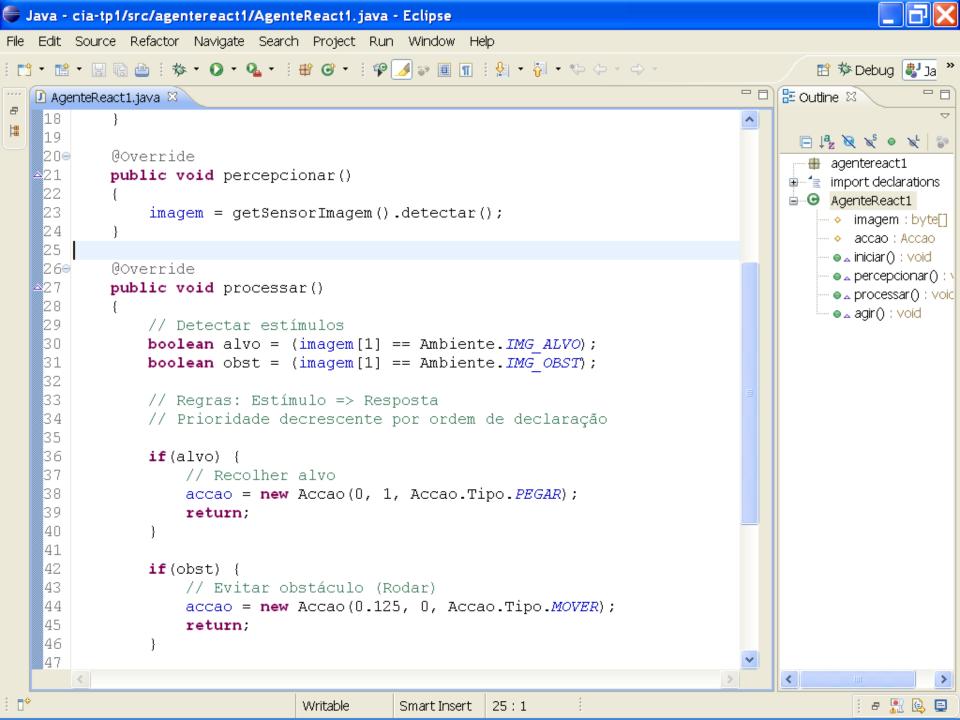
ENGENHARIA DE SOFTWARE INTRODUÇÃO

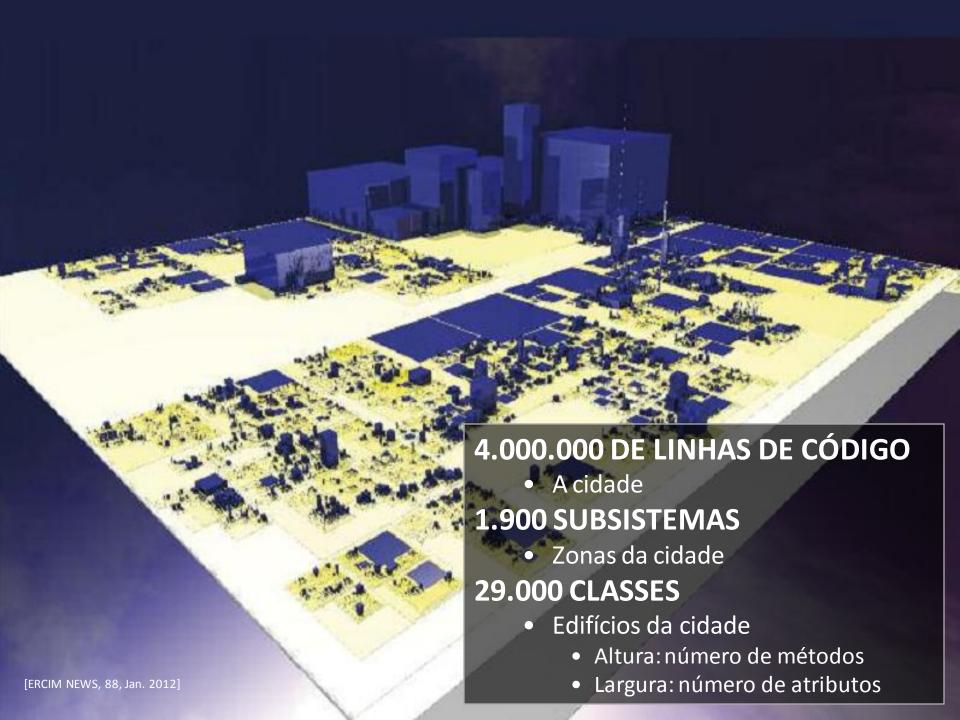
Luís Morgado

2016

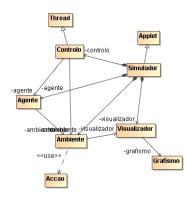
ENGENHARIA DE SOFTWARE

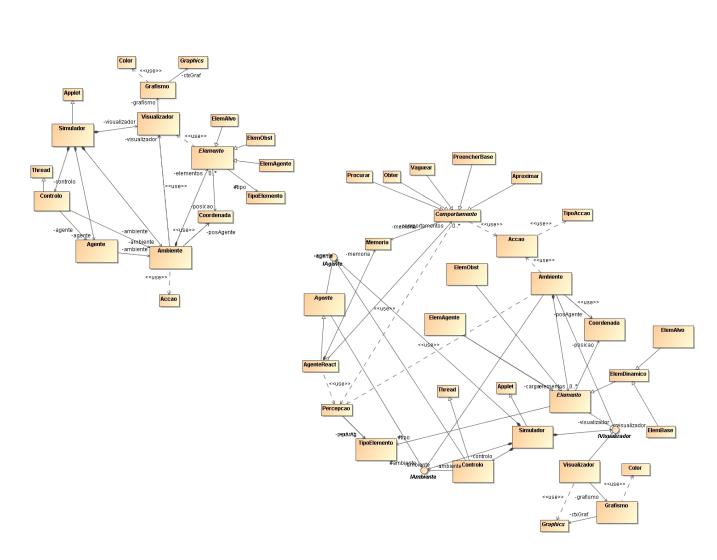
- Desenvolvimento de Software como uma actividade de engenharia
 - Sistemático
 - Quantificável
- Desenvolvimento, operação e manutenção de software
 - Complexidade
 - Mudança
 - Dependência crítica



