As origens do Paradigma dos Objectos

- a maioria dos conceitos fundamentais da POO aparece nos anos 60 ligado a ambientes e linguagens de simulação
- a primeira linguagem a utilizar os conceitos da POO foi o SIMULA-67
  - era uma linguagem de modelação
  - permitia registar modelos do mundo real, nomeadamente para aplicações de simulação (trânsito, filas espera, etc.)

- o objectivo era representar entidades do mundo real:
  - identidade (única)
  - estrutura (atributos)
  - comportamento (acções e reacções)
  - interacção (com outras entidades)

- Introduz-se o conceito de "classe" como a entidade definidora e geradora de todos os "indivíduos" que obedecem a um dado padrão de:
  - estrutura
  - comportamento
- Classes são fábricas/padrões/formas/ templates de *indivíduos*
  - a que chamaremos de "objectos"!

Passagem para POO

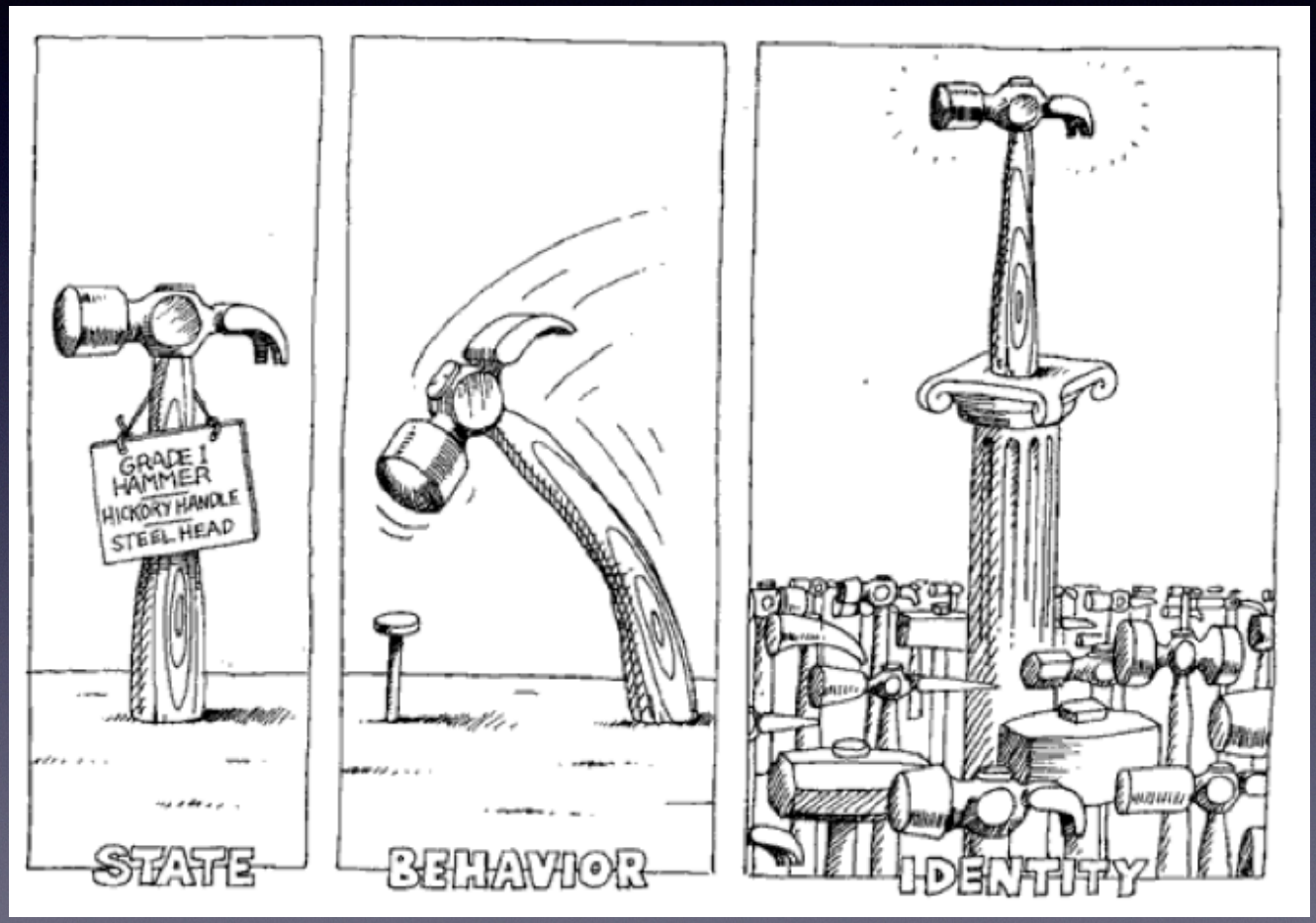
- Um objecto é a representação computacional de uma entidade do mundo real, com:
  - atributos (necessariamente) privados
  - operações
- **Objecto** = Dados Privados (variáveis de instância) + Operações (métodos)

