinações " & Comb)
    Else
        MsgBox (" Erro, dados inválidos ")
    End If
End Sub
```

Programa principal

Função Auxiliar

```
Public Function fatorial(n As Integer) As Double
    Dim i As Integer, f As Double
    f = 1
    For i = 2 To n
        f = f * i
    Next i
    fatorial = f
End Function
```

Procedimentos

Sub Nome (arg1,arg2,…)

‘ Lista de instruções

End Sub

Call Nome()

```
Public Sub exemplo()
    Dim x As Integer
    Dim y As Integer
    x = InputBox("introduza um inteiro")
    y = InputBox("introduza um inteiro")
    MsgBox ("(" & x & "," & y & ")=>" & " Soma:" & x +y)
End Sub
```

```
Public Sub chamada()
    Call exemplo
End Sub
```

*A instrução ***Exit Sub*** permite terminar imediatamente um procedimento.

Passagem de parâmetros

- **ByVal** O que é passado à função ou ao procedimento é uma cópia do valor corrente da variável.

  Dentro da função ou procedimento esse valor é alterados mas no retorno ao programa o valor da variável continua igual ao que era na altura da chamada

- **ByRef** O que é passado à função ou ao procedimento é o endereço da variável, uma autorização para alterar o seu valor. Dentro da função ou procedimento o valor da variável é alterado e no retorno ao programa essa variável ira assumir um novo valor (de acordo com as alterações feitas)

Exemplo de passagem de argumentos

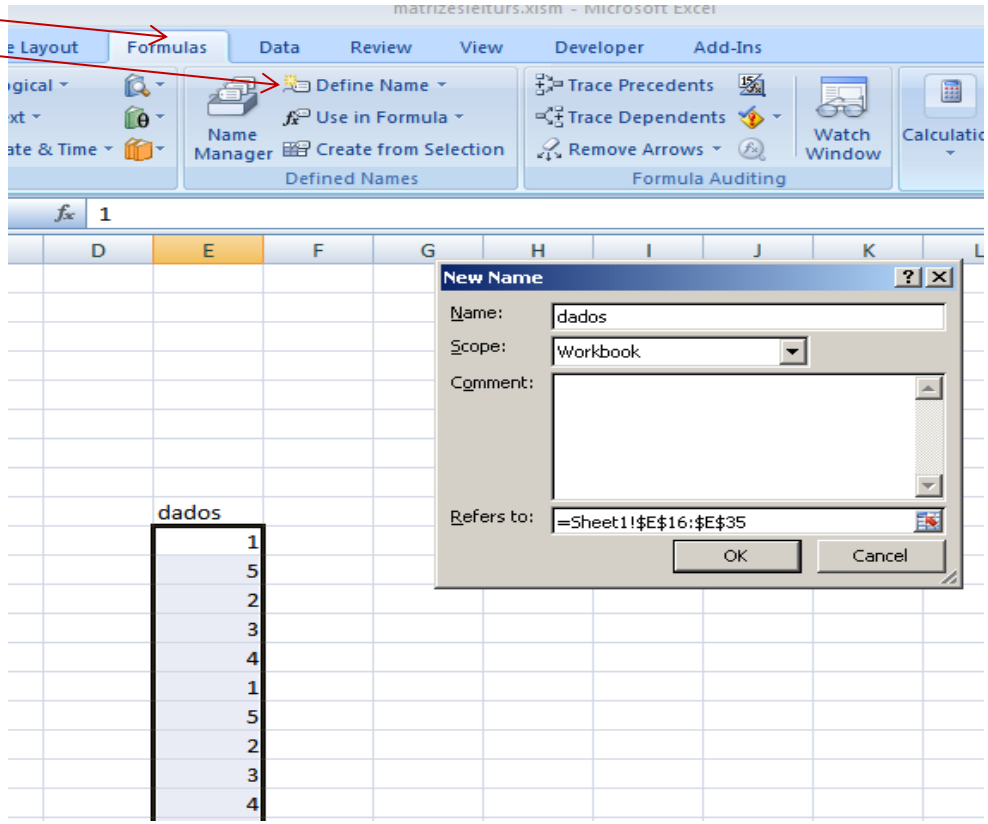
```
Public Sub principal()
    Dim x As Integer
    Dim y As Integer
    x = 1:y = 2
    MsgBox ("antes de nãoTroca (x,y)=(" & x & "," & y & ")")
    Call NãoTroca(x, y)
    MsgBox ("depois de nãoTroca (x,y)=(" & x & "," & y & ")")
    Call troca(x, y)
    MsgBox ("depois de Troca (x,y)=(" & x & "," & y & ")")
End Sub
```

```
Public Sub troca(ByRef a As Integer, ByRef b As Integer)
    Dim temp As Integer
    temp = a : a = b : b = temp
End Sub
```

```
Public Sub NãoTroca(ByVal a As Integer, ByVal b As Integer)
    Dim temp As Integer
    temp = a : a = b : b = temp
End Sub
```

Usar as funções do excel

Definir nome => dados



Med = Application.worksheetFunction.Average(Range("dados"))

Recursividade

Uma função recursiva é uma função que se chama a ela própria. Neste tipo de função é extremamente importante definir cuidadosamente o critério de paragem.

Exemplos

- Fatorial
- Números de Fibonacci
- Algoritmo de Euclides
- Torres de Hanoi (dupla)

Exemplo: Fatorial

fatorial(6)
6 * fatorial(5)
6 * 5 * fatorial(4)
6 * 5 * 4 * fatorial(3)
6 * 5 * 4 * 3 * fatorial(2)
6 * 5 * 4 * 3 * 2 * fatorial(1)
6 * 5 * 4 * 3 * 2 * 1

6 * 5 * 4 * 3 * 2
6 * 5 * 4 * 6
6 * 5 * 24
6 * 120
720

```
Function fatorial(n As Integer) As Integer
   If n = 1 Then
      fatorial = 1
    Else
       fatorial = n * fatorial(n - 1)
    End If
End Function
```

Exemplo: Algoritmo de Euclides

Dados 2 números inteiros m e n, calcular o seu máximo divisor comum mdc(m,n).

Ler m e n (inteiros diferentes de 0);
Enquanto (n!=0)
Torne resto=m mod n
m=n
n=resto
Escrever mdc(m,n)=m; **STOP**