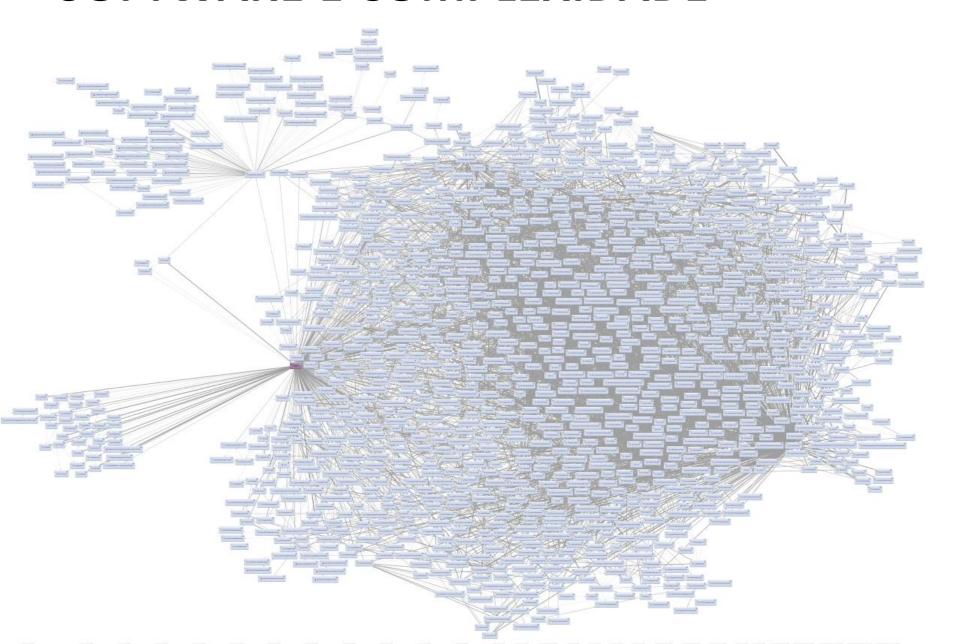


SOFTWARE E COMPLEXIDADE

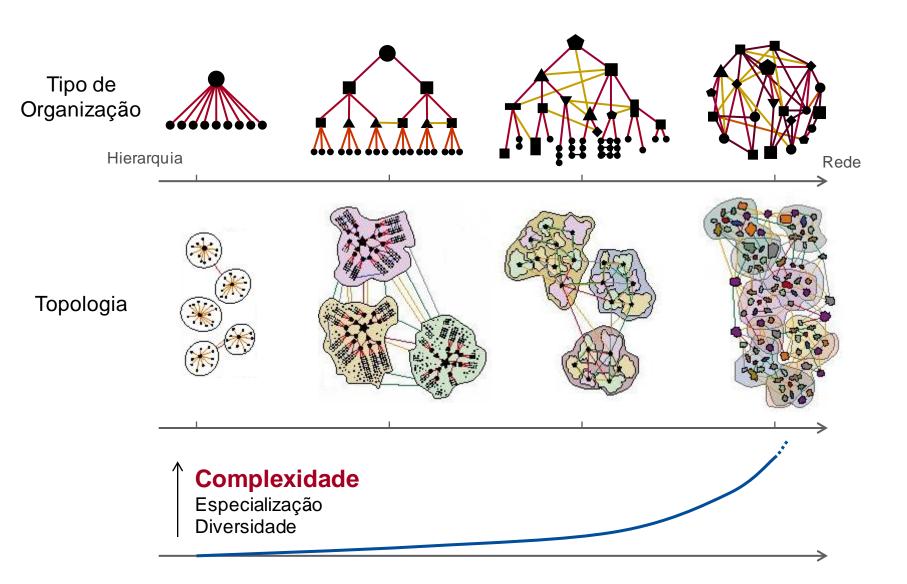




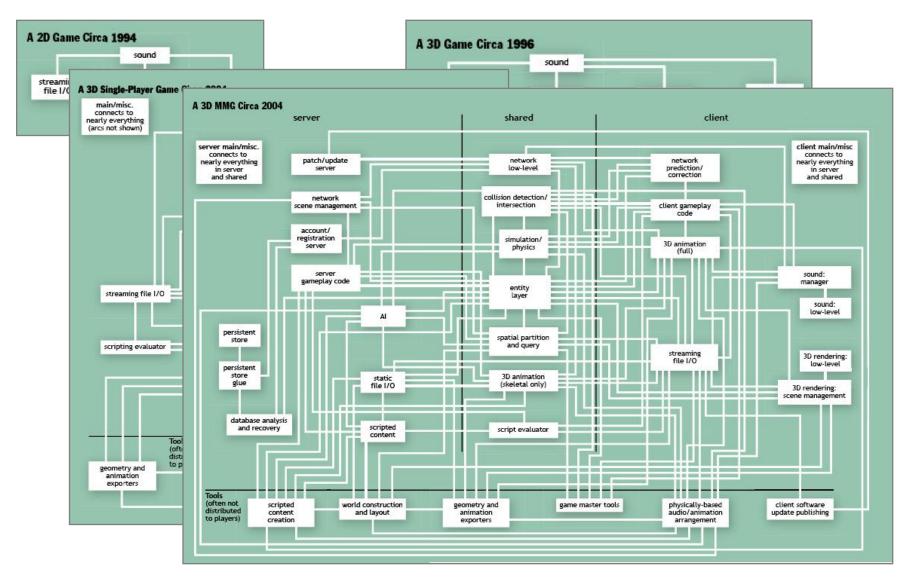
SOFTWARE E COMPLEXIDADE



COMPLEXIDADE DE SOFTWARE



EXEMPLO: ARQUITECTURAS DE JOGOS



EVOLUÇÃO EXPONENCIAL



IBM Real-Time Computer Complex - NASA Manned Spacecraft Center Década de 1960



EXEMPLO: INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

SPECTRUM

This Car Runs on Code

By Robert N. Charette



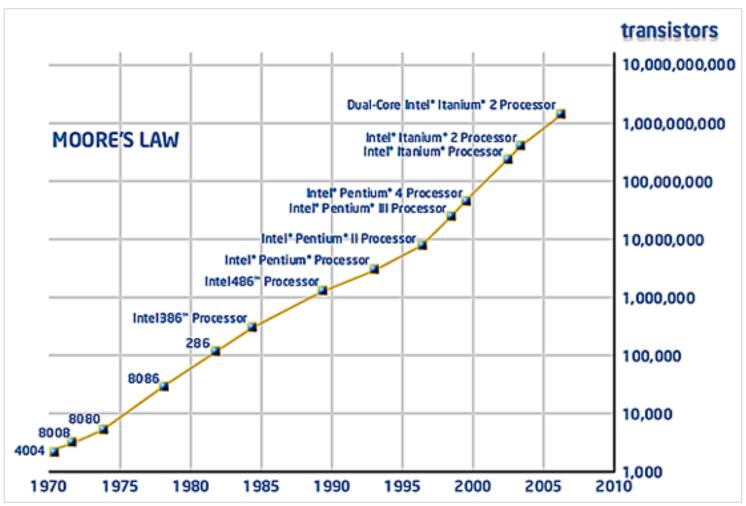
IMAGE: DAIMLER

The avionics system in the F-22 Raptor, the current U.S. Air Force frontline jet fighter, consists of about 1.7 million lines of software code. The F-35 Joint Strike Fighter, scheduled to become operational in 2010, will require about 5.7 million lines of code to operate its onboard systems. And Boeing's new 787 Dreamliner, scheduled to be delivered to customers in 2010, requires about 6.5 million lines of software code to operate its avionics and onboard support systems.

These are impressive amounts of software, yet if you bought a premium-class automobile recently, "it probably contains close to 100 million lines of software code," says Manfred Broy, a professor of informatics at Technical University, Munich, and a leading expert on software in cars. All that software executes on 70 to 100 microprocessor-based electronic control units (ECUs) networked throughout the body of your car.

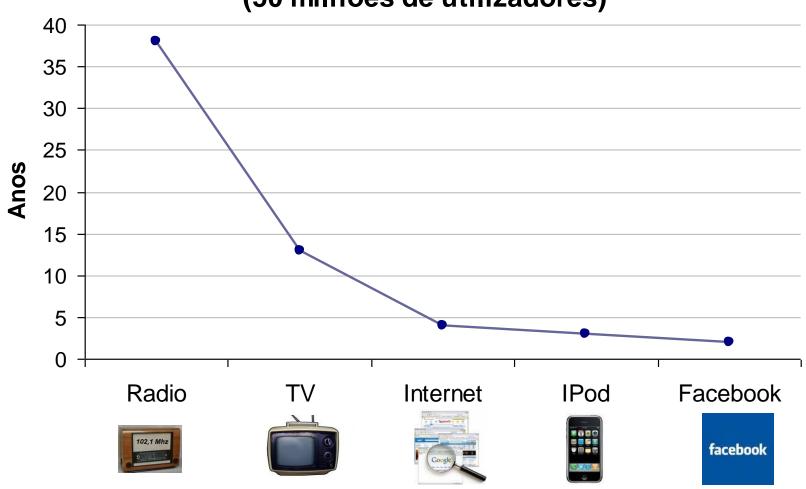
LEI DE MOORE





