

# Aula 03

## Programação Modular

*Programação II, 2019-2020*

v2.9, 26-02-2017

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

### 1 Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### 2 Modularidade

### 3 Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

### 1 Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### 2 Modularidade

### 3 Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Aspectos da qualidade relacionados com o desempenho do software

- **Correcção:** o software efectua as suas funções exactamente como definido nas suas especificações;
- **Robustez:** o software “funciona” em situações fora das suas especificações;
- **Fiabilidade:** o software é correcto e robusto;
- **Eficiência:** o software utiliza o mínimo de recursos de hardware necessários (directamente relacionada com a complexidade algorítmica):

- CPU: tempo de execução;
- RAM: memória usada;

### Aspectos da qualidade do software

#### Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Aspectos da qualidade relacionados com o desempenho do software

- **Correcção:** o software efectua as suas funções exactamente como definido nas suas especificações;
- **Robustez:** o software “funciona” em situações fora das suas especificações;
- **Fiabilidade:** o software é correcto e robusto;
- **Eficiência:** o software utiliza o mínimo de recursos de hardware necessários (directamente relacionada com a complexidade algorítmica):
  - CPU: tempo de execução;
  - RAM: memória gasta.

# Aspectos da qualidade relacionados com o desempenho do software

- **Correcção**: o software efectua as suas funções exactamente como definido nas suas especificações;
- **Robustez**: o software “funciona” em situações fora das suas especificações;
- **Fiabilidade**: o software é correcto e robusto;
- **Eficiência**: o software utiliza o mínimo de recursos de hardware necessários (directamente relacionada com a complexidade algorítmica):
  - CPU: tempo de execução;
  - RAM: memória gasta.

### Aspectos da qualidade do software

#### Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Aspectos da qualidade relacionados com o desempenho do software

- **Correcção**: o software efectua as suas funções exactamente como definido nas suas especificações;
- **Robustez**: o software “funciona” em situações fora das suas especificações;
- **Fiabilidade**: o software é correcto e robusto;
- **Eficiência**: o software utiliza o mínimo de recursos de hardware necessários (directamente relacionada com a complexidade algorítmica):
  - CPU: tempo de execução;
  - RAM: memória gasta.

# Aspectos da qualidade relacionados com o desempenho do software

- **Correcção:** o software efectua as suas funções exactamente como definido nas suas especificações;
- **Robustez:** o software “funciona” em situações fora das suas especificações;
- **Fiabilidade:** o software é correcto e robusto;
- **Eficiência:** o software utiliza o mínimo de recursos de hardware necessários (directamente relacionada com a complexidade algorítmica):
  - CPU: tempo de execução;
  - RAM: memória gasta.



# Aspectos da qualidade relacionados com o desempenho do software

- **Correcção:** o software efectua as suas funções exactamente como definido nas suas especificações;
- **Robustez:** o software “funciona” em situações fora das suas especificações;
- **Fiabilidade:** o software é correcto e robusto;
- **Eficiência:** o software utiliza o mínimo de recursos de hardware necessários (directamente relacionada com a complexidade algorítmica):
  - CPU: tempo de execução;
  - RAM: memória gasta.

# Aspectos da qualidade relacionados com o desempenho do software

- **Correcção:** o software efectua as suas funções exactamente como definido nas suas especificações;
- **Robustez:** o software “funciona” em situações fora das suas especificações;
- **Fiabilidade:** o software é correcto e robusto;
- **Eficiência:** o software utiliza o mínimo de recursos de hardware necessários (directamente relacionada com a complexidade algorítmica):
  - CPU: tempo de execução;
  - RAM: memória gasta.

# Aspectos da qualidade relacionados com o processo de desenvolvimento

- **Extensibilidade:** o software é fácil de adaptar a mudanças de especificações;
- **Reutilização:** o software pode ser utilizado total, ou parcialmente, para novas aplicações;
- **Legibilidade** - facilidade de leitura e compreensão de software;
- **Verificabilidade** - facilidade com que o mesmo pode ser testado;

## Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

## Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Aspectos da qualidade relacionados com o processo de desenvolvimento

- **Extensibilidade**: o software é fácil de adaptar a mudanças de especificações;
- **Reutilização**: o software pode ser utilizado total, ou parcialmente, para novas aplicações;
- **Legibilidade** - facilidade de leitura e compreensão de software;
- **Verificabilidade** - facilidade com que o mesmo pode ser testado;

# Aspectos da qualidade relacionados com o processo de desenvolvimento

- **Extensibilidade**: o software é fácil de adaptar a mudanças de especificações;
- **Reutilização**: o software pode ser utilizado total, ou parcialmente, para novas aplicações;
- **Legibilidade** - facilidade de leitura e compreensão de software;
- **Verificabilidade** - facilidade com que o mesmo pode ser testado;

# Aspectos da qualidade relacionados com o processo de desenvolvimento

- **Extensibilidade**: o software é fácil de adaptar a mudanças de especificações;
- **Reutilização**: o software pode ser utilizado total, ou parcialmente, para novas aplicações;
- **Legibilidade** - facilidade de leitura e compreensão de software;
- **Verificabilidade** - facilidade com que o mesmo pode ser testado;

# Aspectos da qualidade relacionados com o processo de desenvolvimento

- **Extensibilidade**: o software é fácil de adaptar a mudanças de especificações;
- **Reutilização**: o software pode ser utilizado total, ou parcialmente, para novas aplicações;
- **Legibilidade** - facilidade de leitura e compreensão de software;
- **Verificabilidade** - facilidade com que o mesmo pode ser testado;

- Muito embora todos estes factores sejam relevantes, eles não têm todos a mesma importância:

• O mais importante de todos é, indubitavelmente, a segurança. Se um programa funciona mal não basta apenas fazer o reparação, é relevante que o mesmo seja executado com segurança.

• O segundo mais importante é a rapidez. Na construção de programas devem usar-se técnicas que modularizem todos os factores de qualidade.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algoritmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos



### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Muito embora todos estes factores sejam relevantes, eles não têm todos a mesma importância:
  - O mais importante de todos é indubitavelmente a **correção**. Se um programa/função/módulo não faz o que é suposto fazer é irrelevante que o mesmo seja eficiente (por exemplo).
  - O segundo mais importante é a **robustez**;
  - Na construção de programas devem usar-se técnicas que maximizem estes dois factores de qualidade.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Muito embora todos estes factores sejam relevantes, eles não têm todos a mesma importância:
  - O mais importante de todos é indubitavelmente a **correção**. Se um programa/função/módulo não faz o que é suposto fazer é irrelevante que o mesmo seja eficiente (por exemplo).
  - O segundo mais importante é a **robustez**;
  - Na construção de programas devem usar-se técnicas que maximizem estes dois factores de qualidade.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Muito embora todos estes factores sejam relevantes, eles não têm todos a mesma importância:
  - O mais importante de todos é indubitavelmente a **correção**. Se um programa/função/módulo não faz o que é suposto fazer é irrelevante que o mesmo seja eficiente (por exemplo).
  - O segundo mais importante é a **robustez**;
  - Na construção de programas devem usar-se técnicas que maximizem estes dois factores de qualidade.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Muito embora todos estes factores sejam relevantes, eles não têm todos a mesma importância:
  - O mais importante de todos é indubitavelmente a **correção**. Se um programa/função/módulo não faz o que é suposto fazer é irrelevante que o mesmo seja eficiente (por exemplo).
  - O segundo mais importante é a **robustez**;
  - Na construção de programas devem usar-se técnicas que maximizem estes dois factores de qualidade.

