Introdução aos Algoritmos

Prof. Afonso Paiva
ICMC-USP

Algoritmos

- Seqüência **finita** e **ordenada** (de forma lógica) de instruções para resolver um problema.
- Exemplos de algoritmos:
  - receitas de bolo;
  - manuais técnicos;
  - guias de montagem;
  - programas de computador.

Exemplo: Bolinho de Chuva

Em uma tigela, bata o açúcar, a manteiga e o ovo.

Em outro recipiente misture a farinha, o fermento, a canela, uma pitada de sal, o leite e a outra mistura. Misture bem.

Aqueça óleo e pingue colheradas da massa, fritando os bolinhos até dourar.

Escorra bem, polvilhe açúcar e sirva.

Propriedades de um Algoritmo

- **Garantia de término:** o problema a ser resolvido possui condições específicas que, quando satisfeitas, a execução do algoritmo é encerrada.
- **Exatidão:** a intenção de cada instrução de um algoritmo deve ser suficientemente clara.
- **Efetividade:** cada instrução deve ser básica o suficiente para ser executada.

Exemplo: Máximo Divisor Comum (MDC)

1. Chame o maior número de ***a*** e o menor de ***b***;
2. Divida ***a*** por ***b*** e chame o resto de ***r;***
3. Se ***r*** é igual a zero então o MDC é igual a ***b*** e a execução das instruções encerra aqui. Caso contrário, siga para a próxima instrução.
4. Atribua o valor de ***b*** a ***a*** e o valor de ***r*** a ***b***;
5. Volte para a instrução 2.

Exemplo: Máximo Divisor Comum (MDC)

- **Instrução 1**: ***a*** = 12 e ***b*** = 8;
- **Instrução 2**: ***r*** = 4, pois 4 é o resto da divisão de ***a*** = 12 por ***b*** = 8;
- **Instrução 3**: como ***r*** ≠ 0, devemos executar a instrução 4;
- **Instrução 4**: ***a*** = ***b*** = 8 e ***b*** = ***r*** = 4;
- **Instrução 5**: devemos executar a instrução 2;
- **Instrução 2**: ***r*** = 0, pois 0 é o resto da divisão de ***a*** = 8 por ***b*** = 4;
- **Instrução 3**: como ***r*** = 0,devemos parar de executar o algoritmo e acusar como resultado o valor de ***b*** (isto é, 4) como MDC de 12 e 8.

Exemplos

- **Instrução:** divida ***x*** por ***y*** se todo número inteiro par maior que 2 é a soma de dois números primos.
  - Conjectura de Goldbach (1742)
  - viola a propriedade de efetividade
- **Instrução:** escreva todos os números ímpares.
  - viola a propriedade de garantia de término

Como escrever um algoritmo?

- **Utilizando instruções/comandos**!
  - frases que indicam as ações a serem executadas;
  - verbo no imperativo ou no infinitivo;
- Por exemplo:
  - Aperte (apertar) o parafuso;
  - Ligue (ligar) os faróis;
  - Some (somar) dois números;
  - Imprima (imprimir) resultado da soma.

Exemplo: Troca de lâmpada

- Pegar uma escada;
- Posicionar a escada embaixo da lâmpada;
- Buscar uma lâmpada nova;
- Retirar a lâmpada velha;
- Colocar a lâmpada nova.

Estrutura seqüencial

Exemplo: Troca de lâmpada com teste

- Pegar uma escada;
- Posicionar a escada embaixo da lâmpada;
- Buscar uma lâmpada nova;
- Acionar o interruptor
- **Se** a lâmpada não acender **então**
  - ✓Retirar a lâmpada velha;
  - ✓Colocar a lâmpada nova.

Estrutura seqüencial/condicional

Exemplo: Troca de lâmpada com teste no início

- Acionar o interruptor
- **Se** a lâmpada não acender, **então**:
  - Pegar uma escada;
  - Posicionar a escada embaixo da lâmpada;
  - Buscar uma lâmpada nova;
  - Retirar a lâmpada velha;
  - Colocar a lâmpada nova.