Definição de Objecto

- a noção de objecto é uma das definições essenciais do paradigma
- assenta nos seguintes princípios:
  - independência do contexto (reutilização)
  - abstracção de dados (abstração)
  - encapsulamento (abstração e privacidade)
  - modularidade (composição)

- um objecto é o módulo computacional básico e único e tem como características:
  - **identidade** única
  - um conjunto de atributos privados (o **estado** interno)
  - um conjunto de operações que acedem ao estado interno e que constituem o **comportamento**. Algumas das operações são públicas e visíveis do exterior (a API)

Estado, Comportamento e Identidade



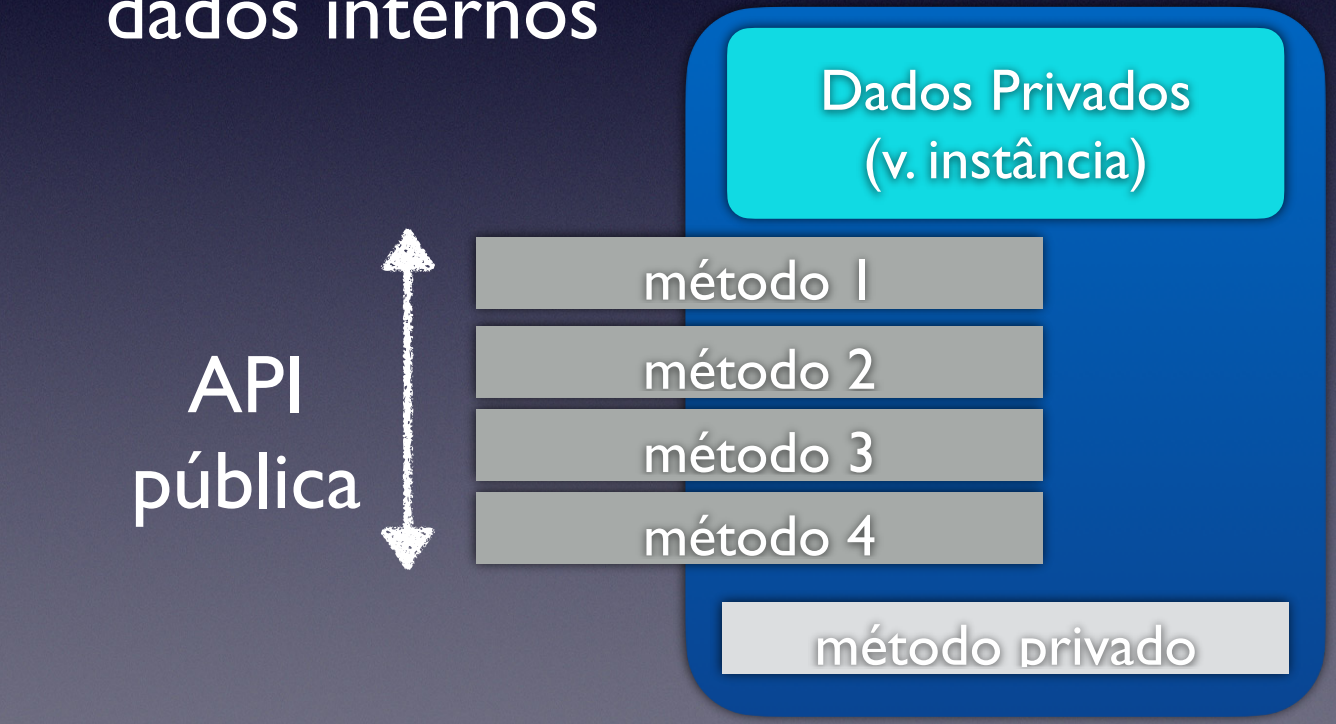
(OOAD with Applications, Grady Booch)

- Objecto = “black box” (fechado, opaco)
  - apenas se conhecem os pontos de acesso (as operações)
  - desconhece-se a implementação interna