Os programas vão crescendo em tamanho e complexidade levantando novas questões:

- Torna-se cada vez mais importante não só o seu funcionamento externo mas também a forma como é construído;
- Pode existir a necessidade de ter várias pessoas a trabalhar simultaneamente no programa, pelo que uma comunicação fácil entre programadores através do próprio código passa a ser cada vez mais determinante;
- O número potencial de erros tende a aumentar obrigando a técnicas que facilitem a sua detecção e atempada correcção (e que evitem um crescimento exponencial da complexidade no seu tratamento);
- É necessário facilitar a manutenção e eventuais futuras evoluções do programa (extensibilidade).

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algoritmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Os programas vão crescendo em tamanho e complexidade levantando novas questões:

- Torna-se cada vez mais importante não só o seu funcionamento externo mas também a forma como é construído;
- Pode existir a necessidade de ter várias pessoas a trabalhar simultaneamente no programa, pelo que uma comunicação fácil entre programadores através do próprio código passa a ser cada vez mais determinante;
- O número potencial de erros tende a aumentar obrigando a técnicas que facilitem a sua detecção e atempada correcção (e que evitem um crescimento exponencial da complexidade no seu tratamento);
- É necessário facilitar a manutenção e eventuais futuras evoluções do programa (extensibilidade).

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objects

Os programas vão crescendo em tamanho e complexidade levantando novas questões:

- Torna-se cada vez mais importante não só o seu funcionamento externo mas também a forma como é construído;
- Pode existir a necessidade de ter várias pessoas a trabalhar simultaneamente no programa, pelo que uma comunicação fácil entre programadores através do próprio código passa a ser cada vez mais determinante;
- O número potencial de erros tende a aumentar obrigando a técnicas que facilitem a sua detecção e atempada correcção (e que evitem um crescimento exponencial da complexidade no seu tratamento);
- É necessário facilitar a manutenção e eventuais futuras evoluções do programa (extensibilidade).

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Os programas vão crescendo em tamanho e complexidade levantando novas questões:

- Torna-se cada vez mais importante não só o seu funcionamento externo mas também a forma como é construído;
- Pode existir a necessidade de ter várias pessoas a trabalhar simultaneamente no programa, pelo que uma comunicação fácil entre programadores através do próprio código passa a ser cada vez mais determinante;
- O número potencial de erros tende a aumentar obrigando a técnicas que facilitem a sua detecção e atempada correcção (e que evitem um crescimento exponencial da complexidade no seu tratamento);
- É necessário facilitar a manutenção e eventuais futuras evoluções do programa (extensibilidade).

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos



Os programas vão crescendo em tamanho e complexidade levantando novas questões:

- Torna-se cada vez mais importante não só o seu funcionamento externo mas também a forma como é construído;
- Pode existir a necessidade de ter várias pessoas a trabalhar simultaneamente no programa, pelo que uma comunicação fácil entre programadores através do próprio código passa a ser cada vez mais determinante;
- O número potencial de erros tende a aumentar obrigando a técnicas que facilitem a sua detecção e atempada correcção (e que evitem um crescimento exponencial da complexidade no seu tratamento);
- É necessário facilitar a manutenção e eventuais futuras evoluções do programa (extensibilidade).

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Os programas vão crescendo em tamanho e complexidade levantando novas questões:

- Torna-se cada vez mais importante não só o seu funcionamento externo mas também a forma como é construído;
- Pode existir a necessidade de ter várias pessoas a trabalhar simultaneamente no programa, pelo que uma comunicação fácil entre programadores através do próprio código passa a ser cada vez mais determinante;
- O número potencial de erros tende a aumentar obrigando a técnicas que facilitem a sua detecção e atempada correcção (e que evitem um crescimento exponencial da complexidade no seu tratamento);
- É necessário facilitar a manutenção e eventuais futuras evoluções do programa (extensibilidade).

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objects

### Módulos

Excertos de programas (blocos) independentes com os quais se podem construir novos programas.

Dizemos que um bloco de um programa é modular se for:

- 1 Facilmente **separável** de outros blocos;
- 2 Facilmente **combinável** com outros blocos;
- 3 Fácil de ser **compreendido** isoladamente;
- 4 **Continuidade**: pequenas modificações num módulo apenas o afectam a ele ou eventualmente aos seus clientes directos;
- 5 **Auto-protégido**: dados internos protegidos contra utilizações abusivas.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

### Módulos

Excertos de programas (blocos) independentes com os quais se podem construir novos programas.

Dizemos que um bloco de um programa é modular se for:

- 1 Facilmente **separável** de outros blocos;
- 2 Facilmente **combinável** com outros blocos;
- 3 Fácil de ser **compreendido** isoladamente;
- 4 **Continuidade**: pequenas modificações num módulo apenas o afectam a ele ou eventualmente aos seus clientes directos;
- 5 **Auto-protégido**: dados internos protegidos contra utilizações abusivas.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

### Módulos

Excertos de programas (blocos) independentes com os quais se podem construir novos programas.

Dizemos que um bloco de um programa é modular se for:

- 1 Facilmente **separável** de outros blocos;
- 2 Facilmente **combinável** com outros blocos;
- 3 Fácil de ser **compreendido** isoladamente;
- 4 **Continuidade**: pequenas modificações num módulo apenas o afectam a ele ou eventualmente aos seus clientes directos;
- 5 **Auto-protégido**: dados internos protegidos contra utilizações abusivas.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

### Módulos

Excertos de programas (blocos) independentes com os quais se podem construir novos programas.

Dizemos que um bloco de um programa é modular se for:

- 1 Facilmente **separável** de outros blocos;
- 2 Facilmente **combinável** com outros blocos;
- 3 Fácil de ser **compreendido** isoladamente;
- 4 **Continuidade**: pequenas modificações num módulo apenas o afectam a ele ou eventualmente aos seus clientes directos;
- 5 **Auto-protégido**: dados internos protegidos contra utilizações abusivas.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

### Módulos

Excertos de programas (blocos) independentes com os quais se podem construir novos programas.

Dizemos que um bloco de um programa é modular se for:

- 1 Facilmente **separável** de outros blocos;
- 2 Facilmente **combinável** com outros blocos;
- 3 Fácil de ser **compreendido** isoladamente;
- 4 **Continuidade**: pequenas modificações num módulo apenas o afectam a ele ou eventualmente aos seus clientes directos;
- 5 **Auto-protégido**: dados internos protegidos contra utilizações abusivas.

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

### Módulos

Excertos de programas (blocos) independentes com os quais se podem construir novos programas.

Dizemos que um bloco de um programa é modular se for:

- 1 Facilmente **separável** de outros blocos;
- 2 Facilmente **combinável** com outros blocos;
- 3 Fácil de ser **compreendido** isoladamente;
- 4 **Continuidade**: pequenas modificações num módulo apenas o afectam a ele ou eventualmente aos seus clientes directos;
- 5 **Auto-protégido**: dados internos protegidos contra utilizações abusivas.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos



### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

## Módulos

Excertos de programas (blocos) independentes com os quais se podem construir novos programas.