MUDANÇA RÁPIDA

Tempo de difusão da tecnologia (50 milhões de utilizadores)



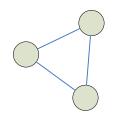
COMPLEXIDADE

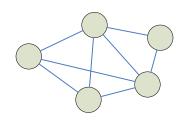
Grau de dificuldade de previsão das propriedades de um sistema dadas as propriedades das partes individuais [Weaver, 1948]

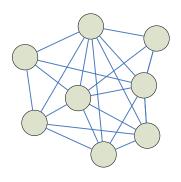
- Relacionada com a informação que é necessária para a caracterização de um sistema
- Um sistema é tanto mais complexo quanto mais informação for necessária para a sua descrição
- Reflecte-se no esforço necessário para geração da organização (ordem) do sistema

O PROBLEMA DA COMPLEXIDADE

COMPLEXIDADE ESTRUTURAL





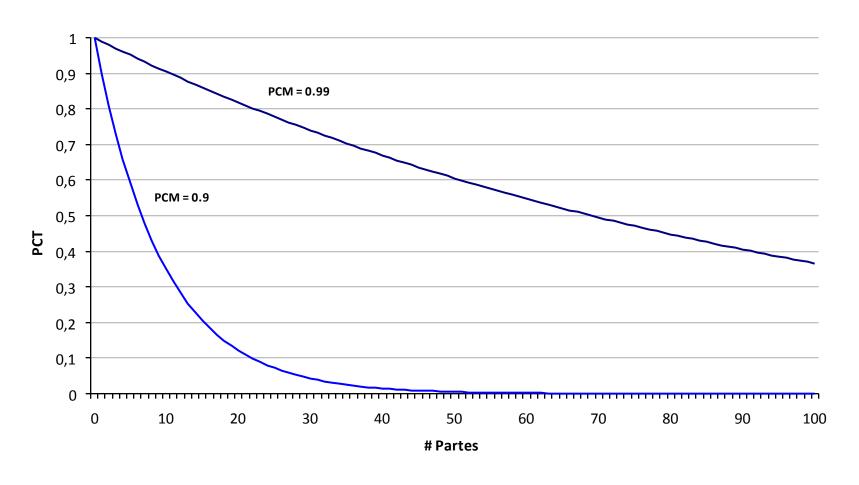


- UM PROBLEMA DE INTERAÇÃO
 - De partes do sistema
 - De elementos de informação
 - De elementos das equipas de desenvolvimento
- Um sistema com duas vezes mais partes é muito mais do que duas vezes mais complexo

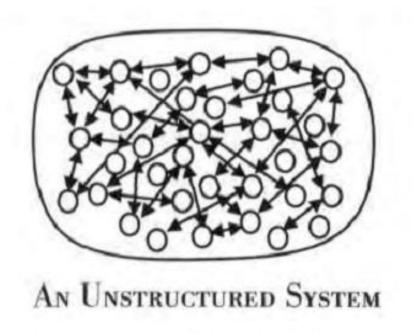
EXPLOSÃO COMBINATÓRIA

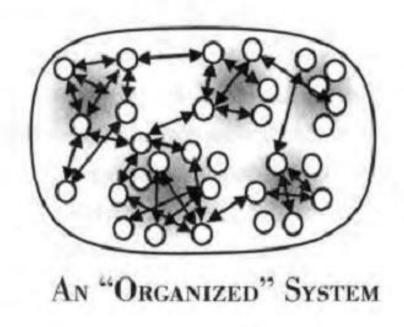
O PROBLEMA DA COMPLEXIDADE

Variação da probabilidade de correcção total em função do número de partes



COMPLEXIDADE E ORGANIZAÇÃO□





TIPOS DE COMPLEXIDADE

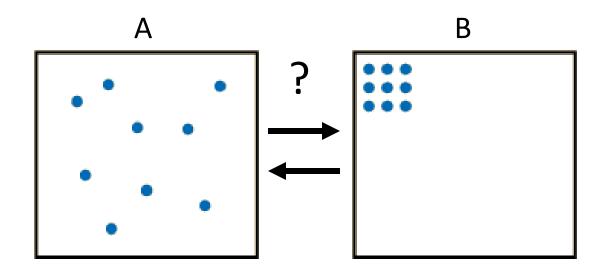
COMPLEXIDADE **DESORGANIZADA**

- resulta do número e heterogeneidade das partes de um sistema
- as partes podem interactuar entre si, mas a interacção é irregular
- as características globais do sistema podem ser inferidas com base em métodos estatísticos