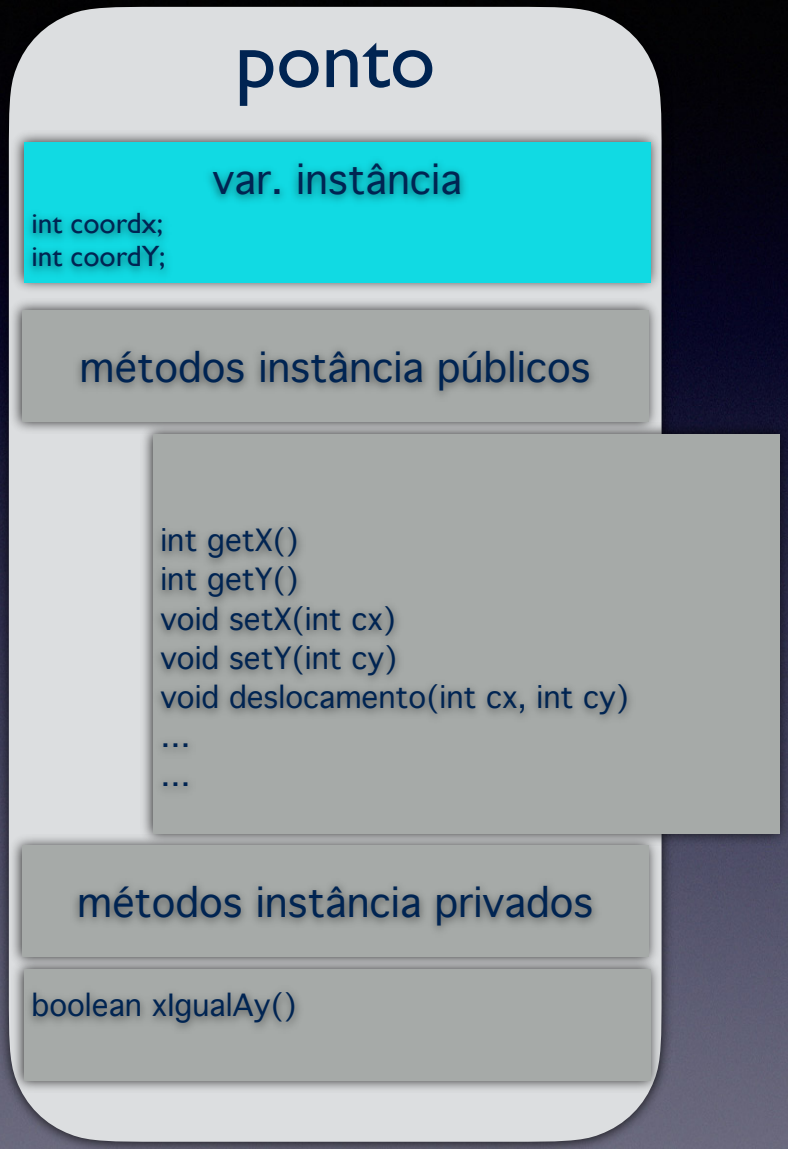
- Vamos chamar
  - aos dados: **variáveis de instância**
  - às operações: **métodos de instância**

Encapsulamento

- Um objecto deve ser visto como uma "cápsula", assegurando a protecção dos dados internos