```
Function mdc(a, b)
  If b = 0 Then
    mdc = a
  Else
    mdc = mdc(b, a Mod b)
  End If
End Function
```

Exemplo: Fibonacci

Mês 0 No início da experiência existe apenas um par de coelhos.

Mês 1 Após um mês, os coelhos acasalaram mas ainda não deram à luz (portanto existe somente um par de coelhos).

Mês 2 Neste mês já a fêmea deu à luz um par de coelhos. Existem agora dois pares de coelhos.

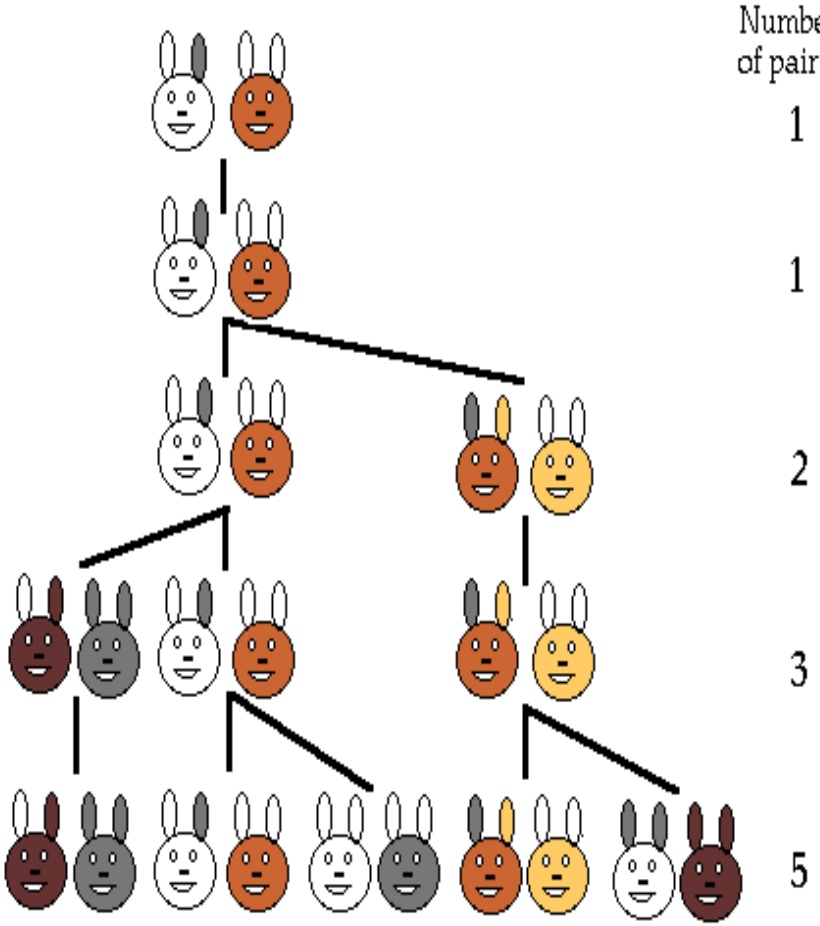
Mês 3 Depois de 3 meses, o par inicial de coelhos dá à luz mais um par de coelhos. No entanto, o segundo par acasala. Isto faz então um total de três pares.

Mês 4 Aos 4 meses, o par original tem mais um par de coelhos. O par nascido no mês 2 também dá à luz. O par de coelhos nascido no mês 3 acasalam,mas ainda não dão à luz. Isto faz um total de cinco pares.

Mês 5 Aos 5 meses, todos os pares que nasceram até há dois meses dão à luz. Isto totaliza oito pares.

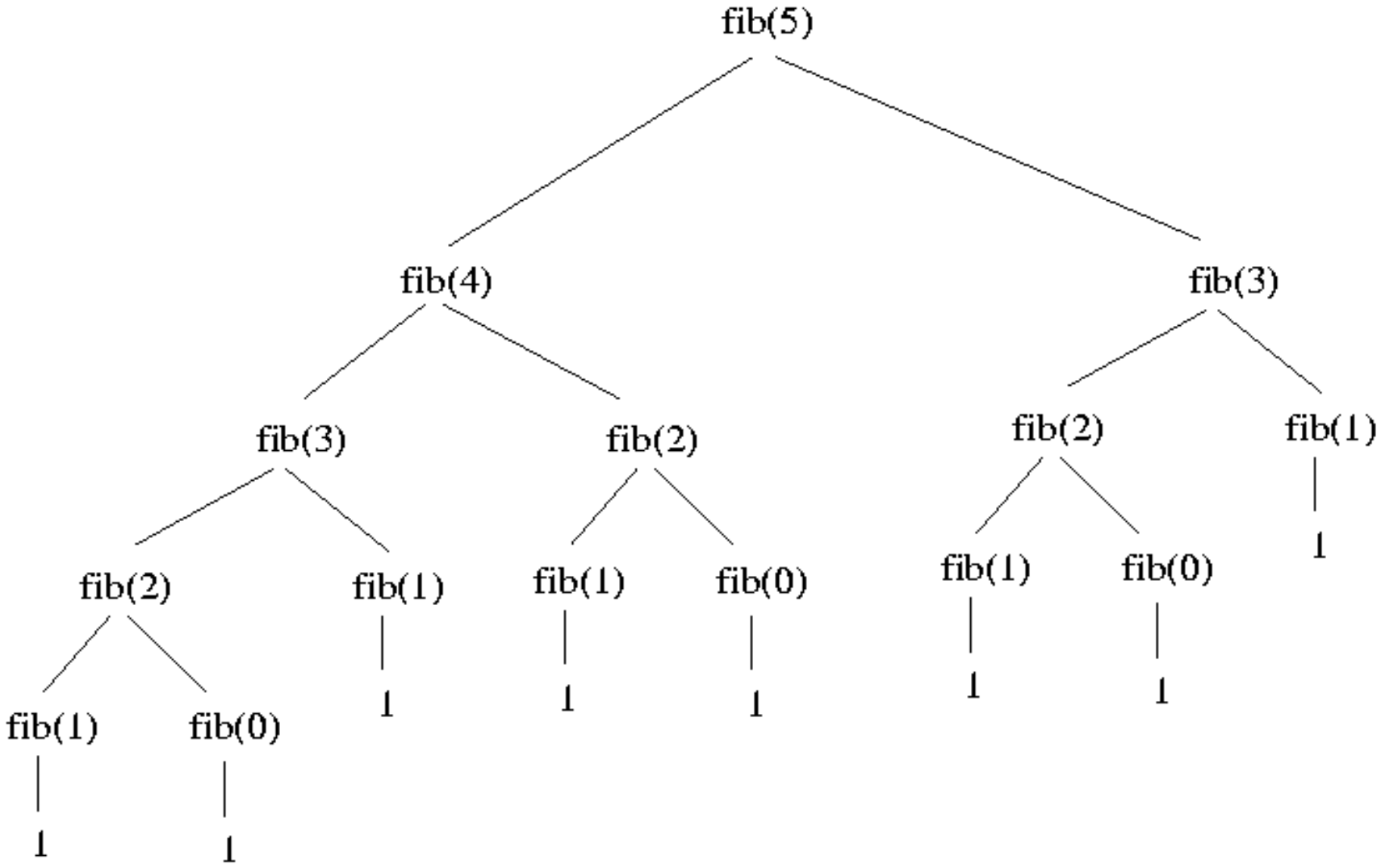
$$fib(0) = 1$$
$$fib(1) = 1$$
$$fib(n) = fib(n-1) + fib(n-2), \text{ para } n > 1$$

Exemplo: Fibbonacci




