Laços

Roland Teodorowitsch

Fundamentos de Programação - Escola Politécnica - PUCRS

24 de agosto de 2022

Introdução

Objetivos

- Implementar laços com `while`, `for` e `do`
- Acompanhar a execução de um programa manualmente
- Familiarizar-se com os algoritmos comuns com laços
- Entender laços aninhados
- Implementar programas que leem e processam conjuntos de dados
- Usar um computador para fazer simulações

Conteúdos

- O Laço `while`
- Resolução de Problemas: Teste de Mesa
- O Laço `for`
- O Laço `do`
- Sentinelas de Processamento
- Algoritmos Comuns com Laços
- Laços Aninhados
- Aplicação: Números Aleatórios e Simulações
- Resolução de Problemas: *Storyboards*
- Resumo

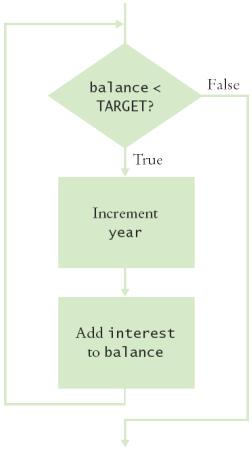
O Laço while

O Laço while

- Exemplos de aplicações com laços
  - Cálculo de juros compostos
  - Cálculo de um somatório
  - Cálculo de um produtório
  - Cálculo de média
  - Simulações, programas orientados a eventos, etc.
- Cálculo de juros compostos (Unidade 1)

```
Inicie com um valor de ano igual a zero e um total de $10.000
Repita o seguinte enquanto o total seja menor do que $20.000
     Adicione 1 ao valor do ano
     Multiplique o total por 1,05 (crescimento de 5%)
Informe o último valor atribuído ao ano como resposta
```

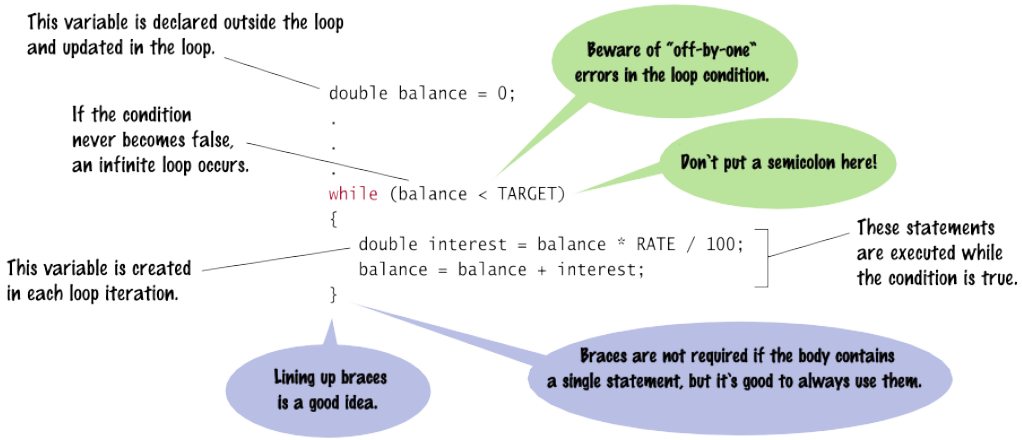
Planejando um Laço while



- Um laço executa instruções repetidamente enquanto uma condição for verdadeira

```
while (balance < TARGET) {
   year++;
   double interest = balance * RATE/100;
   balance = balance + interest;
}
```

Sintaxe do Comando while



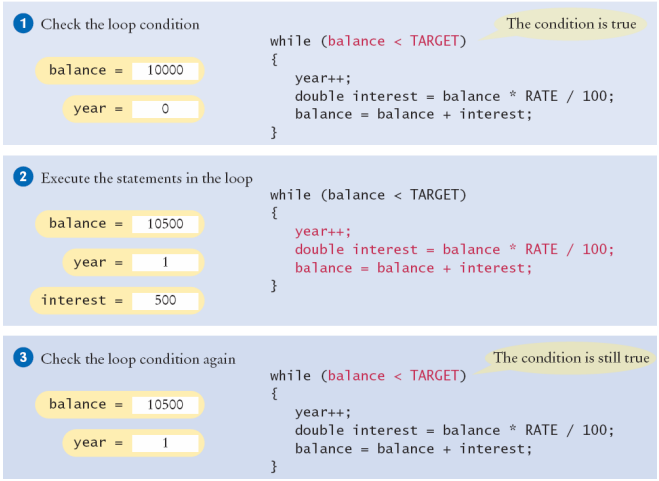
DoubleInvestment.java (HORSTMANN, 2013, p. 143)

```java
/**
   This program computes the time required to double an investment.
*/
public class DoubleInvestment {
   public static void main(String[] args) {
      final double RATE = 5;
      final double INITIAL_BALANCE = 10000;
      final double TARGET = 2 * INITIAL_BALANCE;
      double balance = INITIAL_BALANCE;
      int year = 0;
      // Count the years required for the investment to double
      while (balance < TARGET) {
         year++;
         double interest = balance * RATE / 100;
         balance = balance + interest;
      }
      System.out.println("The investment doubled after "+ year + " years.");
   }
}
```