Dizemos que um bloco de um programa é modular se for:

- 1 Facilmente **separável** de outros blocos;
- 2 Facilmente **combinável** com outros blocos;
- 3 Fácil de ser **compreendido** isoladamente;
- 4 **Continuidade**: pequenas modificações num módulo apenas o afectam a ele ou eventualmente aos seus clientes directos;
- 5 **Auto-protegido**: dados internos protegidos contra utilizações abusivas.

## Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

## Módulos

Excertos de programas (blocos) independentes com os quais se podem construir novos programas.

Dizemos que um bloco de um programa é modular se for:

- 1 Facilmente **separável** de outros blocos;
- 2 Facilmente **combinável** com outros blocos;
- 3 Fácil de ser **compreendido** isoladamente;
- 4 **Continuidade**: pequenas modificações num módulo apenas o afectam a ele ou eventualmente aos seus clientes directos;
- 5 **Auto-protégido**: dados internos protegidos contra utilizações abusivas.

# Modularidade: vantagens

- Cada módulo pode ser desenvolvido, analisado e testado de forma **independente**:
  - Pode ser de responsabilidade de entidades que estão distintas;
- Mais fácil de maximizar a **correccção** e a **robustez**;
- **Reduz a complexidade** do programa global:
  - Implementação de mecanismos de abstracção para as partes locais;
- Facilita a **reutilização** de código:
  - Ao desenvolvermos um módulo específico numa aplicação, podemos, por vezes, facilmente reutilizá-lo noutros programas com as pequenas alterações.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algoritmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Cada módulo pode ser desenvolvido, analisado e testado de forma **independente**:
  - Pode ser da responsabilidade de entidades (pessoas) distintas.
- Mais fácil de maximizar a **correção** e a **robustez**;
- **Reduz a complexidade** do programa global:
  - Implementação de mecanismos de abstracção para facilitar tarefas.
- Facilita a **reutilização** de código:
  - Ao desenvolvermos um módulo especializado numa tarefa/funcionalidade, podemos facilmente reutilizá-lo noutro programa com as mesmas necessidades.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Cada módulo pode ser desenvolvido, analisado e testado de forma **independente**:
  - Pode ser da responsabilidade de entidades (pessoas) distintas.
- Mais fácil de maximizar a **correção** e a **robustez**;
- **Reduz a complexidade** do programa global:
  - Implementação de mecanismos de abstracção para facilitar tarefas.
- Facilita a **reutilização** de código:
  - Ao desenvolvermos um módulo especializado numa tarefa/funcionalidade, podemos facilmente reutilizá-lo noutro programa com as mesmas necessidades.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Cada módulo pode ser desenvolvido, analisado e testado de forma **independente**:
  - Pode ser da responsabilidade de entidades (pessoas) distintas.
- Mais fácil de maximizar a **correção** e a **robustez**;
- **Reduz a complexidade** do programa global:
  - Implementação de mecanismos de abstracção para facilitar tarefas.
- Facilita a **reutilização** de código:
  - Ao desenvolvermos um módulo especializado numa tarefa/funcionalidade, podemos facilmente reutilizá-lo noutro programa com as mesmas necessidades.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Cada módulo pode ser desenvolvido, analisado e testado de forma **independente**:
  - Pode ser da responsabilidade de entidades (pessoas) distintas.
- Mais fácil de maximizar a **correção** e a **robustez**;
- **Reduz a complexidade** do programa global:
  - Implementação de mecanismos de abstracção para facilitar tarefas.
- Facilita a **reutilização** de código:
  - Ao desenvolvermos um módulo especializado numa tarefa/funcionalidade, podemos facilmente reutilizá-lo noutro programa com as mesmas necessidades.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Cada módulo pode ser desenvolvido, analisado e testado de forma **independente**:
  - Pode ser da responsabilidade de entidades (pessoas) distintas.
- Mais fácil de maximizar a **correção** e a **robustez**;
- **Reduz a complexidade** do programa global:
  - Implementação de mecanismos de abstracção para facilitar tarefas.
- Facilita a **reutilização** de código:
  - Ao desenvolvermos um módulo especializado numa tarefa/funcionalidade, podemos facilmente reutilizá-lo noutro programa com as mesmas necessidades.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos



- Cada módulo pode ser desenvolvido, analisado e testado de forma **independente**:
  - Pode ser da responsabilidade de entidades (pessoas) distintas.
- Mais fácil de maximizar a **correção** e a **robustez**;
- **Reduz a complexidade** do programa global:
  - Implementação de mecanismos de abstracção para facilitar tarefas.
- Facilita a **reutilização** de código:
  - Ao desenvolvermos um módulo especializado numa tarefa/funcionalidade, podemos facilmente reutilizá-lo noutro programa com as mesmas necessidades.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Cada módulo pode ser desenvolvido, analisado e testado de forma **independente**:
  - Pode ser da responsabilidade de entidades (pessoas) distintas.
- Mais fácil de maximizar a **correção** e a **robustez**;
- **Reduz a complexidade** do programa global:
  - Implementação de mecanismos de abstracção para facilitar tarefas.
- Facilita a **reutilização** de código:
  - Ao desenvolvermos um módulo especializado numa tarefa/funcionalidade, podemos facilmente reutilizá-lo noutro programa com as mesmas necessidades.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- 1 Programa monolítico
- 2 Abstracção algorítmica
- 3 Registos

} Programação I

- 4 Ficheiros como unidades de suporte à modularidade
  - (a) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados + Módulos Funções
  - (b) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados e Operações + Associações
- 5 Contexto de Existência de Objecto
- 6 Encapsulamento: Objectos e Tipos de Dados Abstractos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

1 Programa monolítico

2 Abstracção algorítmica

3 Registos

} Programação I

4 Ficheiros como unidades de suporte à modularidade

1.1 Prog. Principal + Módulo Tipo Dados + Múltiplas Funções

1.2 Prog. Principal + Módulo Tipo Dados e Operações

Associações

5 Contexto de Existência de Objecto

6 Encapsulamento: Objectos e Tipos de Dados Abstractos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- 1 Programa monolítico
- 2 Abstracção algorítmica
- 3 Registos

} Programação I

- 4 Ficheiros como unidades de suporte à modularidade  
[1] Prog. Principal + Módulo Tipo Dados + Múltiplas Funções  
[2] Prog. Principal + Módulo Tipo Dados e Operações + Subsistemas
- 5 Contexto de Existência de Objecto
- 6 Encapsulamento: Objectos e Tipos de Dados Abstractos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- 1 Programa monolítico
- 2 Abstracção algorítmica
- 3 Registos

} Programação I

- 4 Ficheiros como unidades de suporte à modularidade  
Programa Principal + Módulo Tipo Dados + Módulo Funções  
Programa Principal + Módulo Tipo Dados + Funções  
Programa Principal + Módulo Tipo Dados + Funções  
Programa Principal + Módulo Tipo Dados + Funções
- 5 Contexto de Existência de Objecto
- 6 Encapsulamento: Objectos e Tipos de Dados Abstractos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- 1 Programa monolítico
- 2 Abstracção algorítmica
- 3 Registos