Estrutura seqüencial/condicional

Exemplo: Troca de lâmpada com teste e repetição

- Acionar o interruptor
- **Se** a lâmpada não acender, **então**:
  - Pegar uma escada;
  - Posicionar a escada embaixo da lâmpada;
  - Buscar uma lâmpada nova;
  - Retirar a lâmpada velha;
- Colocar a lâmpada nova.
- **Se** a lâmpada não acender, **então**:
  - Buscar uma lâmpada nova;
  - Retirar a lâmpada velha;
  - Colocar outra lâmpada nova;
  - **Se** a lâmpada não acender, **então**:
    - Buscar uma lâmpada nova;
    - Retirar a lâmpada velha; **(Até quando??)**

Exemplo: Troca de lâmpada com teste e condição de parada

- Acionar o interruptor
- **Se** a lâmpada não acender, **então**:
  - Pegar uma escada;
  - Posicionar a escada embaixo da lâmpada;
  - Buscar uma lâmpada nova;
  - Retirar a lâmpada velha;
  - Colocar a lâmpada nova.
  - **Enquanto** a lâmpada não acender, **faça**:
    - Retirar a lâmpada velha;
    - Colocar outra lâmpada nova.

Estrutura seqüencial / condicional/de repetição

Estruturas do Algoritmo

- **Estrutura seqüencial**
  - Os passos são tomados em uma seqüência pré-definida.
  - Ex.: Passos (instruções) do algoritmo
- **Estrutura condicional**
  - Permite a escolha do grupo de ações a ser executado quando determinada condição é ou não satisfeita.
  - Ex.: **Se** a lâmpada não acender **então**
- **Estrutura de repetição**
  - Permite que uma seqüência de comandos seja executada repetidamente até que uma determinada condição de parada seja satisfeita.
  - Ex.: **Enquanto** a lâmpada não acender, **faça**

Resumo: Algoritmo

- Um algoritmo correto deve possuir 3 características:

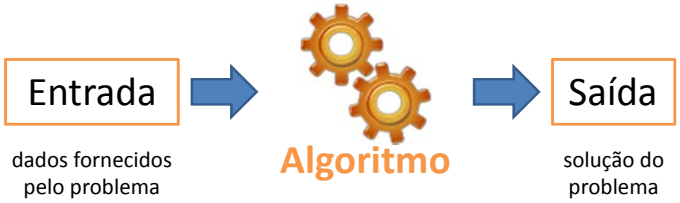
1. Cada passo do algoritmo deve ser uma instrução que possa ser realizada;
2. A ordem dos passos deve ser precisamente determinada;
3. O algoritmo deve ter fim.

Atenção: o diferencial

- Além de estar corretos, os algoritmos devem resolver o problema com **menos esforço** e **maior objetividade** possível.
- O desenvolvimento de algoritmos é um exercício de:
  - criatividade;
  - experiência.
- Apesar de corretos, um algoritmo pode ser melhor do que outro!!!

Problemas Computacionais

- Um problema para o qual existe uma solução pode ser encontrada através de um algoritmo é dito um **problema computacional**.



Algoritmos Computacionais

- O computador deve executar a tarefa;
- Precisamos de uma linguagem de programação estruturada:
  - seqüência, decisão e repetição

- É preciso transformar a idéia (receita) em um programa (codificação).

Pseudo-Código

- Sintaxe mais flexível que a de uma linguagem de programação real
  - não existe um formalismo rígido de como deve ser escrito o algoritmo;
  - intermediário entre a linguagem falada e a linguagem de programação.
- Ênfase nas idéias, e não nos detalhes (relevantes apenas para a linguagem de programação).

