Programação estruturada

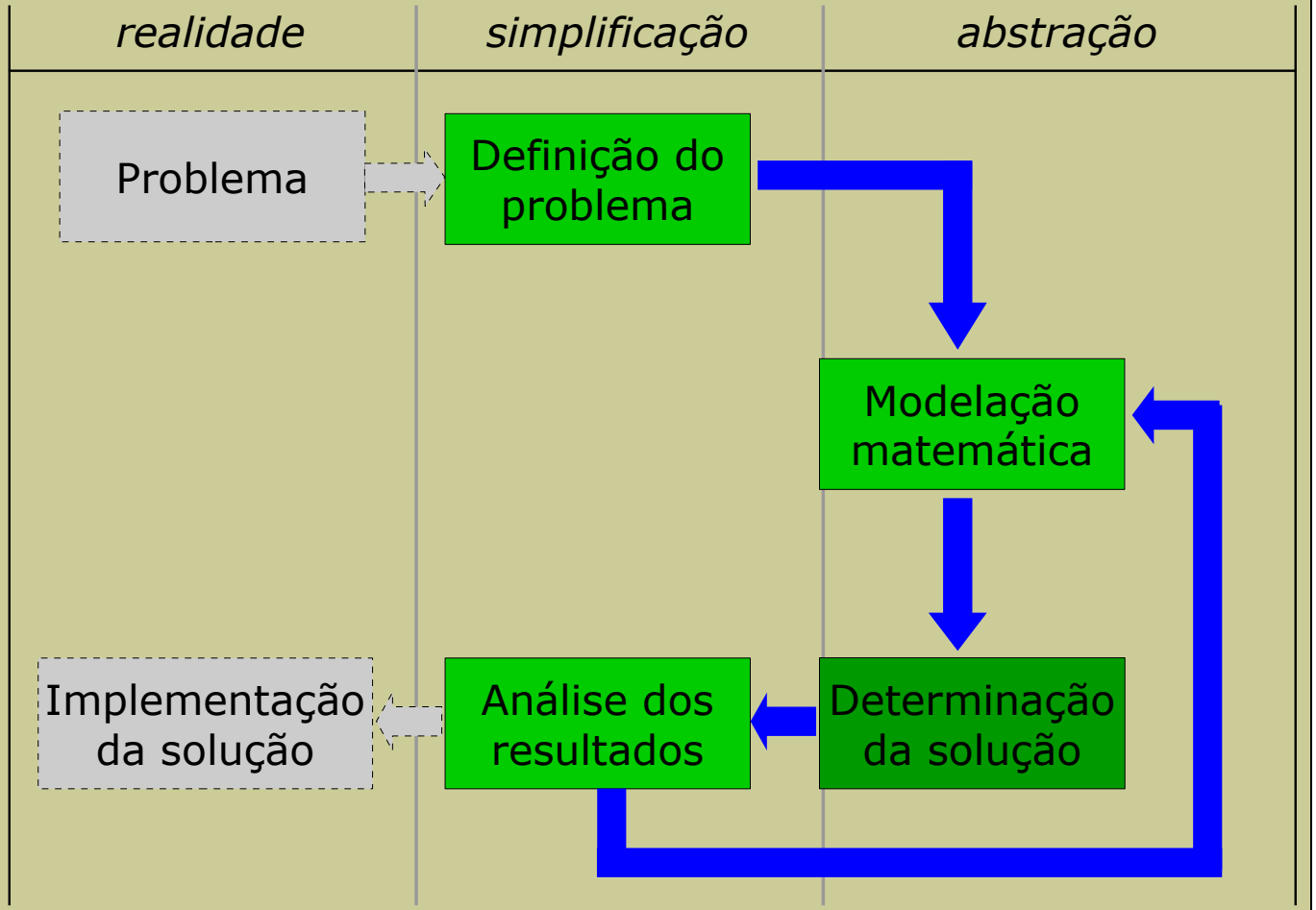
# #

Desenho de algoritmos

Resolução de um problema real

A solução de um problema real pode ser obtida em 4 etapas

- Definição do problema
- Modelação matemática (construção do modelo)
- Determinação da solução
- Análise dos resultados
  - validação do modelo
  - análise da solução

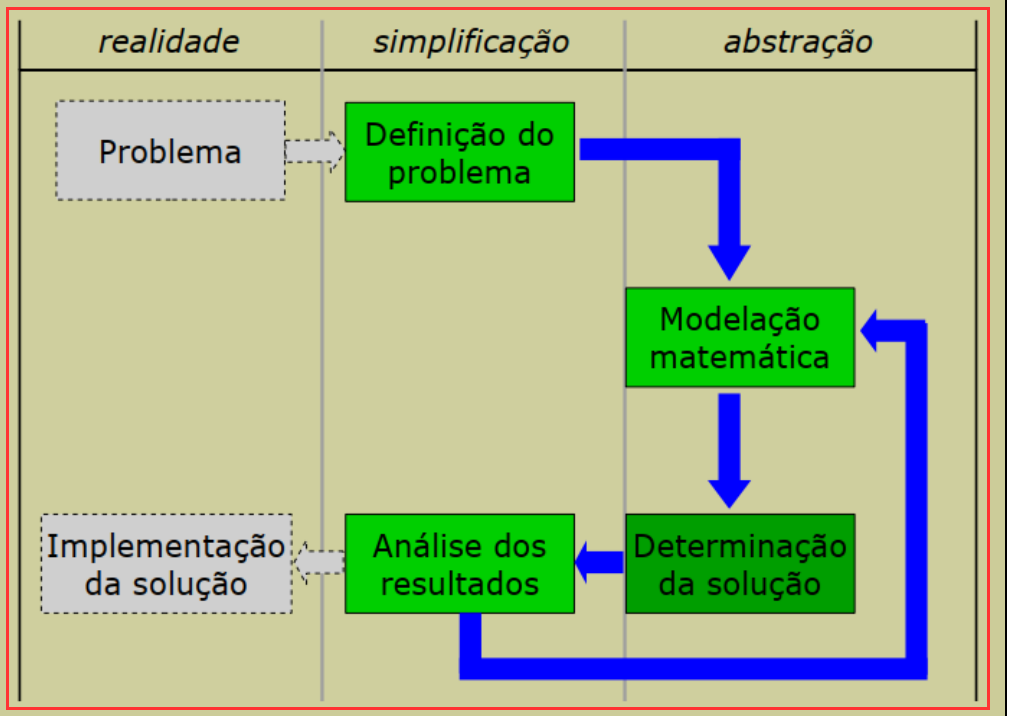


Definição do problema

- Definir/descrever o problema real que se pretende resolver

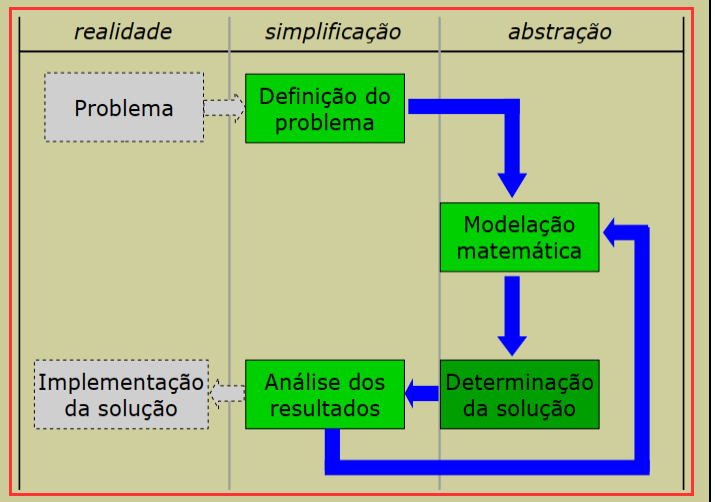
Modelação matemática (construção do modelo)