```
'calcula o n-ésimo número de Fibonacci
Function Fib(n)
  If n = 0 Or n = 1 Then
      Fib = 1
  Else
      Fib = Fib(n - 1) + Fib(n - 2)
  End If
End Function
```

Exemplo: Fibbonacci



Exemplo: Torres de Hanoi

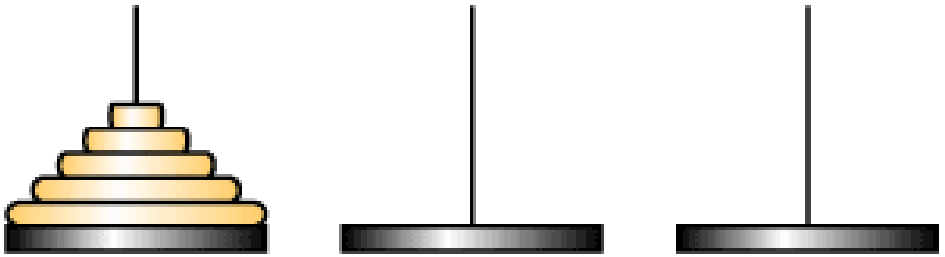
O problema das Torres de Hanói foi inicialmente proposto pelo matemático francês Edouard Lucas, em 1883.

"No grande templo de Brahma em Benares, numa bandeja de metal sob a cúpula que marca o centro do mundo, três agulhas de diamante servem de pilar a sessenta e quatro discos de ouro puro. Incansavelmente, os sacerdotes transferem os discos, um de cada vez, de agulha para agulha, obedecendo sempre à lei imutável de Brahma: Nenhum disco se poderá sobrepor a um menor. No início do mundo todos os sessenta e quatro discos de ouro, foram dispostos na primeira das três agulhas, constituindo a Torre de Brahma. No momento em que o menor dos discos for colocado de tal modo que se forme uma vez mais a Torre de Brahma numa agulha diferente da inicial, tanto a torre como o templo serão transformados em pó e o ribombar de um trovão assinalará o fim do mundo."

Exemplo: Torres de Hanoi

Restrições a obedecer na movimentação dos discos

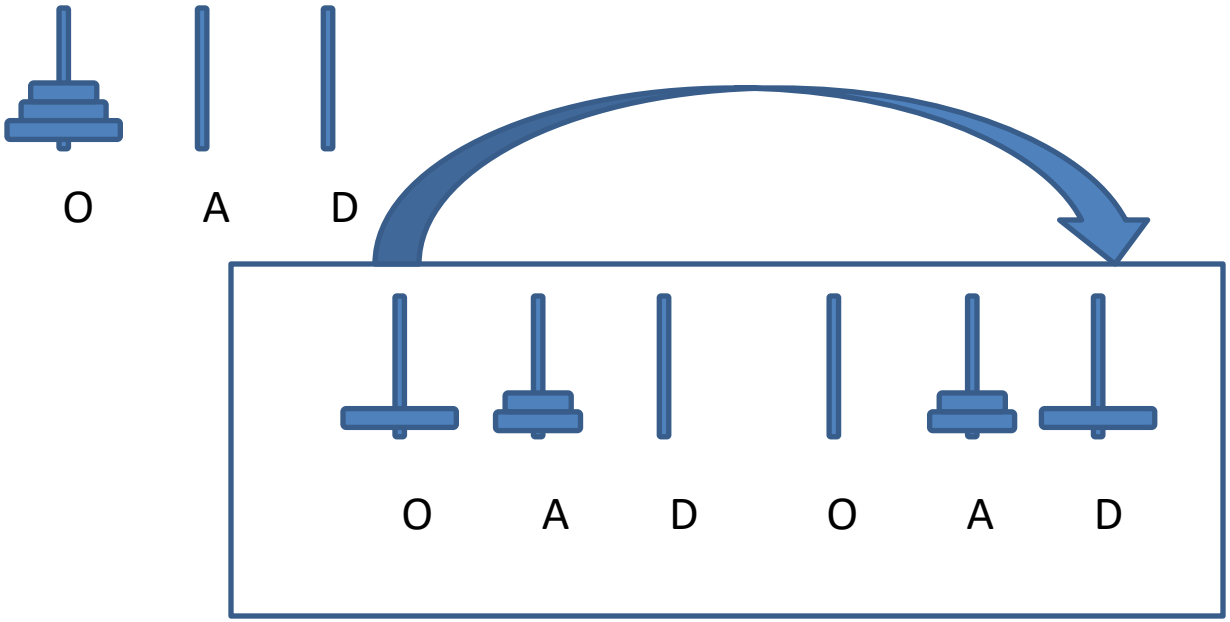
1. apenas se pode mover um único disco por vez;
2. só se podem mover discos que estão no topo;
3. nenhum disco pode ser colocado sobre outro menor;

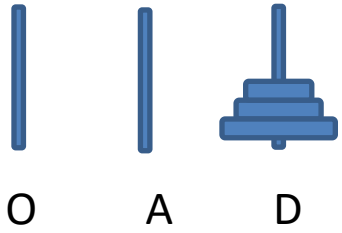


Para mover o disco maior para o poste destino

Todos os discos no poste auxiliar e o poste destino vazio.
=> Transferir todos os outros discos do poste original para o poste auxiliar
o poste Final funciona como auxiliar
Asseguir
=> Transferir todos os outros discos do poste auxiliar para o poste final
o poste Inicial funciona como auxiliar

Recursão





Algoritmo

```
Hanoi (n, posteInicial, posteAuxiliar,  posteFinal)
  Se n=1 Então
        MoveDisco(1, posteInicial, posteFinal)
  Senão
        Hanoi (n -1, posteInicial, posteFinal, posteAuxiliar)
        MoveDisco(n, posteInicial, posteFinal)
        Hanoi (n -1 , posteAuxiliar, posteInicial, posteFinal)
```

$$T(n) = \begin{cases} 1 & se \quad n = 1 \\ 2T(n-1)+1 & se \quad n > 1 \end{cases}$$

VBA- Hanoi recursivo

