7 Pacotes e Encapsulamento

Helder da Rocha
www.argonavis.com.br

Assuntos abordados neste módulo

- Este módulo explora pacotes em Java, iniciando pelos pacotes da própria API Java e terminando por mostrar como construir pacotes e guardá-los em um arquivo JAR
- Assuntos
  - API do Java 2 - visão geral dos principais pacotes
  - Classes do java.lang: visão geral das principais classes
  - Métodos de java.lang.Object que devem ser implementados
  - Pacotes em Java: como criar e como usar
  - Arquivos JAR para bibliotecas e executáveis

API Java 2

- A API do Java 2 consiste de classes distribuídas e organizadas em pacotes e subpacotes
- Pacotes básicos
  - java.lang: classes fundamentais - importado automaticamente
  - java.util: classes utilitárias
  - java.io: classes para entrada e saída
  - java.net: classes para uso em rede (TCP/IP)
  - java.sql: classes para acesso via JDBC
  - java.awt: interface gráfica universal nativa
  - java.text: internacionalização, transformação e formatação de texto
- Veja a documentação!

java.lang

- *É importante conhecer bem as classes deste pacote*
- *Interfaces*
  - *Cloneable*
  - *Runnable*
- *Classes*
  - *Boolean, Number (e subclasses), Character, Void*
  - *Class*
  - *Math*
  - *Object*
  - *Process, Thread, System e Runtime*
  - *String e StringBuffer*
  - *Throwable e Exception (e subclasses)*

java.lang.Object

- Raiz da hierarquia de classes da API Java
- Toda classe estende Object, direta ou indiretamente
  - Classes que não declaram estender ninguém, estendem Object diretamente

```
class Ponto {}
```

é o mesmo que

```
class Ponto extends Object {}
```

  - Classes que declaram estender outra classe, herdam de Object pela outra classe cuja hierarquia começa em Object
- Todos os métodos de Object estão automaticamente disponíveis para qualquer objeto
  - Porém, as implementações são default, e geralmente inúteis para objetos específicos

Exercício

- *1. Consulte no JavaDoc a página sobre java.lang.Object: veja os métodos.*
- *2. Utilize a classe TestaCirculo (exercícios anteriores) e teste os métodos equals() e toString() de Object*
  - *a) Crie dois Pontos e dois Circulos iguais (com mesmos raio e coordenadas)*
  - *b) Teste se os círculos e pontos são iguais usando "=="*
  - *c) Teste se são iguais usando* `equals()`*:*

```
if (p1.equals(p2)) {...}
```

  - *d) Imprima o valor retornado pelo método* `toString()` *de cada um dos objetos*

Classe java.lang.Object e interface Cloneable

- *Principais métodos de Object (todos os objetos têm)*
  - `public boolean equals(Object obj)`
  - `public String toString()`
  - `public int hashCode()`
  - `protected Object clone()`
    `throws CloneNotSupportedException`
  - `public void wait() throws InterruptedException`
  - `public void notify()`

por ser protected
TEM que ser sobreposto
para que possa ser usado
em qualquer classe

- *Cloneable*
  - *Usada para permitir que um objeto seja clonado. Não possui declaração de métodos*
  - *Como fazer:*

```
class SuaClasse implements Cloneable
class SuaClasse extends SupClasse implements Cloneable
```

Como estender Object

- *Há vários métodos em Object que devem ser sobrepostos pelas subclasses*
  - *A subclasse que você está estendendo talvez já tenha sobreposto esses métodos mas, alguns deles, talvez precisem ser redefinidos para que sua classe possa ser usada de forma correta*
- *Métodos que devem ser sobrepostos*
  - `boolean equals(Object o)`: *Defina o critério de igualdade para seu objeto*
  - `int hashCode()`: *Para que seu objeto possa ser localizado em Hashtables*
  - `String toString()`: *Sobreponha com informações específicas do seu objeto*
  - `Object clone()`: *se você desejar permitir cópias do seu objeto*

Como sobrepor equals()

- Determine quais os critérios (que propriedades do objeto) que podem ser usados para dizer que um objeto é igual a outro
  - O raio, em um objeto Círculo
  - O número de série, em um objeto genérico
  - O nome, sobrenome e departamento, para um empregado
  - A chave primária, para um objeto de negócio
- Implemente o equals(), testando essas condições e retornando true apenas se forem verdadeiras (false, caso contrário)
  - Verifique que a assinatura seja igual à definida em Object

instanceof e exemplo com equals()