COMPLEXIDADE ORGANIZADA

- resulta dos padrões de inter-relacionamento entre as partes
- as interacções entre partes obedecem a padrões correlacionáveis no espaço e no tempo
- ORDEM, ORGANIZAÇÃO
 - Com um propósito (finalidade)

DINÂMICA DE EVOLUÇÃO





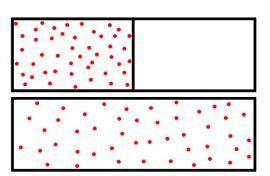
• **ENTROPIA**

- Medida do grau de dispersão relativa que existe num sistema fechado num dado instante de tempo
- Diferentes formalizações consoante o contexto de aplicação (e.g. Termodinâmica, Teoria da Informação)
- Formalização proposta por Boltzmann:

$$S = k \log(W)$$

k – Constante de Boltzmann

W – Multiplicidade dos graus de liberdade de um sistema





SISTEMA

- Agregado de partes relacionadas entre si com uma função específica
- **ESTADO** (MACRO)
 - Configuração global (macro) resultante das partes e
 relações entre partes de um sistema
- MICRO-ESTADO
 - Configuração específica (micro) das partes de um sistema
- MULTIPLICIDADE de um estado
 - Número de micro-estados admissíveis do estado

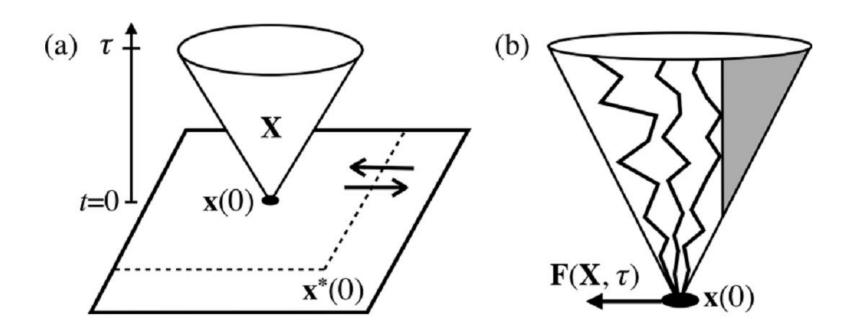
- Exemplo
 - Conjunto de dados



ESTADO (macro)	MICRO-ESTADOS (2 dados)	
2	1+10	
3	1+2, 2+1	
4	1+3, 2+2, 3+1	
5	1+4, 2+3, 3+2, 4+1	
6	1+5, 2+4, 3+3, 4+2, 5+1	
7	1+6, 2+5, 3+4, 4+3, 5+2, 6+1	
8	2+6, 3+5, 4+4, 5+3, 6+2	
9	3+6, 4+5, 5+4, 6+3	
10	4+6, 5+5, 6+4	
11	5+6, 6+5	
12	6+6	

ESTADO (macro)	MULTIPLICIDADE W	Prob. Ocorrência <i>P</i> (s)
2	1	2,8%
ENTROPIA	2	5,6%
4	ultiplicidade dos estad	8.5%
	na, indicando a tendênc na assumir estados de	11,1%
máxima mul		13,9%
7	6	16,7%
8	5	13,9%
9	4	11,1%
10	3	8,3%
11	2	5,6%
12	1	2,8%

FORÇAS CAUSAIS ENTRÓPICAS



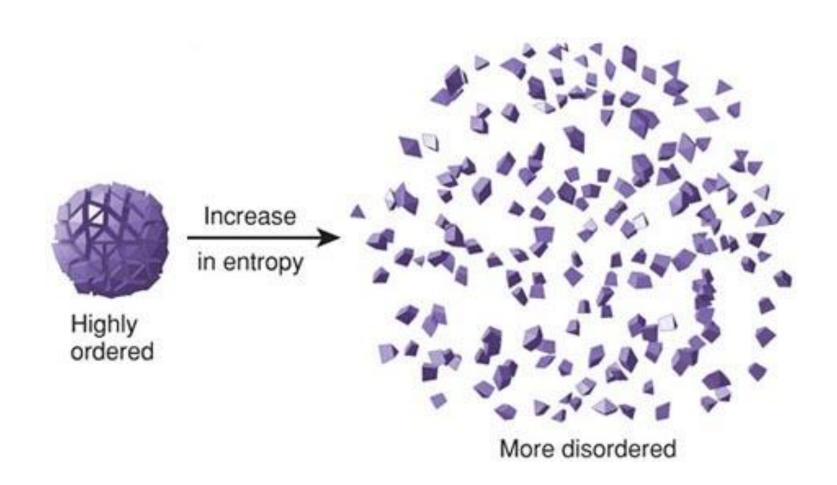
2º LEI DA TERMODINÂMICA

 Num processo espontâneo a alteração total de entropia num sistema e no seu ambiente é positiva:

$$\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{sistema}} + \Delta S_{\text{ambiente}} \ge 0$$

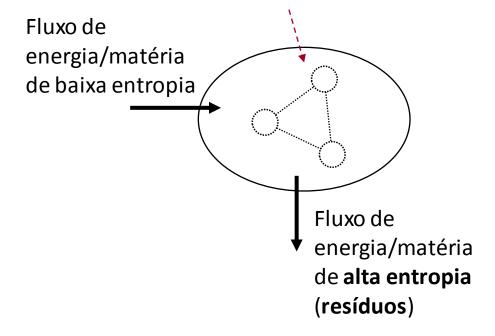
- Num sistema fechado a entropia apenas pode manter-se ou aumentar
- A acção de um sistema é inerentemente geradora de entropia





SISTEMA FÍSICO

Formação de ordem interior (matriz organizadora / auto-organização)



SISTEMA LÓGICO

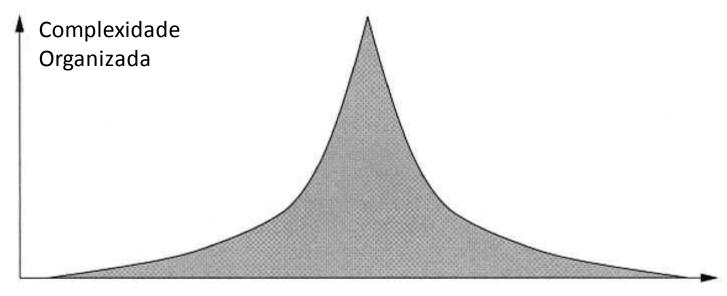
Organização, estrutura, conhecimento

Informação

Remoção de defeitos, ...