```
Public Sub Hanoi(i As Integer, O As String, A As String, D As String)
    If i = 1 Then
        MsgBox ("mover disco " & i & " de " & O & " para " & A)
    Else
        Call Hanoi(i - 1, O, D, A)
        MsgBox ("mover disco " & i & " de " & O & " para " & A)
        Call Hanoi(i - 1, D, A, O)
    End If
End Sub
```

```
Public Sub jogo()
    Dim n As Integer
    Dim k As Integer
    Dim Origem As String
    Dim trabalho As String
    Dim destino As String
    Origem = "Origem"
    trabalho = "Trabalho"
    destino = "Destino"
    n = 3
    Call Hanoi(n, Origem, destino, trabalho)
End Sub
```

Número mínimo de movimentos

Resumindo para n>1 tem-se

$$T(n) = 2^n - 1$$

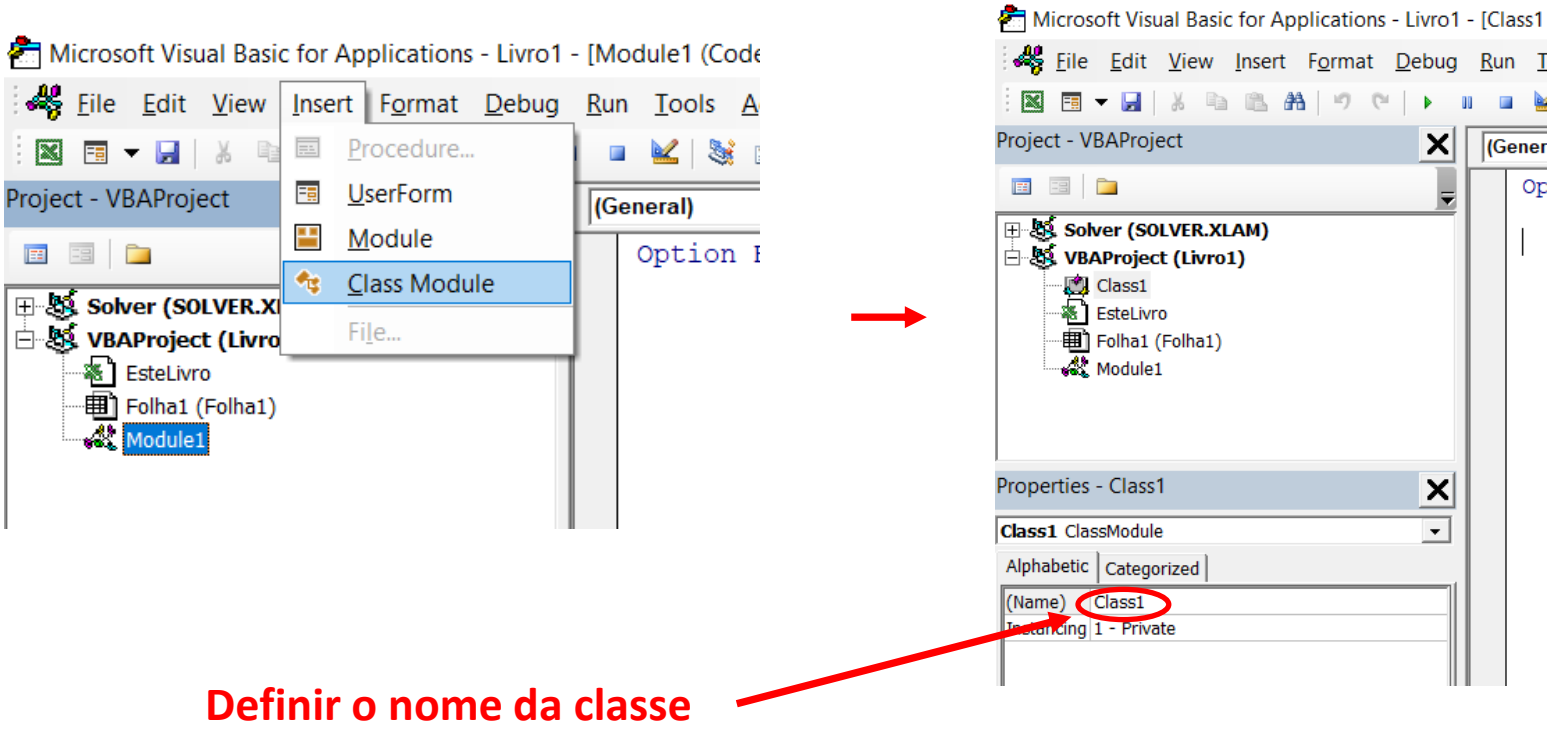
ou seja, se os monges conseguirem um ritmo de um disco por segundo até que o mundo se desvaneça são necessários 2^{64} segundos, isto é cerca de 584942417 milénios

Podemos estar trânquilos!!!!!

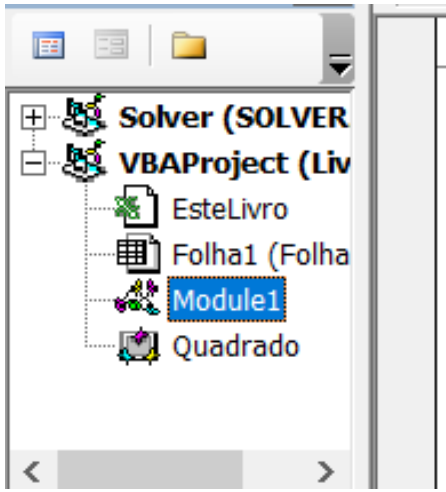
Parte 6 – Classes e Objetos

Classes

Uma **classe** é um tipo de dado estruturado com diversos **atributos (variáveis)** e **métodos (funções / procedimentos)** que alteram os seus atributos.



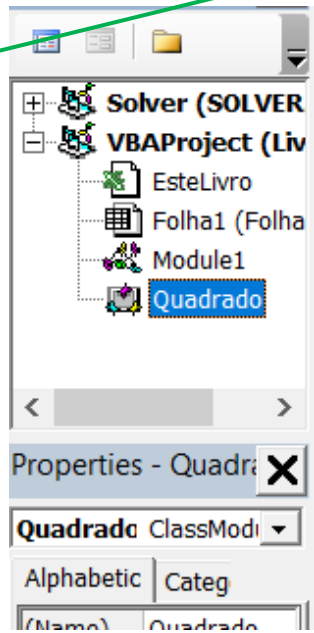
Classe Quadrado (exemplo)




