Definições e Terminologia
Parte A

Auri Marcelo Rizzo Vincenzi[1], Márcio Eduardo Delamaro[2] e José Carlos Maldonado[2]

[1]Departamento de Computação
Universidade Federal de São Carlos

[2]Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Universidade de São Paulo

Introdução

Verificação, Validação & Teste
- Desafios do Teste
- Limitações do Teste
- Impossibilidade

Casos de Teste
- Projeto de Casos de Teste
- Entrada/Saída
- Oráculo
- Ordem de Execução

Taxonomia de Defeitos

Tipos de Teste
- Técnicas de Teste

Introdução

Verificação, Validação & Teste
- Desafios do Teste
- Limitações do Teste
- Impossibilidade

Casos de Teste
- Projeto de Casos de Teste
- Entrada/Saída
- Oráculo
- Ordem de Execução

Taxonomia de Defeitos

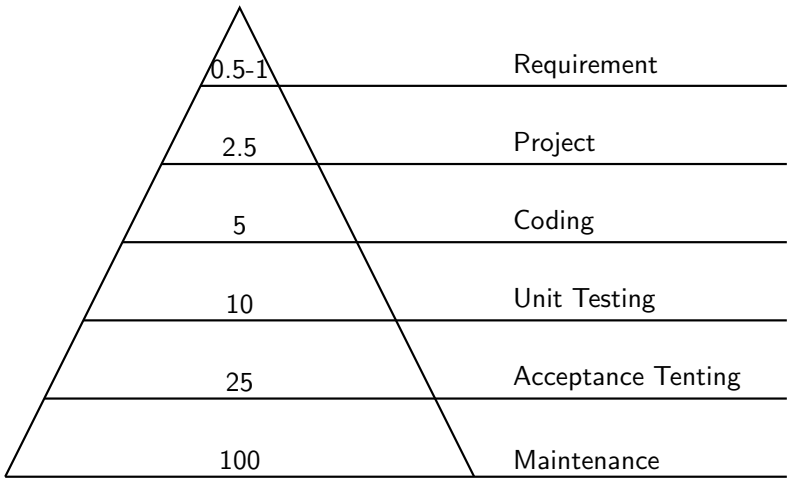
Tipos de Teste
- Técnicas de Teste

Por que testar? I

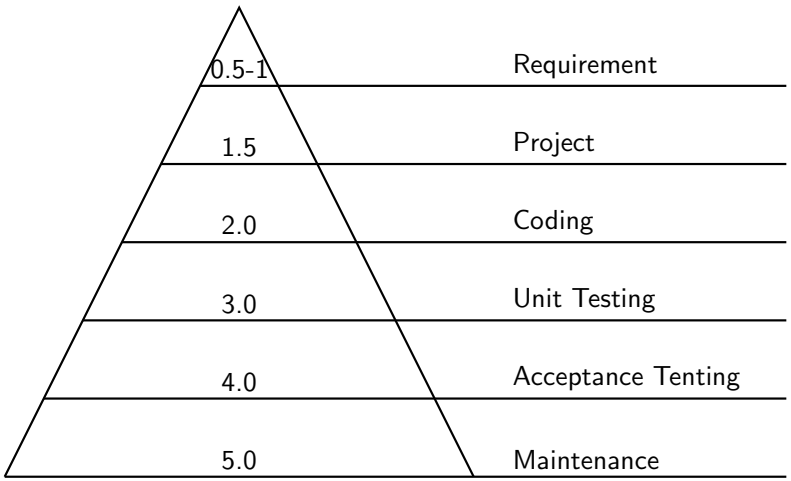
- Crescente interesse e importância do teste de software, principalmente devido à demanda por produtos de software de alta qualidade.
- Shull et al. (2002) alertam que quase não existem módulos livres de defeitos durante o desenvolvimento, e após a sua liberação, em torno de 40% podem estar livres de defeitos.
- Boehm e Basili (2001) também apontam que é quase improvável liberar um produto de software livre de defeitos.
- Além disso, quanto mais tarde um defeito é revelado, maior será o custo para sua correção.

Por que testar? II

Escala de custo na correção de defeitos.



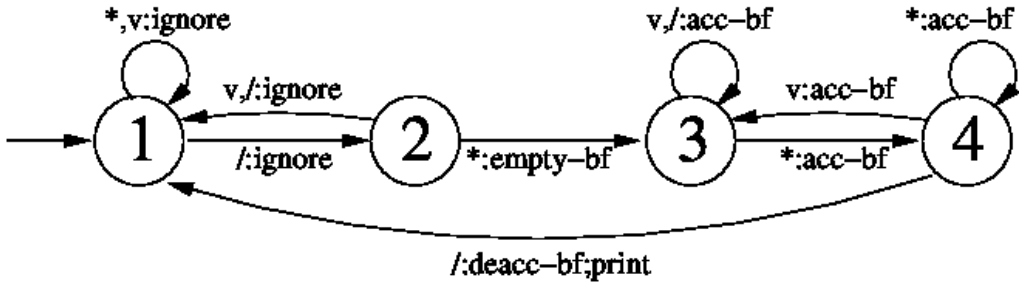
Boehm (1987)



Boehm e Basili (2001)

Exercício de Motivação – Programa `CommentPrinter`

Considere a máquina de estados finitos abaixo (Chow, 1978):



- Ela especifica o comportamento de um extrator de comentários (*Comment Printer*). O conjunto e entrada é formado pelo símbolos '*', '/' e 'v', onde 'v' representa qualquer caractere diferente '*' e '/'.
- A entrada consiste de uma cadeia de caracteres e apenas os comentários são impressos (usando a sintaxe da linguagem C).
- Um comentário é uma cadeia de caracteres entre '/*' e '*/'.

As operações usadas no exemplo são apresentadas abaixo:

Operação	**Ação**
ignore	ação nula
empty-bf	buffer := <>
acc-bf	buffer := buffer concatenado com o caractere corrente
deacc-bf	buffer := buffer com o caractere mais a direita truncado
print-bf	imprime o conteúdo do buffer

Exercício de Motivação – Programa `CommentPrinter` (2) I

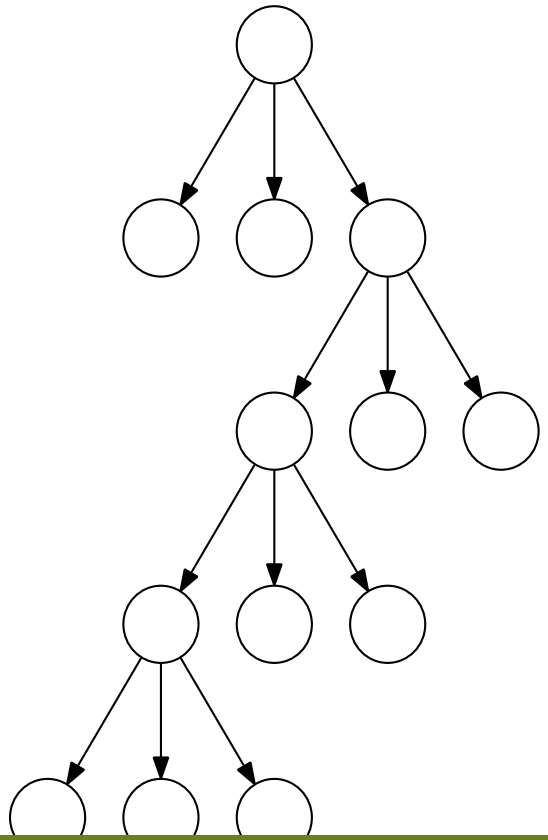
- Com base nas especificação acima pede-se:
  1. Elabore um conjunto de teste para o programa `CommentPrinter` que você considere adequado para validar se uma dada implementação satisfaz as exigências da referida especificação;
  2. Cada caso de teste deve estar em um arquivo texto, identificado por `inputXX.tes`, sendo XX um número inteiro que é utilizado para identificar o arquivo;
  3. Uma possível implementação da especificação acima está disponível no Moodle;