} Programação I

- 4 Ficheiros como unidades de suporte à modularidade  
Programa Principal + Módulo Tipo Dados + Módulo Funções  
Programa Principal + Módulo Tipo Dados + Funções  
Programa Principal + Módulo Tipo Dados + Funções  
Programa Principal + Módulo Tipo Dados + Funções
- 5 Contexto de Existência de Objecto
- 6 Encapsulamento: Objectos e Tipos de Dados Abstractos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- 1 Programa monolítico
- 2 Abstracção algorítmica
- 3 Registos

} Programação I

4 Ficheiros como unidades de suporte à modularidade

5 Funções, Registos e Módulos Tipo Dados e Módulos Tipo Funções

6 Funções, Registos e Módulos Tipo Dados e Registos

7 Registos e Registos

8 Contexto de Existência de Objecto

9 Encapsulamento: Objectos e Tipos de Dados Abstractos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos



- ① Programa monolítico
  - ② Abstracção algorítmica
  - ③ Registos
- }
- Programação I
- ④ Ficheiros como unidades de suporte à modularidade
    - (a) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados + Módulo Funções
    - (b) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados e Operações Associadas
  - ⑤ Contexto de Existência de Objecto
  - ⑥ Encapsulamento: Objectos e Tipos de Dados Abstractos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- ① Programa monolítico
  - ② Abstracção algorítmica
  - ③ Registos
- }
- Programação I
- ④ Ficheiros como unidades de suporte à modularidade
    - (a) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados + Módulo Funções
    - (b) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados e Operações Associadas
  - ⑤ Contexto de Existência de Objecto
  - ⑥ Encapsulamento: Objectos e Tipos de Dados Abstractos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- ① Programa monolítico
  - ② Abstracção algorítmica
  - ③ Registos
- }
- Programação I
- ④ Ficheiros como unidades de suporte à modularidade
    - (a) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados + Módulo Funções
    - (b) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados e Operações Associadas
  - ⑤ Contexto de Existência de Objecto
  - ⑥ Encapsulamento: Objectos e Tipos de Dados Abstractos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- ① Programa monolítico
  - ② Abstracção algorítmica
  - ③ Registos
- }
- Programação I
- ④ Ficheiros como unidades de suporte à modularidade
    - (a) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados + Módulo Funções
    - (b) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados e Operações Associadas
  - ⑤ Contexto de Existência de Objecto
  - ⑥ Encapsulamento: Objectos e Tipos de Dados Abstractos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- ① Programa monolítico
  - ② Abstracção algorítmica
  - ③ Registos
- }
- Programação I
- ④ Ficheiros como unidades de suporte à modularidade
    - (a) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados + Módulo Funções
    - (b) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados e Operações Associadas
  - ⑤ Contexto de Existência de Objecto
  - ⑥ Encapsulamento: Objectos e Tipos de Dados Abstractos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  FUNÇÃO `main`

Programa monolítico!

O único “módulo” é o próprio programa

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

#### Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  FUNÇÃO `main`

Programa monolítico!

O único “módulo” é o próprio programa

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

#### Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

#### Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  FUNÇÃO `main`

Programa monolítico!

O único “módulo” é o próprio programa



### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

#### Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  FUNÇÃO `main`

Programa monolítico!

O único “módulo” é o próprio programa

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  main + funções (no mesmo ficheiro)

ABSTRACÇÃO ALGORÍTMICA!

Funções podem ser utilizadas como módulos internos ao programa

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  main + funções (no mesmo  
ficheiro)

ABSTRACÇÃO ALGORÍTMICA!

Funções podem ser utilizadas como  
módulos internos ao programa

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

#### Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + funções (no mesmo  
ficheiro)

# ABSTRACÇÃO ALGORÍTMICA!

Funções podem ser utilizadas como  
módulos internos ao programa

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

#### Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + funções (no mesmo  
ficheiro)

### ABSTRACÇÃO ALGORÍTMICA!

Funções podem ser utilizadas como  
módulos internos ao programa

##### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

##### Modularidade

##### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

##### Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Abstracção algorítmica!

## Criação de Funções (métodos):

- Encapsulamento de uma sequência de instruções dentro de um módulo funcional;
- A compreensão desse módulo reduz-se à compreensão da sua utilização (e não da sua implementação);
- Tal como os programas, as funções podem ter parâmetros de entrada e de saída;
- Permite a sua fácil reutilização dentro do programa sem a necessidade de replicar a sua implementação;
- Podemos associar-lhes especificações formais de correcção através de pré-condições e pós-condições.

## Problemas:

- O facto de serem unidades de código que são compiladas conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando “*copy & paste*”);
- A representação interna dos dados manipulados pelas funções está propagada em todo o lado.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Abstracção algorítmica!

## Criação de Funções (métodos):

- Encapsulamento de uma sequência de instruções dentro de um módulo funcional;
- A compreensão desse módulo reduz-se à compreensão da sua utilização (e não da sua implementação);
- Tal como os programas, as funções podem ter parâmetros de entrada e de saída;
- Permite a sua fácil reutilização dentro do programa sem a necessidade de replicar a sua implementação;
- Podemos associar-lhes especificações formais de correcção através de pré-condições e pós-condições.

## Problemas:

- O facto de serem unidades de código que são compiladas conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando “copy & paste”);
- A representação interna dos dados manipulados pelas funções está propagada em todo o lado.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Abstracção algorítmica!

## Criação de Funções (métodos):

- Encapsulamento de uma sequência de instruções dentro de um módulo funcional;
- A compreensão desse módulo reduz-se à compreensão da sua utilização (e não da sua implementação);
- Tal como os programas, as funções podem ter parâmetros de entrada e de saída;
- Permite a sua fácil reutilização dentro do programa sem a necessidade de replicar a sua implementação;
- Podemos associar-lhes especificações formais de correcção através de pré-condições e pós-condições.

## Problemas:

- O facto de serem unidades de código que são compiladas conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando “copy & paste”);
- A representação interna dos dados manipulados pelas funções está propagada em todo o lado.



# Abstracção algorítmica!

## Criação de Funções (métodos):

- Encapsulamento de uma sequência de instruções dentro de um módulo funcional;
- A compreensão desse módulo reduz-se à compreensão da sua utilização (e não da sua implementação);
- Tal como os programas, as funções podem ter parâmetros de entrada e de saída;
- Permite a sua fácil reutilização dentro do programa sem a necessidade de replicar a sua implementação;
- Podemos associar-lhes especificações formais de correcção através de pré-condições e pós-condições.

## Problemas:

- O facto de serem unidades de código que são compiladas conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando "copy & paste");
- A representação interna dos dados manipulados pelas funções está propagada em todo o lado.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Abstracção algorítmica!

## Criação de Funções (métodos):

- Encapsulamento de uma sequência de instruções dentro de um módulo funcional;
- A compreensão desse módulo reduz-se à compreensão da sua utilização (e não da sua implementação);
- Tal como os programas, as funções podem ter parâmetros de entrada e de saída;
- Permite a sua fácil reutilização dentro do programa sem a necessidade de replicar a sua implementação;
- Podemos associar-lhes especificações formais de correcção através de pré-condições e pós-condições.