- *instanceof* é um operador usado para comparar uma referência com uma classe
  - *A expressão será true se a referência for do tipo de uma classe ou subclasse testada e false, caso contrário*
- *Exemplo: sobreposição de equals()*

```
class Point {
  private int x, y;
  public boolean equals(Object obj) {
    if (obj instanceof Point) {
      Point ponto = (Point) obj;
      if (ponto.x == this.x && ponto.y == this.y) {
        return true;
      }
    }
    return false;
  }
}
```

Como sobrepor toString()

- *toString() deve devolver um String que possa representar o objeto quando este for chamado em uma concatenação ou representado como texto*
  - *Decida o que o toString() deve retornar*
  - *Faça chamadas super.toString() se achar conveniente*
  - *Prefira retornar informações que possam identificar o objeto (e não apenas a classe)*
  - *toString() é chamado automaticamente em concatenções usando a referência do objeto*

Exercício

- 1. Sobreponha toString() em Ponto e Circulo
  - Faça toString retornar informações que representem o objeto quando ele for impresso
  - Se desejar, faça toString retornar o conteúdo de imprime() (se você implementou este método)
  - Teste sua implementação imprimindo os objetos diretamente no System.out.println() sem chamar toString() explicitamente
- 2. Sobreponha equals() em Circulo
  - Um circulo é igual a outro se estiver no mesmo ponto na origem e se tiver o mesmo raio.
  - Rode a classe de teste e veja se o resultado é o esperado
  - Implemente, se necessário, equals() em Ponto também!

Como sobrepor hashCode()

- *hashCode()* deve devolver um número inteiro que represente o objeto
  - Use uma combinação de variáveis, uma chave primária ou os critérios usados no equals()
  - Número não precisa ser único para cada objeto mas dois objetos iguais devem ter o mesmo número.
  - O método *hashCode()* é chamado automaticamente quando referências do objeto forem usadas em coleções do tipo hash (Hashtable, HashMap)
  - *equals()* é usado como critério de desempate, portanto, se implementar hashCode(), *implemente equals() também*.

Como sobrepor clone()

- *clone() é chamado para fazer cópias de um objeto*

```
Circulo c = new Circulo(4, 5, 6);
Circulo copia = (Circulo) c.clone();
```

cast é necessário porque clone() *retorna Object*

- *Se o objeto apenas contiver tipos primitivos como seus campos de dados, é preciso*
  1. *Declarar que a classe implementa Cloneable*
  2. *Sobrepor clone() da seguinte forma:*

é preciso sobrepor clone() *porque ele é definido como protected*

```
public Object clone() {
   try {
     return super.clone();
   } catch (CloneNotSupportedException e) {
     return null;
   }
}
```

Como sobrepor clone() (2)

- *Se o objeto contiver campos de dados que são referências a objetos, é preciso fazer cópias desses objetos também*

```
public class Circulo {
 private Point origem;
 private double raio;
 public Object clone() {
  try {
    Circulo c = (Circulo)super.clone();
    c.origem = (Point)origem.clone(); // Point clonável!
    return c;
  } catch (CloneNotSupportedException e) {return null;}
 }
}
```

clone() é implementação do padrão de projeto Prototype

A classe java.lang.Math

- A classe Math é uma classe final (não pode ser estendida) com construtor private (não permite a criação de objetos)
- Serve como repositório de funções e constantes matemáticas
- Para usar, chame a constante ou função precedida do nome da classe:

```
double distancia = Math.sin(0.566);
int sorte = (int) (Math.random() * 1000);
double area = 4 * Math.PI * raio;
```

- Consulte a documentação sobre a classe Math e explore as funções disponíveis

Funções matemáticas

- *Algumas funções úteis de java.lang.Math (consulte a documentação para mais detalhes)*
  - `double random()`: *retorna número aleatório entre 0 e 1*
  - `int floor(double valor)`: *trunca o valor pelo decimal (despreza as casas decimais)*
  - `int ceil(double valor)`: *retorna o próximo valor inteiro (arredonda para cima)*
  - `int round(double valor)`: *arredonda valor*
  - `double pow(double valor, double valor)`: *expoente*
  - `double sqrt(double valor)`: *raiz quadrada*
  - `double sin(double valor)`, `double cos(double valor)`, `double tan(double valor)`: *calculam seno, cosseno e tangente respectivamente*
  - *Veja ainda:* `exp()`, `log()`, `ln()`, `E`, `PI`, *etc.*