ESFORÇO

- Desenvolvimento
- Manutenção
- Evolução



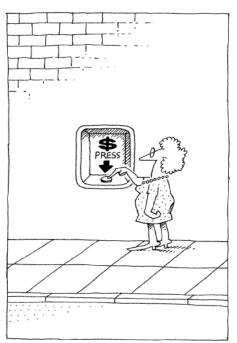
Low Information Content High Compressibility Orderly

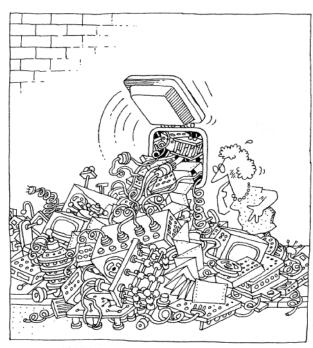
Baixa flexibilidade Baixa autonomia High Information Content Low Compressibility Random

> Perda de coerência Perda de função

ARQUITECTURA DE SOFTWARE

- MÉTRICAS
- PRINCÍPIOS
- PADRÕES





[Booch, 2004]

COMPLEXIDADE

- Redução
- Controlo

MÉTRICAS DE ARQUITECTURA



Nível coerência funcional de um subsistema/módulo (até que ponto esse módulo realiza uma única função)

• **ACOPLAMENTO**

Grau de interdependência entre subsistemas

• SIMPLICIDADE

Nível de facilidade de compreensão/comunicação da arquitectura

ADAPTABILIDADE

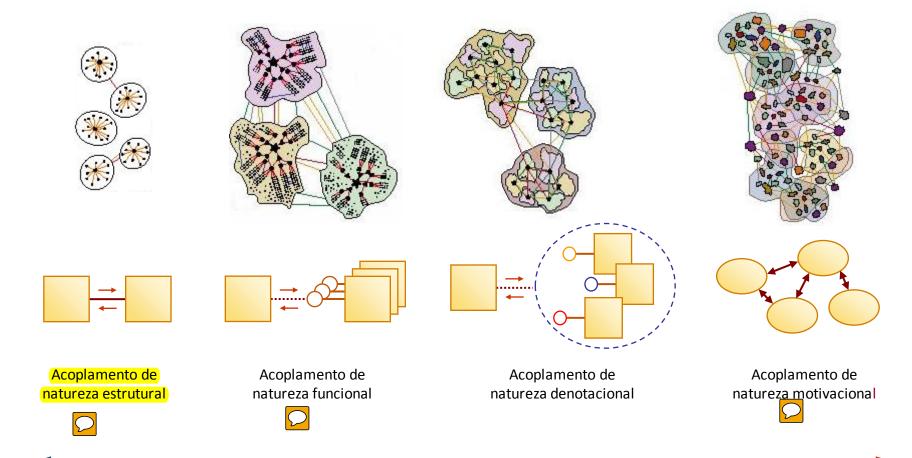
 Nível de facilidade de alteração da arquitectura para incorporação de novos requisitos ou de alterações nos requisitos previamente definidos

ACOPLAMENTO

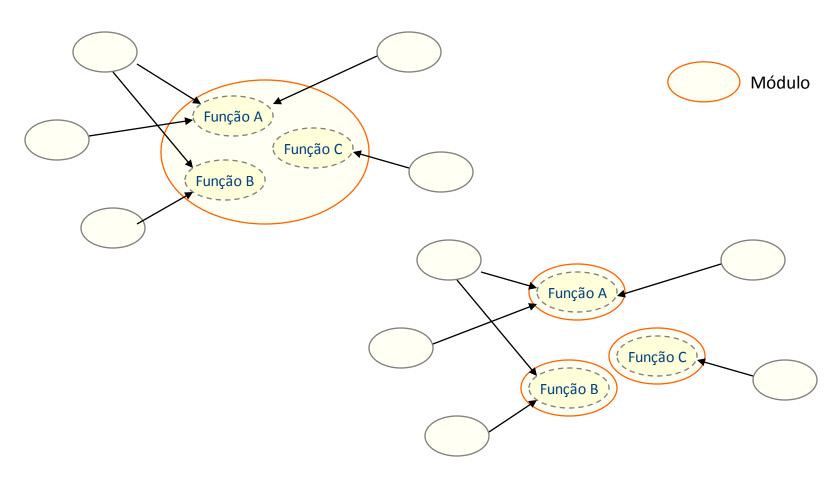
REDUÇÃO DO NÍVEL DE ACOPLAMENTO

- Maior facilidade de desenvolvimento, instalação, manutenção e expansão
- Melhor escalabilidade, devido à possibilidade de distribuição e replicação de módulos que prestem serviços, sem que isso tenha um impacto significativo nos clientes desses subsistemas/módulos
- Maior tolerância a falhas, logo maior robustez, uma vez que a falha de um subsistema/módulo tem um impacto restrito

TIPOS DE ACOPLAMENTO



COESÃO



Nível de coesão dos módulos:

BAIXO

ALTO

COESÃO

NÍVEL COERÊNCIA FUNCIONAL DE UM SUBSISTEMA

(até que ponto esse subsistema realiza uma única função)

NÍVEL DE COESÃO

- Um nível de coesão baixo leva a que, em caso de necessidade de alteração de um subsistema, o número de módulos afectados seja elevado
- Se o nível de coesão for elevado, o número de módulos afectados será minimizado
- Um módulo com um nível de coesão baixo é mais complexo, logo mais difícil de conceber e de testar