## Problemas:

- O facto de serem unidades de código que são compiladas conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando "copy & paste");
- A representação interna dos dados manipulados pelas funções está propagada em todo o lado.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

### Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Abstracção algorítmica!

## Criação de Funções (métodos):

- Encapsulamento de uma sequência de instruções dentro de um módulo funcional;
- A compreensão desse módulo reduz-se à compreensão da sua utilização (e não da sua implementação);
- Tal como os programas, as funções podem ter parâmetros de entrada e de saída;
- Permite a sua fácil reutilização dentro do programa sem a necessidade de replicar a sua implementação;
- Podemos associar-lhes especificações formais de correcção através de pré-condições e pós-condições.

## Problemas:

- O facto de serem unidades de código que são compiladas conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando "copy & paste");
- A representação interna dos dados manipulados pelas funções está propagada em todo o lado.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

### Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Abstracção algorítmica!

## Criação de Funções (métodos):

- Encapsulamento de uma sequência de instruções dentro de um módulo funcional;
- A compreensão desse módulo reduz-se à compreensão da sua utilização (e não da sua implementação);
- Tal como os programas, as funções podem ter parâmetros de entrada e de saída;
- Permite a sua fácil reutilização dentro do programa sem a necessidade de replicar a sua implementação;
- Podemos associar-lhes especificações formais de correcção através de pré-condições e pós-condições.

## Problemas:

- O facto de serem unidades de código que são compiladas conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando "copy & paste");
- A representação interna dos dados manipulados pelas funções está propagada em todo o lado.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

### Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Abstracção algorítmica!

## Criação de Funções (métodos):

- Encapsulamento de uma sequência de instruções dentro de um módulo funcional;
- A compreensão desse módulo reduz-se à compreensão da sua utilização (e não da sua implementação);
- Tal como os programas, as funções podem ter parâmetros de entrada e de saída;
- Permite a sua fácil reutilização dentro do programa sem a necessidade de replicar a sua implementação;
- Podemos associar-lhes especificações formais de correcção através de pré-condições e pós-condições.

## Problemas:

- O facto de serem unidades de código que são compiladas conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando "copy & paste");
- A representação interna dos dados manipulados pelas funções está propagada em todo o lado.

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

### Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Abstracção algorítmica!

## Criação de Funções (métodos):

- Encapsulamento de uma sequência de instruções dentro de um módulo funcional;
- A compreensão desse módulo reduz-se à compreensão da sua utilização (e não da sua implementação);
- Tal como os programas, as funções podem ter parâmetros de entrada e de saída;
- Permite a sua fácil reutilização dentro do programa sem a necessidade de replicar a sua implementação;
- Podemos associar-lhes especificações formais de correcção através de pré-condições e pós-condições.

## Problemas:

- O facto de serem unidades de código que são compiladas conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando “*copy & paste*”);
- A representação interna dos dados manipulados pelas funções está propagada em todo o lado.

# Abstracção algorítmica!

## Criação de Funções (métodos):

- Encapsulamento de uma sequência de instruções dentro de um módulo funcional;
- A compreensão desse módulo reduz-se à compreensão da sua utilização (e não da sua implementação);
- Tal como os programas, as funções podem ter parâmetros de entrada e de saída;
- Permite a sua fácil reutilização dentro do programa sem a necessidade de replicar a sua implementação;
- Podemos associar-lhes especificações formais de correcção através de pré-condições e pós-condições.

## Problemas:

- O facto de serem unidades de código que são compiladas conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando “*copy & paste*”);
- A representação interna dos dados manipulados pelas funções está propagada em todo o lado.

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

## REGISTOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + funções + registos

## 1ª ABSTRACÇÃO DE DADOS

Representação de dados dos módulos  
deixa de estar directamente exposta aos  
clientes



# REGISTOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + funções + registos

## 1ª ABSTRACÇÃO DE DADOS

Representação de dados dos módulos  
deixa de estar directamente exposta aos  
clientes

Aspectos da qualidade  
do software

Aspectos relacionados com  
o desempenho

Aspectos relacionados com  
o processo de  
desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o  
caminho até à  
modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica:  
funções

Abstracção de dados:  
registos

Módulos de registos e  
módulos de funções

Módulos com registos e  
funções associadas

Objectos

# REGISTOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + funções + registos

## 1ª ABSTRACÇÃO DE DADOS

Representação de dados dos módulos  
deixa de estar directamente exposta aos  
clientes

Aspectos da qualidade  
do software

Aspectos relacionados com  
o desempenho

Aspectos relacionados com  
o processo de  
desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o  
caminho até à  
modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica:  
funções

Abstracção de dados:  
registos

Módulos de registos e  
módulos de funções

Módulos com registos e  
funções associadas

Objectos

# REGISTOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + funções + registos

## 1ª ABSTRACÇÃO DE DADOS

Representação de dados dos módulos  
deixa de estar directamente exposta aos  
clientes

Aspectos da qualidade  
do software

Aspectos relacionados com  
o desempenho

Aspectos relacionados com  
o processo de  
desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o  
caminho até à  
modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica:  
funções

Abstracção de dados:  
registos

Módulos de registos e  
módulos de funções

Módulos com registos e  
funções associadas

Objectos

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

### Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# REGISTOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + funções + registos

## 1ª ABSTRACÇÃO DE DADOS

Representação de dados dos módulos  
deixa de estar directamente exposta aos  
clientes

### Criação de novos tipos de dados (registos):

- Primeira abstracção de dados;
- Encapsulamento de um conjunto de tipos de dados dentro de um novo tipo de dados;
- O registo pode ser compreendido pelo seu todo (e não somente pelos tipos de dados sobre os quais é construído);
- Podemos lhes associar uma especificação formal de correcção através de um invariante (em Java não há suporte em tempo de execução para este formalismo).

### Problemas:

- Dependem fortemente das funções que os manipulam;
- O facto de serem unidades de código que são compilados conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando "copy & paste").

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

#### Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

## Criação de novos tipos de dados (registos):

- Primeira abstracção de dados;
- Encapsulamento de um conjunto de tipos de dados dentro de um novo tipo de dados;
- O registo pode ser compreendido pelo seu todo (e não somente pelos tipos de dados sobre os quais é construído);
- Podemos lhes associar uma especificação formal de correcção através de um invariante (em Java não há suporte em tempo de execução para este formalismo).

## Problemas:

- Dependem fortemente das funções que os manipulam;
- O facto de serem unidades de código que são compilados conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando "copy & paste").

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

#### Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

### Criação de novos tipos de dados (registos):

- Primeira abstracção de dados;
- Encapsulamento de um conjunto de tipos de dados dentro de um novo tipo de dados;
- O registo pode ser compreendido pelo seu todo (e não somente pelos tipos de dados sobre os quais é construído);
- Podemos lhes associar uma especificação formal de correcção através de um invariante (em `Java` não há suporte em tempo de execução para este formalismo).

### Problemas:

- Dependem fortemente das funções que os manipulam;
- O facto de serem unidades de código que são compilados conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando "*copy & paste*").

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

## Criação de novos tipos de dados (registos):

- Primeira abstracção de dados;
- Encapsulamento de um conjunto de tipos de dados dentro de um novo tipo de dados;
- O registo pode ser compreendido pelo seu todo (e não somente pelos tipos de dados sobre os quais é construído);
- Podemos lhes associar uma especificação formal de correcção através de um invariante (em `Java` não há suporte em tempo de execução para este formalismo).