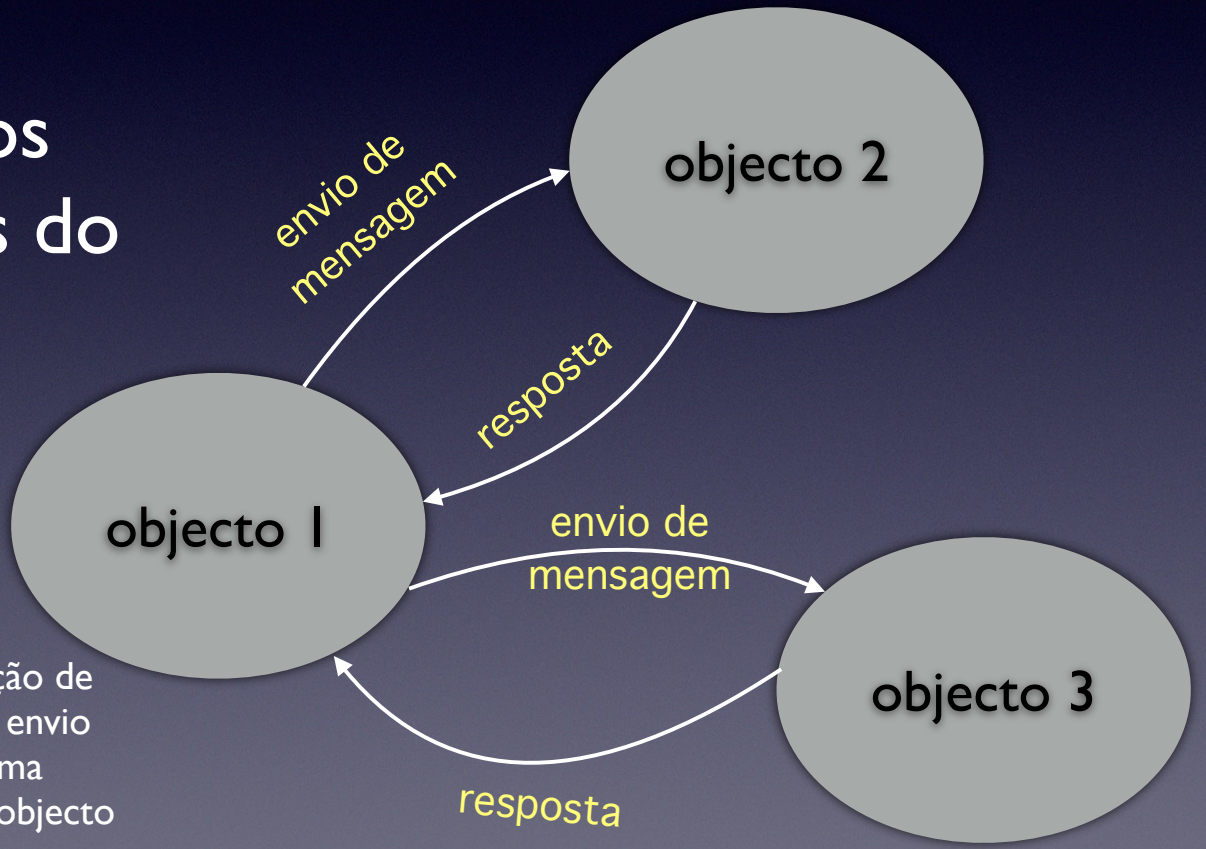
- Um objecto que representa um ponto (com coordenadas no espaço 2D)
- o método `xIgualAy()` é privado e não pode ser invocado por entidades externas ao objecto



- Um objecto é:
  - uma unidade computacional fechada e autónoma
  - capaz de realizar operações sobre os seus atributos internos
  - capaz de devolver respostas para o exterior, sempre que estas lhe sejam solicitadas
  - capaz de garantir uma gestão autónoma do seu espaço de dados interno

Mensagens

- a interacção entre objectos faz-se através do envio de mensagens



- dependendo da invocação de método especificada, o envio da mensagem origina uma resposta por parte do objecto receptor.

Novo alfabeto

- o facto de termos agora um alfabeto de mensagens a que cada objecto responde, condiciona as frases válidas em POO
  - **objecto.m()**
  - **objecto.m(arg1,...,argn)**
  - **r = objecto.m()**
  - **r = objecto.m(arg1,...,argn)**

- propositadamente, estão fora deste alfabeto as frases:
  - **r = objecto.var**
  - **objecto.var = x**
    - em que se acede, de forma directa e não protegida (não encapsulada), ao campo **var** da estrutura interna do **objecto**

- Exemplo: se **ag** for um objecto que represente uma agenda, então poderemos fazer:
  - ag.insereEvento("TestePOO",17,5,2024), para inserir um novo evento na agenda
  - ag.libertaEventosDia(10,6,2024), para remover todos os eventos de um dia
  - String[] ev = ag.getEventos(6,2024), para obter as descrições de todos os eventos

…definição de Objecto

- *"An object has state, behavior, and identity; the structure and behavior of similar objects are defined in their common class; the terms instance and object are interchangeable."*, Grady Booch, 1993

Definição de Classe

- numa linguagem por objectos, tudo são objectos, logo uma classe é um objecto "especial"
- uma classe é um objecto que serve de padrão (molde, forma, template) para a criação de objectos similares (uma vez que possuem a mesma estrutura e comportamento)
  - aos objectos criados a partir de uma classe chamam-se *instâncias*

- uma classe é um *tipo abstracto de dados* onde se especifica, quer a estrutura quer o comportamento das instâncias, que são criadas a partir dela
- uma vez que todos os objectos criados a partir de uma classe respondem à mesma interface, i.e. o mesmo conjunto de mensagens, são exteriormente utilizáveis de igual forma
  - a classe pode ser vista como um *tipo de dados*

- *"The concepts of a class and an object are tightly interwoven, for we cannot talk about an object without regard for its class. However, there are important differences between these two terms. Whereas* ***an object is a concrete entity that exists in time and space, a class represents*** *only an abstraction,* ***the "essence" of an object****, as it were.*