```
Option Explicit

Sub teste()
    Dim Q1 As Quadrado
    Set Q1 = New Quadrado

    Q1.lado = InputBox("Lado do quadrado: ")
    MsgBox ("A área é " & Q1.area)
    MsgBox ("O perimetro é " & Q1.perimetro)
End Sub
```

O objeto Q1 é inicializado como tendo lado igual 0

O ponto "." é usado para aceder aos atributos e métodos do objeto




```
Option Explicit

Public lado As Double

Private Sub Class_Initialize ()
    lado = 0
End Sub

Public Function area()
    area = lado ^ 2
End Function

Public Function perimetro()
    perimetro = 4 * lado
End Function
```

Classes e objetos

Um **objecto** é uma instância de uma **classe** e o conjunto dos atributos e métodos de uma classe são chamados **membros**.

Exemplo: A classe **Quadrado** tem 3 membros: um atributo ***lado*** e dois métodos ***area*** e ***perimetro***. Além disso, Q1 é um objeto do tipo **Quadrado**.

Capítulo II

Objetos do Excel e ambientes gráficos

Parte 1 – Objetos do Excel

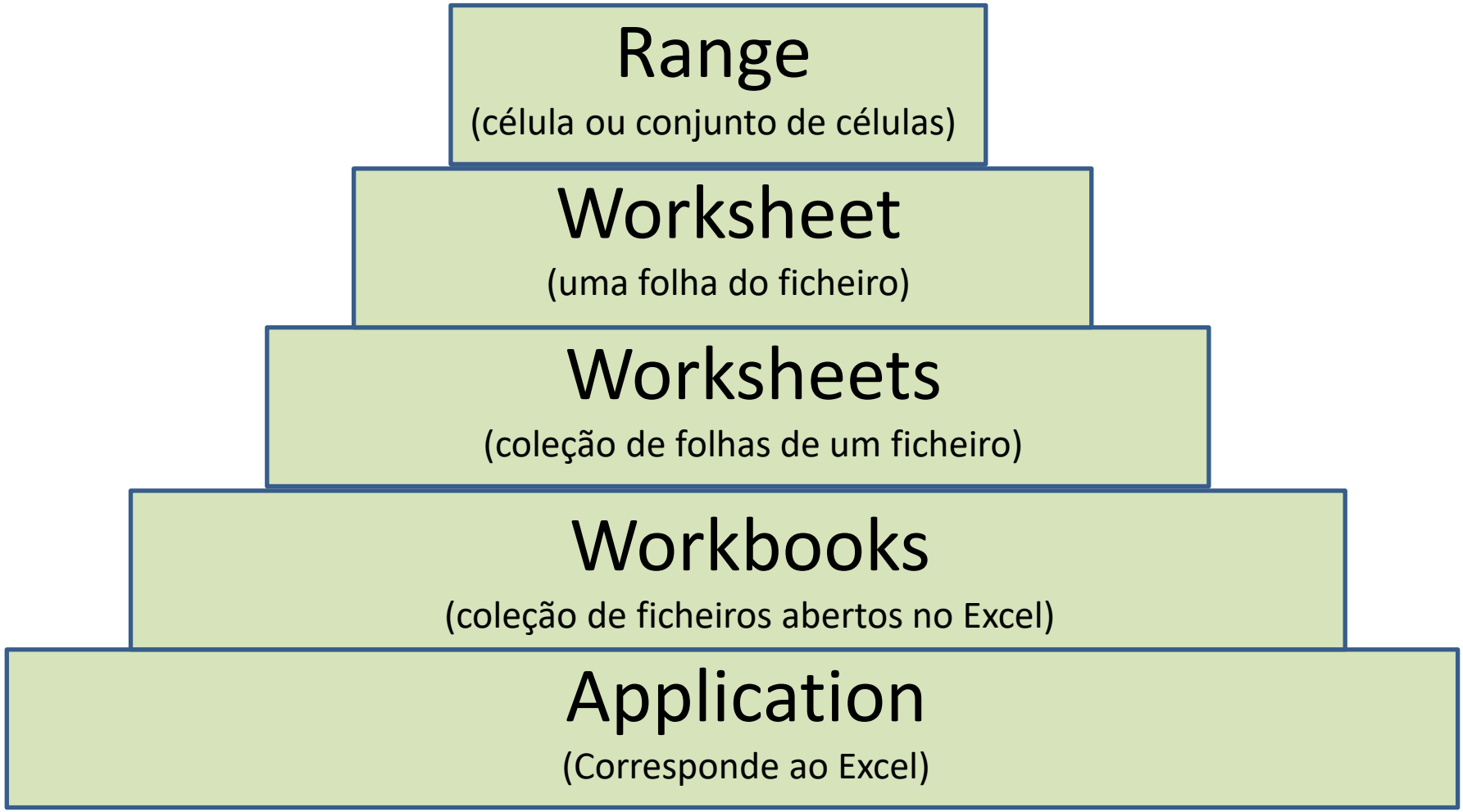
Objetos do Excel

Um ***objeto*** é tudo o que pode ser visto e manipulado de alguma forma, são componentes passíveis de serem programadas

Exemplos: Application, workbook, worksheet, Range,…

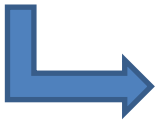
Também são objetos aqueles que permitem, construir uma interface gráfica: os ***controlos*** que são colocados em janelas especiais designadas por ***forms***.

Objetos (hierarquia)



Principais métodos do Excel

Nome do livro ativo no Excel

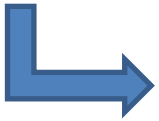


LivroAtivo = *Application.ActiveWorkbook.Name*

Nome da folha do Excel ativa

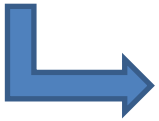