Exercício de Motivação – Programa `CommentPrinter` (2) II

4. Para executar um determinado caso de teste, basta usar o comando abaixo:

```
java -cp CommentPrinter.jar CommentPrinter < ts-aa/input1.tes
```

Exercício de Motivação – Programa `CommentPrinter` (3)



1. (*****/*Comment 01*/, "Comment 01")
2. (**a**/*Comment 02*/, "Comment 02")
3. (/b/*Comment 03*/, "Comment 03")
4. (/*****Comment 04*/, "Comment 04")
5. (/**c**/*Comment 05*/, "Comment 05")
6. (//d/*Comment 06*/, "Comment 06")
7. (/******Comment 07*/, "*Comment 07")
8. (/***e**Comment 08*/, "eComment 08")
9. (/*/Comment 09*/, "/Comment 09")
10. (/*******Comment 10*/, "**Comment 10")
11. (/****f**Comment 11*/, "*fComment 11")
12. (/**/, "")

- Os caracteres em verde correspondem as sequências de entradas para percorrer a árvore de teste, garantindo a execução de todas as transições da MEF.

Exercício de Motivação – Programa `CommentPrinter` (4)

- Execute os testes anteriores na implementação do `CommentPrinter` disponível no Moodle.
- Observe se as saídas obtidas correspondem às saídas esperadas e anote quaisquer divergências.

Exercício de Motivação – Programa `CommentPrinter` (4)

- Sabe-se que a especificação anterior contém ao menos um defeito. Assim sendo, qualquer implementação aderente a esta especificação apresentará ao menos um defeito.
- Elabore um caso de teste capaz de detectar o defeito. Qual seria a característica desse caso de teste?

Exercício de Motivação – Programa `CommentPrinter` (5)

- Concatene ao prefixo dos casos de teste anteriores o caractere `/` e gere 12 novos casos de teste.
- Concatene ao prefixo dos casos de teste anteriores o caractere `*` e gere 12 novos casos de teste.
- Execute o conjunto de teste formado por esses 24 novos casos de teste.
- O defeito foi revelado? Por qual caso de teste? Qual a característica do caso de teste que revela o defeito?

Introdução

Verificação, Validação & Teste
- Desafios do Teste
- Limitações do Teste
- Impossibilidade

Casos de Teste
- Projeto de Casos de Teste
- Entrada/Saída
- Oráculo
- Ordem de Execução

Taxonomia de Defeitos

Tipos de Teste
- Técnicas de Teste

O que é teste? I

Dijkstra (1970)

"Teste pode ser usado apenas para mostrar a presença de defeitos mas nunca sua ausência."

Myers (1979)

"Teste é o processo de executar um programa ou sistema com a intenção de encontrar erros".

O que é teste? II

Hetzel (1988)

"Teste é uma atividade que tem o objetivo de avaliar um atributo de um programa ou sistema. Teste é uma medida de qualidade de software".

Roper (1994)

"Teste é apenas uma amostragem".

O que é teste? III

Craig e Jaskiel (2002)

"Teste é um processo de engenharia concorrente ao processo de ciclo de vida do software, que faz uso e mantém artefatos de teste usados para medir e melhorar a qualidade do produto de software sendo testado."

(ISO/IEC/IEEE, 2010)

"Teste é o processo de executar um sistema ou componente sob condições específicas, observando e registrando os resultados, avaliando alguns aspectos do sistema ou componente."

O que é teste? IV

Validação

"Estamos construindo o sistema correto?" (Boehm, 1981)
"Processo de avaliar o software ao final de seu processo de desenvolvimento para garantir que está de acordo com o uso pretendido." (Ammann e Offutt, 2008; ISO/IEC/IEEE, 2010)

Verificação

"Estamos construindo corretamente o sistema?" (Boehm, 1981)
"Processo para determinar se os produtos de uma determinada fase de desenvolvimento satisfazem os requisitos estabelecidos na fase anterior." (Ammann e Offutt, 2008; ISO/IEC/IEEE, 2010)

O que é teste? V

- Diferentes organizações e indivíduos têm visões diferentes do propósito dos testes.
- Processo de Software *versus* Processo de Teste
- Níveis de maturidade de teste (Beizer, 1990):
  - Nível 0 - Não há diferença entre teste e depuração (*debugging*);
  - Nível 1 - O propósito do teste é mostrar que o software funciona.
  - Nível 2 - O propósito do teste é mostrar que o software não funciona.
  - Nível 3 - O propósito do teste não é provar nada, mas reduzir o risco de não funcionamento a um valor aceitável.

O que é teste? VI

- Nível 4 - Teste não é uma ação, mas sim uma disciplina mental (institucionalizada na empresa) que resulta em software de baixo risco sem que seja empregado muito esforço de teste.

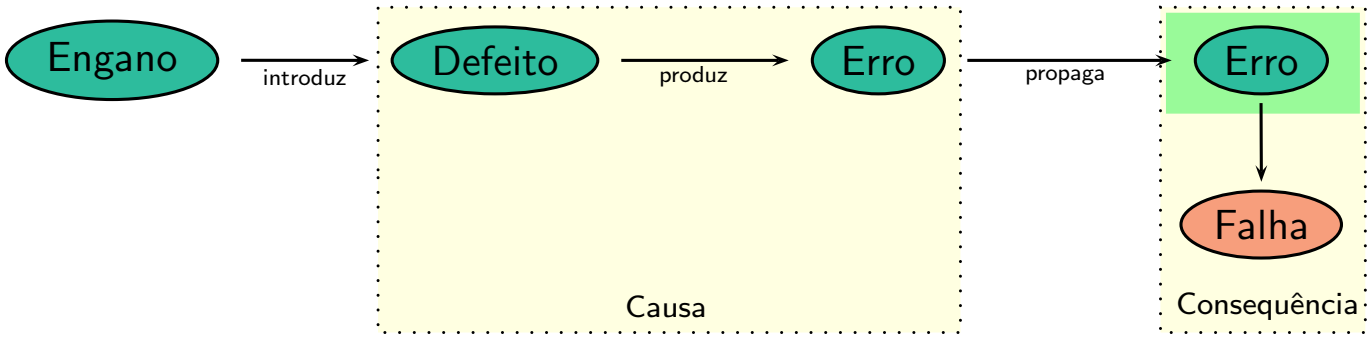
Terminologia I

A ISO/IEC/IEEE 24765:2010(E) *Systems and Software Engineering – Vocabulary* (ISO/IEC/IEEE, 2010) diferencia os seguintes termos:

1. **Engano** (*Mistake*) – ação humana que produz um resultado incorreto.
2. **Defeito** (*Fault*) – um passo, processo, ou definição de dados incorreta em um produto de software. No uso comum, os termos "erro", "bug", e "defeito" são usados para expressar esse significado.
3. **Erro** (*Error*) – diferença entre o valor computado, observado ou medido e o valor teoricamente correto de acordo com a especificação.
4. **Falha** (*Failure*) – inabilidade do sistema ou componente realizar a função requerida, considerando as questões de desempenho exigidas.