  Thus, we may speak of the class ***Mammal****, which represents the characteristics common to all mammals. To identify a particular mammal in this class, we must speak of "this mammal" or "that mammal.",* Grady Booch, 1993

...e ainda sobre classes

- *"What isn't a class? An object is not a class, although, curiously, [...], a class may be an object. Objects that share no common structure and behavior cannot be grouped in a class because, by definition, they are unrelated except by their general nature as objects."*, Grady Booch, 1993

Construção de uma classe

- para a definição do objecto classe é necessário
  - identificar as variáveis de instância
  - identificar as diferentes operações que constituem o comportamento dos objectos instância

Exemplo: Classe Ponto

- um ponto no espaço 2D inteiro (X,Y) possui como estado interno as duas coordenadas
- um conjunto de métodos que permitem que os objectos tenham comportamento
  - métodos de acesso às coordenadas
  - métodos de alteração das coordenadas
  - outros métodos, que pertençam à lógica de negócio expectável dos pontos

- declaração da estrutura:

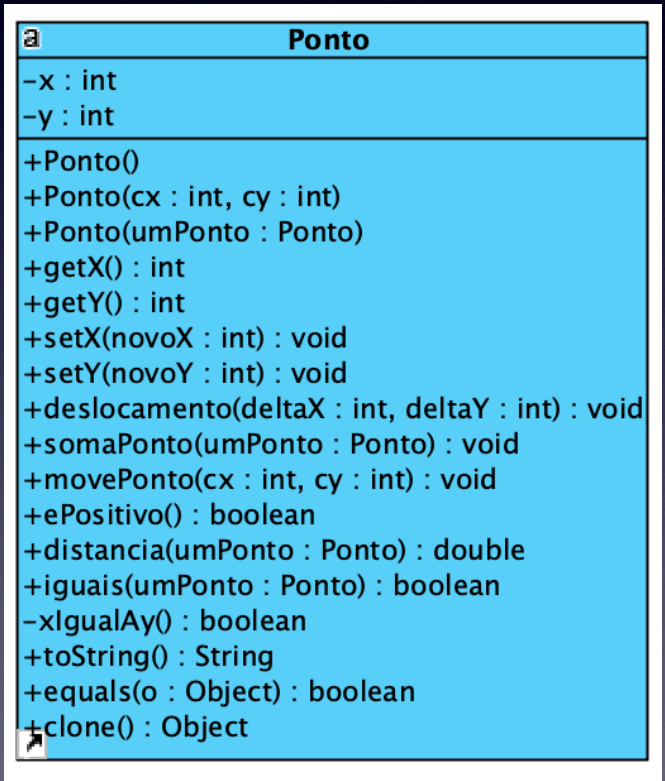
```java
/**
 * Classe que implementa um Ponto num plano2D.
 * As coordenadas do Ponto são inteiras.
 *
 * @author  MaterialPOO
 */
public class Ponto {

  //variáveis de instância
  private int x;
  private int y;
```

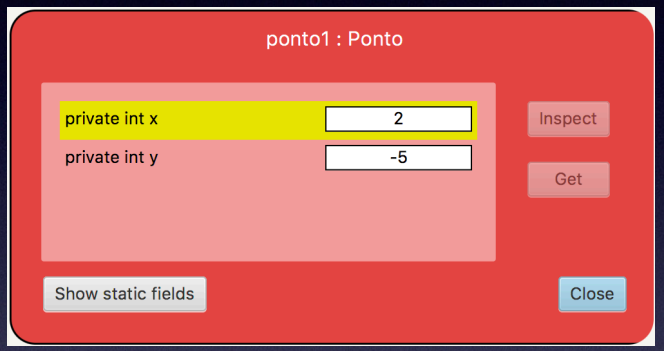
  - as variáveis de instância são privadas!
  - respeita-se o princípio do encapsulamento
- declaração do comportamento:
  - métodos de construção de instâncias
  - métodos de acesso/manipulação das variáveis de instância

