



# Fluxo de Controle

Prof. Guilherme N. Ramos

O *fluxo de controle* de um algoritmo é a ordem em que são executadas suas instruções [1], que - portanto - define seu comportamento. Todo algoritmo computacional é baseado em 3 conceitos: instruções sequenciais, bifurcação, e repetição.

## 1 Sequenciais

Em um algoritmo, as instruções são executadas de forma *sequencial*, uma após a outra, na mesma ordem em que se encontram na representação do algoritmo. Esta execução ordenada é uma condição essencial para funcionamento correto da maioria dos algoritmos, pois o comportamento só é bem definido neste caso. No exemplo abaixo, as horas vividas só podem ser [corretamente] calculadas porque em etapas anteriores obteve-se todos os dados necessários.

01-horas.c

```
1  const int DIAS_NO_ANO = 365, HORAS_NO_DIA = 24;
2  int idade_em_anos, idade_em_dias, idade_em_horas;
3
4  printf("Olá! Quantos anos você tem?\n");
5  scanf("%d", &idade_em_anos);
6
7  /* Agora que se tem a idade em anos, é possível calcular
8   * quantos dias já foram vividos (aproximadamente). */
9  idade_em_dias = idade_em_anos*DIAS_NO_ANO;
10
11 /* E agora que se sabe quantos foram os dias, calcula-se
12  * quantas horas foram vividas (aproximadamente). */
13 idade_em_horas = idade_em_dias*HORAS_NO_DIA;
14
15 /* Só agora é possível mostrar o resultado. */
16 printf("Sabia que já viveu %d horas?\n", idade_em_horas);
```

É claro, a execução sequencial possibilita a resolução de problemas mais interessantes como a aproximação do valor da raiz quadrada de um número. Conforme o método babilônico, o valor da raiz pode ser encontrado com uma estratégia de aproximações sucessivas. Assim, dados um número inteiro positivo  $n$ , e uma estimativa inicial  $r$  de sua raiz quadrada, também inteiro e positivo, pode-se aproximar o valor de  $r$  para o valor correto por meios de instruções sequenciais.

02-raiz2-0.py

```
1 n = float(input('Qual o valor de n? '))
2
3 # 1a tentativa
4 r = float(input('Qual sua estimativa inicial para a raiz de ' + str(n) + '? '))
5 print(r, '*', r, '=', r * r)
6
7 # 2a tentativa
8 r = (r + (n / r)) / 2
9 print(r, '*', r, '=', r * r)
10
11 # 3a tentativa
12 r = (r + (n / r)) / 2
13 print(r, '*', r, '=', r * r)
```

```
15 print('Depois de 3 tentativas, a aproximação da raiz de', n, 'é', r, '.')
```

O custo envolvido na execução instruções sequenciais é proporcional a quantidade de instruções.

## 2 Bifurcação

A evolução do processo de um algoritmo é sequencial, mas a sequência a ser executada pode ser alterada com uma estrutura de *bifurcação* (ou *seleção/decisão*). Desta forma, um conjunto de instruções é executado apenas se certa condição lógica for verdadeira [2].

Em uma estrutura condicional *simples* (`if`), há um teste que define se determinado conjunto de instruções será executado ou não. Já em uma condicional *dupla* (`if/else`) há dois conjuntos de instruções que são exclusivos, apenas um deles é executado (sequencialmente) conforme o teste da condição. Por fim, há *condicional múltipla* (`switch`), em que, dentre múltiplas opções, apenas um bloco é executado conforme o resultado do teste.

A bifurcação do fluxo possibilita um processamento mais adequado, pois pode-se verificar certas condições para decidir como prosseguir, bem como uma interação mais interessante com o usuário, que pode ser informado dos acontecimentos. Considerando novamente o problema de aproximação do valor da raiz quadrada de um número pelo método babilônico, pode-se verificar os valores recebidos do usuário de modo que os cálculos só seja realizados caso estes valores sejam válidos.

02-raiz2-1.c

```
1  printf("Qual o valor de n?\n");
2  scanf("%d", &n);
3
4  if(n < 0) {
5      printf("Não sei calcular a raiz de número negativo.\n");
6  }
7  else {
8      printf("Qual sua estimativa para a raiz de %d?\n", n);
9      scanf("%d", &r);
10
11     if(r <= 0)
12         printf("A raiz não pode ser menor que zero.\n");
13     else {
14         r = (r + (n/r)) / 2;
15         r = (r + (n/r)) / 2;
16
17         printf("A aproximação da raiz de %d é %d.\n", n, r);
18     }
19 }
```

Caso haja algo errado, a informação do que está incorreto é passada ao usuário, para que tome as devidas providências. A bifurcação possibilita garantir que certos cálculos sejam feitos, como também pode-se garantir que certas condições inaceitáveis nunca sejam processadas (por exemplo, divisão por zero).

O custo envolvido na execução de instruções com bifurcações é proporcional a quantidade de instruções. Veja mais em 01\_Bifurcacao.

### 3 Repetição

Certos problemas exigem a execução de um mesmo conjunto de instruções [sequenciais] *repetidas* vezes, um procedimento que deve ser automatizado! Um *laço de repetição* contém um conjunto de instruções que são executadas (sequencialmente) enquanto determinada condição for verdadeira. Cada execução é chamada de *iteração* [2].

O laço *Enquanto-Faça* (`while`) avalia a condição e, se verdadeira, executa as instruções. Já o laço *Faça-Enquanto* (`do-while`) avalia a condição de parada *após a execução das instruções*. Sabendo *quantas são as iterações*, pode-se simplesmente definir um laço *Para-Até-Faça* (`for`), que é executado exatamente este número de vezes.

```
1 for(i = 1; i <= 7; ++i)
2     printf("Goooooooool da Alemanha!\n");
3
4 /* "for" é mais compacto que o código equivalente */
5
6 i = 1;
7 while(i <= 7) {
8     printf("Goooooooool da Alemanha!\n");
9     ++i;
10 }
```

Os laços de repetição vistos são quase intercambiáveis entre si, todos têm:

- inicialização das condições de parada;
- teste das condições de parada; e
- atualização da condições de parada.

Os laços de repetição possibilitam uma abordagem muito interessante a algoritmos de aproximação. Considerando novamente o problema do valor da raiz quadrada de um número pelo método babilônico, pode-se repetir as iterações uma quantidade arbitrária de vezes sem ter de repetir o código. Este tipo de análise numérica é muito utilizado. Por exemplo, para a proximar o valor  $r = \sqrt{n}$ :

06-raiz2-2.c

```
1     do {
2         r = (r + (n/r)) / 2;
3         ++i;
4     } while(i < iteracoes);
```

É preciso muita atenção ao utilizá-los para evitar implementar um laço infinito e a execução um número incorreto de vezes. O custo envolvido na execução de instruções com repetições é proporcional a quantidade de instruções e a quantidade de repetições. Veja mais exemplos em 02\_Repeticao.

*Todos* os algoritmos computacionais são implementados pela combinação de instruções sequenciais, bifurcações, e repetições, desde os mais simples até os mais complicados.

### Referências

- [1] Brian W. Kernighan and Dennis M. Ritchie. *C: a linguagem de programação padrão ANSI*. Campus, Rio de Janeiro, 1989.
- [2] Luis Joyanes Aguilar. *Fundamentos de Programação: Algoritmos, estruturas de dados e objetos*. McGraw-Hill, 3a edition, 2008.