Regras de um Pseudo-Código

- Ser claro e objetivo;
- Usar apenas um verbo por frase;
- Não usar palavras com duplo sentido;
- Frases simples (e curtas);

Exemplo: Trocar o pneu do carro

- Estrutura seqüencial/condicional
  - *Os comandos agora tem início e fim*

```
início
   se <o estepe está vazio> então
        chamar o borracheiro
   senão
            levantar o carro
            desparafusar a roda
            remover a roda
            colocar o estepe
            parafusar a roda
            abaixar o carro
   fim se
fim
```


Exemplo: Trocar o pneu do carro

- Estrutura seqüencial/condicional

```
início
   se <o estepe está vazio> então
        chamar o borracheiro
   senão
        levantar o carro
        desparafusar o 1 parafuso
        desparafusar o 2 parafuso        Repetição inconveniente
        ...
        remover a roda
        colocar o estepe
        parafusar o 1 parafuso
        parafusar o 2 parafuso           Repetição inconveniente
        ...
        abaixar o carro
    fim se
fim
```

Exemplo: Trocar o pneu do carro

- Estrutura seqüencial/condicional/de repetição

```
início
   se <o estepe está vazio> então
         chamar o borracheiro
   senão
         levantar o carro
         enquanto <houver parafuso para desapertar> faça
               desparafusar a roda
         fim do enquanto
         remover a roda
         colocar o estepe
         enquanto <houver parafuso para apertar> faça
               parafusar a roda
         fim do enquanto
         abaixar o carro
    fim se
fim
```


Algoritmos Computacionais

Algoritmo <nome>

início

<identificador>

<declarações>

<comandos>

fim

Constantes, Tipos e Variáveis

Dados

- Um ***dado*** é uma informação que um algoritmo recebe e manipula.

- Exemplos de dados:
  - Nomes
  - Datas
  - Valores (notas, preços, altura, temperatura,...)
  - Condições (falso ou verdadeiro)

Tipos de Dados

- O ***tipo de um dado*** define o conjunto de valores ao qual o valor do dado pertence, bem como o conjunto de todas as operações que podem atuar sobre qualquer valor daquele conjunto de valores.
- Os tipos de dados mais básicos em algoritmos são:
  - Caracter
  - **Numérico**
  - Lógico

Tipos de Dados: **Numérico**

- **Inteiro (`int`):** representa um número inteiro;
  - Exemplos: -35, -20, 0, 7, 14, 34
  - Podem ser usados para idade em anos, número de filhos, etc...
- **Real (`float`):** representa um número real. Também é conhecido como ***ponto flutuante***.
  - Exemplos: 3.1415, -234.46, 45.15
  - Podem ser usados para saldo bancário, altura, peso, temperatura, etc...

Tipos de Dados: **Lógico**

- Dados lógicos podem assumir apenas dois valores: **verdadeiro** (true ou 1) ou **falso** (false ou 0).
- Também conhecido como ***booleano*** (`bool`).
- São usados para expressar uma condição:
  - 4 > 5 é falso;
  - se o cheque número 000123 já foi compensado, ou não.

Constantes

- Um dado que não sofre alteração no decorrer do tempo, ou seja, seu valor é **constante** desde o início até o fim da execução do algoritmo.
- Exemplos:
  - π = 3.1416;
  - salario_minimo = 415.00;
  - CPF = 2222222222;

Variáveis

- Um dado é classificado variável quando tem a possibilidade de ser alterado em algum instante no decorrer do tempo.
- Durante a execução do algoritmo o valor do dado pode sofrer alteração.
- Exemplos: velocidade de um carro, taxa de juros, temperatura.

Constantes **X** Variáveis

- Algoritmo para calcular a área de uma circunferência.
  - Fórmula da área: $A = \pi r^2$
  - Constante ?
  - Variável ?
  - Que tipo de dado podemos definir a *A* ?

Declaração: Regras

- Em **pseudo-código** uma variável é declarada, e portanto, criada, através da seguinte sintaxe:

```
<Nome_Da_Variavel>: <tipo>
```

```
<Nome_Da_Variavel>: inteiro;
<Nome_Da_Variavel>: real;
<Nome_Da_Variavel>: caracter;
<Nome_Da_Variavel>: string;
<Nome_Da_Variavel>: logico;
```

Declaração: Exemplos

```
a: inteiro;
x,y: real;
letra: caracter;
nome, frase: string;
tem: logico;
```


Declaração: Regras

- Em **pseudo-código** as variáveis são declaradas na seção de declarações, antes da seção de comandos, na cláusula variável:

```
váriavel
     salario: real
```