Terminologia II

Relação da terminologia padrão.



Terminologia III

Considere o seguinte comando de atribuição: $(z = y + x)$

1. **Engano** – o comando é modificado para $(z = y - x)$, caracterizando um defeito.
2. **Defeito** – se ativado (executado) com $x = 0$, nenhum resultado incorreto é produzido. Para valores de $x \neq 0$, o defeito é ativado causando um erro na variável z.
3. **Erro** – o estado errôneo do sistema, quando propagado até a saída, causará uma **Falha**.

Terminologia IV

Observa-se que:

Adaptado de Roper (1994)

Um engano pode resultar em vários defeitos e cada defeito pode levar o software a falhar de diferentes maneiras

Terminologia V

- Ammann e Offutt (2008) definiram um modelo, denominado RIP, que estabelece as condições que devem ser estabelecidas para que a falha ocorra. São elas:
  1. **R***eachability* (Alcançabilidade): o local (ou locais) no programa contendo o defeito deve ser alcançado pelo caso de teste;
  2. **I***nfection* (Contaminação): o programa deve passar para um estado incorreto, ou seja, tem que produzir um erro;
  3. **P***ropagation* (Propagação): o estado contaminado deve se propagar de modo que o programa produza alguma saída incorreta que possa ser observada;

Terminologia VI

- Assim sendo, dois conceitos chaves para o sucesso da atividade de teste são:

Observabilidade de Software

"Quão fácil é observar o comportamento de um programa em termos de sua saída, efeitos no ambiente e outros componentes de hardware e software." (Ammann e Offutt, 2008)

Controlabilidade de Software

"Quão fácil é fornecer as entradas necessárias para o programa, em termos de valores, operações e comportamentos." (Ammann e Offutt, 2008)

Desafios

- Alguém já testou algum produto de software?

Desafios

- Alguém já testou algum produto de software?
- Quais foram os maiores desafios?

Desafios

- Alguém já testou algum produto de software?
- Quais foram os maiores desafios?
- Alguns problemas comuns são:

Desafios

- Alguém já testou algum produto de software?
- Quais foram os maiores desafios?
- Alguns problemas comuns são:
  - Não há tempo para o teste exaustivo.

Desafios

- Alguém já testou algum produto de software?
- Quais foram os maiores desafios?
- Alguns problemas comuns são:
  - Não há tempo para o teste exaustivo.
  - Muitas combinações de entrada para serem exercitadas.

Desafios

- Alguém já testou algum produto de software?
- Quais foram os maiores desafios?
- Alguns problemas comuns são:
  - Não há tempo para o teste exaustivo.
  - Muitas combinações de entrada para serem exercitadas.
  - Dificuldade em determinar os resultados esperados para cada caso de teste.

Desafios

- Alguém já testou algum produto de software?
- Quais foram os maiores desafios?
- Alguns problemas comuns são:
  - Não há tempo para o teste exaustivo.
  - Muitas combinações de entrada para serem exercitadas.
  - Dificuldade em determinar os resultados esperados para cada caso de teste.
  - Requisitos do software inexistentes ou que mudam rapidamente.

Desafios

- Alguém já testou algum produto de software?
- Quais foram os maiores desafios?
- Alguns problemas comuns são:
  - Não há tempo para o teste exaustivo.
  - Muitas combinações de entrada para serem exercitadas.
  - Dificuldade em determinar os resultados esperados para cada caso de teste.
  - Requisitos do software inexistentes ou que mudam rapidamente.
  - Não há tempo suficiente para o teste.

Desafios

- Alguém já testou algum produto de software?
- Quais foram os maiores desafios?
- Alguns problemas comuns são:
  - Não há tempo para o teste exaustivo.
  - Muitas combinações de entrada para serem exercitadas.
  - Dificuldade em determinar os resultados esperados para cada caso de teste.
  - Requisitos do software inexistentes ou que mudam rapidamente.
  - Não há tempo suficiente para o teste.
  - Não há treinamento no processo de teste.

Desafios

- Alguém já testou algum produto de software?
- Quais foram os maiores desafios?
- Alguns problemas comuns são:
  - Não há tempo para o teste exaustivo.
  - Muitas combinações de entrada para serem exercitadas.
  - Dificuldade em determinar os resultados esperados para cada caso de teste.
  - Requisitos do software inexistentes ou que mudam rapidamente.
  - Não há tempo suficiente para o teste.
  - Não há treinamento no processo de teste.
  - Não há ferramenta de apoio.

Desafios

- Alguém já testou algum produto de software?
- Quais foram os maiores desafios?
- Alguns problemas comuns são:
  - Não há tempo para o teste exaustivo.
  - Muitas combinações de entrada para serem exercitadas.
  - Dificuldade em determinar os resultados esperados para cada caso de teste.
  - Requisitos do software inexistentes ou que mudam rapidamente.
  - Não há tempo suficiente para o teste.
  - Não há treinamento no processo de teste.
  - Não há ferramenta de apoio.
  - Gerentes que desconhecem teste ou que não se preocupam

Problemas Indecidíveis I

Correção: Não existe um algoritmo de propósito geral para provar a correção de um produto de software;

Equivalência: Dados dois programas, decidir se eles são equivalentes; ou dados dois caminhos (sequência de comandos) decidir se eles computam a mesma função;

Executabilidade: Dado um caminho (sequência de comandos) decidir se existe um dado de entrada que leve à execução de tal caminho.

Correção Coincidente: Um produto pode apresentar, coincidentemente, um resultado correto para um dado valor de entrada $d \in D$ porque um defeito mascara o erro de outro defeito.

Problemas Indecidíveis II

Exemplos de Equivalência:

```
1  public class Factorial {
2    public static long compute(int x)
3           throws NegativeNumberException {
4      if (x >= 0) {
5        long r = 1;
6        for (int k = 2; k <= x; k++) {
7          r *= k;
8        }
9        return r;
10     } else {
11       throw new NegativeNumberException();
12     }
13   }
14 }
```

```
1  public class Factorial {
2    public static long compute(int x)
3           throws NegativeNumberException {
4      if (x >= 0) {
5        long r = 1;
6        for (int k = 1; k <= x; k++) { //int k = 2;
7          r *= k;
8        }
9        return r;
10     } else {
11       throw new NegativeNumberException();
12     }
```

Problemas Indecidíveis III

Exemplo de Não-executabilidade:

```
4  public boolean validateIdentifier(String s) {
5     char achar;
6     boolean valid_id = false;
7     achar = s.charAt(0);
8     valid_id = valid_s(achar);
9     if (s.length() > 1) {
10       achar = s.charAt(1);
11       int i = 1;
12       while (i < s.length() - 1) {
13          achar = s.charAt(i);
14          if (!valid_f(achar))
15             valid_id = false;
16          i++;
17       }
18    }
19
20    if (valid_id && (s.length() >= 1) && (s.length() < 6))
21       return true;
22    else
23       return false;
24 }
```

Problemas Indecidíveis IV

- Não existe um caminho executável que inclua, simultaneamente, os comandos das linhas 15 e 21.