As classes empacotadoras (wrappers)

- Classes que servem para embutir tipos primitivos para que possam ser manipulados como objetos
- Exemplo:
  - Um vetor de tipos Object pode conter qualquer objeto mas não tipos primitivos

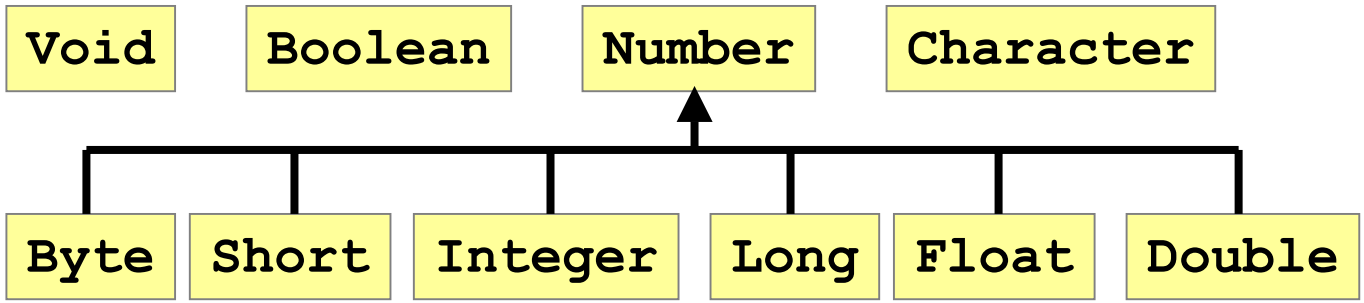
```
Object[] vetor = new Object[5];
vetor[0] = new Ponto(); // OK
vetor[1] = 15; // Errado!!
```

  - Solução: colocar os tipos dentro de wrappers

```
vetor[1] = new Integer(15);
```

- Construtores aceitam literais ou Strings
- Há métodos para realizar conversões entre tipos e de tipos para Strings e vice-versa
- Padrão de projeto: Adapter pattern

Classes empacotadoras



- *Criação e conversão*

```
Integer n = new Integer(15);
Integer m = Integer.valueOf(15);
int q = n.intValue();
```

Mais eficiente

- *Para conversão de String em tipos primitivos*

```
int i = Integer.parseInt("15");
double i = Double.parseDouble("15.9");
boolean b =
        (new Boolean("true")).booleanValue();
```

Controle e acesso ao sistema

- *Classe System dá acesso a objetos do sistema operacional*
  - `System.out` - *saída padrão (java.io.PrintStream)*
  - `System.err` - *saída padrão de erro (java.io.PrintStream)*
  - `System.in` - *entrada padrão (java.io.InputStream)*
- *Runtime e Process permitem controlar processos externos (processos do S.O.)*

```
Runtime r = System.getRuntime();
Process p =
  r.exec("c:\program~1\micros~1\msie.exe");
```

- *Thread e Runnable lidam com processos internos (processos da aplicação - threads)*

Exceções

- Classes descendentes de java.lang.Throwable representam situações de erro
  - Erros graves irrecuperáveis (descendentes da classe java.lang.Error)
  - Exceções de tempo de execução (descendentes da classe java.lang.Exception)
- São usadas em blocos try-catch
  - Serão tratadas em capítulo a parte
- São classes, portanto...
  - ... podem ser estendidas
  - ... podem ser usadas para criar objetos via construtor
  - ... podem ter métodos chamados

Identificação em tempo de execução

- A classe *Class* contém métodos que permitem enxergar a interface pública de uma classe
  - Saber quais métodos existem para serem chamados
  - Saber quais os parâmetros e tipos dos parâmetros dos métodos
  - Saber quais os construtores e campos públicos
- Como obter um objeto class (ex: classe MinhaClasse):

```
Class cobj = instancia.getClass();// Quando não se sabe a classe
Class cobj = MinhaClasse.class; // Quando não se tem instância
```

- Com essas informações, é possível carregar uma classe compilada, em tempo de execução, e usá-la
  - Há métodos para carregar uma classe pelo nome, passado como String (`Class cobj = Class.forName();`)
  - Há métodos (`cobj.newInstance();`) para criar objetos a partir de objeto Class obtido a partir do nome da classe
- Reflection API!