Comando de Atribuição

- Pode-se atribuir (ou definir) um valor a uma variável através do operador "←".
- Sintaxe:

```
identificador <- valor
```

- Exemplos:
  - Nome ← "Jose"
  - x ← 10 (lê-se: a variável x recebe o valor 10)

Comandos de Entrada

Permitem que dados sejam inseridos no algoritmo.
Sua sintaxe é:

```
leia (<lista_de_identificadores>);
```

Exemplos:

```
leia (a,b,nome);
leia (nota,num);
leia (rg);
```

Corresponde ao nome das variáveis nas quais os valores de entrada serão armazenados.

Comandos de Saída

Permitem que dados seja passados do algoritmo para outros dispositivos. Sua sintaxe é:

```
escreva(<lista_de_identificadores>);
```

Exemplos:

```
escreva(media,n1);
escreva(soma);
```

Corresponde ao nome das variáveis ou constantes que serão enviadas a um dispositivo de saída (monitor, impressora, etc.).

Bloco de Execução

O próprio algoritmo é um bloco de execução. A sintaxe da definição do bloco de um algoritmo é:

```
Algoritmo <Nome_do_Algoritmo>
início
   <declaração de variáveis>
   <comandos>
fim
```

Exemplo: Área de um Círculo

```
Algoritmo Area_Circulo
{Algoritmo para calcular a área de um círculo}

início
 variável:
   raio: real    {dado de entrada}
   pi: real      {constante}
   area: real    {dado de saída}
   leia(raio)
   pi ← 3.1416
   area ← pi*raio*raio
   escreva(area)
fim
```

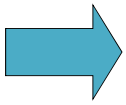

Estrutura de Controle

- Estruturas de controle permitem o controle do fluxo de execução dos comandos
- Vamos analisar as seguintes estruturas de controle:
  - seqüencial;
  - desvio condicional simples/composto;
  - repetição com teste no início/final/ variável de controle.

Estrutura Seqüencial

É um conjunto de comandos que serão executados em uma seqüência linear, de cima para baixo

Os comandos serão executados na mesma ordem em que foram escritos



C_1;
C_2;
...
C_n;

Convencionaremos que os comandos serão seguidos por ponto-e-vírgula (;)

Modelo Geral de um Pseudo-código:

```
Algoritmo <nome>
início
  < declaração de variáveis >
  <tarefa 1>; {corpo do algoritmo}
  <tarefa 2>;
  ...
  <tarefa n>;
fim
```

Exemplo 5

```
Algoritmo Perimetro_Triangulo
{Algoritmo para calcular o perímetro de um triângulo}

início
 variável:
   a,b,c: real;      {dados de entrada}
   perim: real;      {dado de saída}
   leia(a,b,c);
   perim ← a+b+c;
   escreva(perim);
fim
```


Decisão (Desvio) Condicional

- Um desvio condicional é usado para decidir se um conjunto de instruções deve, ou não, ser realizado;
- Comandos de **decisão** ou **desvio** fazem parte das técnicas de programação, para construir estruturas de algoritmos que *não são* totalmente seqüenciais;
- Com as instruções de **desvio** pode-se fazer com que o algoritmo proceda de uma ou outra maneira, de acordo com as decisões lógicas tomadas em função dos dados ou resultados anteriores.

Desvio Condicional Simples

No desvio condicional simples uma condição é avaliada e, se o resultado for verdadeiro, um conjunto de instruções é executado

PSEUDO-CÓDIGO

```
se (<condição>) então
    <tarefa única>;
fim se
```

Se a condição for falsa encerra-se a seleção!

PSEUDO-CÓDIGO

```
se (<condição>) então
  <tarefa 1>;
  <tarefa 2>;
  ...
  <tarefa n>;
fim se
```


Exemplo 6

```
Algoritmo Numero_Positivo
{Algoritmo para verificar se um número é positivo}
início
 variável:
   x: real;
   leia(x);
  se ( x > 0 ) então
     escreva("O número", x, " é positivo");
  fim se
fim
```

Desvio Condicional Composto

Quando mais de uma ação depende de uma mesma condição: uma de a condição ser verdadeira e outra de a condição ser falsa.