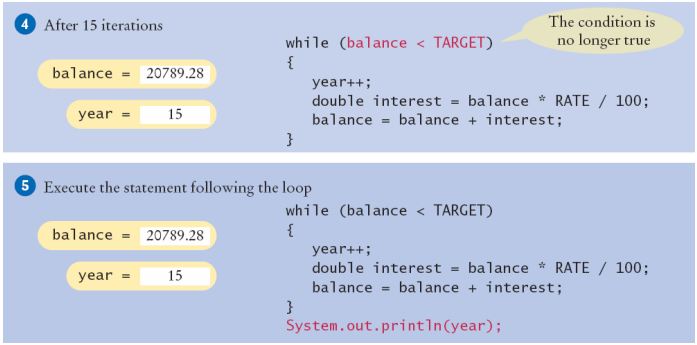
Resultado da execução:

```
The investment doubled after 15 years.
```

Execução do Laço (1)



Execução do Laço (2)



Exemplos de Laços com while (1)

Laço	Saída	Explicação

`i = 0; sum = 0;`
`while (sum < 10) {`
`  i++; sum = sum + i;`
`  System.out.println(i+" "+sum);`
`}`
	`1 1`
	`2 3`
	`3 6`
	`4 10`
		Quando `sum` for igual a 10, a condição do laço será falsa, e o laço se encerra.

`i = 0; sum = 0;`
`while (sum < 10) {`
`  i++; sum = sum - i;`
`  System.out.println(i+" "+sum);`
`}`
	`1 -1`
	`2 -3`
	`3 -6`
	`4 -10`
	`...`
		Como `sum` nunca atinge 10, isto consiste em um “laço infinito”.

`i = 0; sum = 0;`
`while (sum < 0) {`
`  i++; sum = sum - i;`
`  System.out.println(i+" "+sum);`
`}`
	(Nenhuma saída)	A condição `sum < 0` é falsa quando é testada pela primeira vez, e o laço nunca é executado.

Exemplos de Laços com while (2)

Laço	Saída	Explicação

`i = 0; sum = 0;`
`while (sum >= 10) {`
`  i++; sum = sum + i;`
`  System.out.println(i+" "+sum);`
`}`
	(Nenhuma saída)	O programador provavelmente pensou: "Pare quando a soma for pelo menos 10". Entretanto a condição do laço controla quando o laço é executado, e não quando ele se encerra.

`i = 0; sum = 0;`
`while (sum < 10) ; {`
`  i++; sum = sum + i;`
`  System.out.println(i+" "+sum);`
`}`
	(Nenhuma saída e o programa nunca termina)	Observe que o ponto-e-vírgula após o teste do laço faz com que o corpo do laço corresponda a um comando vazio. O programa executará para sempre pois `sum < 0` e este valor não será atualizado no corpo do laço (comando vazio).

Erros Comuns (1)

Não pense: “Já chegamos lá?”

- O corpo do laço somente será executado se a condição de teste for verdadeira
- A lógica para “Já chegamos lá?” executaria o corpo do laço se o teste fosse falso
- Se `bal` deve crescer até que alcance `TARGET`, qual versão executará o corpo do laço?

```
while (bal < TARGET) {
   year++;
   interest = bal * RATE;
   bal = bal + interest;
}
```

```
while (bal >= TARGET) {
   year++;
   interest = bal * RATE;
   bal = bal + interest;
}
```

Erros Comuns (2)

Laços Infinitos

- O corpo do laço será executado até que a condição de teste se torne falsa
- O que acontece se você se esquecer de atualizar a variável de teste?
  - `bal` é a variável de teste (`TARGET` não é alterado)
  - Seu programa ficará no laço para sempre! (ou até que você pare o programa)

```
while (bal < TARGET) {
   year++;
   interest = bal * RATE;
   // bal = bal + interest;
}
```

Erros Comuns (3)

Erros de Limite

- Uma variável do tipo contadora é frequentemente usada na condição de teste
- A variável contadora pode iniciar em 0 ou 1 (programadores frequentemente iniciam contadores com 0)
- Se você quer contar 5 dedos, qual código deve ser usado?

```
// Inicia em 0, usa-se <
int finger = 0;
final int FINGERS = 5;
while (finger < FINGERS) {
   System.out.println(finger);
   finger++;
}
// 0,1,2,3,4
```

```
// Inicia em 1, usa-se <=
int finger = 1;
final int FINGERS = 5;
while (finger <= FINGERS) {
   System.out.println(finger);
   finger++;
}
// 1,2,3,4,5
```

Resumo do Laço while

- Laços com while são usados com grande frequência
- Inicialize as variáveis antes do teste
- A condição é testada ANTES do corpo do laço
  - Isto é chamado pré-teste
  - A condiçao frequentemene usa uma variável contadora
- Algo dentro do corpo do laço deve alterar uma das variáveis usadas no teste
- Cuidado com laços infinitos!