PRINCÍPIOS DE ARQUITECTURA

- MODULARIDADE
 - DECOMPOSIÇÃO
 - ENCAPSULAMENTO



• ABSTRACÇÃO □



COMPLEXIDADE

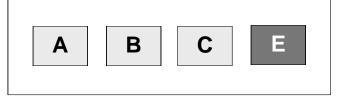
MODULARIDADE

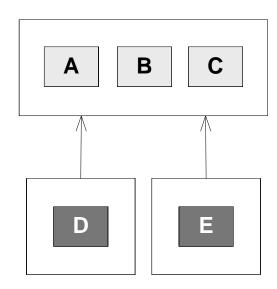
- DECOMPOSIÇÃO
 - De um sistema em partes coesas
 - Para sistematizar interacções
 - Para lidar com a explosão combinatória
 - FACTORIZAÇÃO
 - Eliminação de redundância
 - Garantia de consistência
- ENCAPSULAMENTO
 - Isolamento dos detalhes internos das partes de um sistema em relação ao exterior
 - Para reduzir dependências (interacções)
 - Relacionar estrutura e função no contexto de uma parte
 - Acesso exclusivo através das interfaces disponibilizadas
 - INTERFACES
 - Contractos funcionais para interação com o exterior

FACTORIZAÇÃO

REDUÇÃO DE REDUNDÂNCIA



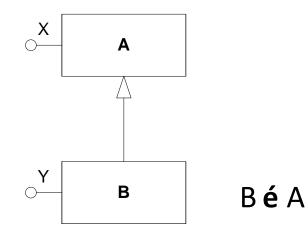




MECANISMOS DE FACTORIZAÇÃO

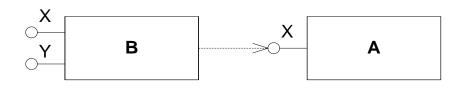
HERANÇA

- Nível de acoplamento alto
- B **é** A



DELEGAÇÃO

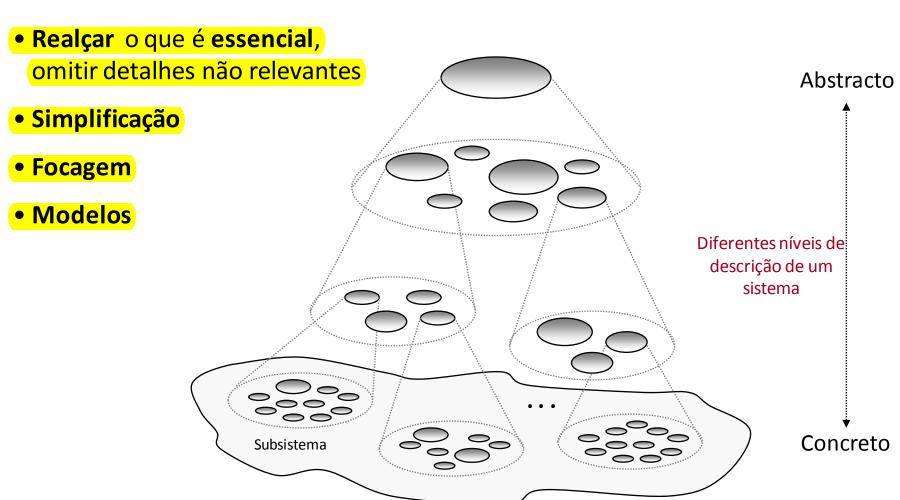
- Nível de acoplamento baixo
- B utiliza A
- Agregação de partes
- Acoplamento pode variar dinamicamente



B utiliza A

ABSTRACÇÃO

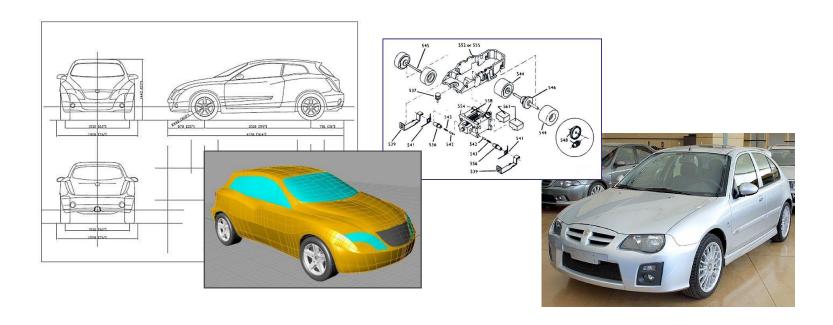
FERRAMENTA BASE PARA LIDAR COM A COMPLEXIDADE



ABSTRACÇÃO

CONTROLO DA COMPLEXIDADE

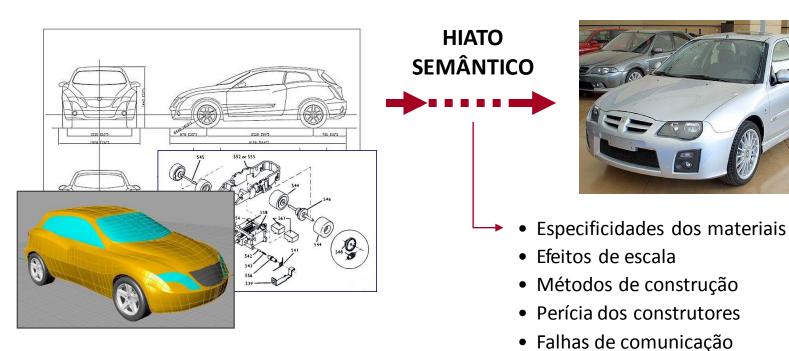
- Abstracção como ferramenta essencial para lidar com a complexidade
- Obtenção e sistematização progressiva de conhecimento
- MODELO



MODELOS EM ENGENHARIA

O PROBLEMA DOS MODELOS

- A realidade é muito mais rica que qualquer abstracção!
- "... the good thing about bubbles and arrows, as opposed to programs, is that they never crash." [Meyer, 1997]