- O problema real é transformado num problema matemático, através de uma formulação matemática denominada **modelo matemático**
- Geralmente, o modelo matemático possui mais soluções que o problema real



Determinação da solução

- Etapa composta pelas seguintes fases:
  - **escolha do método** matemático mais apropriado para resolver o modelo matemático obtido na modelação matemática
  - **elaboração do algoritmo**, descrevendo o método matemático escolhido antes
  - **implementação do algoritmo**, traduzindo o algoritmo usando uma linguagem de programação de computadores (codificação do programa)
  - **obtenção da solução**, através da execução do programa



- A escolha do método mais apropriado deve considerar os seguintes aspetos:
  - precisão desejada para os resultados
  - capacidade do método em conduzir aos resultados desejados
  - **esforço computacional despendido** (tempo de processamento e memória)

Determinação da solução

- Elaboração do algoritmo

- A descrição do algoritmo é feita através de um **conjunto de comandos** que, quanto ativados (executados), resultam numa sucessão finita de ações (acontecimentos)
- Em vez de se implementar um método diretamente numa linguagem de programação, é preferível descrevê-lo através de uma **notação algorítmica**
  - é possível abstrair-se dos detalhes da linguagem de programação do computador e concentrar-se apenas nos aspetos matemáticos do método (raciocínio matemático)
  - melhora o entendimento do algoritmo, facilitanto assim a implementação do método em qualquer linguagem de programação

Determinação da solução

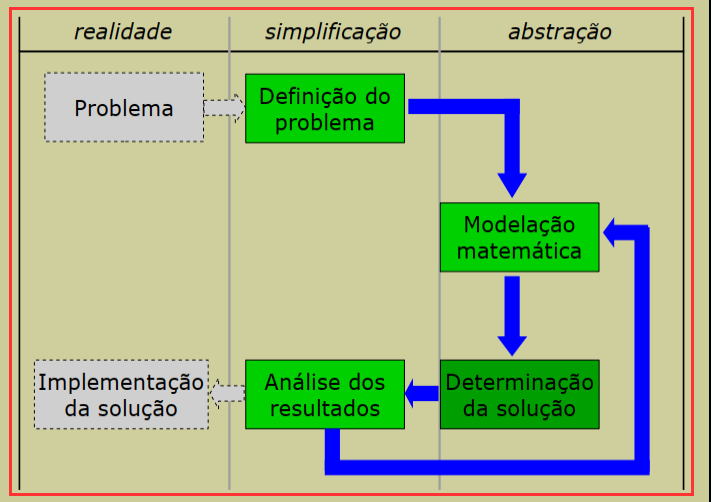
- Implementação do algoritmo (codificação do programa)

- O algoritmo é implementado na linguagem de programação escolhida
- Uma vez que os aspetos matemáticos do método já foram pensados na fase de elaboração do algoritmo, agora apenas é necessário preocupar-se com os detalhes de implementação na linguagem adotada

- Obtenção da solução (execução do programa)

- O código obtido da implementação do algoritmo deve ser executado pelo computador
- Se for detetado algum erro lógico na fase de processamento (a execução do programa produzir resultados inesperados), então deve-se regressar à fase de elaboração do algoritmo para o corrigir
- Se não for detetado qualquer erro lógico na fase de processamento, então foram obtidos os resultados do modelo matemático (a solução)

Análise dos resultados



- **Verificar a consistência da solução obtida**
  - para o modelo matemático (validação do modelo), e
  - a sua adequação ao *problema real* (análise da solução).
- **Validação do modelo**
  - se a solução não for satisfatória para o modelo (modelo não válido), então deve-se
    - construir um novo *modelo matemático* (uma nova formulação matemática), e
    - determinar as soluções do novo modelo matemático
- **Análise da solução**
  - alguns modelos matemáticos podem
    - produzir várias soluções (e não apenas uma), e
    - algumas delas (ou todas) não terem sentido (ex: tempo negativo, ...)
  - um dos objetivos desta etapa é identificar qual a solução válida para o problema real entre as várias obtidas para o modelo matemático (se existirem)

Programação estruturada

História

- Nas décadas de 1950 e 1960, o desenvolvimento do hardware era o responsável pela expansão dos computadores
  - a maioria do investimento era feito no hardware,
  - a programação era vista como uma arte
- Na década de 1970, incentivados pela melhoria das características do hardware (diminuição do tamanho e do custo), os informáticos foram confrontados com projectos cada vez mais sofisticados; assim, neste período
  - houve uma inversão dos custos dispendidos com hardware (menos) e software (mais)
  - o problema da fiabilidade do software passou a ser uma preocupação

História

- Surge então a necessidade de transformar a tarefa de construir software numa atividade com rigor, comparável a uma disciplina de engenharia
  - nasce assim uma nova disciplina, a Engenharia de Software, cujo objectivo é a produção de Software de modo eficiente com custos controlados e segurança
- A produção de software passa por diferentes fases, como sejam: planeamento, análise, projeto, programação, implementação e manutenção
  - para cada uma das fases do desenvolvimento do software foram estudadas métodos e técnicas específicas
  - a **programação estruturada** é uma dessas técnicas, que permite fasear o processo de construção de um programa descrevendo-o de um modo não ambíguo (Algoritmo)

Definição

- A **programação estruturada** (Paradigma da Programação Estruturada),
  - define um conjunto de regras para elaboração de programas/algoritmos,
  - baseia-se no desenho modular dos programas/algoritmos (programação modular), e
  - baseia-se no refinamento gradual do topo para a base (método descendente)
- Segundo este paradigma um programa pode ser definido da seguinte forma:

  Programa = Estrutura de Dados + Algoritmo
  - um algoritmo manipula os dados, que podem ser de diversos tipos
  - a estrutura de dados é o modo como os dados são organizados, acedidos e alterados
- A Programação Estruturada permite o desenvolvimento de algoritmos usando um número restrito de estruturas básicas de controle, para a construção da lógica de um programa
  - qualquer algoritmo, independentemente da área de aplicação, da sua complexidade e da linguagem de programação usada na sua codificação, pode ser descrito através destas estruturas básicas de controlo

Definição

- De acordo com o paradigma da programação estruturada, qualquer algoritmo pode ser descrito utilizando exclusivamente três estruturas básicas de controlo:
  - de sequência (atribuição de valores, cálculo, entrada de dados e saída de dados)
  - de seleção/condição (condicional simples e condicional composta)
  - de repetição (ciclos)
- Com apenas estas três estruturas básicas, é possível construir algoritmos sem o uso de desvios incondicionais
  - os comandos de desvio incondicional (saltos), como o **goto**, não foram totalmente abolidos, mas o seu uso deve ser evitado sempre que possível
- A programação estruturada foi apresentada no início dos anos 1970 pelo suíço Niklaus Wirth, com o objetivo de suprimir ou limitar o uso do comando **goto**

Características

- Uma técnica independente da linguagem de programação usada, que tem como objetivo construir programas claros, legíveis, eficientes e de fácil manutenção
- Programa escrito com identação (realce), espaços em branco e comentários para facilitar a leitura do mesmo
- Desenho descendente e segmentação em módulos (subprogramas/funções)
- Construção de módulos (subprogramas/funções) de tamanho adequado
- Declaração do domínio de ação das variáveis locais (dentro das funções) e globais (no programa inteiro)
- Documentação do programa