Impossibilidade do Teste Exaustivo I

Por que, simplesmente, não se testa todo o produto de forma exaustiva?

Impossibilidade do Teste Exaustivo II

- Pezzè e Young (2007) ressaltam que o teste exaustivo pode ser considerado uma "prova por casos" legítima, mas quanto tempo levaria para ser executado?
- Considere que programas são executados em máquinas reais com representação finita dos valores na memória.
- Quanto tempo o programa Java abaixo levaria para ser testado de forma exaustiva considerando que cada caso de teste leva um nanosegundo (10^{-9} segundos) para ser executado?

```
1 public class Trivial {
2     static int sum(int a, int b) { return a + b;}
3 }
```

Impossibilidade do Teste Exaustivo III

Adaptado de Pezzè e Young (2007)

```
1 public class Trivial {
2     static int sum(int a, int b) { return a + b;}
3 }
```

- Em Java um `int` é representado por 32 bits
- Tamanho do Domínio de Entrada: $2^{32} * 2^{32} = 2^{64} \approx 10^{20}$
- Um nanosegundo: 10^{-9} segundos
- Tempo total de execução: 10^{11} segundos $\approx$ 3.100 anos

Impossibilidade do Teste Exaustivo IV

Observe o exemplo abaixo, adaptado de Binder (1999):

```
1  int blech(int j) {
2     j = j - 1;  // defeito - deveria ser = j + 1
3     j = j / 30000;
4     return j;
5  }
```

- Considerando um tipo inteiro de 16 bits (2 bytes) – o menor valor possível é -32,768 e o maior é 32,767, resultando em 65.536 valores diferentes possíveis.
- Haverá tempo suficiente para se criarem 65.536 casos de teste? E se os programas forem maiores? Quantos casos de teste seriam necessários?

Impossibilidade do Teste Exaustivo V

```
1  int blech(int j) {
2      j = j - 1;  // defeito - deveria ser = j + 1
3      j = j / 30000;
4      return j;
5  }
```

Quais valores escolher?

Entrada (j)	Saída Esperada	Saída Obtida
1	0	0
42	0	0
40000	1	1
-64000	-2	-2

- Observe que nenhum dos casos de teste acima detecta o defeito.

Impossibilidade do Teste Exaustivo VI

- Quais valores de entrada levam o programa acima a falhar?

Impossibilidade do Teste Exaustivo VII

- Os casos de testes anteriores não fazem o programa falhar.
- Somente quatro valores do intervalo de entrada válido resultam em falha:
- Os valores abaixo causam falha no programa:

Entrada (j)	Saída Esperada	Saída Obtida
-30000	0	-1
-29999	0	-1
30000	1	0
29999	1	0

- Qual a chance desses valores serem selecionados se:
  - for utilizada geração aleatória?
  - for utilizada geração guiada por critério de teste?

Introdução

Verificação, Validação & Teste
- Desafios do Teste
- Limitações do Teste
- Impossibilidade

Casos de Teste
- Projeto de Casos de Teste
- Entrada/Saída
- Oráculo
- Ordem de Execução

Taxonomia de Defeitos

Tipos de Teste
- Técnicas de Teste

Projeto de Casos de Teste

- O segredo do sucesso do teste está no projeto dos casos de teste.
- Relembrando...

Roper (1994)

"Teste é apenas uma amostragem".

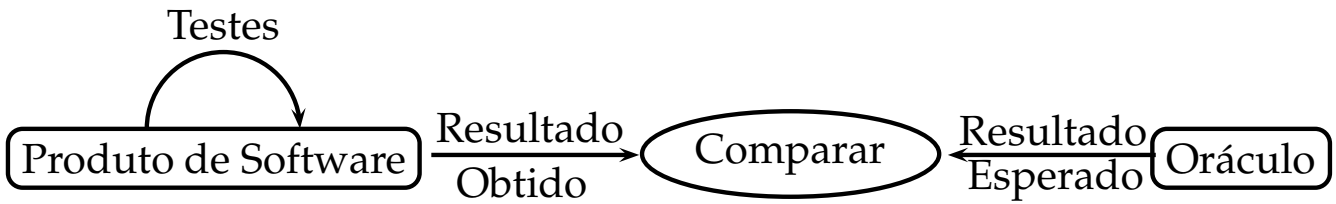


Diagrama simplificado de um processo de teste (adaptado de Roper (1994)).

Partes de um Caso de Teste

- Casos de teste bem projetados são compostos por duas partes obrigatórias e outras opcionais:
  - Pré-condição;
  - Entrada;
  - Saída Esperada;
  - Ordem de execução.
- $(d, S(d))$ é um caso de teste, onde $d \in D$ é a entrada e $S(d)$ representa a saída esperada de d de acordo com a especificação S.

Partes de um Caso de Teste – Entradas

- Geralmente identificadas como dados fornecidos via teclado para o programa executar.
- Entretanto, os dados de entrada podem ser fornecidos por outros meios, tais como:
  - Dados oriundos de outro sistema que servem de entrada para o programa em teste;
  - Dados fornecidos por outro dispositivo;
  - Dados lidos de arquivos ou banco de dados;
  - O estado do sistema quando os dados são recebidos;
  - O ambiente no qual o programa está executando.

Partes de um Caso de Teste – Saídas Esperadas

- As saídas também podem ser produzidas de diferentes formas.
- A mais comum é aquela apresentada na tela do computador.
- Além dessa, as saídas podem ser enviadas para:
  - Outro sistema interagindo com o programa em teste;
  - Dados escritos em arquivos ou banco de dados;
  - O estado do sistema ou o ambiente de execução podem ser alterados durante a execução do programa.

Partes de um Caso de Teste – Oráculo (1)

- Todas as formas de entrada e saída são relevantes.

Partes de um Caso de Teste – Oráculo (1)

- Todas as formas de entrada e saída são relevantes.
- Durante o projeto de um caso de teste, determinar a correção da saída esperada é função do **oráculo** (*oracle*).

Partes de um Caso de Teste – Oráculo (1)

- Todas as formas de entrada e saída são relevantes.
- Durante o projeto de um caso de teste, determinar a correção da saída esperada é função do **oráculo** (*oracle*).
- O oráculo corresponde a um mecanismo (programa, processo ou dados) que indica ao projetista de casos de testes se a saída obtida para ele é aceitável ou não.