## Problemas:

- Dependem fortemente das funções que os manipulam;
- O facto de serem unidades de código que são compilados conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando "*copy & paste*").

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

#### Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos



## Criação de novos tipos de dados (registos):

- Primeira abstracção de dados;
- Encapsulamento de um conjunto de tipos de dados dentro de um novo tipo de dados;
- O registo pode ser compreendido pelo seu todo (e não somente pelos tipos de dados sobre os quais é construído);
- Podemos lhes associar uma especificação formal de correcção através de um invariante (em `Java` não há suporte em tempo de execução para este formalismo).

## Problemas:

- Dependem fortemente das funções que os manipulam;
- O facto de serem unidades de código que são compilados conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando "*copy & paste*").

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

### Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Criação de novos tipos de dados (registos):

- Primeira abstracção de dados;
- Encapsulamento de um conjunto de tipos de dados dentro de um novo tipo de dados;
- O registo pode ser compreendido pelo seu todo (e não somente pelos tipos de dados sobre os quais é construído);
- Podemos lhes associar uma especificação formal de correcção através de um invariante (em `Java` não há suporte em tempo de execução para este formalismo).

Problemas:

- Dependem fortemente das funções que os manipulam;
- O facto de serem unidades de código que são compilados conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando "copy & paste").

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Criação de novos tipos de dados (registos):

- Primeira abstracção de dados;
- Encapsulamento de um conjunto de tipos de dados dentro de um novo tipo de dados;
- O registo pode ser compreendido pelo seu todo (e não somente pelos tipos de dados sobre os quais é construído);
- Podemos lhes associar uma especificação formal de correcção através de um invariante (em `Java` não há suporte em tempo de execução para este formalismo).

Problemas:

- Dependem fortemente das funções que os manipulam;
- O facto de serem unidades de código que são compilados conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando "copy & paste").

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Criação de novos tipos de dados (registos):

- Primeira abstracção de dados;
- Encapsulamento de um conjunto de tipos de dados dentro de um novo tipo de dados;
- O registo pode ser compreendido pelo seu todo (e não somente pelos tipos de dados sobre os quais é construído);
- Podemos lhes associar uma especificação formal de correcção através de um invariante (em `Java` não há suporte em tempo de execução para este formalismo).

Problemas:

- Dependem fortemente das funções que os manipulam;
- O facto de serem unidades de código que são compilados conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando “*copy & paste*”).

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Criação de novos tipos de dados (registos):

- Primeira abstracção de dados;
- Encapsulamento de um conjunto de tipos de dados dentro de um novo tipo de dados;
- O registo pode ser compreendido pelo seu todo (e não somente pelos tipos de dados sobre os quais é construído);
- Podemos lhes associar uma especificação formal de correcção através de um invariante (em `Java` não há suporte em tempo de execução para este formalismo).

Problemas:

- Dependem fortemente das funções que os manipulam;
- O facto de serem unidades de código que são compilados conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando “*copy & paste*”).

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE FUNÇÕES  
MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE REGISTOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  main + módulos de  
funções + módulos de registos

Módulos separados em diferentes ficheiros  
Funções podem ser (re)utilizadas noutros  
programas

Representação de dados dos módulos  
directamente exposta aos clientes

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE FUNÇÕES  
MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE REGISTOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  main + módulos de  
funções + módulos de registos

Módulos separados em diferentes ficheiros  
Funções podem ser (re)utilizadas noutros  
programas

Representação de dados dos módulos  
directamente exposta aos clientes

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE FUNÇÕES MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE REGISTOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  main + módulos de  
funções + módulos de registos

Módulos separados em diferentes ficheiros  
Funções podem ser (re)utilizadas noutros  
programas

Representação de dados dos módulos  
directamente exposta aos clientes

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos



MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE FUNÇÕES  
MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE REGISTOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + módulos de  
funções + módulos de registos

Módulos separados em diferentes ficheiros  
Funções podem ser (re)utilizadas noutros  
programas

Representação de dados dos módulos  
directamente exposta aos clientes

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE FUNÇÕES  
MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE REGISTOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + módulos de  
funções + módulos de registos

Módulos separados em diferentes ficheiros  
Funções podem ser (re)utilizadas noutros  
programas

Representação de dados dos módulos  
directamente exposta aos clientes

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE FUNÇÕES  
MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE REGISTOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + módulos de  
funções + módulos de registos

Módulos separados em diferentes ficheiros  
Funções podem ser (re)utilizadas noutros  
programas

Representação de dados dos módulos  
directamente exposta aos clientes

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Criação de novos módulos

- Unidades autónomas (ficheiros) contendo:
  - Tipo de Dados;
  - Funções;
- Podem ser invocados do exterior;
- Podem ser compilados isoladamente e "ligados" (*linked*) a outros programas que deles necessitem facilitando assim a reutilização de código;
- Programação Modular orientada a funções; (e.g.: biblioteca `Math`).

## Questão:

- Se as operações estão associadas a um tipo de dados, faz sentido manter DADOS e OPERAÇÕES em ficheiros diferentes?

## Programação Modular

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algoritmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Unidades autónomas (ficheiros) contendo:
  - Tipo de Dados;
  - Funções.
- Podem ser invocados do exterior;
- Podem ser compilados isoladamente e “ligados” (*linked*) a outros programas que deles necessitem facilitando assim a reutilização de código;
- Programação Modular orientada a funções; (e.g.: biblioteca `Math`).

## Questão:

- Se as operações estão associadas a um tipo de dados, faz sentido manter DADOS e OPERAÇÕES em ficheiros diferentes?

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Unidades autónomas (ficheiros) contendo:
  - Tipo de Dados;
  - Funções.
- Podem ser invocados do exterior;
- Podem ser compilados isoladamente e “ligados” (*linked*) a outros programas que deles necessitem facilitando assim a reutilização de código;
- Programação Modular orientada a funções; (e.g.: biblioteca `Math`).

## Questão:

- Se as operações estão associadas a um tipo de dados, faz sentido manter DADOS e OPERAÇÕES em ficheiros diferentes?

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

#### Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Unidades autónomas (ficheiros) contendo:
  - Tipo de Dados;
  - Funções.
- Podem ser invocados do exterior;
- Podem ser compilados isoladamente e “ligados” (*linked*) a outros programas que deles necessitem facilitando assim a reutilização de código;
- Programação Modular orientada a funções; (e.g.: biblioteca `Math`).

## Questão:

- Se as operações estão associadas a um tipo de dados, faz sentido manter DADOS e OPERAÇÕES em ficheiros diferentes?

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

#### Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Unidades autónomas (ficheiros) contendo:
  - Tipo de Dados;
  - Funções.
- Podem ser invocados do exterior;
- Podem ser compilados isoladamente e “ligados” (*linked*) a outros programas que deles necessitem facilitando assim a reutilização de código;
- Programação Modular orientada a funções; (e.g.: biblioteca `Math`).

## Questão:

- Se as operações estão associadas a um tipo de dados, faz sentido manter DADOS e OPERAÇÕES em ficheiros diferentes?