Outros pacotes

- Outros pacotes mais importantes da API Java 2 serão explorados em aulas futuras
- Use a documentação e experimente utilizar classes de algum pacote de seu interesse
- Sugestões
  - java.text: descubra como formatar texto para impressão (por exemplo, 2 decimais e 3 dígitos fracionários)
  - java.util: descubra como usar datas com Calendar, GregorianCalendar e Date. Use as classes de java.text para formatar as datas corretamente
  - java.io: descubra como abrir um arquivo
  - java.sql: descubra como conectar-se a um banco

java.util.Date

- Date representa uma data genérica representada pela contagem de milissegundos desde 1/1/1970.
  - Não representa uma data de calendário (para isto existe java.util.Calendar - pesquise da documentação!)
  - Não representa data ou hora do calendário ocidental (para isto existe java.util.GregorianCalendar)
- Use Date para obter o momento atual

```
Date agora = new Date();
```

- Ou para criar momentos com base na contagem de milissegundos

```
Date ontem =
     new Date(agora.getTime() - 86400000);
Date intervalo =
     agora.getTime() - inicio.getTime();
```

Exercícios

- 1. Implemente os seguintes métodos para Circulo e Point:
  - hashCode()
  - clone()
- 2. Crie um vetor de Object com 5 elementos e inclua dentro dele um inteiro, um char, um double, um Ponto e uma Data
  - Depois escreva código recuperando cada valor original
- 3. Teste os objetos criando cópias com clone() e imprimindo o hashCode()
  - hashCode() na verdade, terá maior utilidade quando usado dentro de HashMaps (capítulo sobre coleções)

Pacotes: import

- Um pacote é uma coleção de classes e interfaces Java, agrupadas
  - O pacote faz parte do nome da classe: Uma classe NovaYork do pacote simulador.cidades pode ser usada por outra classe (de pacote diferente) apenas se for usado o nome completo simulador.cidades.NovaYork
  - Toda classe pertence a um pacote: Se a classe não tiver declaração package, ela pertence ao pacote default, que, durante a execução, corresponde à raiz do Classpath.
- import, pode ser usado, para compartilhar os espaços de nomes de pacotes diferentes (assim, não será preciso usar nomes completos)

Classpath

- O **Classpath** é uma propriedade do sistema que contém as localidades onde o JRE irá procurar classes. Consiste de
  - 1. JARs nativos do JRE (API Java 2)
  - 2. Extensões do JRE (subdiretórios $JAVA_HOME/jre/lib/classes e $JAVA_HOME/jre/lib/ext)
  - 3. Lista de caminhos definidos na variável de ambiente CLASSPATH e/ou na opção de linha de comando -classpath (-cp) da aplicação java.
- A ordem acima é importante
  - Havendo mais de uma classe com mesmo pacote/Nome somente a primeira classe encontrada é usada. Outras são ignoradas
  - Há risco de conflitos. API nova sendo carregada depois de antiga pode resultar em classes novas chamando classes antigas!
  - A ordem dos caminhos na variável CLASSPATH (ou opção -cp) também é significativa.

Variável CLASSPATH e -cp

- Em uma instalação típica, **CLASSPATH** contém apenas "."
  - Pacotes iniciados no diretório atual (onde o interpretador java é executado) são encontrados (podem ter suas classes importadas)
  - Classes localizadas no diretório atual são encontradas.
- Geralmente usada para definir caminhos para **uma** aplicação
  - Os caminhos podem ser diretórios, arquivos ZIP ou JARs
  - Pode acrescentar novos caminhos mas não pode remover caminhos do Classpath do JRE (básico e extensões)
- A opção **-cp** (-classpath) substitui as definições em CLASSPATH
- Exemplo de definição de CLASSPATH
  - no DOS/Windows

```
set CLASSPATH=extras.jar;.;c:\progs\java
java -cp %CLASSPATH%;c:\util\lib\jsw.zip gui.Programa
```

  - no Unix (sh, bash)

```
CLASSPATH=extras.jar:.:/home/mydir/java
export CLASSPATH
java -classpath importante.jar:$CLASSPATH Programa
```