Partes de um Caso de Teste – Oráculo (2)

- Beizer (1990) lista cinco tipos de oráculos:
  - Oráculo "Kiddie" - simplesmente execute o programa e observe sua saída. Se ela parecer correta deve estar correta.
  - Conjunto de Teste de Regressão - execute o programa e compare a saída obtida com a saída produzida por uma versão mais antiga do programa.
  - Validação de Dados - execute o programa e compare a saída obtida com uma saída padrão determinada por uma tabela, fórmula ou outra definição aceitável de saída válida.
  - Conjunto de Teste Padrão - execute o programa com um conjunto de teste padrão que tenha sido previamente criado e validado. Utilizado na validação de compiladores, navegadores Web e processadores de SQL.
  - Programa existente - execute o programa em teste e o programa existente com o mesmo caso de teste e compare as saídas. Semelhante ao teste de regressão.

Partes de um Caso de Teste – Ordem de Execução (1)

- Existem dois estilos de projeto de casos de teste relacionados com a ordem de execução:
  - Casos de teste em cascata.
  - Casos de teste independentes.

Partes de um Caso de Teste – Ordem de Execução (2)

- Casos de teste em cascata - quando os casos de teste devem ser executados um após o outro, em uma ordem específica. O estado do sistema deixado pelo primeiro caso de teste é reaproveitado pelo segundo e assim sucessivamente.
  Por exemplo, considere o teste de uma base de dados:
  - criar um registro
  - ler um registro
  - atualizar um registro
  - ler um registro
  - apagar um registro
  - ler o registro apagado
  - Vantagem - casos de testes tendem a ser pequenos e simples. Fáceis de serem projetados, criados e mantidos.
  - Desvantagem - se um caso de teste apresentar problemas na sua execução, pode comprometer a execução dos casos de teste subsequentes.

Partes de um Caso de Teste – Ordem de Execução (3)

- Casos de teste independentes - Cada caso de teste é inteiramente auto contido.
  - Vantagem - casos de teste podem ser executados em qualquer ordem.
  - Desvantagem - casos de teste tendem a ser grandes e complexos, mais difíceis de serem projetados, criados e mantidos.

Conjunto de Teste

- O termo **conjunto de teste** é usado para definir um conjunto de casos de teste.
- Quando um conjunto de teste T satisfaz todos os requisitos de um determinado critério de teste C, T é dito adequado a C, ou simplesmente, T é C-adequado.
- A partir de um T C-adequado é possível obter, em teoria, infinitos conjuntos de teste C-adequados, simplesmente incluindo mais casos de teste em T.
- Minimização de conjunto de teste.

Introdução

Verificação, Validação & Teste
- Desafios do Teste
- Limitações do Teste
- Impossibilidade

Casos de Teste
- Projeto de Casos de Teste
- Entrada/Saída
- Oráculo
- Ordem de Execução

Taxonomia de Defeitos

Tipos de Teste
- Técnicas de Teste

Taxonomia de Defeitos (1)

Taxonomia (Copeland, 2004)

Classificação de coisas em grupos ordenados ou categorias que indicam relacionamentos hierárquicos ou naturais.

- Taxonomias não facilitam apenas a classificação ordenada de informação, elas também facilitam sua recuperação e descoberta de novas ideias.

Classificação de Defeitos (2)

- Taxonomias auxiliam a (Copeland, 2004):
  - Guiar o testador na geração de ideias para o projeto de teste;

Classificação de Defeitos (2)

- Taxonomias auxiliam a (Copeland, 2004):
  - Guiar o testador na geração de ideias para o projeto de teste;
  - Auditar planos de teste para determinar a cobertura que os casos de teste estão oferecendo;

Classificação de Defeitos (2)

- Taxonomias auxiliam a (Copeland, 2004):
  - Guiar o testador na geração de ideias para o projeto de teste;
  - Auditar planos de teste para determinar a cobertura que os casos de teste estão oferecendo;
  - Compreender os defeitos, seus tipos e severidades;

Classificação de Defeitos (2)

- Taxonomias auxiliam a (Copeland, 2004):
  - Guiar o testador na geração de ideias para o projeto de teste;
  - Auditar planos de teste para determinar a cobertura que os casos de teste estão oferecendo;
  - Compreender os defeitos, seus tipos e severidades;
  - Compreender o processo em uso que permite a ocorrência de tais defeitos;

Classificação de Defeitos (2)

- Taxonomias auxiliam a (Copeland, 2004):
  - Guiar o testador na geração de ideias para o projeto de teste;
  - Auditar planos de teste para determinar a cobertura que os casos de teste estão oferecendo;
  - Compreender os defeitos, seus tipos e severidades;
  - Compreender o processo em uso que permite a ocorrência de tais defeitos;
  - Melhorar o processo de desenvolvimento;

Classificação de Defeitos (2)

- Taxonomias auxiliam a (Copeland, 2004):
  - Guiar o testador na geração de ideias para o projeto de teste;
  - Auditar planos de teste para determinar a cobertura que os casos de teste estão oferecendo;
  - Compreender os defeitos, seus tipos e severidades;
  - Compreender o processo em uso que permite a ocorrência de tais defeitos;
  - Melhorar o processo de desenvolvimento;
  - Melhorar o processo de teste;

Classificação de Defeitos (2)

- Taxonomias auxiliam a (Copeland, 2004):
  - Guiar o testador na geração de ideias para o projeto de teste;
  - Auditar planos de teste para determinar a cobertura que os casos de teste estão oferecendo;
  - Compreender os defeitos, seus tipos e severidades;
  - Compreender o processo em uso que permite a ocorrência de tais defeitos;
  - Melhorar o processo de desenvolvimento;
  - Melhorar o processo de teste;
  - Treinar novos testadores sobre áreas importantes que merecem mais atenção dos testes;

Classificação de Defeitos (2)

- Taxonomias auxiliam a (Copeland, 2004):
  - Guiar o testador na geração de ideias para o projeto de teste;
  - Auditar planos de teste para determinar a cobertura que os casos de teste estão oferecendo;
  - Compreender os defeitos, seus tipos e severidades;
  - Compreender o processo em uso que permite a ocorrência de tais defeitos;
  - Melhorar o processo de desenvolvimento;
  - Melhorar o processo de teste;
  - Treinar novos testadores sobre áreas importantes que merecem mais atenção dos testes;
  - Explicar aos gerentes a complexidade do teste de software.

Classificação de Defeitos (3)

- Uma classificação geral divide os defeitos em duas classes distintas: defeitos de omissão e defeitos de comissão.

Defeitos de Omissão (IBM, 2013)

Omissão significa esquecimento. Por exemplo, um comando de atribuição que foi esquecido.

Defeitos de Comissão (IBM, 2013)

Comissão significa incorreto. Por exemplo, um comando de verificação que utiliza um valor incorreto.