Observações

- O domínio da programação estruturada é a base para a aprendizagem de outras técnicas de programação como: a programação modular e a orientada a objetos
- Antes da programação estruturada, a técnica usada era a **programacao linear**, que usava desvios incondicionais (saltos) para construir a lógica do programa
  - a instrução **goto** era usada para implementar tais desvios incondicionais e o seu uso foi descontinuado com o aparecimento da programação estruturada
  - dependendo do tamanho do programa, esta abordagem podia tornar muito difícil a manutenção do programa para correção de erros ou simples evolução do programa
  - linguagens que usam este paradigma: FORTRAN

Elaboração de Algoritmos

Algoritmo, Estrutura de dados e Programa

- Um **algoritmo** é uma descrição detalhada (passo a passo) do método escolhido para determinar a solução do modelo matemático que representa o problema real
  - o problema real tem dados que têm que ser tratados computacionalmente
  - o modelo matemático que foi construído para representar matematicamente o problema real, tem que definir os dados e os resultados do problema real matematicamente
  - o método que foi criado para resolver o modelo matemático, é definido através de expressões aritméticas e lógicas para tratar os dados e os resultados (solução)

- Um **programa** é a tradução de um algoritmo numa determinada linguagem de programação, de modo que possa ser executado pelo computador
  - um **programa** é a expressão de um **algoritmo**

- Uma **estrutura de dados** é a forma ou processo como os dados são organizados e tratados (acedidos e alterados)

Algoritmo, Estrutura de dados e Programa

- Um programa pode ser definido da seguinte forma (segundo o PPE):

  Programa = Estrutura de Dados + Algoritmo

  - as estruturas de dados tratam os dados, e
  - o algoritmo manipula os dados

- Processo de organização dos dados pode determinar a eficiência do algoritmo
  - algoritmos simples podem requerer estruturas de dados complexas
  - algoritmos complexos podem requerer estruturas de dados simples

- Para maximizar a eficiência do algoritmo
  - definir as estruturas de dados a usar em simultâneo com o desenvolvimento do algoritmo

- Os algoritmos eficientes são aqueles que usam “boas” estruturas de dados

Passos na elaboração de um algoritmo

- A elaboração de algoritmos é uma das **fases mais importantes** na resolução de um problema real, pois traduz o método escolhido para resolver o modelo matemático construído, numa forma próxima da linguagem de programação
- Passos na elaboração do algoritmo:
  - identificar os dados de entrada
  - identificar os dados de saída (resultados)
  - identificar o que é preciso para transformar os dados de entrada nos resultados (método dividir-para-conquistar)
  - construir o algoritmo
  - testar manualmente o algoritmo
  - executar o algoritmo

Método Cartesiano de Dividir-para-Conquistar

- Também conhecido por **método descendente** ("*top-down method*") ou **método de refinamento passo-a-passo**
- Consiste em
  - decompor o problema principal em subproblemas (modularização)
  - refinar os subproblemas até encontrar problemas mais simples,
  - refinar até se chegar a um nível de detalhe que permita implementar o algoritmo na linguagem de programação
- A modularização permite dividir o programa em módulos, com subprogramas claramente delimitados, que podem ser implementados, separadamente, por diversos programadores de uma equipa
- **Passo-a-passo**, significa que cada passo deve ser terminado antes de se iniciar o próximo passo
  - exemplo: é impossível "somar dois valores" antes de executar completamente o passo de introduzir/receber aqueles valores

Características fundamentais de um Algoritmo

- **Finitude**
  - um algoritmo deve sempre terminar após um número finito de passos
- **Definição**
  - cada passo de um algoritmo deve ser definido com precisão
  - as ações devem ser definidas rigorosamente e sem ambiguidades
- **Entradas**
  - um algoritmo deve ter 0 ou mais entradas (os dados que lhe são fornecidos no início)
- **Saídas**
  - um algoritmo deve ter 0 ou mais saídas (os dados obtidos e que tem uma relação específica com as entradas)
- **Eficiência**
  - todas as operações devem ser suficientemente básicas de modo que cada uma delas possa ser, em princípio, executada com precisão num tempo finito por um ser humano

Representação de um algoritmo

- Existem várias formas de representar um algoritmo (**notação algorítmica**)
  - descrição narrativa (usando uma liguagem natural)
  - fluxograma (ou diagrama de fluxo)
  - pseudocódigo (ou pseudo-linguagem)
- Não existe consenso entre os especialistas sobre qual é a melhor maneira de representar um algoritmo
- No entanto, atualmente a maneira mais comum de representar algoritmos é através de fluxogramas e pseudocódigo

Variáveis

Definição

- Para resolver problemas no computador é necessário manipular dados, sejam números ou caracteres
- Se for necessário calcular o resultado de uma única operação, então provavelmente o melhor seria utilizar uma calculadora
- A utilidade de se escrever um programa aparece quando usamos **variáveis** que possuem a capacidade de guardar valores; é então possível calcular o resultado de várias operações
- As **variáveis** são identificadas por um nome (o chamado *identificador*)
- A denominação de **variável** deriva da possibilidade dos valores guardados nas variáveis poderem variar (poderem serem substituídos)

Atribuição de valores

- Para um programa, uma variável é um pedaço de memória identificado por um nome, onde são guardados/armazenados dados
- Existem várias maneiras de indicar-se a atribuição de um valor a uma variável:

  A = 5

  d ← 8
- Numa linguagem de programação, isto é feito pela instrução mais importante das instruções, a denominada de "instrução de atribuição"
- A sintaxe (maneira como se escreve) varia de linguagem para linguagem
- O funcionamento é simples: após a execução da instrução pelo computador, a variável recebe/guarda o valor indicado
- Exemplo: a variável x recebe/guarda o valor 10

  x ← 10 (linguagem algoritmica)

  x = 10 (linguagem C)

Notações algoritmicas

Descrição narrativa

- É uma representação diretamente numa linguagem natural, usando expressões que evidencie como o problema pode ser resolvido computacionalmente
- Apesar de pouco usada na prática, pois o uso da linguagem natural muitas vezes causa má interpretação, ambiguidades e imprecisões, pode ser útil quando não se consegue abstrair uma solução computacional para o problema apresentado
- Não há um padrão da forma de representar um algoritmo
- Exemplo: calcular a soma de dois números e mostrar o resultado

1. inserir/ler um número
2. inserir/ler outro número
3. calcular a soma entre os dois números inseridos/lidos
4. mostrar/escrever o resultado da soma

Fluxograma

- É uma representação gráfica de algoritmos, em que símbolos (ou formas) geométricos diferentes implicam ações (instruções, comandos) distintas
- Cada símbolo geométrico define a sua função genérica e no seu interior haverá uma descrição do passo do algoritmo, donde se inclui as representações das três estruturas básicas de controlo mencionadas antes: sequência, seleção e repetição
- Os símbolos geométricos são ligados entre si por setas que indicam o sentido do fluxo das ações
- É uma forma intermédia entre a descrição narrativa e o pseudocódigo, mas é mais precisa do que a primeira
- Não se preocupa com detalhes de implementação do programa, como o tipo das variáveis usadas
- Preocupa-se com detalhes de nível físico da implementação do algoritmo, como distinguir dispositivos onde ocorrem as operações de entrada e de saída de dados