PSEUDO-CÓDIGO

```
se (<condição>) então
 <tarefa 1>;
senão
 <tarefa 2>;
fim se
```


Exemplo 7

Algoritmo Calculo_da_media_final

{Algoritmo para calcular a média final dos alunos, baseado nas notas de provas e listas}

```
início
   variável
        P1,P2,L: real;          {Dados de entrada}
        MF: real;               {Dados de saída}
        leia(P1,P2,L);          {Lendo os dados}
        MF ← (P1 + P2 + L)/3; {Cálculo da média final}
        se (MF < 7.0) então
           escreva ("Reprovado com média final", MF);
        senão
           escreva ("Aprovado com média final", MF);
        fim se
fim
```

Desvio Condicional Composto

PSEUDO-CÓDIGO

```
se (<condição>) então
  <tarefa V1>;
  ...              {Bloco Verdade}
  <tarefa Vn>;
senão
  <tarefa F1>;
  ...              {Bloco Falsidade}
  <tarefa Fn>;
fim se
```


Exemplo 8

Algoritmo Calculo_da_media_final

{Algoritmo para calcular a média final dos alunos, baseado nas notas de provas e listas}

```
início
   variável
        P1,P2,L: real  ;       {Dados de entrada}
        MF: real;              {Dados de saída}
        leia(P1,P2,L);         {Lendo os dados}
        MF ← (P1 + P2 + L)/3; {Cálculo da média final}
        se (MF < 7.0) então
            escreva ("Reprovado com média final", MF);
            escreva ("Terá que estudar mais");
        senão
            escreva ("Aprovado com média final", MF);
            escreva ("Pode ir para praia relaxar");
        fim se
fim
```

Desvio Condicional: se-então-se

PSEUDO-CÓDIGO

```
se (<condição 1> ) então
   se (<condição 2>) então
      se (<condição 3>) então
         se (<condição 4>) então
            <tarefa 1>;
         fim se
      fim se
   fim se
fim se
```

Não há **senão** após então!

A ação vai ocorrer quando todas as condições forem ao mesmo tempo satisfeitas!

Operadores Lógicos

- **Proposições compostas:** geradas a partir da combinação de proposições simples, através do uso de conectivos lógicos.
- Conectivos Lógicos:
  - e (and): $\wedge$
  - ou (or): $\vee$
  - não (not): ~
  - Atenção aos símbolos!!!

Conectivo "E" (AND)

- **Exemplo:** Se chover **e** relampejar, eu fico em casa.
- Quando eu fico em casa?
  - p: Está chovendo
  - q: Está relampejando
  - p e q $\leftrightarrow$ p $\wedge$ q

Conectivo E Conjunção		
p	q	p∧q
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

Conectivo "OU" (OR)

- **Exemplo**: Se acabar café **ou** acabar o açúcar, irei ao mercado.
- Quando irei ao mercado?
  - p: Acabou o café
  - q: Acabou o açúcar
  - p ou q $\leftrightarrow$ p $\vee$ q

Conectivo OU Disjunção		
p	q	p∨q
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Conectivo "Não" (NOT)

Conectivo NÃO Negação	
p	~p
V	F
F	V

Exemplo:

- p: O Sol é uma estrela
- ~p: O Sol **NÃO** é uma estrela

Desvio Condicional: se-então-se

PSEUDO-CÓDIGO

```
se (<condição 1> ) então
   se (<condição 2>) então
      se (<condição 3>) então
         se (<condição 4>) então
            <tarefa 1>;
         fim se
      fim se
   fim se
fim se
```

Não há **senão** após então!

A ação vai ocorrer quando todas as condições forem ao mesmo tempo satisfeitas!