Introdução

Verificação, Validação & Teste
- Desafios do Teste
- Limitações do Teste
- Impossibilidade

Casos de Teste
- Projeto de Casos de Teste
- Entrada/Saída
- Oráculo
- Ordem de Execução

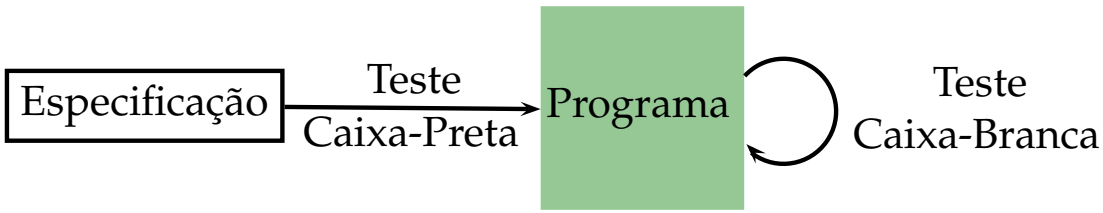
Taxonomia de Defeitos

Tipos de Teste
- Técnicas de Teste

Tipos de Teste I

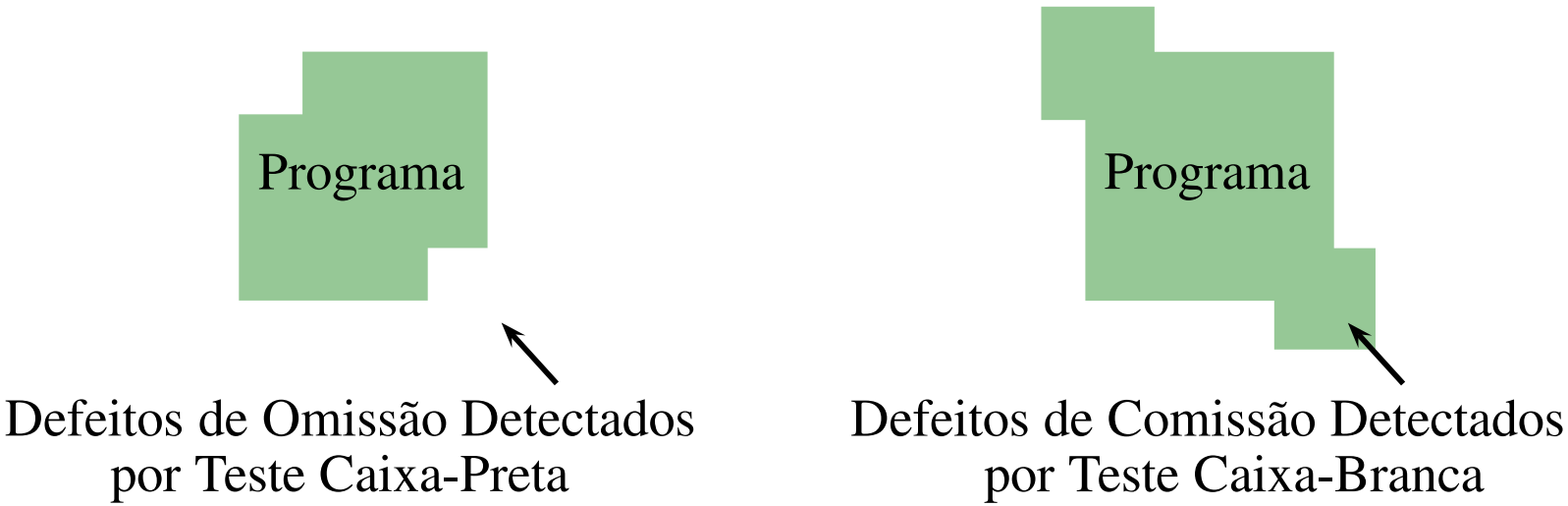
- Diferentes tipos de testes podem ser utilizados para verificar se um programa se comporta como o especificado.
- Basicamente, os testes podem ser classificados como teste caixa-preta (*black-box testing*), teste caixa-branca (*white-box testing*) ou teste baseado em defeito (*fault-based testing*).
- Esses **tipos de teste** correspondem às chamadas **técnicas de teste**.

Tipos de Teste II



Relacionamento entre as técnicas caixa-preta e caixa-branca (adaptado de Roper (1994))

Tipos de Teste III



Relacionamento entre as técnicas caixa-preta e caixa-branca (adaptado de Roper (1994))

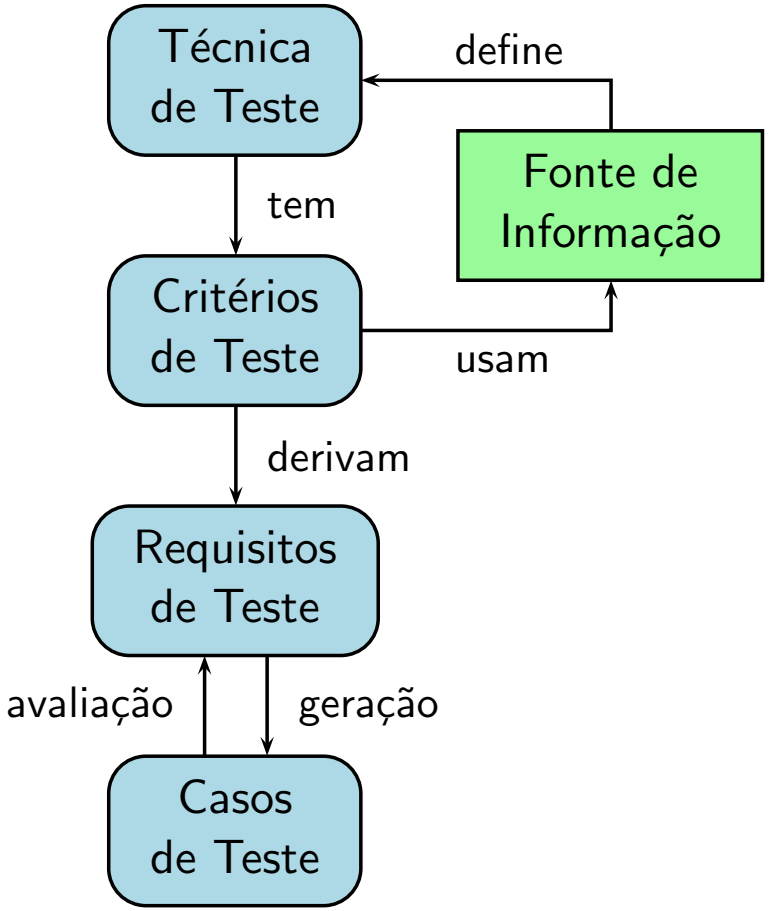
Tipos de Teste IV

- A técnica de teste é definida pelo tipo de informação utilizada para realizar o teste.
  - **Técnica caixa-preta** - os testes são baseados exclusivamente na especificação de requisitos do programa. Nenhum conhecimento de como o programa está implementado é requerido.
  - **Técnica caixa-branca** - os testes são baseados na estrutura interna do programa, ou seja, na sua implementação.
  - **Técnica baseada em defeito** - os testes são baseados em informações históricas sobre defeitos cometidos frequentemente durante o processo de desenvolvimento de software.

Tipos de Teste V

- Cada técnica de teste possui um conjunto de **critérios de teste**.
- Os critérios sistematizam a forma como os **requisitos de teste** devem ser produzidos a partir da fonte de informação disponível (especificação de requisitos, código fonte, histórico de defeitos, entre outras).
- Os requisitos de teste são utilizados para:
  - Gerar casos de teste.
  - Avaliar a qualidade de um conjunto de teste existente.
- Critérios de teste ajudam a decidir quando parar os testes.