Classpath do JRE

- *Colocar JARs no subdiretório **ext** ou **classes** e pacotes no diretório classes automaticamente os inclui no Classpath para todas as aplicações da JVM*
  - *Carregados antes das variáveis CLASSPATH e -cp*
  - *Evite usar: pode provocar conflitos. Coloque nesses diretórios apenas os JARs e classes usados em todas suas aplicações*
- *Exemplo: suponha que o Classpath seja*
  - *Classpath JRE:* `%JAVA_HOME%\jre\lib\rt.jar;`
  - *Classpath Extensão JRE:* `%JAVA_HOME%\jre\lib\ext\z.jar`
  - *Variável de ambiente CLASSPATH:* `.;c:\programas;`

  e que uma classe, localizada em c:\exercicio seja executada. Se esta classe usar a classe arte.fr.Monet o sistema irá procurá-la em

1. `%JAVA_HOME%\jre\lib\rt.jar\arte\fr\Monet.class`
2. `%JAVA_HOME%\jre\lib\ext\z.jar\arte\fr\Monet.class`
3. `c:\exercício\arte\fr\Monet.class`
4. `c:\programas\arte\fr\Monet.class`

Como criar e usar um pacote

- Para **criar** um pacote é preciso
  1. Declarar o nome do pacote em cada unidade de compilação
  2. Guardar a classe compilada em uma localidade (caminho) compatível com o pacote declarado
     - O "caminho de pontos" de um pacote, por exemplo, simulador.cidade.aeroporto corresponde a um caminho de diretórios simulador/cidade/aeroporto
- Para **usar** um pacote (usar suas classes) é preciso
  1. Colocar a raiz do pacote (pasta "simulador", por exemplo) no Classpath
  2. Importar as classes do pacote (ou usar suas classes pelo nome completo): A instrução import é opcional

Arquivos JAR

- *Geralmente, aplicações Java são distribuídas em arquivos **JAR***
  - *São extensões do formato ZIP*
  - *armazenam pacotes e preservam a hierarquia de diretórios*
- *Para **usar** um JAR, é preciso incluí-lo no Classpath*
  - *via CLASSPATH no contexto de execução da aplicação, ou*
  - *via parâmetro -classpath (-cp) do interpretador Java, ou*
  - *copiando-o para $JAVA_HOME/jre/lib/ext*
- *Para **criar** um JAR*

```
jar cvf classes.jar C1.class C2.class xyz.gif abc.html
jar cf mais.jar -C raiz_onde_estao_pacotes/ .
```

- *Para **abrir** um JAR*

```
jar xvf classes.jar
```

- *Para **listar o conteúdo** de um JAR*

```
jar tvf classes.jar
```

Criação de bibliotecas

- *Uma **biblioteca** ou **toolkit** é um conjunto de classes base (para criar objetos ou extensão) ou classes utilitárias (contendo métodos úteis)*
- *Para **distribuir** uma biblioteca*
  - *Projete, crie e compila as classes (use pacotes)*
  - *Guarde em arquivo JAR*
- *Para **usar** a biblioteca*
  - *Importe as classes da sua biblioteca em seus programas*
  - *Rode o interpretador tendo o JAR da sua biblioteca no Classpath*

Uma biblioteca (simples)