Exercícios

Faça laços em Java usando `while` para mostrar:

1. Os números inteiros de 100 a 200
2. Os números inteiros de -10 a -50
3. Os números pares entre `a` e `b` (com `a` $\geq$ `b`)
4. As 10 primeiras potências de 2
5. Os elementos de uma progressão aritmética de `n` elementos que inicia em `a` e tem razão `r`
6. A soma dos elementos do item anterior
7. Os elementos de uma progressão geométrica de `n` elementos que inicia em `a` e tem razão `r`
8. A soma dos elementos do item anterior

Resolução de Problemas: Teste de Mesa

Teste de Mesa

Exemplo: Calcule a soma dos dígitos de um número (por exemplo, para 1729 o valor seria 1+7+2+9)

- Faça colunas para as principais variáveis (`n`, `sum`, `digit`)
- Acompanhe a execução e mantenha os valores das variáveis atualizados na tabela

```
int n = 1729;
int sum = 0;
while (n > 0) {
    int digit = n % 10;
    sum = sum + digit;
    n = n / 10;
}
System.out.println(sum);
```

Exercícios

Exercícios (1)

Escreva laços `while` em Java, declarando todas as variáveis utilizadas, para:

1. Mostrar os valores de 1 até 10.
2. Mostrar os valores de 10 até 1, em ordem regressiva.
3. Calcular a soma dos valores de 1 até 20.
4. Calcular o fatorial de um número inteiro lido do terminal.
5. Ler 20 pares de valores (`a` e `b`) escrevendo qual é o maior valor.
6. Ler um número inteiro e escrever se ele é primo ou não.

Exercícios (2)

Faça o teste de mesa para o trecho de programa em Java a seguir, mostrando todas as alterações de valores nas variáveis declaradas e todas as saídas de terminal, e considerando que os valores lidos do teclado serão respectivamente 2, 4, 3, 2, 0, 2.

```
Scanner in = new Scanner(System.in);
int x, a, n, z;

x = in.nextInt();
n = in.nextInt();
while (x > 0) {
   a = 1;
   while (a <= n) {
      z=a*n;
      System.out.println(z);
      a = a + 1;
   }
   x = in.nextInt();
   n = in.nextInt();
}
```

O Laço for

O Laço `for`

- Em Java, tudo que é feito com `while` pode ser feito também com `for`
- Mas use laços `for` quando
  - Houver uma variável de indução com início, atualização e fim claramente identificáveis
  - For interessante deixar o código mais conciso (controle do laço em uma única linha)
- Por exemplo, para fazer o somatório dos números de 1 até 10 poderíamos fazer:

```java
int soma = 0;
// versao com while
int i = 1;  // inicializacao
while (i <= 10)  { // teste
   soma = soma + i;
   i++; // atualizacao
}
```

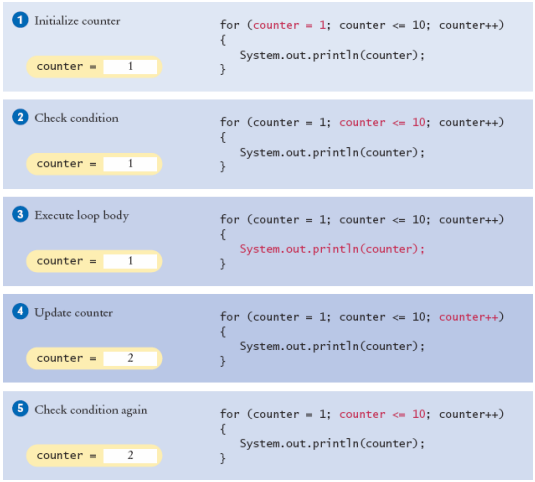
```java
int soma = 0;
// versao com for
for (int i = 1; i <= 10; i++) {
   soma = soma + i;
}
```

Sintaxe do Comando for

```
for ( inicializacao; condicao; atualizacao)
    corpo;
```

- O comando for tem 4 partes:
  1. Inicialização: é executada uma vez antes do laço iniciar
  2. Condição de permanênica: é verificada antes de cada iteração (deve ser verdadeira)
  3. Corpo do laço (bloco de comandos ou comando único): executado enquanto a condição for verdadeira
  4. Atualização: executada sempre depois do bloco de comandos e antes de se fazer um novo teste da condição
- Depois da inicialização, o laço for repetirá um ciclo formado por
  - Teste da condição — Execução do corpo do laço — Atualização

Execução de um laço for



Exemplos de Laços for (1)

- Contar de 1 (inclusive) até 5 (inclusive) [5 iterações: 1 2 3 4 5]

```
for (int i = 1; i<=5; i++) System.out.println(i);
for (int i = 1; i<6; i++) System.out.println(i);
```

- Contar de 1 (inclusive) até 5 (exclusive) [4 iterações: 1 2 3 4]

```
for (int i = 1; i<=4; i++) System.out.println(i);
for (int i = 1; i<5; i++) System.out.println(i);
```

- Contar de 0 (inclusive) até 5 (inclusive) [6 iterações: 0 1 2 3 4 5]

```
for (int i = 0; i<=5; i++) System.out.println(i);
for (int i = 0; i<6; i++) System.out.println(i);
```

- Contar de 0 (inclusive) até 5 (exclusive) [5 iterações: 0 1 2 3 4]

```
for (int i = 0; i<=4; i++) System.out.println(i);
for (int i = 0; i<5; i++) System.out.println(i);
```

Exemplos de Laços for (2)

- Contagem regressiva [6 iterações: 5 4 3 2 1 0]

```
for (int i = 5; i>=0; i--) System.out.println(i);
```

- Incremento igual a 2 [5 iterações: 0 2 4 6 8]

```
for (int i = 0; i<9; i=i+2) System.out.println(i);
```

- Razão geométrica igual a 2 [5 iterações: 1 2 4 8 16]

```
for (int i = 1; i<=20; i=i*2) System.out.println(i);
```