FolhaAtiva = *Workbooks(…).ActiveSheet.Name*

Tornar Ativa a folha do Excel com o nome "Dados"



Worksheets("Dados"*).Activate*

Mudar o nome da folha ativa para "NovoNome"



ActiveSheet.Name = "NovoNome"

Principais métodos do Excel

Ler dados da folha ativa do Excel

valor = *Application.Cells(*1, 3*)*

valor = *ActiveSheet.Range(*"A3"*).Value*

Escrever dados na folha ativa do Excel

*Application.Cells(*1,3*)* = valor

ActiveSheet.Range("A3"*).Value* = valor

Usar funções do Excel

media = *Application.WorksheetFunction.Average(*

Range(ActiveSheet.Cells(2, 2), ActiveSheet.Cells(12, 2)))

media = *Application.WorksheetFunction.Average(Range*("E2", "E11"*))*

Principais métodos do Excel

Criar nova folha ("FolhaNova“) antes da que está ativa

Worksheets.Add Before:=Worksheets(Worksheets.Count)

ActiveSheet.Name = "FolhaNova“

Guarda o livro do Excel

Application.ActiveWorkbook.Save

Sair do Excel

Application.Quit

Parte 2 – Ambientes Gráficos

Comunicação com o utilizador

i. Status bar

ii. Message Boxes

iii. Input Boxes

iv. User forms

i. Status bar

- Mensagens simples podem ser visualizadas na barra de estado do programa enquanto algumas ações são executadas.

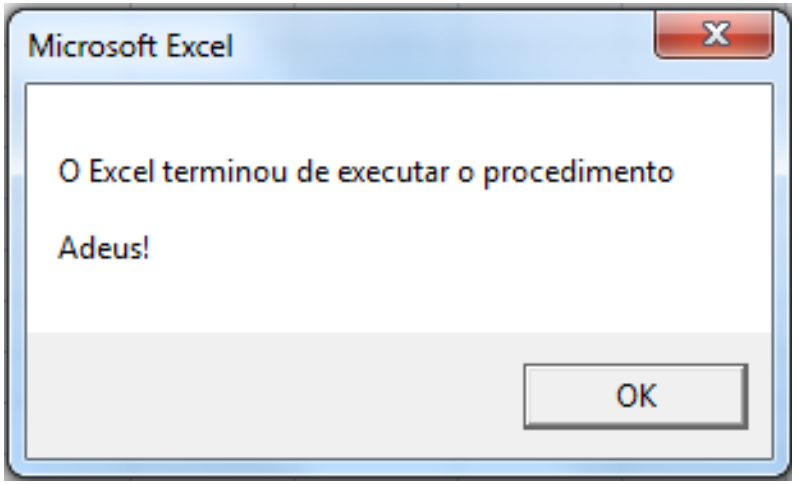
```
Application.DisplayStatusBar = True
Application.StatusBar = "Please be patient..."
    ' Instruções
Application.StatusBar = False
```

ii. Message Box

- Informar o utilizador sobre a execução de um procedimento
- Pedir ao utilizador que tome uma simples ação: Sim vs. Não
- Avisar o utilizador da existência de algum erro
- Etc...

ii. Message Box - simples

- Message Box simples

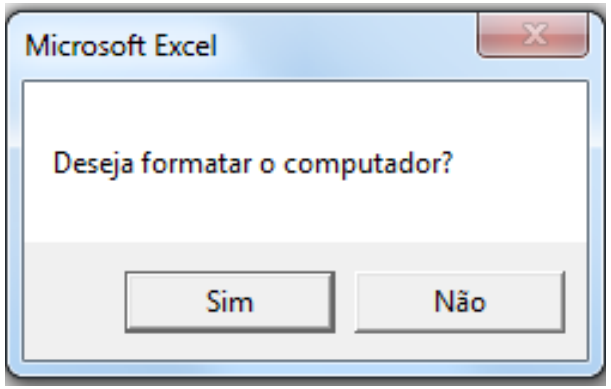