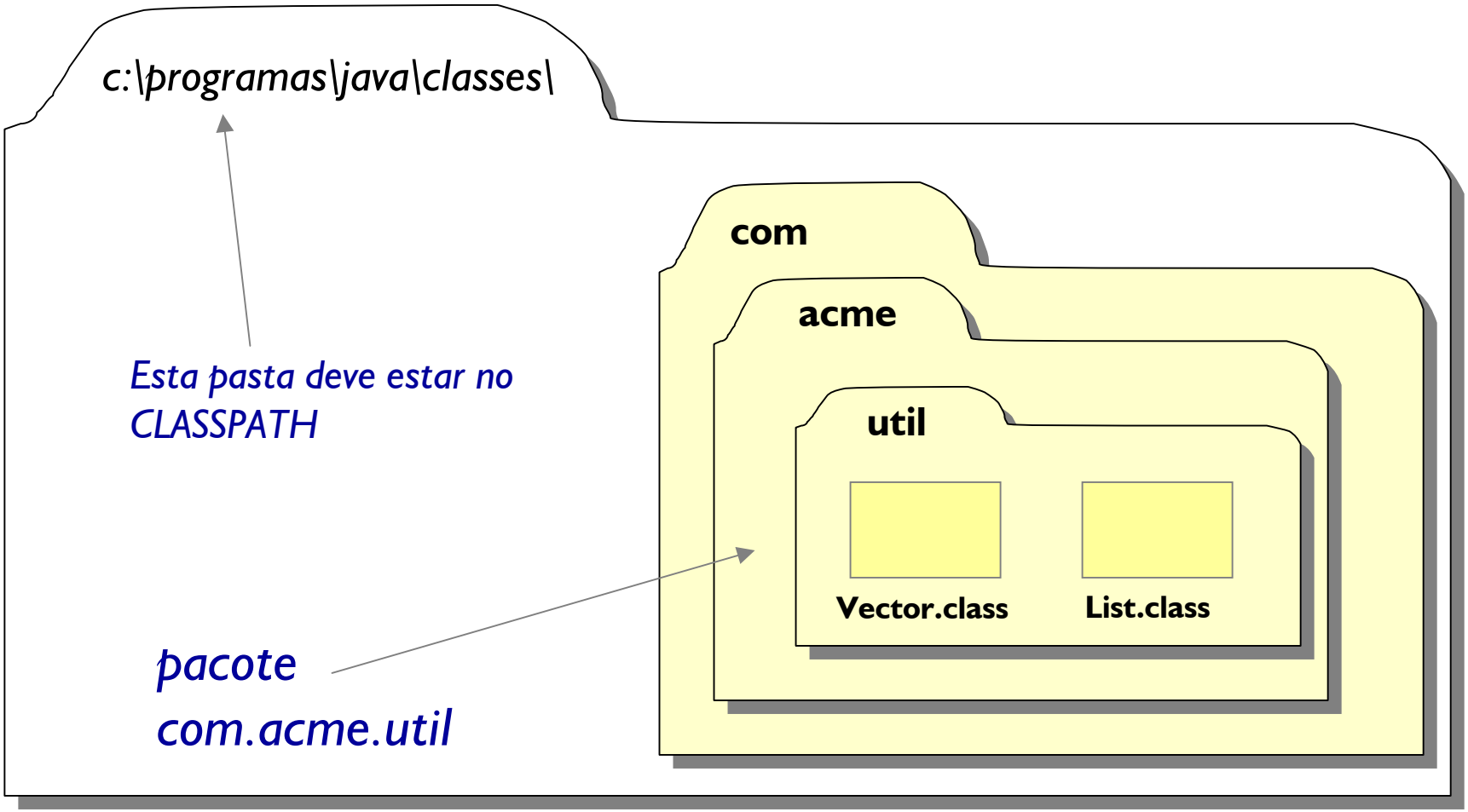
List.java

```
package com.acme.util;
public class List {
  public List() {
    System.out.println("com.acme.util.List");
  }
}
```

Vector.java

```
package com.acme.util;
public class Vector {
  public Vector() {
    System.out.println("com.acme.util.Vector");
  }
}
```