- Percorrer todas as letras de uma cadeia de caracteres [4 iterações: J A V A]

```
String s = "JAVA";
for (int i = 0; i<s.length(); i++) System.out.println(s.charAt(i));
```

Planejando um Laço for

- Considerando um valor inicial investido de 10000, e uma taxa de juros anual de 5%, escreva um programa que: leia o número total de anos de investimento (`numAnos`) e, para cada ano transcorrido, imprima o número do ano e o saldo total ao final desse ano.
- Por exemplo, para `numAnos` igual a 5, o programa deve imprimir:
  - ano 1: 10500.00
  - ano 2: 11025.00
  - ano 3: 11576.25
  - ano 4: 12155.06
  - ano 5: 12762.82

```
for (int ano = 1; ano <= numAnos; ano++) {
   // Atualiza saldo
   // Imprime ano e saldo
}
```

Investimento.java

```java
import java.util.Scanner;

/**
   Este programa imprime uma tabela mostrando o crescimento anual de um investimento.
*/
public class Investimento {
   public static void main(String[] args) {
      final double TAXA = 5.0;
      final double SALDO_INICIAL = 10000;
      double saldo = SALDO_INICIAL;

      System.out.print("Quantos anos? ");
      Scanner in = new Scanner(System.in);
      int numAnos = in.nextInt();

      for (int ano = 1; ano <= numAnos; ano++) {
         double juros = saldo * TAXA / 100.0;
         saldo = saldo + juros;
         System.out.printf("ano %d: %.2f\n", ano, saldo);
      }
   }
}
```

Cuidados a serem tomados

- Limite final do laço: inclusive ou exclusive?
- Variável de indução: crescente ou decrescente?
  - Com valores crescentes usa-se $\leq$ ou $<$
  - Com valores decrescentes usa-se $\geq$ ou $>$
- Condições erradas podem gerar **laços infinitos**:

```
// 0 2 4 6 8 10 ...
for (int i=0; i!=9; i=i+2) System.out.println(i);

// 0 -1 -2 -3 -4 -5 ...
for (int i=0; i<10; --i) System.out.println(i);
```

- Evite atualizar o contador no corpo do laço `for`:

```
for (int i=1; i<=100; i++) {
   if (i % 10 == 0)        // Pular valores divisiveis por 10
      i++;                 // Estilo ruim para for...
   System.out.println(i);
}
```

Escopo de Variáveis do Laço `for`

- Escopo é o “tempo de vida” de uma variável.
- Quando a variável `x` é declarada no comando `for`, ela existe apenas dentro do bloco do laço

```
for ( int x = 1; x < 10; x = x + 1) {
   // comandos a serem executados dentro do laco
   // 'x' pode ser usado em qualquer lugar dentro deste bloco
}
if (x > 100)    // Erro! 'x' esta fora de escopo!
```

- Solução: declarar ’x’ fora do laço

```
int x;
for ( x = 1; x < 10; x = x + 1) {}
```

Resumo do Laço `for`

- Laços com `for` são muito usados
- Eles têm uma notação bastante concisa
  - Inicialização ; Condição ; Atualização ; Corpo do laço
  - A inicialização acontece uma única vez no início do laço
  - A condição é testada todas as vezes ANTES (pré-teste) de executar o corpo do laço
  - O incremento é realizado APÓS o corpo do laço
- Use laços `for` seguindo o modelo padrão
- Adequado para contagens inteiras, processamento de *strings*, vetores ou matrizes, etc.

Exercícios sobre Laço `for`

Exercícios 1 e 2

1. Escreva laços `for` em Java, declarando todas as variáveis utilizadas, para:
   a. Mostrar os valores de 1 até 10.
   b. Mostrar os valores de 10 até 1, em ordem regressiva.
   c. Calcular a soma dos valores de 1 até 20.
   d. Calcular o fatorial de um número inteiro lido do terminal.
   e. Ler 20 pares de valores (`a` e `b`) escrevendo qual é o maior valor.
   f. Ler um número inteiro e escrever se ele é primo ou não.
2. Escreva um programa em Java para ler o número de alunos de uma turma e a seguir ler as notas destes alunos na prova da disciplina, determinando e imprimindo: a média da turma, a nota mais baixa e a nota mais alta.

Exercício 3

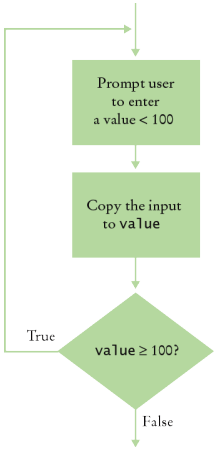
3. Faça o teste de mesa para o trecho de programa em Java a seguir, mostrando todas as alterações de valores nas variáveis declaradas e todas as saídas de terminal, e considerando que os valores lidos do teclado serão respectivamente 4, 2, 2, 3, 2, 0.

```
Scanner in = new Scanner(System.in);
int x, a, n, z;

n = in.nextInt();
for ( x = in.nextInt() ; x > 0 ; x = in.nextInt() ) {
   for ( a = 1 ; a <= n ; a = a + 1 ) {
      z=a*n;
      System.out.println(z);
   }
   n = in.nextInt();
}
```