Fluxograma

- **Símbolos inicial e terminal**

  indica os pontos de início e de fim do fluxograma

- **Símbolos de entrada/leitura e saída/escrita** (*estruturas de sequência*)

  indica passos envolvendo troca de dados com o exterior

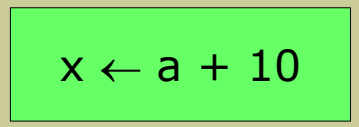
- **Símbolo de sentido do fluxo**

  indica a origem e o destino do fluxo

Fluxograma

- **Símbolo de processamento** (*estruturas de sequência*)

  indica cálculo ou manuseio de dados

- **Símbolo de comparação** (*estruturas de seleção e de repetição*)

  indica a seleção de uma de duas ações, segundo o resultado de uma condição lógica (**sim/verdadeiro** ou **não/falso**)

- **Símbolo de conexão**

  indica a ligação de dois pontos do fluxograma (pode-se omitir)

Pseudocódigo

- É a forma de representar algoritmos, podendo já indicar alguns requisitos que as linguagens de programação necessitam, tais como os tipos de variáveis e as instruções (comandos) similares aos usados em linguagens de programação
- O algoritmo é descrito numa forma muito próxima das linguagens de programação de computadores
- É também uma linguagem estruturada, pois deve seguir uma estrutura (ou padrão) que possui um formato semelhante ao das linguagens de programação, facilitando a codificação em qualquer linguagem de programacao

Pseudocódigo

- **Estrutura do algoritmo**
  - O algoritmo deve-se iniciar e terminar, respetivamente, com

algoritmo <nome-do-algoritmo>

fim_algoritmo

  - Os dados necessários à execução do algoritmo são indicados pelo comando (opcional)

parâmetros de entrada: <lista-de-variáveis>

    - onde <lista-de-variáveis> são os nomes das variáveis que recebem os dados iniciais
  - Os dados obtidos pelo algoritmo (resultados) são indicados pelo comando (opcional)

parâmetros de saída: <lista-de-variáveis>

    - onde <lista-de-variáveis> são os nomes das variáveis que recebem os resultados
  - A escrita de comentários para clarificar o algoritmo (parte não executável)

{ <comentários> **}**

Pseudocódigo

- **Comando de atribuição** (estrutura de sequência)
  - O símbolo ← é usado para atribuir o resultado de uma expressão a uma variável,

    <variável> ← <expressão>

    - onde <expressão> é uma expressão matemática ou um caráter
- **Estruturas de entrada e saída de dados** (estruturas de sequência)
  - Para a entrada/leitura de dados

    ler: <lista-de-variáveis>

    - indica a <lista-de-variáveis> que está disponível para receber valores
  - Para a saída/escrita de dados

    escrever: <lista-de-variáveis, mensagens>

    - deve ser utilizado para
      - indicar quais e onde certos valores devem ser escritos,
      - mostrar mensagens

Pseudocódigo

- **Estruturas alternativas ou condicionais** (estruturas de seleção)
  - Permite a escolha de um conjunto de comandos a ser executado, mediante se uma **condição lógica** é satisfeita ou não
  - Estrutura simples

```
se <condição> então
  <comandos>
fim_se
```

  - Estrutura composta

```
se <condição> então
  <comandos_1>
senão
  <comandos_2>
fim_se
```

Pseudocódigo

- **Ciclos** (estruturas de repetição)
  - Permite que um conjunto de comandos seja executado repetidamente, mediante se uma **condição lógica** é satisfeita ou não (executa os comandos se a condição for satisfeita)
  - Verifica a *condição* lógica antes de executar os comandos (verifica à entrada do ciclo)

```
enquanto <condição> repetir
  <comandos>
fim_enquanto
```

  - Verifica a *condição* lógica depois de executar os comandos (verifica à saída do ciclo)

```
repetir
  <comandos>
enquanto <condição>
```

Expressões

- Uma expressão é uma sequência de operandos e operadores
- Existem, essencialmente, dois tipos de expressões, dependendo do tipo de operadores e de operandos (valores e variáveis) envolvidos
  - aritméticas, e
  - lógicas
- Uma expressão aritmética é uma sequência de
  - operadores aritméticos
  - valores numéricos (inteiros e reais)
  - variáveis do tipo numérico com valores
  - funções matemáticas predefinidas: trigonométricas e numéricas
- Uma expressão lógica (**condição**) é uma sequência de
  - operadores relacionais e lógicos
  - expressões matemáticas e carateres

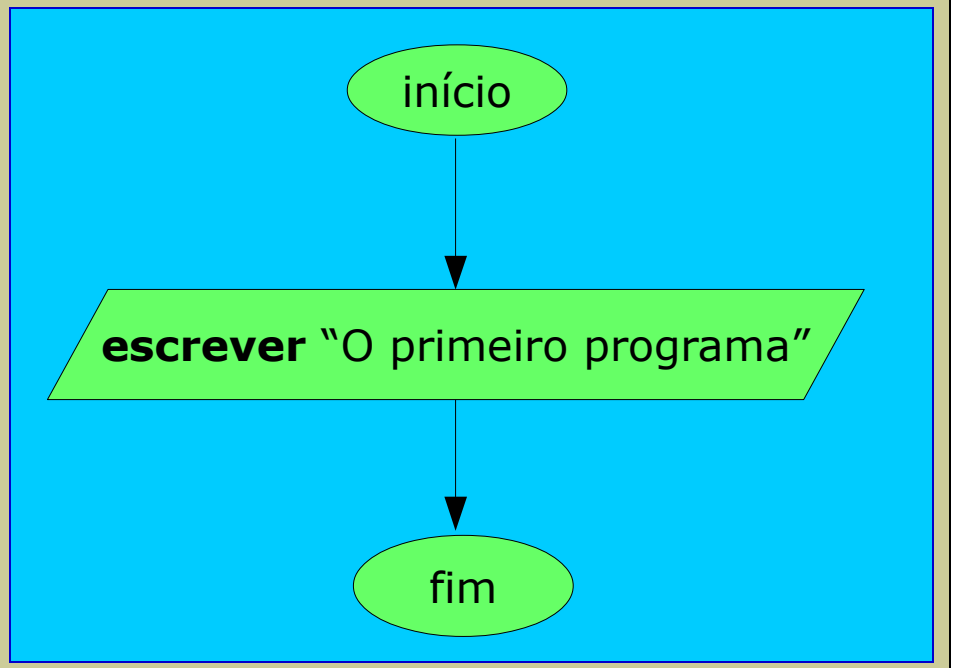
Exemplo 1

- Enunciado:

  escrever a mensagem: “O primeiro programa”

- Algoritmo:

```
algoritmo primeiroPrograma
   escrever: “O primeiro programa.”
fim_algoritmo
```