Desvio Condicional: se-então-se

PSEUDO-CÓDIGO

```
se (<condição1>Λ<condição2>Λ<condição3>Λ<condição4>) então
  <tarefa 1>;
fim se;
```

Condição 1	Condição 2	Condição 3	Condição 4
V	V	V	V

Executa a tarefa

Desvio Condicional: se-senão-se

PSEUDO-CÓDIGO

```
se ( X = V1 ) então
   <tarefa 1>;
senão
   se ( X = V2 ) então
       <tarefa 2>;
   senão
       se ( X = V3 ) então
           <tarefa 3>;
       senão
           se ( X = V4 ) então
               <tarefa 4>;
           fim se
       fim se
   fim se
fim se
```

Após cada **senão**, existe outro comando **se**.

Depois do **então**, existe um comando.

Desvio Condicional Heterogêneo

Quando **não conseguimos identificar** um padrão lógico de construção de um estrutura de seleção encadeada

PSEUDO-CÓDIGO

```
se (<condição 1>) então
    se (<condição 2>) então
        <tarefa 1>;
    senão
        se (<condição 3>) então
                <tarefa 2>;
        senão
                <tarefa 3>;
        fim se
    fim se
senão
   <tarefa 4>;
fim se
```

Estrutura de Repetição

- Repetição com teste no início
  - **enquanto** <condição> **faça**
- ~~Repetição com teste no final~~
  - ~~**repita** / **até** <condição>~~
- Repetição por contagem
  - **para** V **de** Vi **até** Vf **passo** p **faça**

Repetição com Teste no **Início**

- Permite repetir várias vezes um mesmo trecho do algoritmo, porém sempre verificando antes de cada execução se é permitido executar o trecho, ou seja, enquanto o valor da **condição for verdadeiro**.
- Ex.: Lembra do algoritmo de trocar um pneu?

```
enquanto <houver parafuso p desapertar> faça
   Desparafusar a roda;
fim do enquanto
```

PSEUDOCÓDIGO

```
enquanto <condição> faça
     <tarefa 1>;
     <tarefa 2>;
     ...
     <tarefa n>;
fim do enquanto
```

Definições

- **Contador:** representado por uma variável com um dado valor inicial, o qual é incrementado a cada repetição.
- **Incrementar:** mesmo que somar um valor constante.
- Exemplo:

```
início
   variável
       cont: inteiro;        {declaração do contador}
       cont ← 1;             {inicializando o contador}
       cont ← cont+1;        {incrementando o contador}
fim
```

Pode se incrementar mais que um !!!

Exemplo 12

```
Algoritmo ler_e_somar_n_numeros
{Algoritmo para ler N números naturais e exibir a
  soma desses números.}
início
  variável
     cont, n, soma: inteiro;
     cont ← 1;            {Inicializando o contador}
     leia(n);             {Lendo os dados}
     soma ← 0;            {Inicializando a soma}
     enquanto (cont <= n) faça
        soma ← soma + cont;
        cont ← cont + 1;  {Incrementar o contador em um}
     fim do enquanto
     escreva ("A soma de", n, " números é ", soma);
fim
```

Repetição por Contagem

- Utilizaremos a estrutura:

para V de Vi até Vf faça

- Sempre repete a execução do bloco um número predeterminado de vezes. Possui limites de fluxos.
  - **V:** *variável*
  - **Vi:** *valor inicial*
  - **Vf:** *valor final*

PSEUDO-CÓDIGO

```
para V de Vi até Vf faça
     <tarefa 1>;
     <tarefa 2>;
     ...
     <tarefa n>;
fim para
```

Repetição por Contagem

- Outra forma de estrutura:

  para V **de** vi **até** vf **passo** p **faça**

  - **p:** valor do *incremento* dado a variável V

PSEUDO-CÓDIGO

```
para V de Vi até Vf passo p faça
     <tarefa 1>;
     <tarefa 2>;
     ...
     <tarefa n>;
fim para
```

Exemplo 13

```
Algoritmo ler_e_somar_20_numeros
{Algoritmo para somar 20 números naturais e exibir a
  soma desses números.}

início
  variável
     V, soma: inteiro;
     cont ← 1;            {Inicializando o contador}
     soma ← 0;            {Inicializando a soma}
     para V de 1 até 20 (passo 1) faça
        soma ← soma + V;
     fim para
     escreva ("A soma de 20 números é ", soma);
fim
```