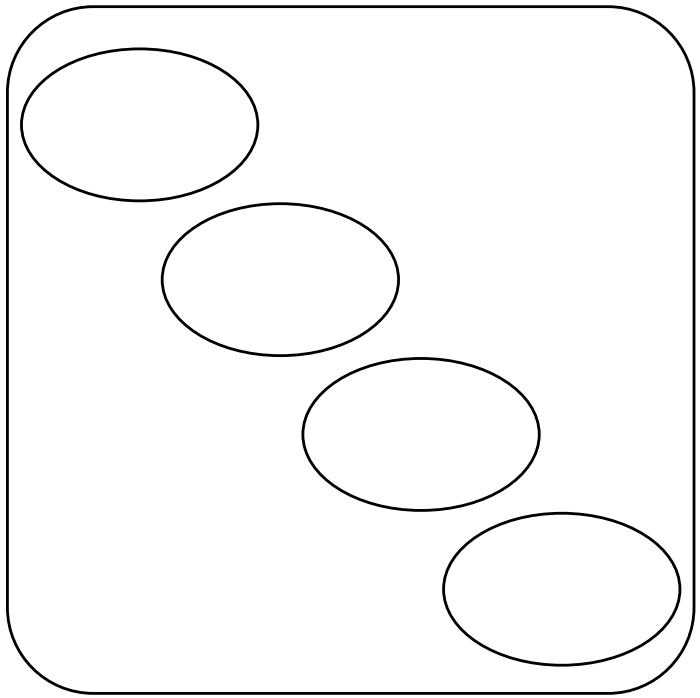
Técnicas, Critérios e Requisitos de Teste



**Requisitos não-executáveis.

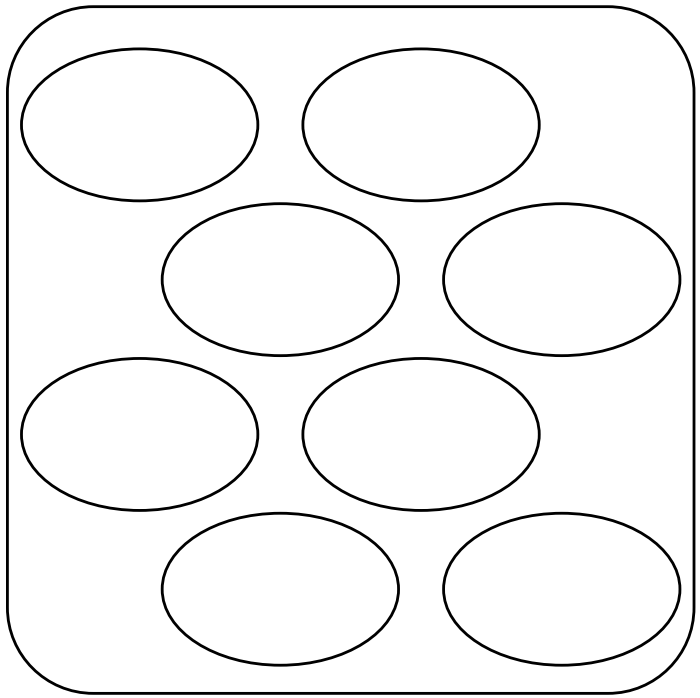
Papel dos Critérios de Teste

- Subdividir o domínio de entrada forçando o testador a escolher diferentes elementos para o teste.



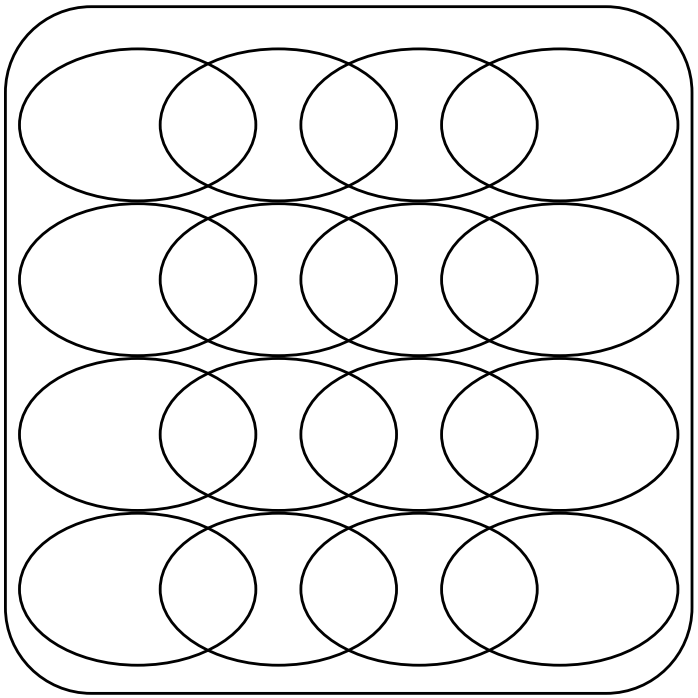
Papel dos Critérios de Teste

- Subdividir o domínio de entrada forçando o testador a escolher diferentes elementos para o teste.



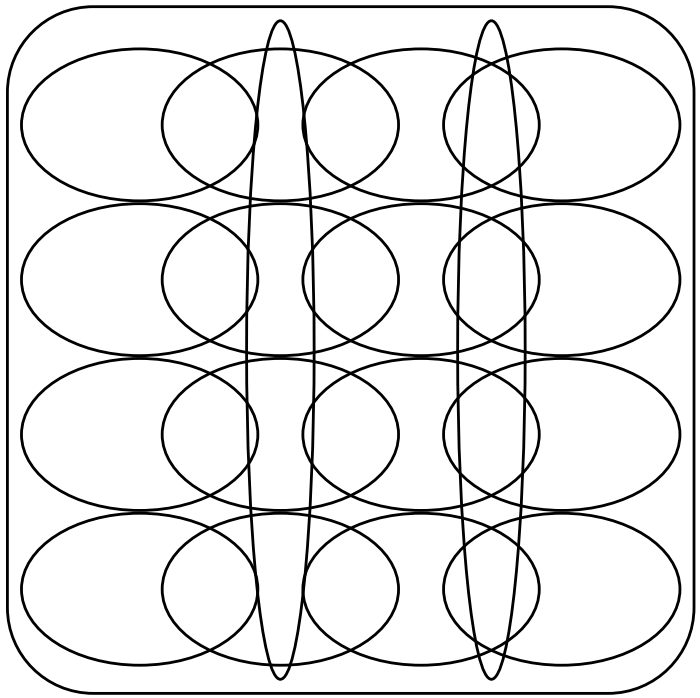
Papel dos Critérios de Teste

- Subdividir o domínio de entrada forçando o testador a escolher diferentes elementos para o teste.