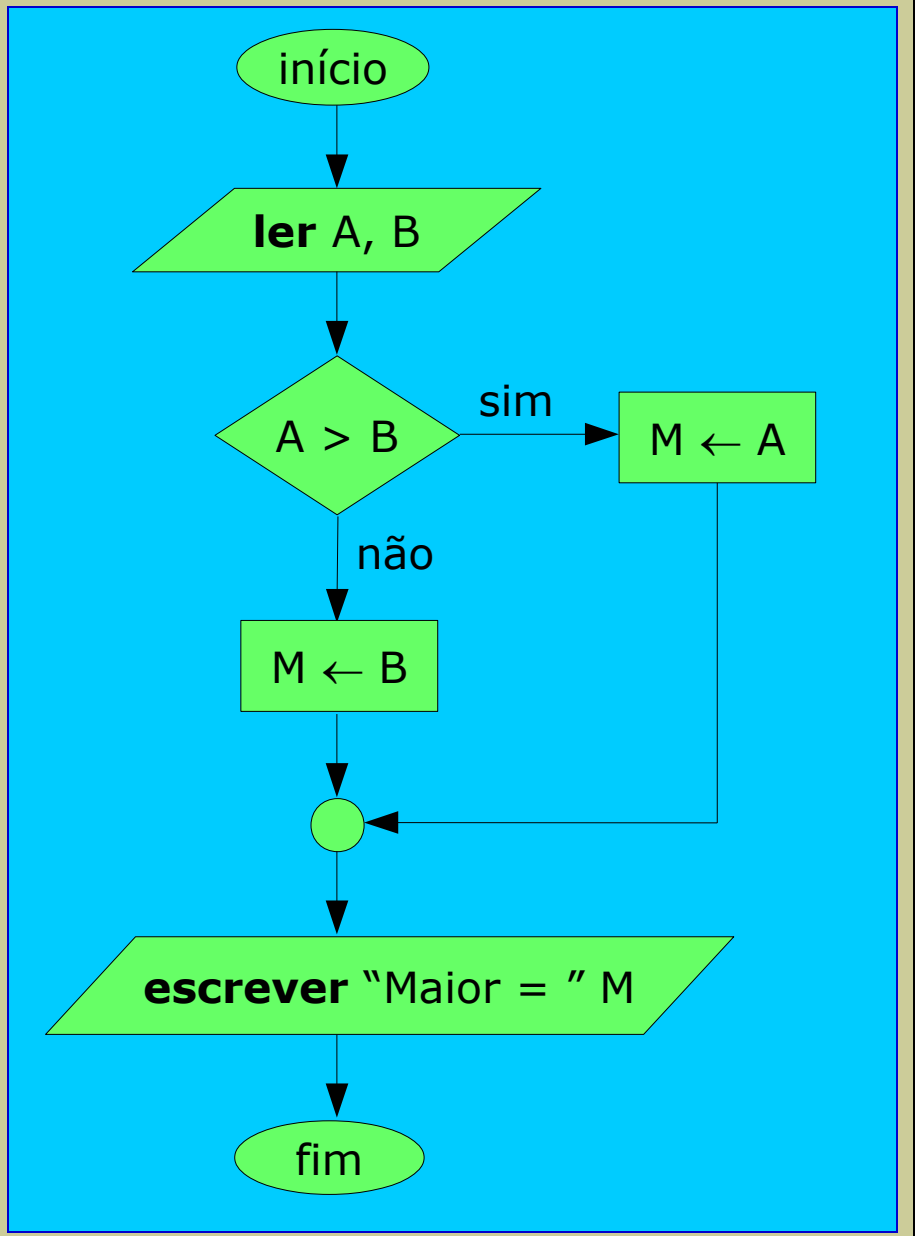
Exemplo 2

- Enunciado:

  determinar o maior de dois números

- Algoritmo:

```
algoritmo maiorDe2Numeros
   parâmetros de entrada: A, B (inteiro)
   parâmetros de saída: M (inteiro)
   ler: A, B
   se (A > B) então
      M ← A
   senão
      M ← B
   fim_se
   escrever: "Maior = ", M
fim_algoritmo
```



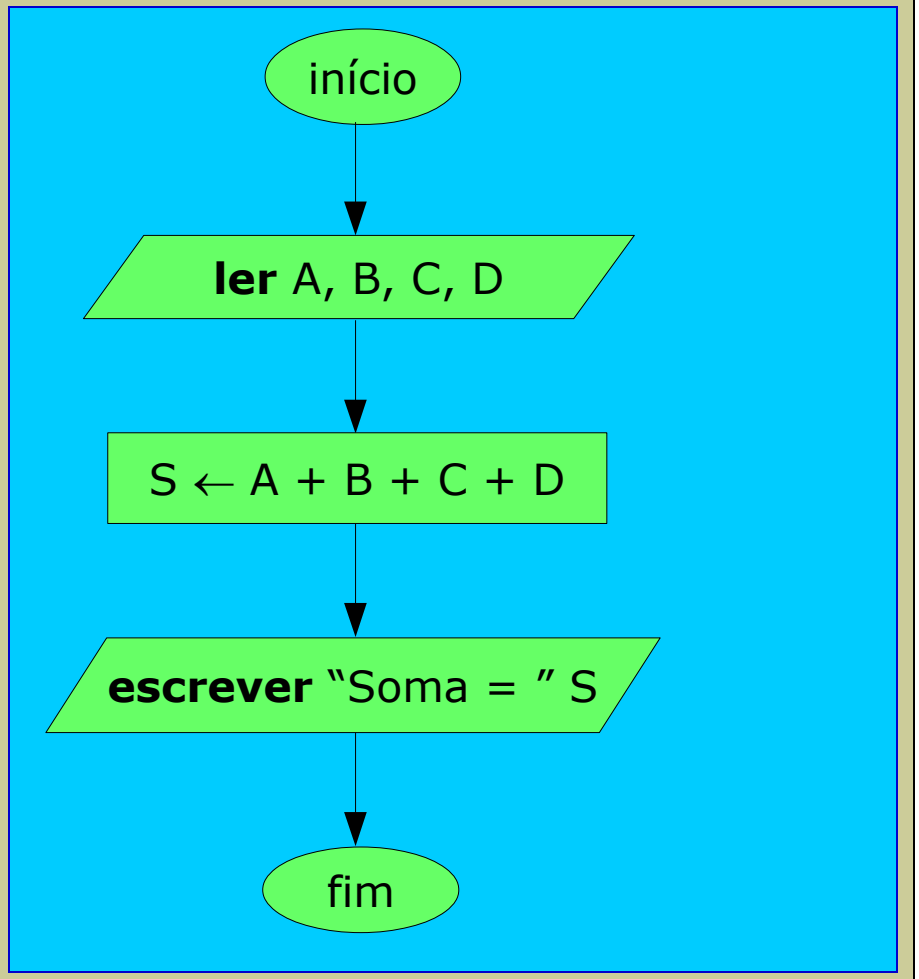
Exemplo 3

- Enunciado:

  somar quatro números

- Algoritmo 1:

```
algoritmo soma4Numeros
   parâmetros de entrada: A, B, C, D (real)
   parâmetros de saída: S (real)
   ler: A, B, C, D
   S ← A + B + C + D
   escrever: "Soma = ", S
fim_algoritmo
```