O Laço do

O Laço do



- Usa-se o laço do quando se deseja executar o corpo do laço pelo menos uma vez, testando a condição APÓS a primeira repetição do laço

```
int i = 1;  // inicializacao
final int FINGERS = 5;
do {
   // comandos...
   i++; // atualizacao
}  while (i <= FINGERS);  // teste
```

Exemplo de Laço do

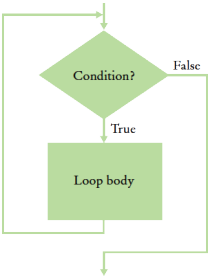
- Validação da entrada de usuários
  - Verificar se um valor lido está dentro do limite
  - O usuário tem que fornecer alguma entrada antes para ser validada

```
int valor;
do {
   System.out.println("Forneca um valor inteiro < 100: ");
   valor = in.nextInt();
}  while (valor >= 100);  // Teste
```

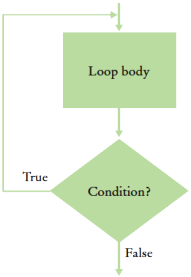
Dica de Programação

- Fluxogramas para laços: evite código "spaghetti"(nunca faça uma seta apontar para dentro do corpo de um laço)

`while` e `for` testam antes



`do` testa depois



Humor

Sentinelas de Processamento

Sentinelas de Processamento

- Valores de sentinela indicam o final de um conjunto de dados, mas não fazem parte dos dados
- Podem ser usados em muitos casos
  - Quando não se sabe quantos itens há em uma lista, usa-se um caracter ou valor especial para sinalizar que não há mais itens
  - Para entradas de números positivos, é comum usar o valor -1:

```
salary = in.nextDouble();
while (salary != -1) {
   sum = sum + salary;
   count++;
   salary = in.nextDouble();
}
```

Calculando a Média de um Conjunto Indeterminado de Valores

- Declare e inicialize uma variável `sum` com 0
- Declare e inicialize uma variável `count` com 0
- Declare e inicialize uma variável `input` com 0
- Mostre uma mensagem solicitando que o usuário forneça os dados
- Fique no laço até que o valor de sentinela seja fornecido
  - Leia um valor e salve em `input`
  - Se `input` não for igual a -1
    - Adicione `input` em `sum`
    - Adicione 1 na variável `count`
- Tenha certeza de que pelo menos um valor for fornecido antes de fazer a divisão
  - Divida `sum` por `count` e mostre o resultado
- Fim

SentinelDemo.java (1) (HORSTMANN, 2013, p. 158-159)

```java
import java.util.Scanner;

/**
   This program prints the average of salary values that are terminated with a sentinel.
*/

public class SentinelDemo {
   public static void main(String[] args) {
      double sum = 0;
      int count = 0;
      double salary = 0;
      System.out.print("Enter salaries, -1 to finish: ");
      Scanner in = new Scanner(System.in);

      // Process data until the sentinel is entered
      while (salary != -1) {
         salary = in.nextDouble();
         if (salary != -1) {
            sum = sum + salary;
            count++;
         }
      }
```

SentinelDemo.java (2) (HORSTMANN, 2013, p. 158-159)

```
      // Compute and print the average
      if (count > 0) {
         double average = sum / count;
         System.out.println("Average salary: " + average);
      }
      else {
         System.out.println("No data");
      }
   }
}
```

Execução do programa:

```
Enter salaries, -1 to finish:  10 10 40 -1
Average salary:  20
```

Variáveis Booleanas e Sentinelas

- Uma variável booleana (frequentemente chamada de *flag* pode ser usada para controlar um laço)

```
System.out.print("Enter salaries, -1 to finish: ");
boolean done = false;
while (!done) {
   value = in.nextDouble();
   if (value == -1) {
      done = true;
   }
   else {
      // Process value
   }
}
```

Para permitir qualquer valor numérico...

- Se os valores válidos puderem ser negativos ou positivos, não se pode usar -1 (ou qualquer outro número) como sentinela
- A solução então é usar qualquer outra sentinela não numérica
- Como `in.nextDouble` falha para valores não numéricos, deve-se usar `in.hasNextDouble` antes
  - Retorna um booleano: `true`, se a entrada estiver correta (for um número), ou `false`, se a entrada não for um número
  - Em caso de `true`, pode-se usar `in.nextDouble`

```
System.out.print("Enter values, Q to quit: ");
while (in.hasNextDouble()) {
   value = in.nextDouble();
   // Process value
}
```

Algoritmos Comuns com Laços

Algoritmos Comuns com Laços

- Somatório
- Produtório
- Valor médio
- Contagem de ocorrências
- Encontrar a primeira ocorrência
- Perguntar até que uma ocorrência seja encontrada
- Máximo e mínimo
- Comparar valores adjacentes

Somatório

- Inicialize `total` com 0
- Pode-se usar o laço com sentinela
- Acrescente o valor em `total`

```
double total = 0;
while (in.hasNextDouble()) {
   double input = in.nextDouble();
   total = total + input;
}
```

Produtório

- Inicialize `produto` com 1
- Mutiplique o valor por `produto`

```
double produto = 1;
while (in.hasNextDouble()) {
    double input = in.nextDouble();
    produto = produto * input;
}
```