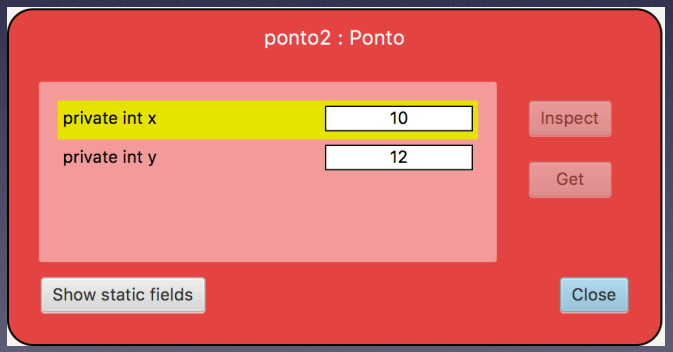
- Construtores - métodos que são invocados quando se cria uma instância
- não são métodos de instância, são métodos da classe!

```java
/**
 * Construtor por omissão de Ponto.
 */
public Ponto() {
  this.x = 0;
  this.y = 0;
}

/**
 * Construtor parametrizado de Ponto.
 * Aceita como parâmetros os valores para cada coordenada.
 */
public Ponto(int cx, int cy) {
  this.x = cx;
  this.y = cy;
}

/**
 * Construtor de cópia de Ponto.
 * Aceita como parâmetro outro Ponto e utiliza os métodos
 * de acesso aos valores das variáveis de instância.
 */
public Ponto(Ponto umPonto) {
  this.x = umPonto.getX();
  this.y = umPonto.getY();
}
```

- a classe Ponto e duas instâncias (ponto1 e ponto2):







- *ponto1* e *ponto2* são instâncias diferentes, mas possuem o mesmo comportamento
- não faz sentido replicar o comportamento por todos os objectos
  - cada instância apenas tem de ter a representação dos valores das suas variáveis de instância
  - a informação do comportamento, os métodos, está guardada no objecto classe

- métodos de acesso e alteração do estado interno
  - *getters* e *setters*
  - por convenção, tem como nome getX() e setX().
    - getX(), nas definições de Ponto
    - getNota(), nas definições de Aluno
    - getReal(), nas definições de NúmeroComplexo
    - etc.

```java
/**
 * Devolve o valor da coordenada em x.
 *
 * @return valor da coordenada x.
 */
public int getX() {
  return this.x;
}

/**
 * Devolve o valor da coordenada em y.
 *
 * @return valor da coordenada y.
 */
public int getY() {
  return this.y;
}
```

```java
/**
 * Actualiza o valor da coordenada em x.
 *
 * @param novoX novo valor da coordenada em X
 */
public void setX(int novoX) {
  this.x = novoX;
}

/**
 * Actualiza o valor da coordenada em y.
 *
 * @param novoY novo valor da coordenada em Y
 */
public void setY(int novoY) {
  this.y = novoY;
}
```

- outros métodos - decorrentes do domínio da entidade, isto é, o que representa e para que serve!

```java
/**
 * Método que desloca um ponto somando um delta às coordenadas
 * em x e y.
 *
 * @param deltaX valor de deslocamento do x
 * @param deltaY valor de deslocamento do y
 */
public void deslocamento(int deltaX, int deltaY) {
  this.x += deltaX;
  this.y += deltaY;
}

/**
 * Método que soma as componentes do Ponto passado como parâmetro.
 * @param umPonto ponto que é somado ao ponto receptor da mensagem.
 */
public void somaPonto(Ponto umPonto) {
  this.x += umPonto.getX();
  this.y += umPonto.getY();
}

/**
 * Método que move o Ponto para novas coordenadas.
 * @param novoX novo valor de x.
 * @param novoY novo valor de y.
 */
public void movePonto(int cx, int cy) {
  this.x = cx;  // ou setX(cx)
  this.y = cy;  // ou this.setY(cy)
}
```

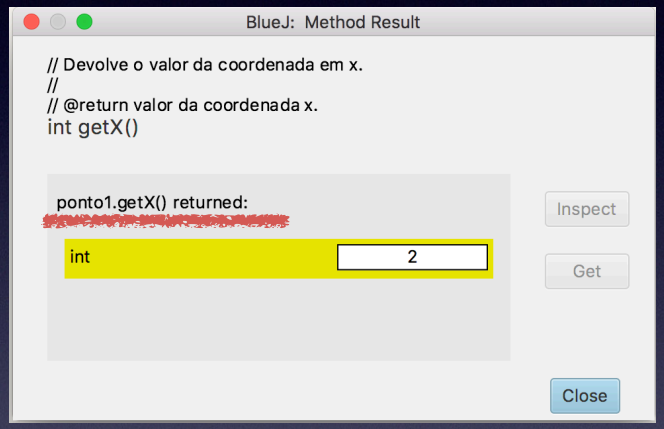
```java
/**
 * Método que determina se o ponto está no quadrante positivo de x e y
 * @return booleano que é verdadeiro se x>0 e y>0
 */
public boolean ePositivo() {
  return (this.x > 0 && this.y > 0);
}

/**
 * Método que determina a distância de um Ponto a outro.
 * @param umPonto ponto ao qual se quer determinar a distância
 * @return double com o valor da distância
 */
public double distancia(Ponto umPonto) {

  return Math.sqrt(Math.pow(this.x - umPonto.getX(), 2) +
                   Math.pow(this.y - umPonto.getY(), 2));
}

/**
 * Método que devolve a representação em String do Ponto.
 * @return String com as coordenadas x e y
 */
public String toString() {
  return "Cx = " + this.x + " Cy = " + this.y;
}
```