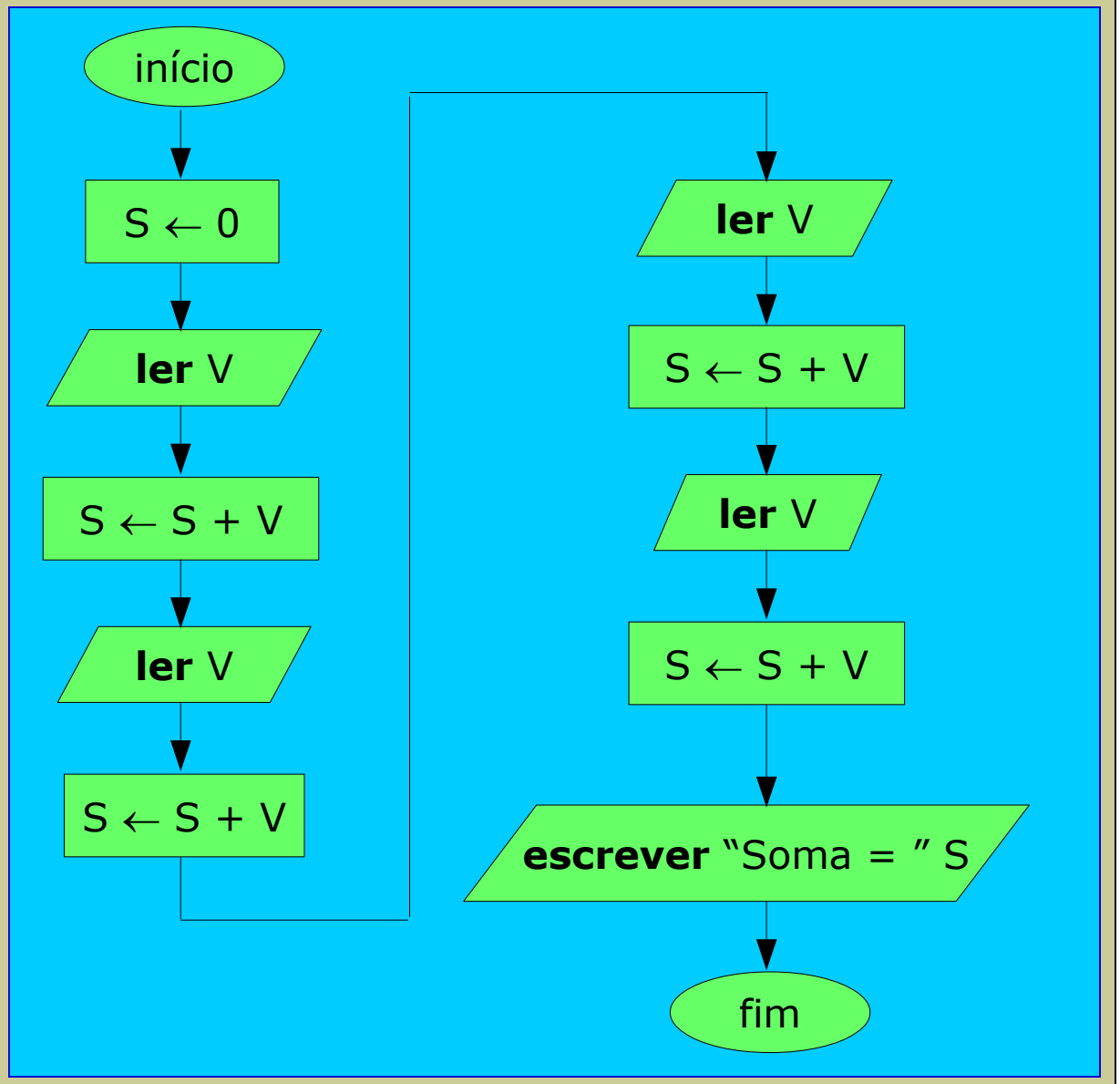
Exemplo 3

- Enunciado:

  somar quatro números

- Algoritmo 2:

```
algoritmo soma4Numeros
   S ← 0
   ler: V
   S ← S + V
   ler: V
   S ← S + V
   ler: V
   S ← S + V
   ler: V
   S ← S + V
   escrever: "Soma = ", S
fim_algoritmo
```



Exemplo 3

- Enunciado:

  somar quatro números

- Pergunta:
  - Será que não existe um algoritmo mais simples do que os anteriores?
  - Imagine-se que em vez de somar 4 números, pretendia-se somar 100 números.

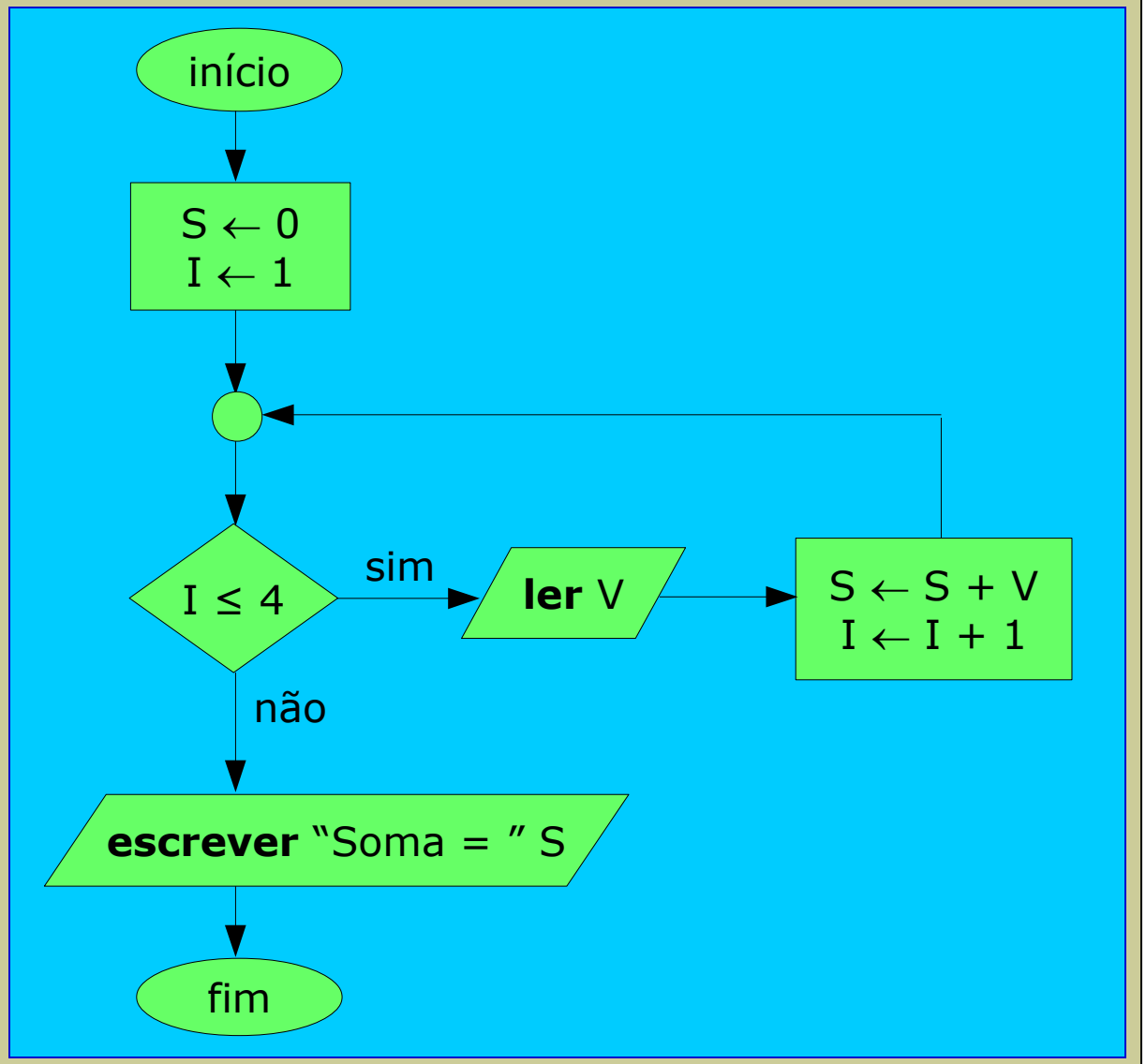
Exemplo 3

- Enunciado:

  somar quatro números

- Algoritmo 3:

```
algoritmo soma4Numeros
   S ← 0
   I ← 1
   enquanto (I ≤ 4) repetir
      ler: V
      S ← S + V
      I ← I + 1
   fim_enquanto
   escrever: "Soma = ", S
fim_algoritmo
```