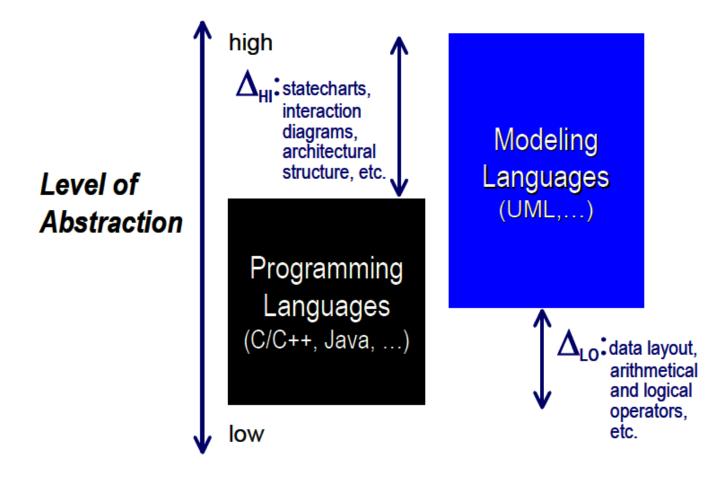
NECESSIDADE DE LIGAÇÃO EFICAZ ENTRE MODELOS E REALIZAÇÃO

tamas de comunicação

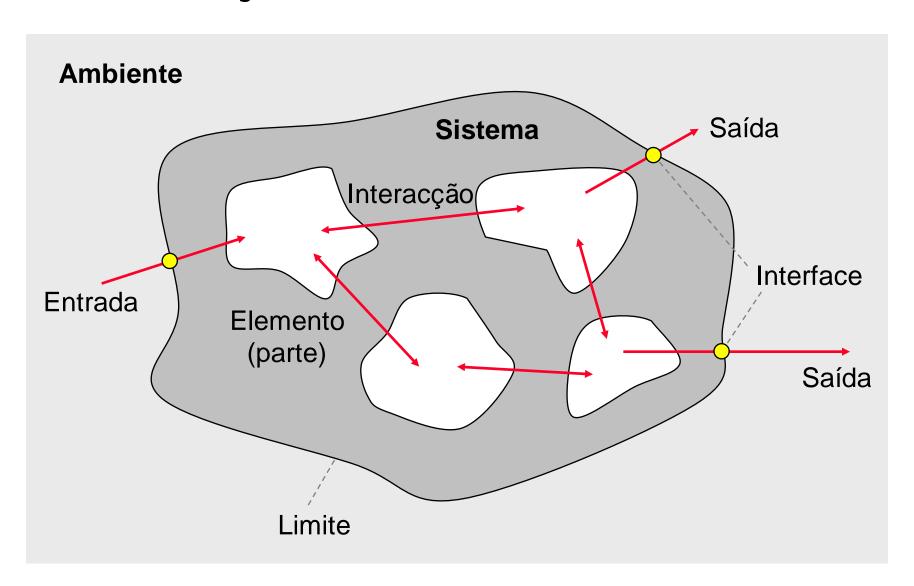
Discrepâncias entre modelo e realização Falhas de operação

LINGUAGENS DE MODELAÇÃO

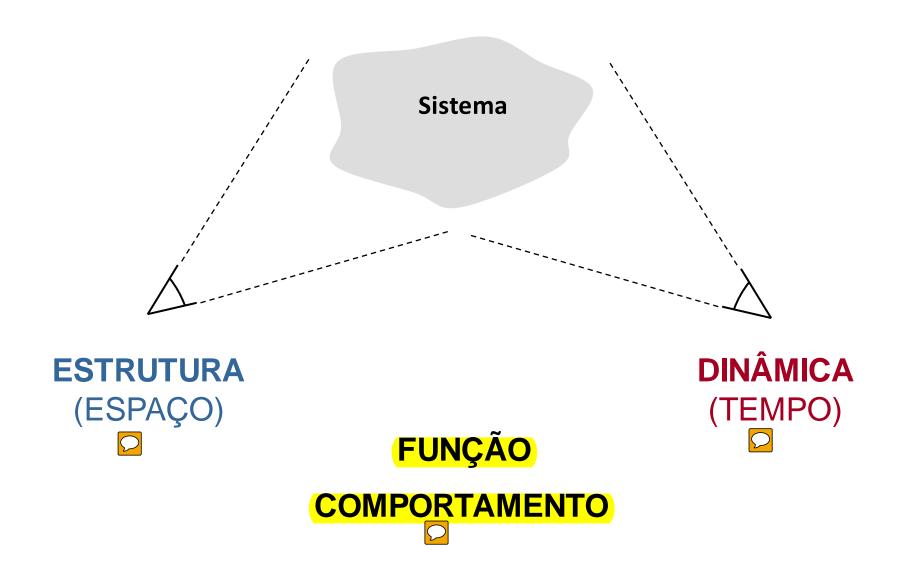
DESCRIÇÃO DO SISTEMA A DIFERENTES NÍVEIS DE ABSTRACÇÃO



MODELAÇÃO DE UM SISTEMA

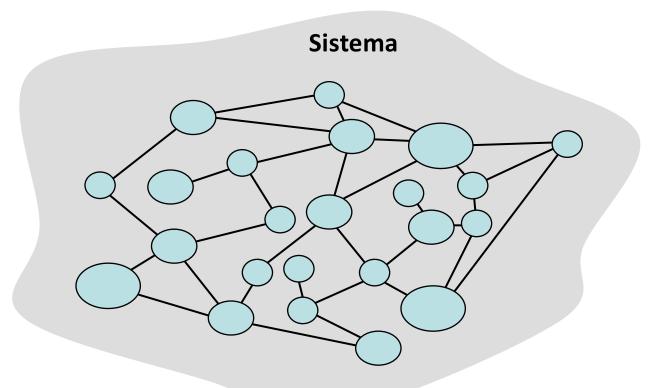


PERSPECTIVAS DE MODELAÇÃO



ESTRUTURA DE UM SISTEMA

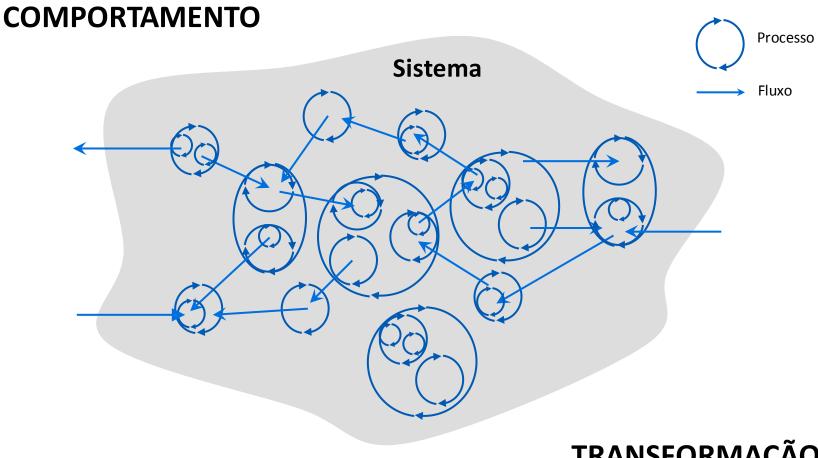
ESPAÇO PARTES DO SISTEMA RELAÇÕES ENTRE PARTES