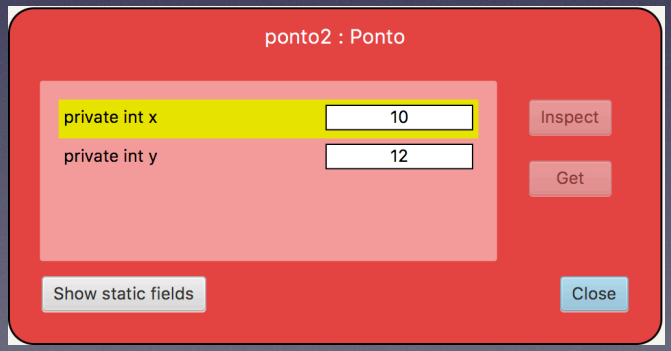
```java
/**
 * Método que determina se dois pontos são iguais.
 * @return booleano que é verdadeiro se os valores das duas
 * coordenadas forem iguais
 */
public boolean iguais(Ponto umPonto) {
  return (this.x == umPonto.getX() && this.y == umPonto.getY());
}

/**
 * Método que determina se o módulo das duas coordenadas é o mesmo.
 * @return true, se as coordenadas em x e y
 * forem iguais em valor absoluto.
 */
private boolean xIgualAy() {
  return (Math.abs(this.x) == Math.abs(this.y));
  }
```

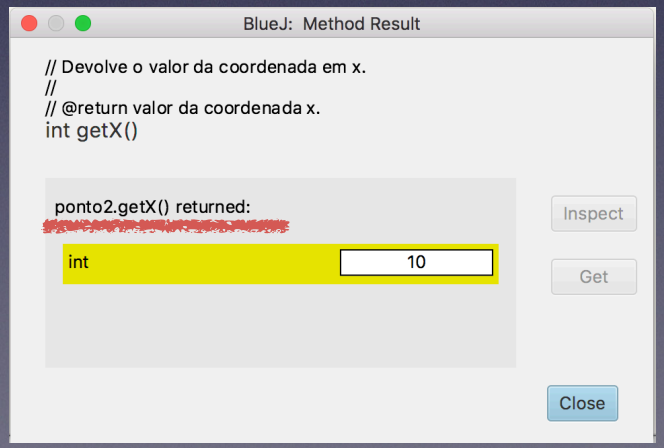
Modelo de execução dos métodos

- quando uma instância de uma classe recebe uma dada mensagem, solicita à sua classe a execução do método correspondente
  - os valores a utilizar na execução são os do estado interno do objecto receptor da mensagem

- o envio da mensagem `getX()` a cada um dos pontos, origina a seguinte execução:







- importa referir que existe uma distinção entre mensagem e o resultado de tal envio
  - o resultado é activação do método correspondente
  - o método é executado no contexto do objecto receptor, utilizando os valores do estado interno do objecto.
    - daí, o mesmo método ter resultados diferentes consoante o objecto receptor

Utilização de uma classe: regra geral

- uma classe teste, com um método main(), onde se criam instâncias e se enviam métodos
- um programa em POO é o resultado do envio de mensagens entre os objectos, de acordo com o alfabeto definido anteriormente

```java
public class TestePontos {
  public static void main(String[] args) {

    Ponto p1, p2, p3, p4;

    int c1, c2, c3, c4;

    p1 = new Ponto(1,1);
    p2 = new Ponto();
    p3 = new Ponto(4,-5);
    p4 = new Ponto(10,15);



    //imprimir a representação interna dos pontos
    System.out.println("P1 = " + p1.toString());
    System.out.println("P2 = " + p2.toString());
    System.out.println("P3 = " + p3.toString());
    System.out.println("P4 = " + p4.toString());

    //aceder às coordenadas dos pontos através dos métodos de acesso
    c1 = p2.getX(); c2 = p2.getY();
    System.out.println("c1 = " + c1 + " c2 = " + c2);

    //alterar os pontos
    p2.deslocamento(3,5);
    p1.somaPonto(p3);
    p3.movePonto(5,5);
    p4.setY(-1);
    System.out.println("P1 = " + p1.toString());
    System.out.println("P2 = " + p2.toString());
    System.out.println("P3 = " + p3.toString());
    System.out.println("P4 = " + p4.toString());
    System.out.println("p1 == p2? : " + p1.iguais(p2));
```