Valor Médio

- Faça o somatório dos valores
- Inicialize `count` com 0, incrementando-a a cada valor lido
- Verifique o valor de `conunt` antes da divisão!

```
double total = 0;
int count = 0;
while (in.hasNextDouble()) {
   double input = in.nextDouble();
   total = total + input;
   count++;
}
double average = 0;
if (count > 0) {
   average = total / count;
}
```

Contagem de Ocorrências

- Inicialize `count` com 0
- Use um laço `for`
- Incremente o contador a cada ocorrência

```
int upperCaseLetters = 0;
for (int i = 0; i < str.length(); i++) {
   char ch = str.charAt(i);
   if (Character.isUpperCase(ch)) {
      upperCaseLetters++;
   }
}
```

Encontrar a Primeira Ocorrência

- Inicialize uma variável sentinela/booleana com `false`
- Inicialize o contador de posições com 0 (primeiro caracter do *string*)
- Use uma condição composta no laço
- Laços com pré-teste tratam a situação para *string* vazio

```
boolean found = false;
char ch;
int position = 0;
while (!found && position < str.length()) {
   ch = str.charAt(position);
   if (Character.isLowerCase(ch)) {
      found = true;
   }
   else { position++; }
}
```

Perguntar até que uma Ocorrência Seja Encontrada

- Inicialize uma variável sentinela/booleana com `false`
- Teste a variável sentinela no laço `while`
  - Leia a entrada, e compare com o limite
  - Se a entrada está dentro do limite, altere a variável sentinela para `true`
  - O laço parará de executar

```
boolean valid = false;
double input;
while (!valid) {
   System.out.print("Please enter a positive value < 100: ");
   input = in.nextDouble();
   if (0 < input && input < 100) { valid = true; }
   else { System.out.println("Invalid input."); }
}
```

Máximo e Mínimo

- Leia o primeiro valor: este é o maior (ou menor) valor que você obteve até agora!
- Fique no laço enquanto você tiver um valor válido
  - Leia outro valor
  - Compare o novo valor com o maior (ou menor)
  - Atualize o maior (ou menor) valor se for necessário

```
double largest = in.nextDouble();
while (in.hasNextDouble()) {
   double input = in.nextDouble();
   if (input > largest) {
      largest = input;
   }
}
```

```
double smallest = in.nextDouble();
while (in.hasNextDouble()) {
   double input = in.nextDouble();
   if (input < smallest) {
      smallest = input;
   }
}
```

Comparar Valores Adjacentes

- Obtenha o primeiro valor da entrada
- Use o `while` para determinar se há mais valores para serem verificados
  - Copie a entrada para uma variável para armazenar o valor anterior
  - Leia a próxima entrada
  - Compare a entrada lida com o valor anterior, e avise se forem iguais

```
double input = in.nextDouble();
while (in.hasNextDouble()) {
   double previous = input;
   input = in.nextDouble();
   if (input == previous) {
      System.out.println("Duplicate input");
   }
}
```

Passos para Escrever um Laço

Planejamento:

- Decida que tarefa realizar dentro do laço
- Especifique a condição do laço
- Determine o tipo do laço
- Inicialize as variáveis antes da primeira iteração
- Processe os resultados depois que o laço tenha encerrado
- Teste o laço com exemplos típicos

Codificação:

- Implemente o laço em Java

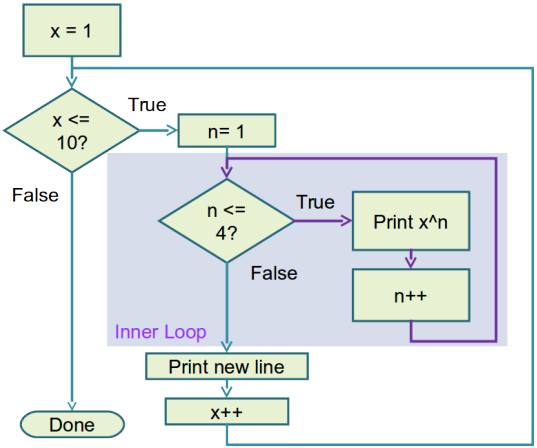
Laços Aninhados

Laços Aninhados

- Como você imprimiria uma tabela com linhas e colunas?
  - Imprima a primeira linha com o cabeçalho
    - Use um laço
  - Imprima o corpo da tabela
    - Quantas linhas?
    - Quantas colunas?
  - Faça um laço para as linhas
    - Faça um laço para as colunas

x^1	x^2	x^3	x^4
1	1	1	1
2	4	8	16
3	9	27	81
...	...	...	...
10	100	1000	10000

Fluxograma de Dois Laços Aninhados



PowerTable.java (HORSTMANN, 2013, p. 173-174)

```java
/** This program prints a table of powers of x. */
public class PowerTable {
   public static void main(String[] args) {
      final int NMAX = 4;
      final double XMAX = 10;

      // Print table header
      for (int n = 1; n <= NMAX; n++) {
         System.out.printf("%10d", n);
      }
      System.out.println();
      for (int n = 1; n <= NMAX; n++) {
         System.out.printf("%10s", "x ");
      }
      System.out.println();

      // Print table body
      for (double x = 1; x <= XMAX; x++) {
         // Print table row
         for (int n = 1; n <= NMAX; n++) {
            System.out.printf("%10.0f", Math.pow(x, n));
         }
         System.out.println();
      }
   }
}
```

Resultado de `PowerTable.java`

```
  1         2         3         4
x         x         x         x

  1         1         1         1
  2         4         8        16
  3         9        27        81
  4        16        64       256
  5        25       125       625
  6        36       216      1296
  7        49       343      2401
  8        64       512      4096
  9        81       729      6561
 10       100      1000     10000
```

Exercício

Modifique o programa `PowerTable.java` para que a tabela seja impressa “deitada”, ou seja, na primeira linha os valores para x^1, na segunda linha os valores para x^2, e assim por diante.

