

# DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS EMBEBIDOS

(MESTRADO EM INFORMÁTICA)

- SESSÃO 2: Projecto e Modelos de Processo -

JOÃO MIGUEL FERNANDES

Email: miguel@di.uminho.pt

URL: <http://www.di.uminho.pt/~miguel>



UNIVERSIDADE DO MINHO  
ESCOLA DE ENGENHARIA

2000/01



DEP. INFORMÁTICA

## Sumário

1. Enquadramento
2. Projecto
3. Abordagem Sistemática
4. Engenharia de Sistemas
5. Modelos de Processo

© 2001 UMEFEEDJINF

2

## 1. Enquadramento (2/5)

- Objectivos deste módulo
  - Definir projecto no âmbito do desenvolvimento de sistemas.
  - Apresentar a engenharia de sistemas, em que a qualidade do produto e do processo são factores cruciais.
  - Introduzir os modelos de processo mais comuns e indicar as suas características.
- Audiência alvo
  - licenciados (com ou sem formação na área das TSI) com responsabilidades e experiência comprovada (desejável!) na análise, concepção e implementação de sistemas baseados em software.

© 2001 UMEFEEDJINF

3

## 1. Enquadramento (3/5)

- Bibliografia recomendada
  - Stevens R., Brook P., Jackson K., Arnold S. (1998). *“Systems Engineering: Coping with Complexity”*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-095085-8.
  - Thomé B., Arnold S. (1993). *“Systems Engineering: Principles of Computer-based Systems Engineering”*. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-93552-2.
  - Oskarsson Ö., Glass R. (1996). *“An ISO 9000 Approach to Building Quality Software”*. Prentice-Hall. 0-13-228925-3.
  - Boehm B.W. (1988). *“A Spiral Model of Software Development and Enhancement”*. IEEE Computer, 21(5):61-72.

© 2001 UMEFEEDJINF

4

## 2. Projecto (1/4)

- Definição de projecto
  - Conjunto de acções discretas e temporárias (actividades) desenvolvidas de acordo com determinados objectivos únicos, para os quais adquirem, geralmente, grande importância os factores tempo, custo, desempenho e qualidade.
  - Tal como qualquer das actividades que o constituem, também o projecto é desenvolvido por pessoas, de acordo com determinado planeamento, executado em conformidade com um dado programa e controlado segundo determinados critérios, procurando desenvolver-se dentro das restrições a que se encontra sujeito.

© 2001 UMEFEEDJINF

5

## 2. Projecto (2/4)

- Diferenças entre projecto e actividades
  - Ao contrário das actividades, cada projecto tem a particularidade de “produzir” bens ou serviços que têm características únicas e que os distinguem de produtos ou serviços homólogos.
  - Todo o projecto é desenvolvido, apenas, entre um determinado instante inicial e final que, uma vez atingido, o conclui definitivamente, o que não é obrigatório ocorrer para as actividades.
  - Os meios organizacionais e/ou estruturais, criados durante a evolução do projecto, normalmente desaparecem ou são modificados, após a conclusão do mesmo, ou ainda durante a sua evolução.

© 2001 UMEFEEDJINF

6

## 2. Projecto (3/4)

### ▪ Gestão do projecto

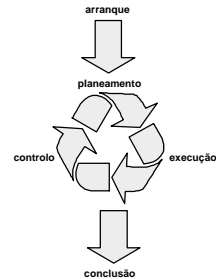
- Aplicação de metodologias, técnicas e ferramentas nas várias fases do ciclo de vida do projecto, no sentido de planear, organizar, coordenar, verificar e controlar todos os aspectos técnicos, humanos e financeiros, de forma sustentada, para que sejam atingidos os objectivos temporais, económicos e de qualidade/desempenho do projecto



macro e microprocesso

## 2. Projecto (4/4)

### ▪ Ciclo de vida



## 3. Abordagem Sistémica (1/8)

### ▪ Visão sistémica de engenharia

- A noção de sistema é normalmente utilizada referente a um bem ou serviço como produto resultante da execução de um projecto (*product level*).
- Para além desta noção, a actividade de engenharia necessita de lidar com uma outra noção de sistema; a que considera o próprio processo de engenharia como um sistema (*process level*).
- A engenharia não está somente preocupada com os produtos que resultam das suas actividades, mas também com o próprio processo de engenharia.
- Os sistemas de certificação de qualidade (ISO 9001 e CMM) vêm mostrar a preocupação que se sente na área do software para garantir bons produtos, feitos com método.

## 3. Abordagem Sistémica (2/8)

### ▪ Definição de engenharia

- Aplicação de uma abordagem sistemática, disciplinada e quantificável na análise, concepção e implementação de estruturas, máquinas, produtos, sistemas ou processos, recorrendo a conhecimentos, princípios, técnicas e métodos decorrentes dos avanços empírico-científicos, num contexto ético-deontológico de satisfação estrita das necessidades do desenvolvimento sócio-humano.
- A abordagem sistémica, levando ao limite a aplicabilidade da noção de sistema (concebendo tudo como um sistema), é a grande "bandeira" da engenharia moderna, uma vez que impõe uma nova forma de controlar o cumprimento de um determinado modelo de processo na execução das diversas actividades que lhe estão circunscritas.

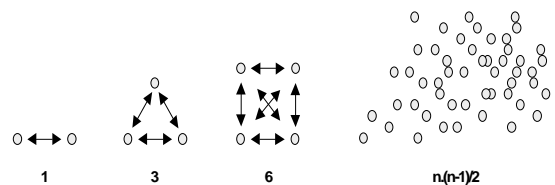
## 3. Abordagem Sistémica (3/8)

### ▪ Abordagem sistémica (complexidade) #1

- A complexidade de um sistema depende não só do número das suas partes, mas sobretudo da forma como elas interagem entre si.
- Esta constatação sugere que o engenheiro controle declaradamente a sua dimensão e heterogeneidade, uma vez que, assim, está a contribuir para que o sistema seja tratado efectivamente como um todo multi-facetado, permitindo uma expressão natural às suas propriedades emergentes.

## 3. Abordagem Sistémica (4/8)

### ▪ Abordagem sistémica (complexidade) #2



### 3. Abordagem Sistémica (5/8)

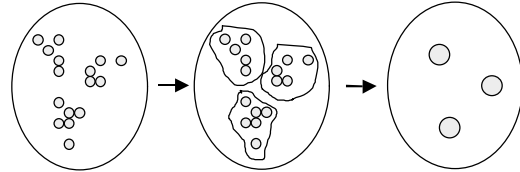
- **Abordagem sistémica (abstracção) #1**
  - A consciencialização do nível de abstracção em que o projecto se está a desenvolver é crucial para controlar a complexidade.
  - Para controlar eficazmente a complexidade inerente ao projecto de sistemas complexos é importante decidir qual o nível de abstracção mais adequado em cada momento.
  - Como regra, deve recorrer-se aos níveis de abstracção mais elevados possível, para que, ao esconder pormenores, se compreenda melhor o sistema como um todo.

© 2001 UMFEED/JMIF

13

### 3. Abordagem Sistémica (6/8)

- **Abordagem sistémica (abstracção) #2**



© 2001 UMFEED/JMIF

14

### 3. Abordagem Sistémica (7/8)

- **Abordagem sistémica (reducionismo vs. holismo)**
  - No âmbito dos dois pontos anteriores, devem ser sempre pesadas as vantagens e as desvantagens aquando da escolha de uma das duas visões ortogonais possíveis:
    - **reducionista**, quando, para controlar a complexidade, se decompõe o sistema em partes menores, de forma a concentrar o esforço de projecto em múltiplos (sub-)sistemas, mas mais simples (esta visão não deve esquecer que ao desagregar podem “perder-se” as propriedades emergentes);
    - **holística**, quando, para evitar tratar pormenores que dispersam a atenção sobre as propriedades emergentes, se considera o sistema como um todo (esta visão deve conjugar-se com a redefinição das fronteiras do sistema que, na prática, contribuem para a relativização da dualidade sistema/sub-sistema).

© 2001 UMFEED/JMIF

15

### 3. Abordagem Sistémica (8/8)

- **Abordagem sistémica (flexibilidade)**
  - Deve existir flexibilidade na forma de encontrar o modelo do processo a adoptar, considerando-se várias alternativas de projecto e tendo em conta os diversos cenários de actuação (de normalidade e de contingencialidade).
  - Esta flexibilização deve resultar, nomeadamente, da aplicação dos princípios da realimentação e iteração ao próprio modelo do processo de projecto de sistemas.
  - Na avaliação das diversas alternativas devem utilizar-se modelos de redes de influência, em vez de simples cadeias lineares de acção/reacção.

© 2001 UMFEED/JMIF

16

### 4. Engenharia de Sistemas (1/4)

- **Abordagem sistémica**
  - Influenciou a postura metodológica da própria engenharia como um todo.
  - Fundamentou o aparecimento de uma nova disciplina (eventualmente, já uma nova especialidade de engenharia) designada de *engenharia de sistemas*.
  - O conceito de engenharia de sistemas ainda não está perfeitamente uniformizado, existindo várias interpretações distintas para o termo “engenharia de sistemas”.

© 2001 UMFEED/JMIF

17

### 4. Engenharia de Sistemas (2/4)

- **Interpretação #1**
  - Engenharia dos Sistemas*
    - Neste caso, entende-se a engenharia de sistemas como a engenharia dos sistemas cujas partes envolvem mais do que uma tecnologia (tecnologia do *software*, do *hardware*, da mecânica, etc.)
    - Segundo esta interpretação, qualquer engenharia de sistemas não homogéneos pode ser vista como uma engenharia de sistemas.
    - Esta definição de engenharia de sistemas é dirigida para o *product level*.

© 2001 UMFEED/JMIF

18

## 4. Engenharia de Sistemas (3/4)

### ▪ Interpretação #2

#### Abordagem Sistemática à Engenharia

- Neste caso, entende-se a engenharia de sistemas como a abordagem sistemática à engenharia, independentemente da tecnologia dos seus produtos.
- Assim, qualquer engenharia pode ser vista como uma engenharia de sistemas, desde que siga os princípios da abordagem sistemática.
- Esta definição de engenharia de sistemas é dirigida para o *process level*.

© 2001 UME/EE/DJ/MF

19

## 4. Engenharia de Sistemas (4/4)

### ▪ Interpretação #3

#### Aplicação da Abordagem Sistemática à Engenharia dos Sistemas

- De facto, a engenharia de sistemas, entendida como a eventual nova especialidade de engenharia a existir como tal, deve ser vista como a conjugação das duas interpretações ortogonais anteriores, ou seja, a engenharia de sistemas consiste na aplicação da abordagem sistemática à engenharia dos sistemas.
- O seu domínio de actuação é a engenharia de soluções para problemas de sistemas, independentemente da tecnologia utilizada, para realizar as funções e propriedades desejáveis para os sistemas em projecto.

© 2001 UME/EE/DJ/MF

20

## 5. Modelos de Processo (1/19)

### ▪ Metodologias de desenvolvimento #1

- Qualquer processo de desenvolvimento consiste em três tipos de actividades:
  - a identificação das necessidades;
  - a concepção da solução;
  - a implementação do sistema final.
- Estas actividades são executadas ao longo do tempo, dando lugar umas às outras, mas com potenciais sobreposições e retrocessos.
- De qualquer das formas, a divisão nestes três tipos de tarefas ajuda o projectista a separar os diferentes aspectos do desenvolvimento do sistema e proporciona a base para uma metodologia de desenvolvimento sistemática.

© 2001 UME/EE/DJ/MF

21

## 5. Modelos de Processo (2/19)

### ▪ Metodologias de desenvolvimento #2

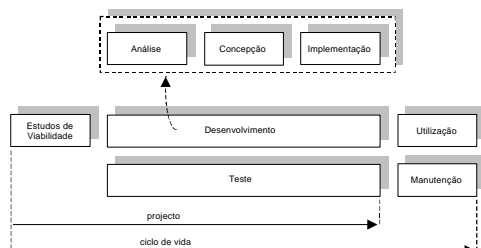
- A definição das fronteiras entre as várias fases costuma ser realizada através da indicação de quais os "documentos" que devem ser gerados.
- Estes "documentos" são avaliados segundo critérios pré-definidos e a aceitação dos "documentos" permite a transição do processo para uma nova fase.
- Cada fase envolve uma lista de tarefas a executar, uma lista de "documentos" a ser produzida e a definição de critérios para a avaliação e aceitação desses "documentos".

© 2001 UME/EE/DJ/MF

22

## 5. Modelos de Processo (3/19)

### ▪ Ciclo de vida do sistema #1



© 2001 UME/EE/DJ/MF

23

## 5. Modelos de Processo (4/19)

### ▪ Ciclo de vida do sistema #2

- Refere-se ao período de tempo durante o qual a sua existência tem significado, desde o surgimento da ideia inicial para a sua realização até à sua retirada de utilização.
- Inicia-se com a fase dos estudos de viabilidade, seguem-se as fases de desenvolvimento do sistema e finalmente a sua utilização.
- A fase de teste sobrepõe-se temporalmente com as fases de desenvolvimento, uma vez que tem como objectivos analisar os "documentos" gerados ao longo do desenvolvimento e, eventualmente, validar a transição entre fases.

© 2001 UME/EE/DJ/MF

24

## 5. Modelos de Processo (5/19)

- Ciclo de vida do sistema #3
  - A fase de manutenção tem como objectivos corrigir os defeitos que, em funcionamento, surjam no sistema e que não tenham sido detectados durante o teste, assim como realizar as adaptações necessárias para resolver as eventuais alterações de requisitos, como resposta ao real funcionamento observado.
  - O projecto do sistema compreende a realização dos estudos de viabilidade e o desenvolvimento do sistema, se dos estudos de viabilidade resultar a conclusão de que o sistema deve efectivamente ser desenvolvido.
  - Os estudos de viabilidade podem incluir factores económicos, tecnológicos e mesmo comerciais.

© 2001 UM/FEED/JM/F

25

## 5. Modelos de Processo (6/19)

- Ciclo de vida do sistema #4
  - o desenvolvimento do sistema refere-se, então, às três fases de projecto responsáveis pela construção do sistema:
    - análise em que se especifica a funcionalidade do sistema e o desempenho desejado, bem como todas as decisões que podem restringir a liberdade de concepção e implementação
    - concepção em que se define a estrutura interna do sistema e se afecta a cada módulo do sistema a funcionalidade a executar, de forma a cumprir as especificações fornecidas pela fase de análise.
    - implementação em que se realiza o sistema segundo as directivas e decisões de concepção fornecidas pela fase anterior.

© 2001 UM/FEED/JM/F

26

## 5. Modelos de Processo (7/19)

- Definição
  - O modelo do processo de desenvolvimento, também designado de fluxo do projecto, é um esquema que organiza e relaciona a forma como as várias fases devem ser prosseguidas ao longo do desenvolvimento do sistema.

© 2001 UM/FEED/JM/F

27

## 5. Modelos de Processo (8/19)

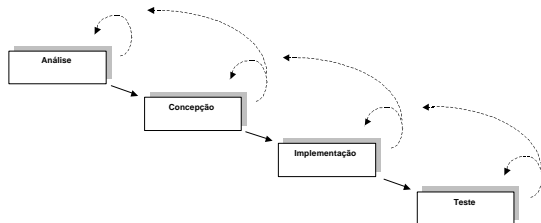
- Tipos de modelos de processo (modelo em cascata) #1
  - O modelo em cascata organiza o processo de desenvolvimento como uma sequência linear de fases.
  - Cada fase dá lugar à seguinte, após a verificação da conformidade dos resultados.
  - Caso haja necessidade, existe a possibilidade de cada fase dar lugar a uma fase anterior para proceder a correcções nas especificações a montante.
  - Este modelo mostra que o desenvolvimento de um sistema não é possível ser efectuado somente através de uma abordagem descendente (*top-down*).
  - No entanto, este modelo é, de alguma forma, limitado e só considera parcialmente a real natureza iterativa do processo de desenvolvimento.

© 2001 UM/FEED/JM/F

28

## 5. Modelos de Processo (9/19)

- Tipos de modelos de processo (modelo em cascata) #2



© 2001 UM/FEED/JM/F

29

## 5. Modelos de Processo (10/19)

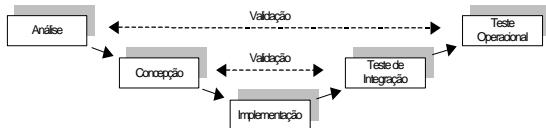
- Tipos de modelos de processo (modelo em V) #1
  - O modelo em V sugere claramente que a análise e a concepção devem seguir uma abordagem *top-down*, enquanto que a implementação e o teste devem seguir uma abordagem *bottom-up* (ascendente).
  - Os processos de *top-down* e de *bottom-up* são complementares, uma vez que, para avaliar a conformidade, existe sempre uma fase de teste, no processo de *bottom-up*, associada à especificação e à concepção, no processo de *top-down*.
  - Este modelo favorece a gestão do projecto, mas é dificilmente generalizável para todos os tipos de implementações.

© 2001 UM/FEED/JM/F

30

## 5. Modelos de Processo (11/19)

### Tipos de modelos de processo (modelo em V) #2



© 2001 UMFEED/JMIF

31

## 5. Modelos de Processo (12/19)

- Tipos de modelos de processo (modelo em espiral) #1
  - o modelo em espiral organiza o desenvolvimento como um processo iterativo em que vários conjuntos de quatro fases se sucedem até se obter o sistema final.
  - as quatro fases típicas são:
    - planeamento (determinação dos objectivos, alternativas e restrições);
    - análise de risco (análise das alternativas e identificação e resolução dos riscos);
    - desenvolvimento (desenvolvimento do protótipo do nível seguinte);
    - avaliação (avaliação dos resultados da fase de desenvolvimento).

© 2001 UMFEED/JMIF

32

## 5. Modelos de Processo (13/19)

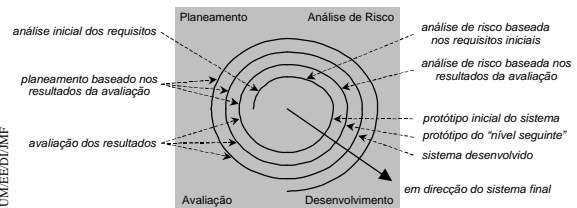
- Tipos de modelos de processo (modelo em espiral) #2
  - Este modelo permite que ao longo de cada iteração se obtenham versões do sistema cada vez mais completas, recorrendo à prototipagem para reduzir os riscos.
  - Este é um modelo que permite a abordagem do refinamento seguido pelo modelo em cascata, mas que incorpora um enquadramento iterativo que reflecte, de uma forma bastante realística, o processo de desenvolvimento.
  - No entanto, exige uma considerável experiência na análise de riscos, caso contrário a não detecção destes pode pôr em causa todo o processo de desenvolvimento.

© 2001 UMFEED/JMIF

33

## 5. Modelos de Processo (14/19)

### Tipos de modelos de processo (modelo em espiral) #3



© 2001 UMFEED/JMIF

34

## 5. Modelos de Processo (15/19)

- Tipos de modelos de processo (modelo em espiral) #4
  - O modelo em espiral proporciona uma abordagem baseada na prototipagem do sistema, integrando a construção de especificações executáveis no processo de desenvolvimento do sistema.
  - O protótipo é avaliado segundo várias perspectivas para validar a especificação.
  - No entanto, é importante ter em conta que podem existir duas grandes diferenças entre o protótipo e o sistema final:
    - o protótipo pode não cumprir os requisitos de desempenho, podendo lidar somente com a funcionalidade do sistema;
    - o protótipo pode ser incompleto, podendo reflectir somente algumas facetas do sistema a desenvolver.

© 2001 UMFEED/JMIF

35

## 5. Modelos de Processo (16/19)

- Tipos de modelos de processo (modelo em espiral) #5
  - Para que a abordagem da prototipagem seja viável, é necessário que o tempo e os custos do seu desenvolvimento sejam controlados, caso contrário o próprio desenvolvimento do protótipo torna-se um projecto por si só, com todas as desvantagens inerentes a esse facto.
  - A prototipagem rápida do sistema torna-se, assim, numa abordagem fundamental para conseguir justificar a opção pelo modelo em espiral do processo de desenvolvimento.

© 2001 UMFEED/JMIF

36

## 5. Modelos de Processo (17/19)

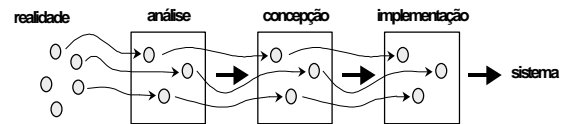
- Tipos de modelos de processo (modelo em espiral) #6
  - O modelo em espiral suporta a abordagem operacional no desenvolvimento do sistema, uma vez que possibilita a reificação transformacional do sistema, a partir da especificação executável que consiste no primeiro protótipo do sistema.
  - Nesta abordagem, os sucessivos protótipos executáveis são obtidos por refinamento e transformação a partir do protótipo anterior, garantindo o referencial semântico do primeiro protótipo ao longo de toda a fase de concepção, até chegar à implementação do sistema, correspondendo esta ao protótipo executável do último nível.

© 2001 UFMG/EE/D/INF

37

## 5. Modelos de Processo (18/19)

- Tipos de modelos de processo (modelo em espiral) #7  
*mapeamento entre a realidade e o sistema, por continuidade dos modelos*



© 2001 UFMG/EE/D/INF

38

## 5. Modelos de Processo (19/19)

- Metodologias de desenvolvimento (síntese final)
  - conjuntos de actividades que organizam a execução de determinadas fases do ciclo de vida do sistema.
  - cada metodologia de desenvolvimento define:
    - o modelo do processo de desenvolvimento (fases e relação entre elas);
    - os métodos a aplicar no âmbito da execução de cada fase;
    - a notação para representação semântica dos vários modelos do sistema construídos e manipulados em cada fase.

© 2001 UFMG/EE/D/INF

39