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algoritmica: funções

Abstracção de dados: registos

#### Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos



- Unidades autónomas (ficheiros) contendo:
  - Tipo de Dados;
  - Funções.
- Podem ser invocados do exterior;
- Podem ser compilados isoladamente e “ligados” (*linked*) a outros programas que deles necessitem facilitando assim a reutilização de código;
- Programação Modular orientada a funções; (e.g.: biblioteca `Math`).

## Questão:

- Se as operações estão associadas a um tipo de dados, faz sentido manter DADOS e OPERAÇÕES em ficheiros diferentes?

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

#### Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Unidades autónomas (ficheiros) contendo:
  - Tipo de Dados;
  - Funções.
- Podem ser invocados do exterior;
- Podem ser compilados isoladamente e “ligados” (*linked*) a outros programas que deles necessitem facilitando assim a reutilização de código;
- Programação Modular orientada a funções; (e.g.: biblioteca `Math`).

## Questão:

- Se as operações estão associadas a um tipo de dados, faz sentido manter DADOS e OPERAÇÕES em ficheiros diferentes?

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Unidades autónomas (ficheiros) contendo:
  - Tipo de Dados;
  - Funções.
- Podem ser invocados do exterior;
- Podem ser compilados isoladamente e “ligados” (*linked*) a outros programas que deles necessitem facilitando assim a reutilização de código;
- Programação Modular orientada a funções; (e.g.: biblioteca `Math`).

## Questão:

- Se as operações estão associadas a um tipo de dados, faz sentido manter DADOS e OPERAÇÕES em ficheiros diferentes?

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Unidades autónomas (ficheiros) contendo:
  - Tipo de Dados;
  - Funções.
- Podem ser invocados do exterior;
- Podem ser compilados isoladamente e “ligados” (*linked*) a outros programas que deles necessitem facilitando assim a reutilização de código;
- Programação Modular orientada a funções; (e.g.: biblioteca `Math`).

## Questão:

- Se as operações estão associadas a um tipo de dados, faz sentido manter DADOS e OPERAÇÕES em ficheiros diferentes?

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

#### Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

JUNÇÃO REGISTOS COM MÓDULOS DE  
FUNÇÕES

PROTECÇÃO E ABSTRACÇÃO DE DADOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  main + módulos de  
registos/funções

Registo é passado como argumento das  
funções do próprio módulo

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com  
o desempenho

Aspectos relacionados com  
o processo de  
desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algoritmica:  
funções

Abstracção de dados:  
registos

Módulos de registos e  
módulos de funções

Módulos com registos e  
funções associadas

Objectos

# JUNÇÃO REGISTOS COM MÓDULOS DE FUNÇÕES

PROTECÇÃO E ABSTRACÇÃO DE DADOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  main + módulos de registos/funções

Registo é passado como argumento das funções do próprio módulo

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# JUNÇÃO REGISTOS COM MÓDULOS DE FUNÇÕES

## PROTECÇÃO E ABSTRACÇÃO DE DADOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  main + módulos de registos/funções

Registo é passado como argumento das funções do próprio módulo

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# JUNÇÃO REGISTOS COM MÓDULOS DE FUNÇÕES

## PROTECÇÃO E ABSTRACÇÃO DE DADOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + módulos de registos/funções

Registo é passado como argumento das funções do próprio módulo

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos



### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

JUNÇÃO REGISTOS COM MÓDULOS DE FUNÇÕES

PROTECÇÃO E ABSTRACÇÃO DE DADOS

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + módulos de registos/funções

Registo é passado como argumento das funções do próprio módulo

# Programação modular – passo 4(b)

- Já vimos que a definição de novos tipos de dados de pouco serve se não forem definidas operações sobre eles:

- Abstracção dos dados;
- Definição, Abstracção;
- Operações algébricas;
- etc.

- Então: "Qual o interesse de termos os Dados e Funções Associadas em módulos diferentes?"
- Surgiu então um novo conceito:  
Módulo: Novo Tipo de Dados + Conjunto de Operações Associadas

## Programação Modular

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Já vimos que a definição de novos tipos de dados de pouco serve se não forem definidas operações sobre eles:
  - Manipulação de dados;
  - Comparação, Atribuição, ...
  - Operações algébricas;
  - etc.
- Então: "Qual o interesse de termos os Dados e Funções Associadas em módulos diferentes?"
- Surgiu então um novo conceito:  
Módulo: Novo Tipo de Dados + Conjunto de Operações Associadas

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Já vimos que a definição de novos tipos de dados de pouco serve se não forem definidas operações sobre eles:
  - Manipulação de dados;
  - Comparação, Atribuição, ...
  - Operações algébricas;
  - etc.
- Então: "Qual o interesse de termos os Dados e Funções Associadas em módulos diferentes?"
- Surgiu então um novo conceito:  
Módulo: Novo Tipo de Dados + Conjunto de Operações Associadas

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Já vimos que a definição de novos tipos de dados de pouco serve se não forem definidas operações sobre eles:
  - Manipulação de dados;
  - Comparação, Atribuição, ...
  - Operações algébricas;
  - etc.
- Então: "Qual o interesse de termos os Dados e Funções Associadas em módulos diferentes?"
- Surgiu então um novo conceito:  
Módulo: Novo Tipo de Dados + Conjunto de Operações Associadas

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Já vimos que a definição de novos tipos de dados de pouco serve se não forem definidas operações sobre eles:
  - Manipulação de dados;
  - Comparação, Atribuição, ...
  - Operações algébricas;
  - etc.
- Então: "Qual o interesse de termos os Dados e Funções Associadas em módulos diferentes?"
- Surgiu então um novo conceito:  
Módulo: Novo Tipo de Dados + Conjunto de Operações Associadas

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Já vimos que a definição de novos tipos de dados de pouco serve se não forem definidas operações sobre eles:
  - Manipulação de dados;
  - Comparação, Atribuição, ...
  - Operações algébricas;
  - etc.

- Então: "Qual o interesse de termos os Dados e Funções Associadas em módulos diferentes?"
- Surgiu então um novo conceito:  
Módulo: Novo Tipo de Dados + Conjunto de Operações Associadas

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Já vimos que a definição de novos tipos de dados de pouco serve se não forem definidas operações sobre eles:
  - Manipulação de dados;
  - Comparação, Atribuição, ...
  - Operações algébricas;
  - etc.