```
Dim mensagem As String

mensagem= "O Excel terminou de executar o procedimento" _
                    & vbCr & vbCr & "Adeus!"
MsgBox mensagem
```

ii. Message Box - botões

Message Box com botões Sim/Não

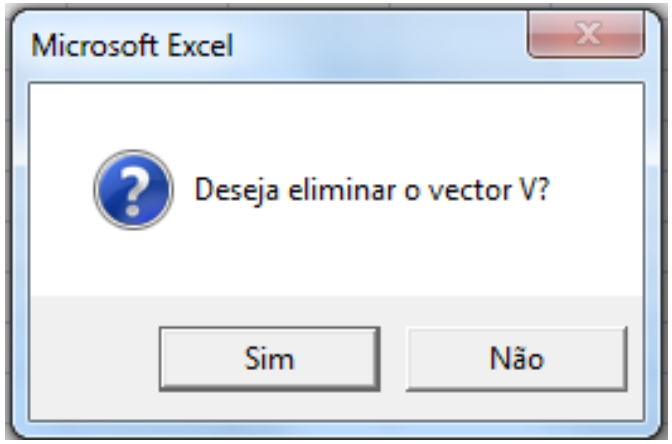
```
Dim op As Long
op = MsgBox(”Deseja formatar o computador?”, vbYesNo)
If op=vbYes Then
    MsgBox “Contacte o seu programador”
Else
    MsgBox “Computador não formatado”
End if
```



ii. Message Box - Icones

- Colocar um icone numa MsgBox

op = MsgBox(”Deseja eliminar o vector V?”, **vbYesNo** + **vbQuestion**)



ii. Message Box - botões

TABLE 13.1: Message Box Types, Controlled by the *buttons* Argument

VALUE	CONSTANT	BUTTONS
0	vbOKOnly	OK
1	vbOKCancel	OK, Cancel
2	vbAbortRetryIgnore	Abort, Retry, Ignore
3	vbYesNoCancel	Yes, No, Cancel
4	vbYesNo	Yes, No
5	vbRetryCancel	Retry, Cancel

ii. Message Box - botões

TABLE 13.5: Constants for Selected Buttons

VALUE	CONSTANT	BUTTON SELECTED
1	vbOK	OK
2	vbCancel	Cancel
3	vbAbort	Abort
4	vbRetry	Retry
5	vbIgnore	Ignore
6	vbYes	Yes
7	vbNo	No

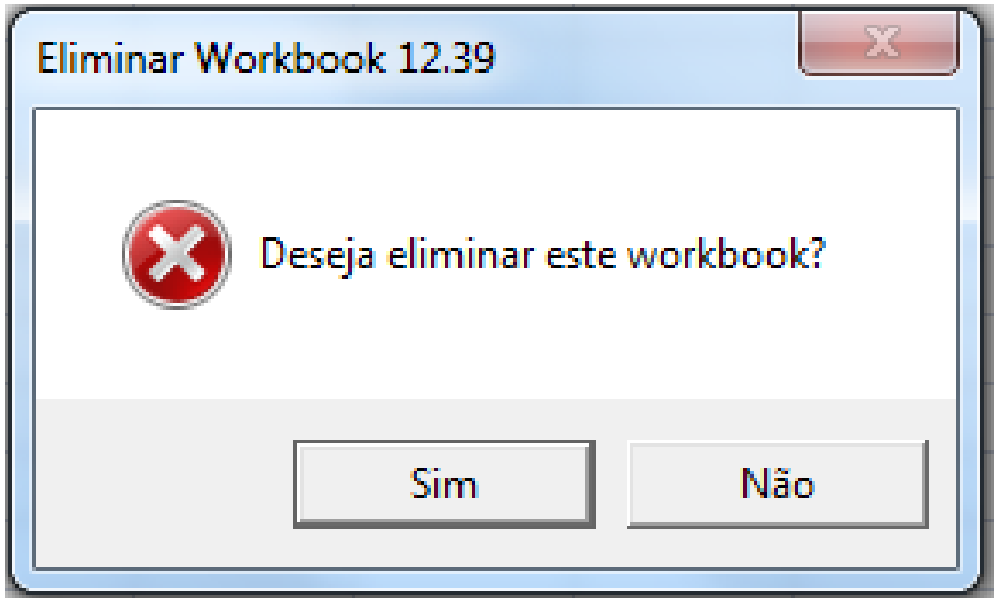
ii. Message Box - Icones

TABLE 13.2: Arguments for Message Box Icons

VALUE	CONSTANT	DISPLAYS
16	vbCritical	Stop icon
32	vbQuestion	Question mark icon
48	vbExclamation	Exclamation point icon
64	vbInformation	Information icon

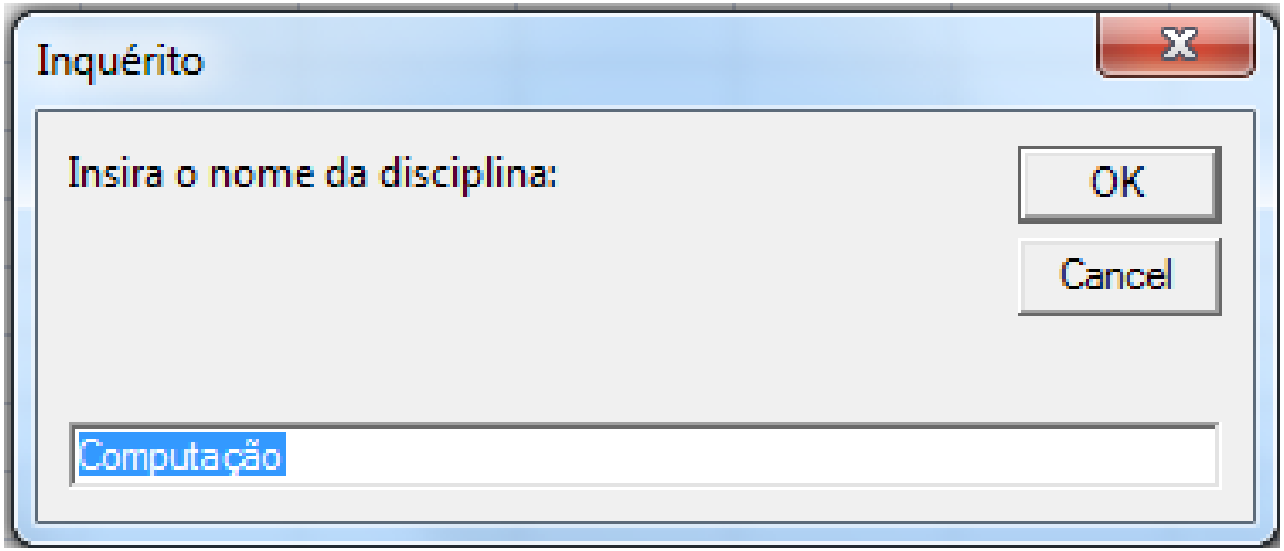
ii. Message Box – Títulos