Exemplos de Laços Aninhados (1)

Laço	Saída	Explicação

`for (i = 1; i <= 3 ; i++) {`
`  for (j = 1; j <= 4; j++) {`
`  System.out.print("*");`
`  }`
`  System.out.println();`
`}`
	`****`
	`****`
	`****`
		Imprime 3 linhas de 4 asteriscos cada.

`for (i = 1; i <= 4 ; i++) {`
`  for (j = 1; j <= 3; j++) {`
`  System.out.print("*");`
`  }`
`  System.out.println();`
`}`
	`***`
	`***`
	`***`
	`***`
		Imprime 4 linhas de 3 asteriscos cada.

Exemplos de Laços Aninhados (2)

Laço	Saída	Explicação

`for (i = 1; i <= 4 ; i++) {`
`  for (j = 1; j <= i; j++) {`
`  System.out.print("*");`
`  }`
`  System.out.println();`
`}`
	`*`
	`**`
	`***`
	`****`
		Imprime 4 linhas com tamanhos 1, 2, 3 e 4.

`for (i = 1; i <= 3 ; i++) {`
`  for (j = 1; j <= 5; j++) {`
`  if (j % 2 == 0) {`
`  System.out.print("*");`
`  }`
`  else {`
`  System.out.print("-");`
`  }`
`  }`
`  System.out.println();`
`}`
	`-*-*-`
	`-*-*-`
	`-*-*-`
		Imprime asteriscos nas colunas pares e traços nas colunas ímpares.

Exemplos de Laços Aninhados (3)

Laço	Saída	Explicação

`for (i = 1; i <= 3 ; i++) {`
`  for (j = 1; j <= 5; j++) {`
`  if (i % 2 == j % 2) {`
`  System.out.print("*");`
`  }`
`  else {`
`  System.out.print(" ");`
`  }`
`  }`
`  System.out.println();`
`}`
	* * *
	 * *
	* * *
		Imprime o padrão de um tabuleiro de damas.

Exercício

Faça laços aninhados para imprimir:

a)
```
*....
.*...
..*..
...*.
....*
```

b)
```
*****
.****
..***
...**
....*
```

c)
```
.....
*....
**...
***..
****.
```

d)
```
....*
...*.
..*..
.*...
*....
```

e)
```
*****
****.
***..
**...
*....
```

f)
```
....*
...**
..***
.****
*****
```

g)
```
*****
.***.
..*..
.....
.....
```

h)
```
*...*
.*.*.
..*..
.*.*.
*...*
```

i)
```
.....
.....
..*..
.***.
*****
```

Aplicação: Números Aleatórios e Simulações

Aplicação: Números Aleatórios e Simulações

- Jogos frequentemente usam números aleatórios para tornar as coisas mais interessantes
  - Jogar dados
  - Girar uma roda
  - “Comprar” uma carta
- Uma simulação usualmente envolve executar um laço para uma sequência de eventos
  - Dias
  - Eventos

RandomDemo.java (HORSTMANN, 2013, p. 176)

```java
/**
   This program prints ten random numbers between 0 and 1.
*/
public class RandomDemo {
   public static void main(String[] args) {
      for (int i = 1; i <= 10; i++) {
         double r = Math.random();
         System.out.println(r);
      }
   }
}
```

Resultado de `RandomDemo.java`

```
0.6513550469421886
0.920193662882893
0.6904776061289993
0.8862828776788884
0.7730177555323139
0.3020238718668635
0.0028504531690907164
0.9099983981705169
0.1151636530517488
0.1592258808929058
```

Simulando o Lançamento de Dados

- Objetivo: obter valores inteiros aleatórios entre 1 e 6
- `Dice.java` (HORSTMANN, 2013, p. 177)

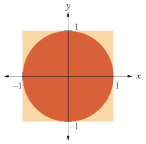
```
/** This program simulates tosses of a pair of dice. */
public class Dice {
   public static void main(String[] args) {
      for (int i = 1; i <= 10; i++) {
         // Generate two random numbers between 1 and 6
         int d1 = (int) (Math.random() * 6) + 1;
         int d2 = (int) (Math.random() * 6) + 1;
         System.out.println(d1 + " " + d2);
      }
   }
}
```

- Resultado de `Dice.java`:

```
5 1
2 1
1 2
5 1
1 2
6 4
4 4
6 1
6 3
5 2
```

O Método Monte Carlo

- Usado para encontrar soluções aproximadas para problemas que não podem ser resolvidos com precisão
- Exemplo: aproximar o valor de PI usando áreas relativas de um círculo dentro de um quadrado
  - Usa aritmética simples
  - Hits (Acertos) estão dentro do círculo
  - Tries são o número total de tentativas
  - Razão é 4 x Hits / Tries