Documentação (efeito lateral positivo)

- é muito difícil (impossível?) programar em POO sem termos uma documentação bem construída
  - o esforço de construção da documentação é maioritariamente feito na escrita dos comentários
  - o *look&feel* obtido é consistente com o da documentação oficial

Class Ponto

java.lang.Object
    Ponto

```
public class Ponto
extends java.lang.Object
```

Classe que implementa um Ponto num plano2D. As coordenadas do Ponto são inteiras.

Version:

20180212

Author:

MaterialPOO

Constructor Summary

Constructors

Constructor and Description
Ponto() Construtor por omissão de Ponto.
Ponto(int cx, int cy) Construtor parametrizado de Ponto.
Ponto(**Ponto** umPonto) Construtor de cópia de Ponto.

All Methods | **Instance Methods** | **Concrete Methods**

Modifier and Type	Method and Description
void	**deslocamento**(int deltaX, int deltaY) Método que desloca um ponto somando um delta às coordenadas em x e y.
double	**distancia**(**Ponto** umPonto) Método que determina a distância de um Ponto a outro.
boolean	**ePositivo**() Método que determina se o ponto está no quadrante positivo de x e y
int	**getX**() Devolve o valor da coordenada em x.
int	**getY**() Devolve o valor da coordenada em y.
boolean	**iguais**(**Ponto** umPonto) Método que determina se dois pontos são iguais.
void	**movePonto**(int cx, int cy) Método que move o Ponto para novas coordenadas.
void	**setX**(int novoX) Actualiza o valor da coordenada em x.
void	**setY**(int novoY) Actualiza o valor da coordenada em y.
void	**somaPonto**(**Ponto** umPonto) Método que soma as componentes do Ponto passado como parâmetro.
java.lang.String	**toString**() Método que devolve a representação em String do Ponto.

sobre classes e instâncias

- *"Classes and object are separate yet intimately related concepts. Specifically,* ***every object is the instance of some class****, and every class has zero or more instances. For practically all applications,* ***classes are static****; therefore, their existence, semantics, and relationships are fixed prior to the execution of a program. Similarly,* ***the class of most objects is static****, meaning that once an object is created, its class is fixed. In sharp contrast, however,* ***objects are typically created and destroyed at a furious rate*** *during the lifetime of an application."*

Definição do objecto classe

- Estado
  - identificação das variáveis de instância
- Comportamento
  - construtores/destrutores
  - getters e setters
  - outros métodos de instância, decorrentes do que representam (usualmente a parte mais interessante da API…)

A referência this

- é usual precisarmos de referenciar o objecto que recebe a mensagem
- mas, no contexto da escrita do código da classe, ainda não sabemos como é que se vai chamar o objecto
- sempre que precisamos de designar o objecto sobre o qual estamos a trabalhar podemos usar a referência *this*

- uma utilização normal é querermos desambiguar e identificar as variáveis de instância
- Por exemplo, em

```
/**
 * Construtor parametrizado de Ponto.
 * Aceita como parâmetros os valores para cada coordenada.
 */
public Ponto(int x, int y) {
  this.x = x;
  this.y = y;
}
```

- a utilização de *this* permite desambiguar a qual das variáveis nos estamos a referir

- a referência *this* pode ser utilizada para identificar um outro método da instância

```
public void movePonto(int cx, int cy) {
  this.setX(cx);
  this.setY(cy);
}
```

  - no caso de termos escrito apenas `setX(cx)` o compilador teria acrescentado automaticamente a referência *this*

  - também utilizada para invocar os construtores (dentro de outros construtores)

Regras de acesso a variáveis e métodos

- a declaração deve ser complementada com informação sobre o nível de visibilidade das variáveis e métodos.

Tipo de Modificador	Visibilidade no código
public	a partir de qualquer classe
private	apenas acessível dentro da classe
protected	acessível a partir da classe, de classes do mesmo package e de todas as subclasses
default	acessível a partir da classe e classes do mesmo package

- para garantir o total encapsulamento do objecto as variáveis de instância devem ser declaradas como **private**

- ao ter encapsulamento total é necessário garantir que existem métodos que permitem o acesso e modificação das variáveis de instância.

- os métodos que se pretendem que sejam visíveis do exterior devem ser declarados como **public**