```
op = MsgBox("Deseja eliminar este workbook?", _
                    vbYesNo + vbCritical, "Eliminar Workbook 12.39")
```



iii. Input Box

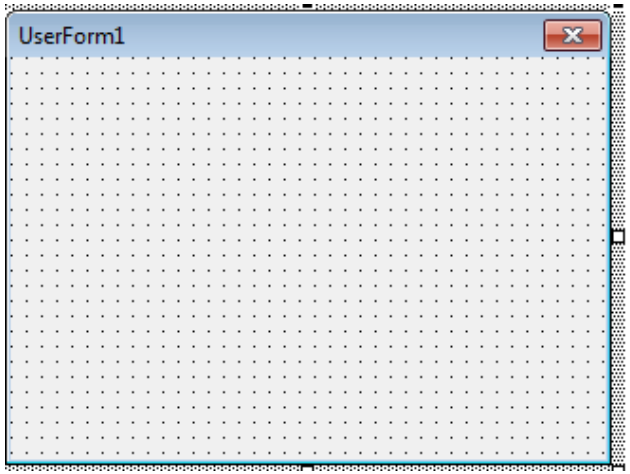
```
Dim str As String
str = InputBox("Insira o nome da disciplina:", _
                                    "Inquérito", "Computação")
```

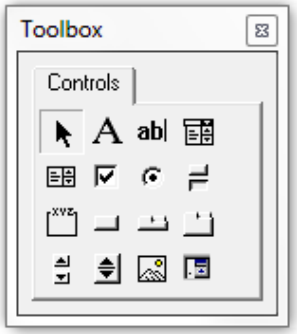


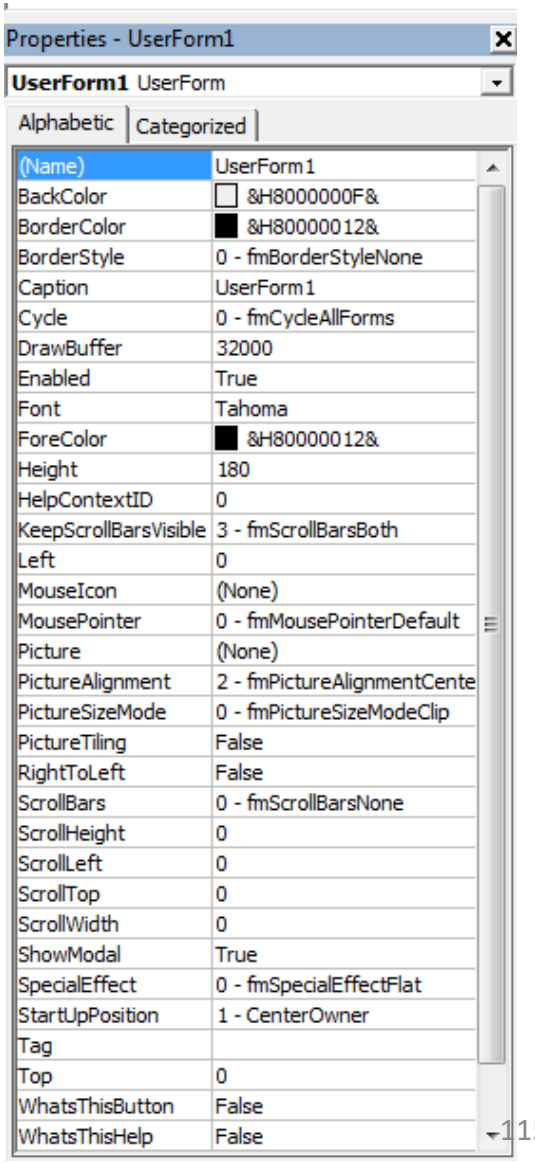
iV. UserForms

No developer:

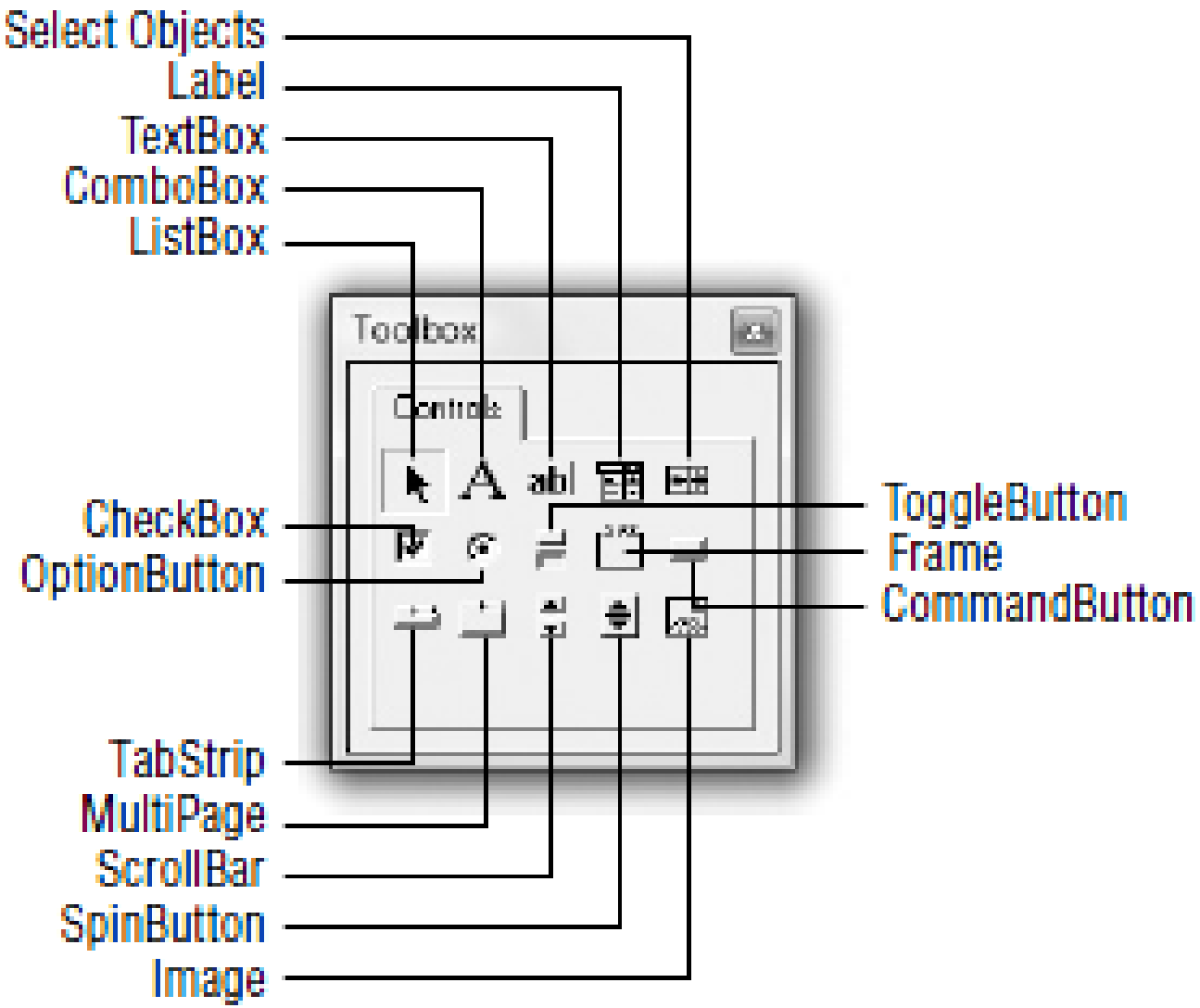
- Insert // UserForm
- View // Toolbox
- View // Properties Window







Controlos do UserForm



Descrição dos controlos

Select Objects

- Altera o ponteiro do rato para o modo de selecção.

Label

- Cria uma caixa de texto informativa.

TextBox

- Cria uma caixa de texto editável.

ListBox

- Cria uma lista de itens. O utilizador pode apenas escolher um item da lista.

ComboBox

- Cria um controlo que combina uma TextBox com uma ListBox

Descrição dos controlos

CheckBox

- Cria um quadrado com uma label que permite ao utilizador activar ou desactivar uma determinada opcção.

OptionButton

- Cria um círculo com uma label que permite ao utilizador activar ou desactivar uma determinada opcção.

ToggleButton

- Cria um Button com dois estados: On/Off

Frame

- Cria uma moldura com uma label que permite agrupar controlos.

Descrição dos controlos

CommandButton

- Cria um button que activa um certo comando/procedimento.

TabSrip

- Permite exibir diferentes conjuntos de informação para controles relacionados.

MultiPage

- Este controlo permite criar diversos userforms divididos por separadores. Cada separador tem o seu próprio layout.

ScrollBar

- Este controlo é pouco usado uma vez que ComboBox e ListBox vêm com ScrollBar.

Descrição dos controlos

SpinButton

- Este controlo consiste um duas setas (verticais ou horizontais) que permitem (por exemplo) incrementar ou decrementar valores numa TextBox.

Image

- Permite inserir uma imagem no userform.

UserForms

- *Load /Unload* (carrega/descarrega userform da memória do computador)

  Load *Form1*

  Unload *Form1*

- *Show/Hide* (mostra/esconde userform)

```
Sub programa()
    Load form1    'Carrega a form1 para a memória do computador
    form1.Show    'mostra a form1
End Sub
```