Exemplo 3

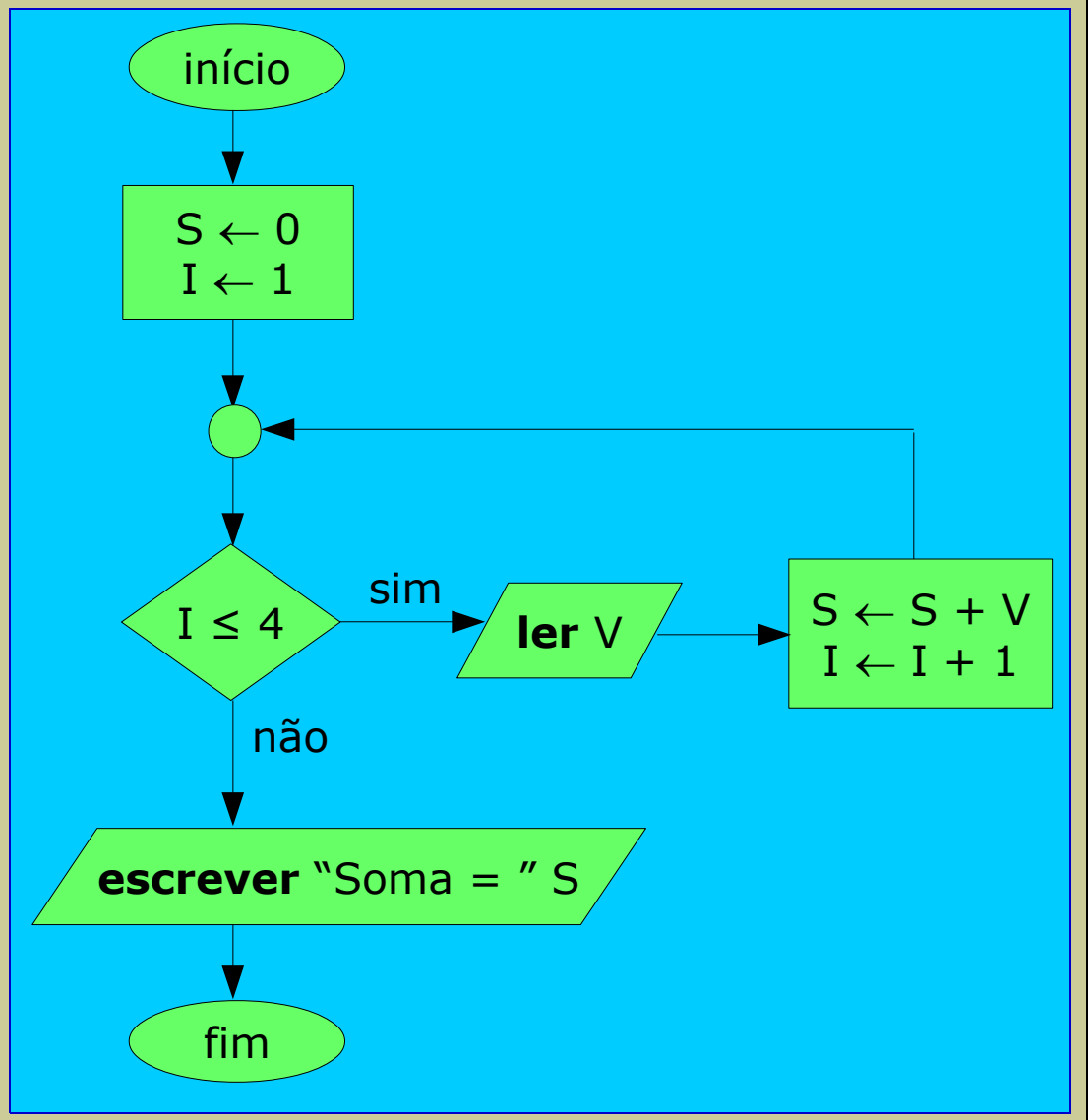
- Algoritmo 3:
  - observe-se que se utilizou um **ciclo** (estrutura de repetição), que
    - primeiro testa a condição para continuar a somar ou terminar

      $I \leq 4$
    - só depois é que são realizadas as acções

      ler V

      $S \leftarrow S + V$ (somar)

      $I \leftarrow I + 1$ (contar números)



  - Seria possível fazer ao contrário?
  - primeiro realizar as acções,
  - e só depois testar a condição para continuar a somar ou terminar

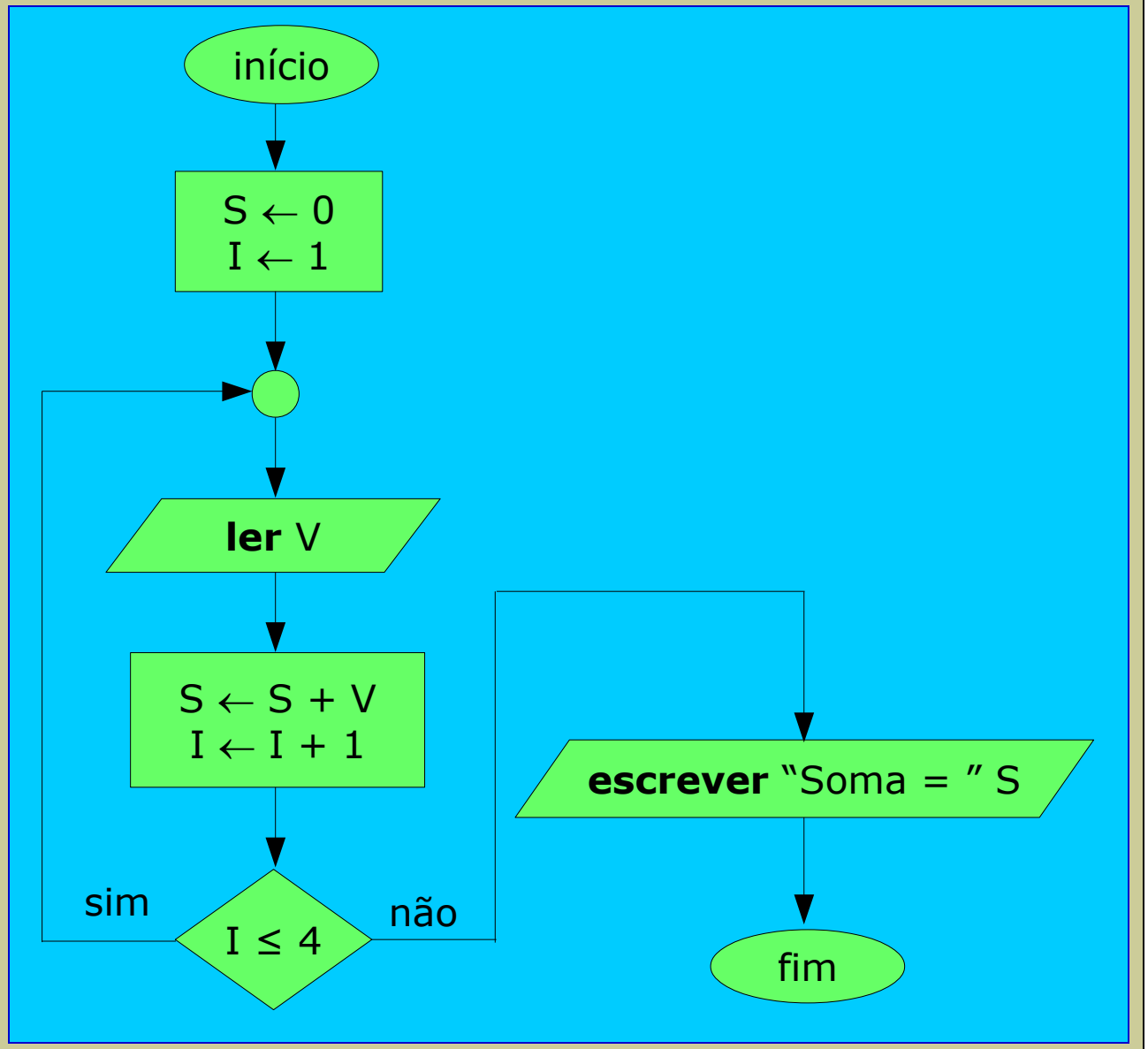
Exemplo 3

- Enunciado:

  somar quatro números

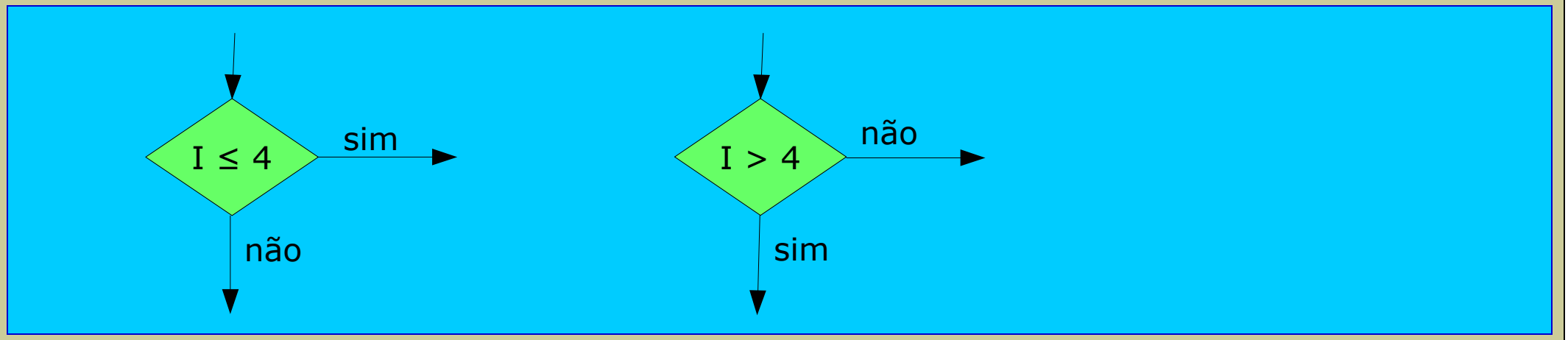
- Algoritmo 4:

```
algoritmo soma4Numeros
   S ← 0
   I ← 1
   repetir
      ler: V
      S ← S + V
      I ← I + 1
   enquanto (I ≤ 4)
   escrever: "Soma = ", S
fim_algoritmo
```



Exemplo 3

- Se na comparação pretender-se trocar o “sim” pelo “não”, basta fazer a pergunta ao contrário (“a negação”)
- As comparações que se seguem são equivalentes.



Exercício

- Enunciado:

  calcular o produto de 20 números

- Resposta 1
  - usar um ciclo (estrutura de repetição) com verificação da sua condição no iníco (à entrada) do ciclo
  - usar um ciclo (estrutura de repetição) com verificação da sua condição no fim (à saída) do ciclo

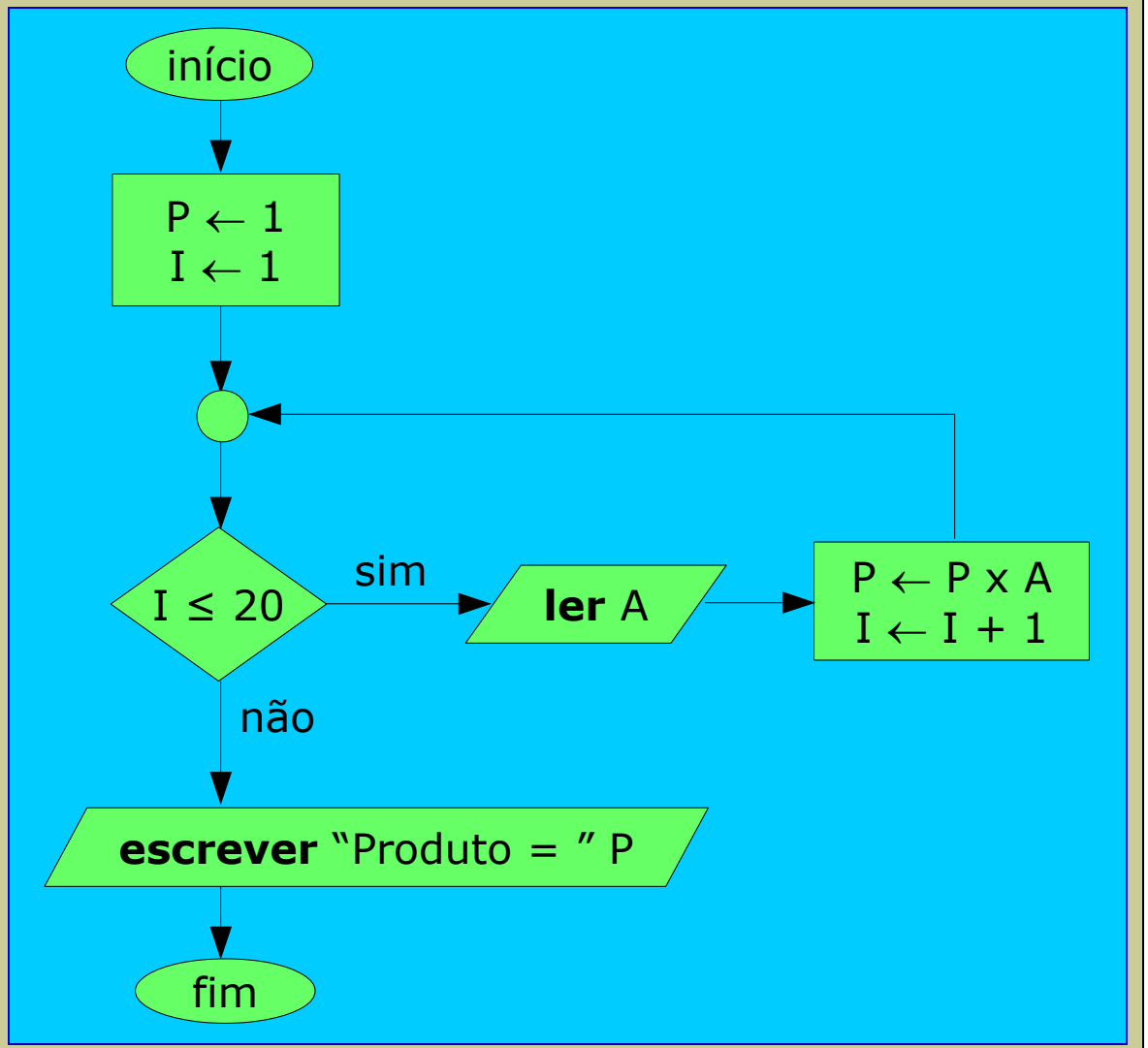
Exercício

- Enunciado:

  calcular produto de 20 números

- Algoritmo 1:

```
algoritmo produto20Numeros
   P ← 1
   I ← 1
   enquanto (I ≤ 20) repetir
      ler: A
      P ← P x A
      I ← I + 1
   fim_enquanto
   escrever: "Produto = ", P
fim_algoritmo
```



Exercício

- Enunciado:

  calcular produto de 20 números

- Algoritmo 2:

```
algoritmo produto20Numeros
   P ← 1
   I ← 1
   repetir
      ler: A
      P ← P x A
      I ← I + 1
   enquanto (I ≤ 20)
   escrever: "Produto = ", P
fim_algoritmo
```