Onde armazenar

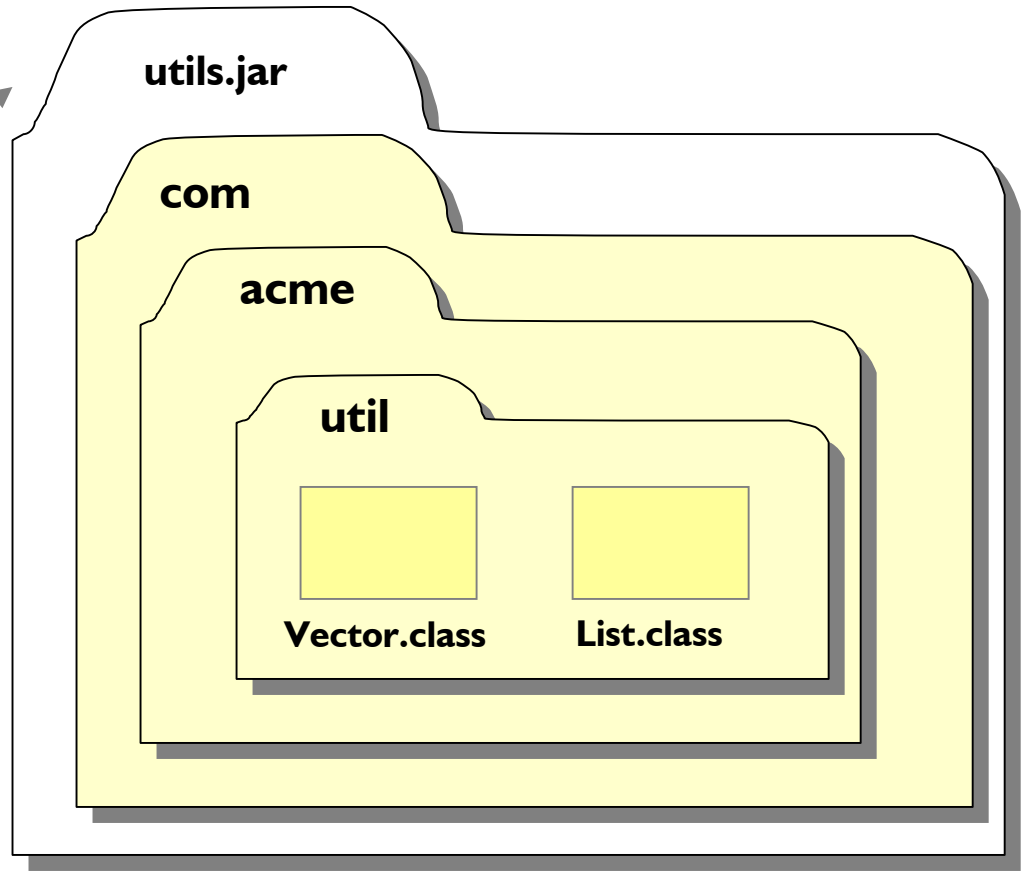


Ou em um JAR

O caminho até a localização do JAR deve estar no CLASSPATH (pode ser especificado no momento da execução:

```
java -classpath
  %CLASSPATH%;utils.jar
  NomeProgExecutavel
```

JAR também pode ser jogado no diretório ext do JRE



Como usar a biblioteca

- *Programa que usa biblioteca pode estar em qualquer lugar*
  - *É preciso que caminho até a biblioteca (pasta onde começa pacote ou caminho até JAR) esteja definido no Classpath*

```
CLASSPATH=%CLASSPATH%;c:\programas\java\classes
CLASSPATH=%CLASSPATH%;c:\jars\utils.jar
```

```
// Programa que usa a biblioteca
import com.acme.util.*;
public class LibTest {
  public static void main(String[] args) {
    Vector v = new Vector();
    List m = new List();
  }
}
```

  - *Pode também usar*

```
java -cp %CLASSPATH%;c:\...\java\classes LibTest
java -cp %CLASSPATH%;c:\jars\utils.jar LibTest
```

Como criar um executável

- *Todo JAR possui um arquivo chamado **Manifest.mf** no subdiretório /META-INF.*
  - *Lista de pares Nome: atributo*
  - *Serve para incluir informações sobre os arquivos do JAR, CLASSPATH, classe Main, etc.*
  - *Se não for indicado um arquivo específico, o sistema gerará um Manifest.mf default (vazio)*
- *Para tornar um JAR executável, o Manifest.mf deve conter a linha:*
  - `Main-Class: nome.da.Classe`
- *Crie um arquivo de texto qualquer com a linha acima e monte o JAR usando a opção -manifest:*

```
jar cvfm arq.jar arquivo.txt -C raiz .
```

- *Para executar o JAR em linha de comando:*

```
java -jar arq.jar
```

Colisões entre classes

- *Se houver, no mesmo espaço de nomes (Classpath + pacotes), duas classes com o mesmo nome, não será possível usar os nomes das classes de maneira abreviada*
- *Exemplo: classes com.acme.util.List e java.util.List*

```
import com.acme.util.*;
import java.util.*;
class Xyz {
  // List itens; // Ñ COMPILA!
  // java.util.List lista;
}
```

```
import com.acme.util.*;

class Xyz {
  List itens; //com.acme.util.List
  java.util.List lista;
}
```

Exercício

- 1. Copie a aplicação contendo os Pontos e Circulos para um novo projeto
  - a) Declare o Ponto e o Circulo como pertencentes a um pacote chamado graficos
  - b) Importe esses pacotes de TestaCirculos
  - c) Execute a aplicação
  - d) Empacote tudo em um JAR
  - e) Torne o JAR executável (para usar java -jar arquivo.jar)
- 2. Acrescente o alvo jar no seu build.xml para que seja possível gerar o JAR e Manifest automaticamente:
  - Veja exemplo no capítulo 8!

Curso J100: Java 2 Standard Edition

Revisão 17.0

(helder@acm.org)

argonavis.com.br