SUPORTE DA FUNÇÃO

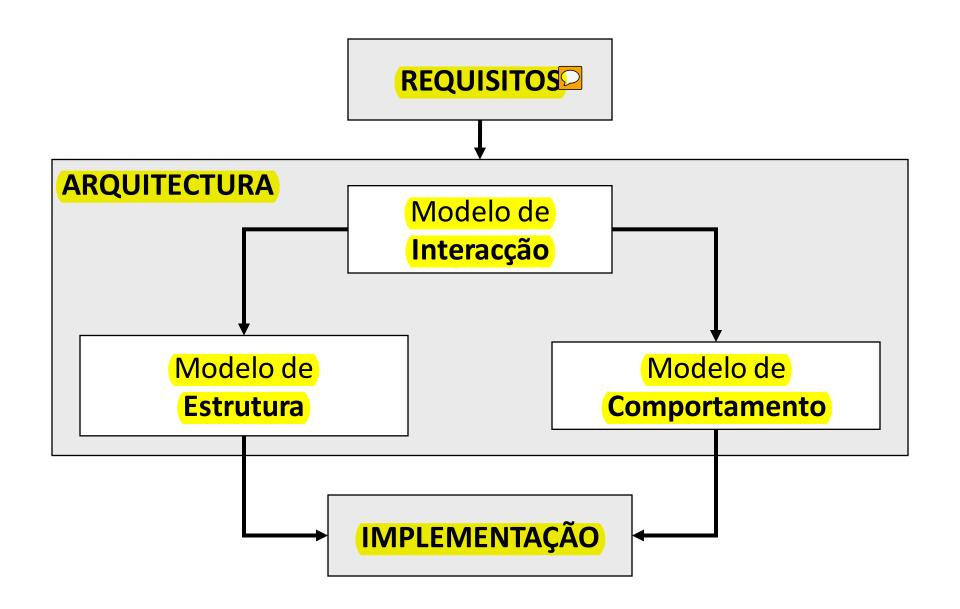
DINÂMICA DE UM SISTEMA

FUNÇÃO

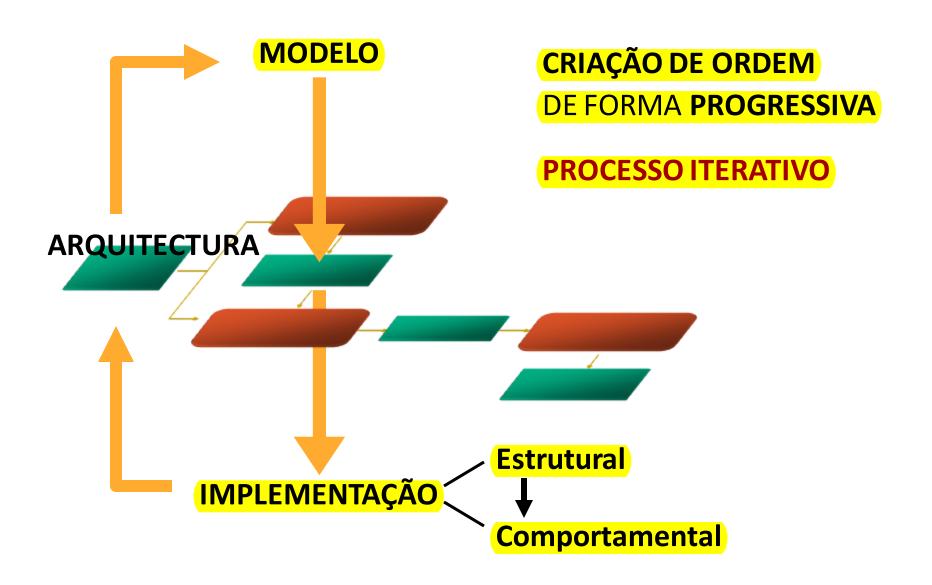


TRANSFORMAÇÃO DINÂMICA

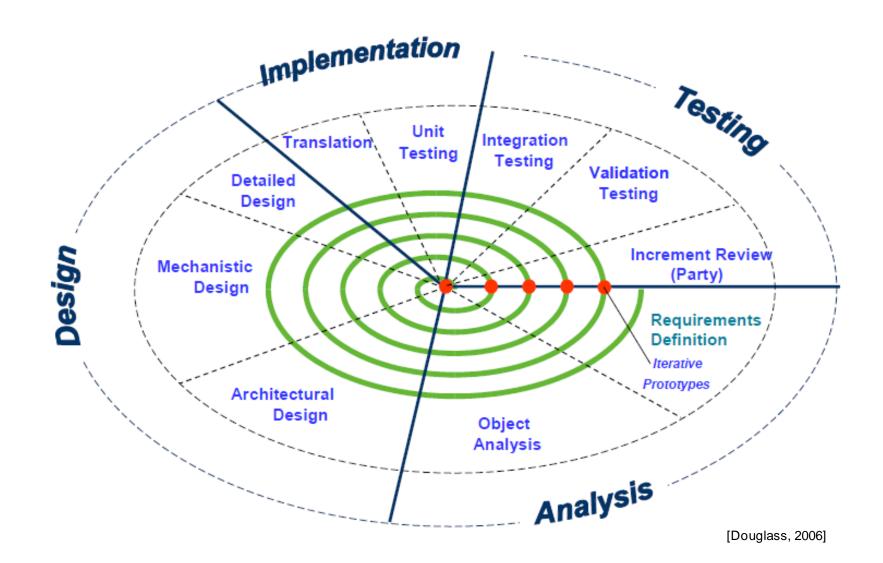
PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO



PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO



PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO



BIBLIOGRAFIA

[Pressman, 2003]

R. Pressman, Software Engineering: a Practitioner's Approach, McGraw-Hill, 2003.

[Booch et al., 1998]

G. Booch, J. Rumbaugh, I. Jacobson, The Unified Modeling Language User Guide, Addison Wesley, 1998.

[Miles & Hamilton, 2006]

R. Miles, K. Hamilton, Learning UML 2.0, O'Reilly, 2006.

[Eriksson et al., 2004]

H. Eriksson, M. Penker, B. Lyons, D. Fado, UML 2 Toolkit, Wiley, 2004.

[Douglass, 2009]

B. Douglass, Real-Time Agility: The Harmony/ESW Method for Real-Time and Embedded Systems Development, Addison-Wesley, 2009.