- Então: "Qual o interesse de termos os Dados e Funções Associadas em módulos diferentes?"
- Surgiu então um novo conceito:  
Módulo: Novo Tipo de Dados + Conjunto de Operações Associadas

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos



- Já vimos que a definição de novos tipos de dados de pouco serve se não forem definidas operações sobre eles:
  - Manipulação de dados;
  - Comparação, Atribuição, ...
  - Operações algébricas;
  - etc.
- **Então:** “Qual o interesse de termos os Dados e Funções Associadas em módulos diferentes?”
- Surgiu então um **novo conceito**:  
Módulo: Novo Tipo de Dados + Conjunto de Operações Associadas

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Já vimos que a definição de novos tipos de dados de pouco serve se não forem definidas operações sobre eles:
  - Manipulação de dados;
  - Comparação, Atribuição, ...
  - Operações algébricas;
  - etc.
- **Então**: “Qual o interesse de termos os Dados e Funções Associadas em módulos diferentes?”
- Surgiu então um **novo conceito**:  
Módulo: Novo Tipo de Dados + Conjunto de Operações Associadas

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Já vimos que a definição de novos tipos de dados de pouco serve se não forem definidas operações sobre eles:
  - Manipulação de dados;
  - Comparação, Atribuição, ...
  - Operações algébricas;
  - etc.
- **Então:** “Qual o interesse de termos os Dados e Funções Associadas em módulos diferentes?”
- Surgiu então um **novo conceito:**  
Módulo: Novo Tipo de Dados + Conjunto de Operações Associadas

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Já vimos que a definição de novos tipos de dados de pouco serve se não forem definidas operações sobre eles:
  - Manipulação de dados;
  - Comparação, Atribuição, ...
  - Operações algébricas;
  - etc.
- **Então**: “Qual o interesse de termos os Dados e Funções Associadas em módulos diferentes?”
- Surgiu então um **novo conceito**:  
Módulo: Novo Tipo de Dados + Conjunto de Operações Associadas

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Contexto de Existência de Objecto!

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + objectos

As funções do módulo (métodos) e a respectiva estrutura de dados são indissociáveis.

Os métodos estáticos que recebiam o registo como argumento passam a métodos de objecto funcionando no contexto do objecto.

# Contexto de Existência de Objecto!

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + `objectos`

As funções do módulo (métodos) e a respectiva estrutura de dados são indissociáveis.

Os métodos estáticos que recebem o registo como argumento passam a métodos de objecto funcionando no contexto do objecto.

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Contexto de Existência de Objecto!

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + `objectos`

As funções do módulo (métodos) e a respectiva estrutura de dados são indissociáveis.

Os métodos estáticos que recebiam o registo como argumento passam a métodos de objecto funcionando no contexto do objecto.

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Contexto de Existência de Objecto!

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + `objectos`

As funções do módulo (métodos) e a respectiva estrutura de dados são indissociáveis.

Os métodos estáticos que recebiam o registo como argumento passam a métodos de objecto funcionando no contexto do objecto.

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos



# Contexto de Existência de Objecto!

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + `objectos`

As funções do módulo (métodos) e a respectiva estrutura de dados são indissociáveis.

Os métodos estáticos que recebem o registo como argumento passam a métodos de objecto funcionando no contexto do objecto.

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

OBJECTOS!

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + objectos

Nenhum atributo deverá ser tornado público (ao contrário dos registos)

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# OBJECTOS!

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + objectos

Nenhum atributo deverá ser tornado público (ao contrário dos registos)

#### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

#### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# OBJECTOS!

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + `objectos`

Nenhum atributo deverá ser tornado público (ao contrário dos registos)

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# OBJECTOS!

PROGRAMA  $\Leftrightarrow$  `main` + objectos

Nenhum atributo deverá ser tornado público (ao contrário dos registos)

Módulos absolutamente independentes:

- Cada módulo só deve aceder a dados locais;
- A interacção com o exterior deve ser efectuada através de funções do próprio módulo (interface);
- Obriga a utilizar mecanismos de protecção para "esconder" os dados do mundo exterior:  
`public` / `private` / `protected`

Um novo conceito:

- Encapsulamento (*Information Hiding*)!

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

## Módulos absolutamente independentes:

- Cada módulo só deve aceder a dados locais;
- A interacção com o exterior deve ser efectuada através de funções do próprio módulo (interface);
- Obriga a utilizar mecanismos de protecção para "esconder" os dados do mundo exterior:  
`public / private / protected`

## Um novo conceito:

- Encapsulamento (*Information Hiding*)!

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

## Módulos absolutamente independentes:

- Cada módulo só deve aceder a dados locais;
- A interacção com o exterior deve ser efectuada através de funções do próprio módulo (interface);
- Obriga a utilizar mecanismos de protecção para “esconder” os dados do mundo exterior:  
`public / private / protected`

## Um novo conceito:

- Encapsulamento (*Information Hiding*)!

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

### Objectos



Módulos absolutamente independentes:

- Cada módulo só deve aceder a dados locais;
- A interacção com o exterior deve ser efectuada através de funções do próprio módulo (interface);
- Obriga a utilizar mecanismos de protecção para “esconder” os dados do mundo exterior:  
`public / private / protected`

Um novo conceito:

- Encapsulamento (*Information Hiding*)!

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Módulos absolutamente independentes:

- Cada módulo só deve aceder a dados locais;
- A interacção com o exterior deve ser efectuada através de funções do próprio módulo (interface);
- Obriga a utilizar mecanismos de protecção para “esconder” os dados do mundo exterior:  
`public / private / protected`

Um novo conceito:

- Encapsulamento (*Information Hiding*)!

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Módulos absolutamente independentes:

- Cada módulo só deve aceder a dados locais;
- A interacção com o exterior deve ser efectuada através de funções do próprio módulo (interface);
- Obriga a utilizar mecanismos de protecção para “esconder” os dados do mundo exterior:  
`public / private / protected`

Um novo conceito:

- Encapsulamento (*Information Hiding*)!

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Módulos absolutamente independentes:

- Cada módulo só deve aceder a dados locais;
- A interacção com o exterior deve ser efectuada através de funções do próprio módulo (interface);
- Obriga a utilizar mecanismos de protecção para “esconder” os dados do mundo exterior:  
`public / private / protected`

Um novo conceito:

- Encapsulamento (*Information Hiding*)!

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

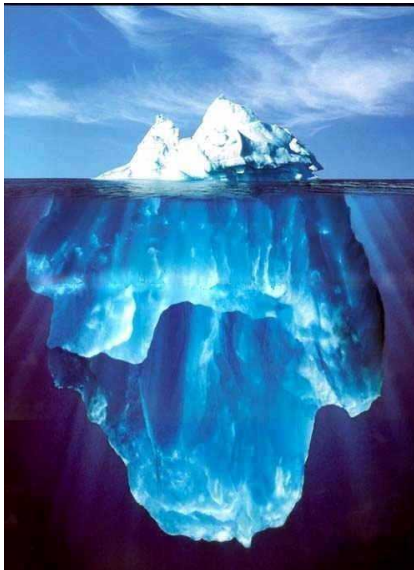
Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

# Information hiding

A informação contida num módulo está inacessível a outros módulos que não têm necessidade dessa informação.



## Programação Modular

### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

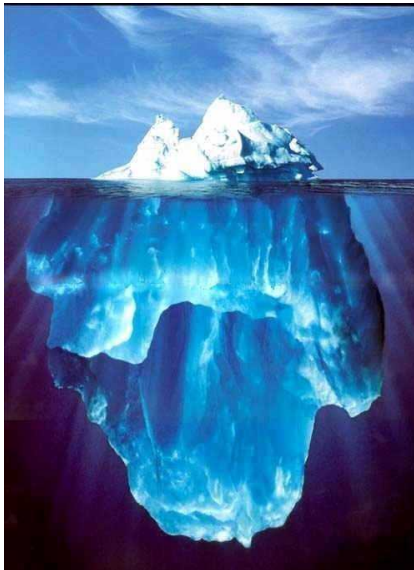
Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

A informação contida num módulo está inacessível a outros módulos que não têm necessidade dessa informação.



### Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

### Modularidade

#### Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos