# Fiabilidade de Sistema Informáticos

*Engenharia Informática*

*Ramo Sistemas de Informação*

*4ª ano / 2ª semestre*

*From:*

- *Basic Concepts and Taxonomy of Dependable and Secure Computing, A.* ***Avizienis, J.C. Laprie B. Randell and C. Landwehr,*** *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing, vol. 1, no. 1, January-March 2004.*

- *Fundamental Concepts of Dependability,* ***A.Avizienis, J.C. Laprie and B. Randell****, LAAS (Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes), report nº 01145, April 2001.*

- *Apontamentos de "Sistemas Tolerantes a Falhas",* ***Luís Almeida****, EST-IPCB*

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Confiança no funcionamento

*"Dependability"*

*Dependabilidade / Confiabilidade*

Indica a qualidade do serviço fornecido por um dado sistema e a confiança que justificadamente pode ser depositada nesse serviço

- *Causas de falhas:*
  - *problemas de especificação,*
  - *problemas de implementação,*
  - *componentes defeituosos,*
  - *fadiga dos componentes,*
  - *distúrbios externos: radiação, interferência electromagnética, variações ambientais, problemas de operação ...*

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Causas mais comuns de avarias [Laprie98]:

| Sistemas Tradicionais | | | Redes cliente-servidor |
|---|---|---|---|
| Não tolerantes a falhas | | Tolerantes a falhas | (não tolerantes a falhas) |
| MTTF !: 6 a 12 semanas<br>Indisponibilidade após avaria: 1 a 4 horas | | MTTF: 21 anos<br>(Tandem) | Disponibilidade média: 98% |
| Avarias: | | Avarias: | Avarias: |
| hardware | 50% | software 65% | projecto 60% |
| software | 25% | operação 10% | operação 24% |
| Comunicação /ambiente | 15% | hardware 8% | físicas 16% |
| operação | 10% | ambiente 7% | |

[Laprie98], *Dependability of Computer Systems: from Concepts to Limits*, IFIP International Workshop on Dependable Computing and its Applications, Johannesburg, January 1998, pp. 108 - 126

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Algumas Definições:

Sistema: Entidade que interage ou interfere com outras entidades, i. é, com outros sistemas.

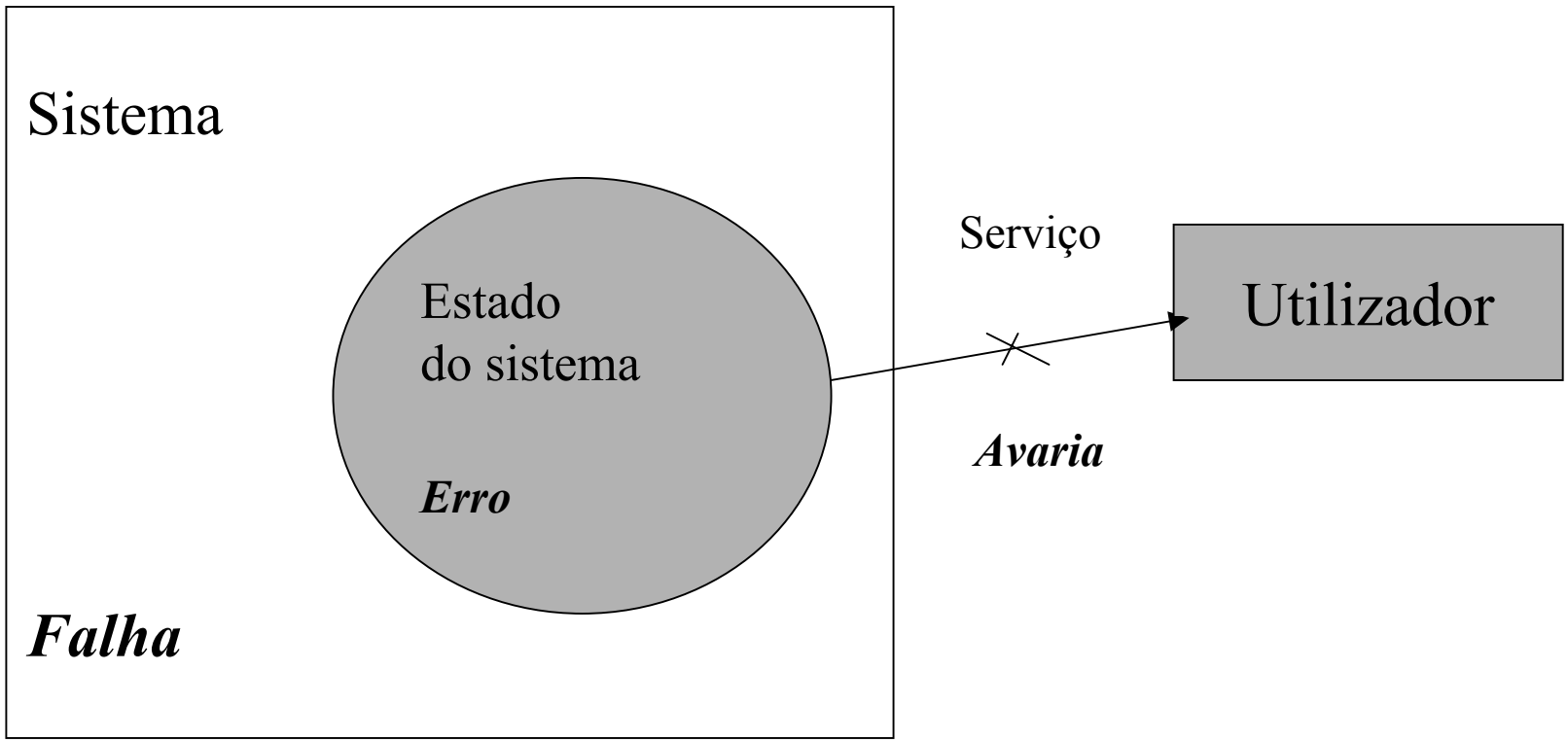
Serviço: Comportamento do sistema tal como é observado pelos seus utilizadores

Utilizador: Outro sistema (humano ou não) que inter-age com o primeiro. Faz uso do serviço fornecido pelo sistema

Especificação: Descrição do serviço ou função que se espera que o sistema desempenhe.

Estado do Sistema: Condição em que o sistema se encontra relativamente a certas circunstâncias (e.g., relativamente à ocorrência de falhas, às operações internas)

# Fiabilidade de Sistema Informáticos



# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Entraves à Confiabilidade:

Definições de “fault”, “error”, “failure”:

Termos em português:

falha, erro, avaria (grupo de Coimbra) - adoptado neste curso

*falta/defeito, erro, falha (grupo de Lisboa)*

Falha (“fault”) – uma falha é uma alteração do funcionamento de um componente (hardware ou software) do sistema

*Natureza:* . *acidental*

. *intencional*

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Falha ("fault")

Podemos classificar as falhas em  três grandes grupos:

Falhas de desenho (hardware ou software):

uma falha pode ocorrer em qualquer etapa do desenvolvimento de um sistema: especificação, desenho, implementação.

Falhas Físicas: efeitos de produção, deterioração dos componentes, interferência

Falhas de interacção homem – máquina: inputs errados, ataques ou intrusões

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Falha ("fault")

As Falhas de hardware são geralmente classificadas em relação à sua duração:

- falhas permanentes ("permanent faults") - resultam de um defeito físico irreversível, permanecem indefinidamente até ser reparada.

- falhas intermitentes ("intermittent faults") - falhas temporárias que ocorrem repetidamente.

- falhas transitórias ("transient faults") – falhas temporárias que ocorrem ocasionalmente num muito curto espaço de tempo.

  - são as mais frequentes e mais difíceis de detectar

  - podem ser causadas por oscilações na corrente eléctrica, interferências electromagnéticas ou radiação

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Falha ("fault")

*A crescente complexidade do hardware e software aumenta a probabilidade de falhas na sua concepção e implementação, assim como a susceptibilidade do hardware a factores externos.*

Uma falha pode não produzir qualquer efeito, permanecendo inactiva, ou pode dar origem a uma alteração do estado do sistema, tornando-se uma falha activa

O intervalo de tempo entre a ocorrência da falha e a sua activação denomina-se por latência de falha

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Erro ("error") – um erro é a manifestação de uma falha

Um erro provoca a corrupção de elementos de dados (afecta o estado do sistema)

Quando, como resultado de um erro, o sistema executa erradamente uma das suas funções, i.é, o sistema avaria, o erro tornou-se efectivo

Se um erro causa ou não a avaria do sistema depende de:

. Composição do sistema (por exemplo, existe redundância que mascare a ocorrência do erro)

. Actividade do sistema (por exemplo, o estado que contém o erro pode não ser suficientemente duradoiro para causar uma avaria)

. Definição de avaria, do ponto de vista do utilizador ...

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

O intervalo de tempo entre a ocorrência do erro e o aparecimento da avaria correspondente denomina-se por latência do erro

Avaria ("failure") – uma avaria é qualquer alteração do comportamento do sistema em relação ao esperado (i.é, em relação à sua especificação)

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

As avarias de um sistema podem ser caracterizadas de acordo com 4 pontos de vista,

(Modos de Avaria)

. Domínio

. Percepção pelos utilizadores

. Consistência

. Consequências sobre o meio envolvente

.

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Modos de Avaria:

. Domínio

- Avarias de conteúdo ou de valor.

Os resultados produzidos são diferentes dos esperados para a funcionalidade do sistemas.

- Avarias temporais.

Os resultados são produzidos fora do tempo esperado (demasiado cedo ou demasiado tarde)

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Modos de avaria:

. Percepção do utilizador

A avaria pode ser detectada a assinalada ao utilizador ou não.

- Avaria sinalizável
- Avaria não sinalizável

. Consistência

- Avaria consistente

  a avaria é percebida de igual forma por todos os utilizadores

- Avaria inconsistente

diferentes utilizadores recebem diferentes resultados (avaria Byzantina)

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Modos de avaria:

. Consequências sobre o meio envolvente

- Avarias benignas
- Avarias catastróficas

A severidade de uma avaria representa uma medida das respectivas consequências sobre o meio envolvente.

Um sistema cuja avaria, tem severidade máxima denomina-se sistema crítico.

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Modelos de Avarias:

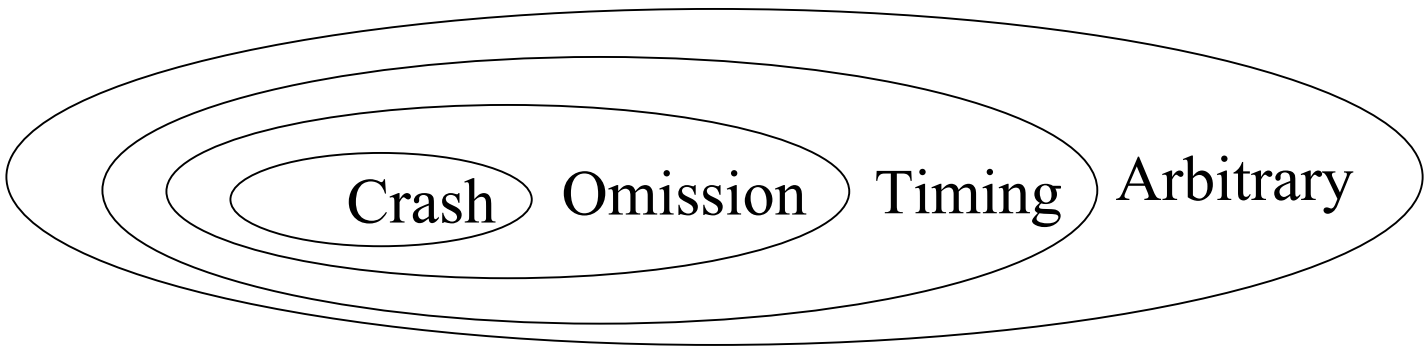
"Crash failures" - o componente deixa de funcionar

"Omission failures" - o componente não responde a alguns dos inputs

"Timing failures" - o tempo de resposta não corresponde ao esperado

"Arbitrary failures" – o componente comporta-se de uma forma completamente arbitrária, não responde, responde no tempo indevido, responde com valores errados, ...

# Fiabilidade de Sistema Informáticos



# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Entraves
- Falha *(fault)*
- Erro *(error)*
- Avaria *(failure)*

Confiança no funcionamento

Atributos
- Fiabilidade *(Reliability)*
- Disponibilidade *(Availability)*
- Segurança contra falhas acidentais *(Safety)* *
- Confidencialidade *(Confidentiality)*
- Integridade *(Integrity)*
- Facilidade de Mautenção *(Maintainability)*

*Segurança contra falhas intencionais (security): Disponibilidade, Confidencialidade, Integridade*

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Atributos da Confiança no Funcionamento:

Fiabilidade *(Reliability)*

Probabilidade de o sistema funcionar de acordo com as especificações, dentro de certas condições, durante um certo período de tempo.

Disponibilidade *(Availability)*

Probabilidade de o sistema estar operacional num dado instante de tempo.

*Um sistema pode ser de alta fiabilidade e ter baixa disponibilidade*

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Atributos da Confiança no Funcionamento:

Fiabilidade versus Disponibilidade

**Sistemas baseados na Fiabilidade – Indústria da Aviação**

- pretende-se uma alta probabilidade de sucesso para um dado tempo de missão

- adequado quando as reparações são caras ou difíceis

**Sistemas baseados na Disponibilidade – Indústria Automóvel**

-grande percentagem de tempo em que o sistema cumpre as especificações

-adequado quando o funcionamento contínuo é importante

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Atributos da Confiança no Funcionamento:

Segurança contra falhas acidentais *(Safety)*

probabilidade de o sistema ou estar operacional executando as suas funções correctamente, ou parar as suas funções de forma a não provocar dano a outros sistemas ou pessoas que dele dependam.

Confidencialidade *(Confidentiality)*

inexistência de acessos não autorizados à informação

Integridade *(Integrity)*

inexistência de alterações incorrectas do estado do sistema

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Atributos da Confiança no Funcionamento:

Facilidade de Manutenção *(Maintainability)*

probabilidade de um sistema com avarias ser reparado continuando a funcionar

Medidas mais comuns para avaliar a confiabilidade de um sistema:

Taxa de Avarias – número de avarias esperado num dado intervalo de tempo

MTTF – (Mean Time To Failure) – tempo esperado até à primeira avaria

MTTR – (Mean Time To Repair) – tempo médio para reparação do sistema

MTBF – (Mean Time Between Failures) – tempo médio entre avarias do sistema

dificuldades práticas ...

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Meios para obter:

Confiança

no funcionamento

- Prevenção de falhas *(fault prevention)*
- Supressão de falhas *(fault removal)*
- Tolerância a falhas *(fault tolerance)*
- Previsão de falhas *(fault forecasting)*

# Fiabilidade de Sistema Informáticos

Meios para obter sistemas confiáveis:

Prevenção de falhas – como evitar a ocorrência ou introdução de falhas

*técnicas de controlo de qualidade no desenho e produção de hardware e software*

Supressão de falhas – como reduzir o número ou a gravidade das falhas

*testes de verificação*

Tolerância a falhas – como produzir o serviço correcto na presença de falhas

Previsão de falhas – como estimar o número de falhas presente, a incidência futura e as prováveis consequências das falhas

*construção de um modelo das falhas passíveis de ocorrer*