MonteCarlo.java (HORSTMANN, 2013, p. 178-179)

```java
/**
   This program computes an estimate of pi by simulating dart throws onto a square.
*/
public class MonteCarlo {
   public static void main(String[] args) {
      final int TRIES = 10000;
      int hits = 0;
      for (int i = 1; i <= TRIES; i++) {
         // Generate two random numbers between -1 and 1
         double r = Math.random();
         double x = -1 + 2 * r; // Between -1 and 1
         r = Math.random();
         double y = -1 + 2 * r;
         // Check whether the point lies in the unit circle
         if (x * x + y * y <= 1) { hits++; }
      }
      /* The ratio hits / tries is approximately the same as the ratio
         circle area / square area = pi / 4  */
      double piEstimate = 4.0 * hits / TRIES;
      System.out.println("Estimate for pi: " + piEstimate);
   }
}
```

Resultado:

```
Estimate for pi: 3.1504
```

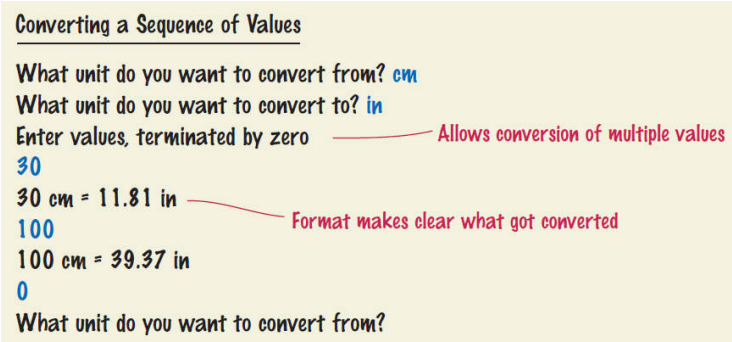
Resolução de Problemas: Storyboards (Esboços Sequenciais)

Resolução de Problemas: *Storyboards* (Esboços Sequenciais)

- Um storyboard (esboço sequencial) consiste numa sequência de desenhos anotados para cada etapa de uma sequência de ações
- Trata-se de uma técnica útil para solução de problemas que permite modelar a interação com o usuário
- Pode ajudar a responder:
  - Qual informação o usuário deve fornecer e em que ordem?
  - Qual informação o programa deve mostrar e em que formato?
  - O que deve acontecer se houver um erro?
  - Quando o programa deve terminar?

Exemplo de *Storyboard*

- Objetivo: converter uma sequência de medidas
  - Exigirá um laço e algumas variáveis
  - Deverá gerenciar uma conversão de cada vez através de um laço

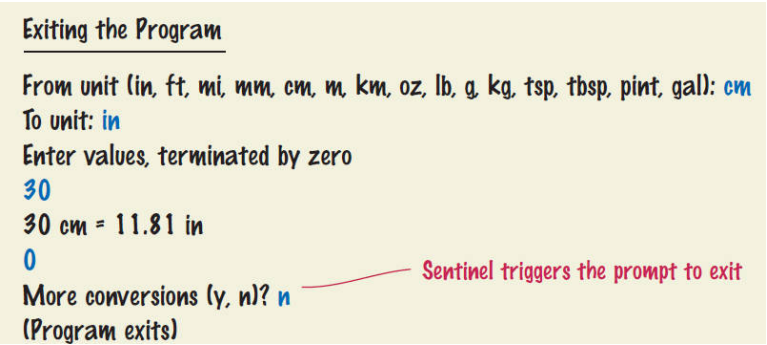


O que pode dar errado?

- Unidades de medidas desconhecidas
  - Como centímetros e polegadas são digitados?
  - Que outras conversões estão disponíveis?
- Solução: mostra uma lista de tipos de unidades aceitáveis

O que mais pode dar errado?

- Como o usuário encerra o programa?



- Storyboards ajudam a planejar um programa: conhecer os fluxos ajuda a estruturar o código

Resumo

Resumo (1)

- Há 3 tipos de laços:
  - Laços `while`
  - Laços `for`
  - Laços `do`
- Cada laço possui as seguintes seções:
  - Inicialização (preparação das variáveis para iniciar o laço)
  - Condição (teste para verificar se o corpo do laço deve ser executado)
  - Atualização (alteração de alguma variável testada na condição)

Resumo (2)

- Um laço executa instruções repetidamente enquanto uma condição for verdadeira
- Errar o número de iterações em laço por uma unidade é um erro comum de programação
  - Procure deixar os testes simples para evitar este tipo de erro.
- O laço `for` é usado quando um valor varia de um ponto de partida até um ponto final com um incremento ou decremento constante
- O laço `do` é apropriado quando o corpo do laço deve ser executado pelo menos uma vez

Resumo (3)

- Um valor de sentinela consiste de um valor que determina o final de um conjunto de dados, mas que não faz parte deste conjunto
- Você pode usar uma variável booleana para controlar um laço
  - Defina a variável com `true` antes de entrar no laço, e então defina ela com `false` para sair do laço
- Quando o corpo de um laço contiver outro laço, os laços são aninhados
  - Um uso típico para laços aninhados é a impressão de uma tabela com linhas e colunas
- Em uma simulação, o computador é usado para simular uma atividade
  - Pode-se introduzir aleatoriedade chamando o gerador de números aleatórios

Referências

Referências

HORSTMANN, C. **Java for Everyone – Late Objetct**. 2. ed. Hoboken: Wiley, 2013. xxxiv, 589 p.