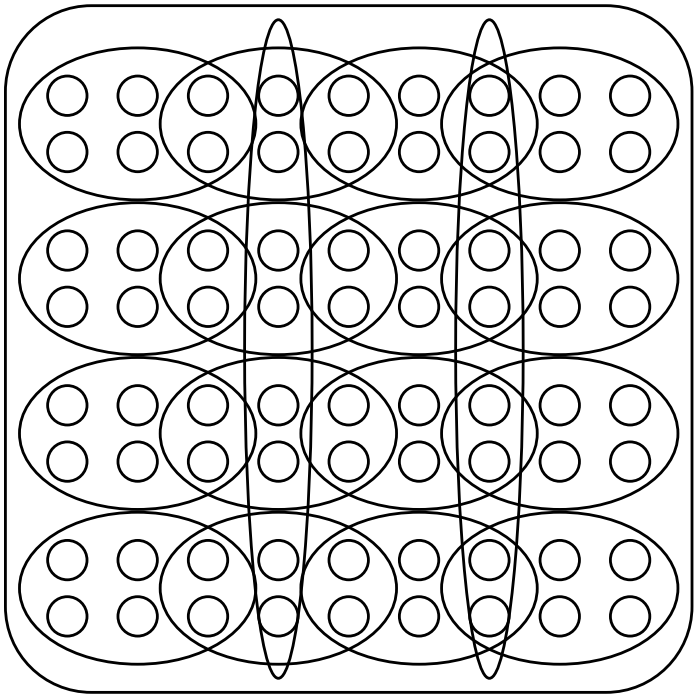
Papel dos Critérios de Teste

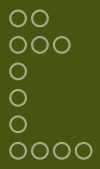
- Subdividir o domínio de entrada forçando o testador a escolher diferentes elementos para o teste.



Papel dos Critérios de Teste

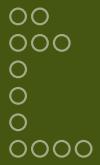
- Subdividir o domínio de entrada forçando o testador a escolher diferentes elementos para o teste.





Fases de Teste
- Teste de Unidade
- Teste de Integração
- Teste de Sistema
- Teste de Aceitação
- Teste Alfa e Beta
- Desenvolvimento e VV&T

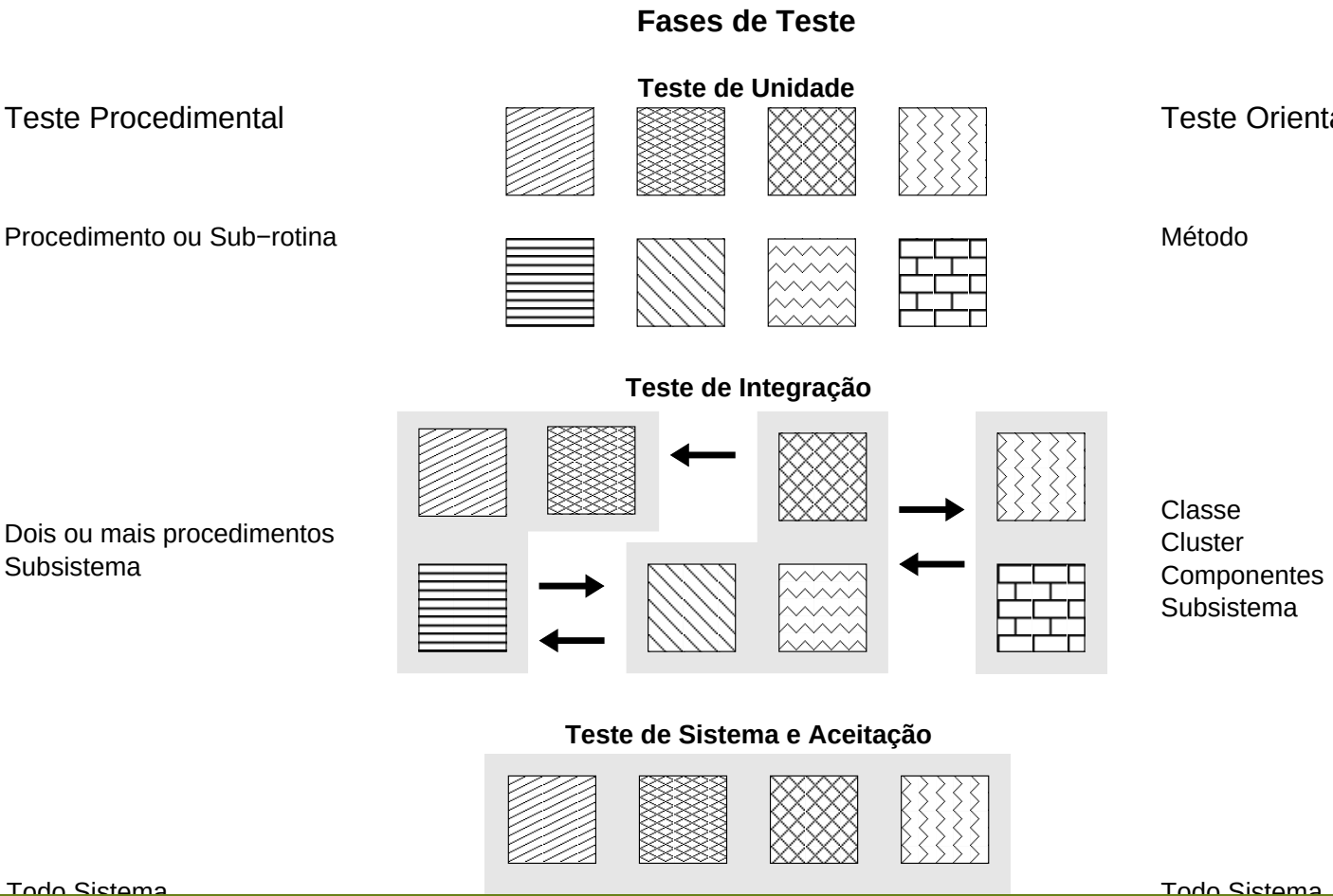
Resumo



Fases de Teste (1)

- A Atividade de Teste também é dividida em fases, conforme outras atividades de Engenharia de Software.
- O objetivo é reduzir a complexidade dos testes.
- Conceito de “dividir e conquistar”.
- Começar a testar a menor unidade executável até atingir todo o programa.

Fases de Teste (2)

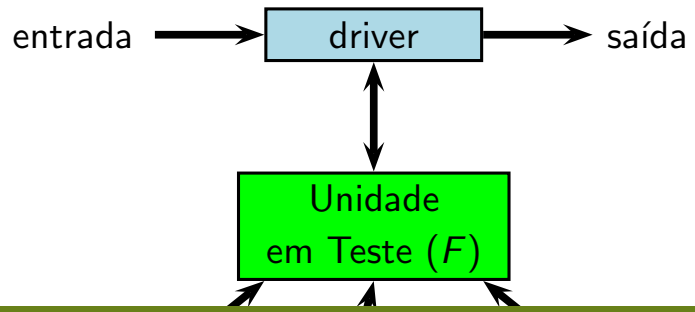


Teste de Unidade

- O objetivo é identificar erros de lógica e de programação na menor unidade de programação.
- Diferentes linguagens possuem unidades diferentes.
  - Pascal e C possuem procedimentos ou funções.
  - Java e C++ possuem métodos (ou classes?).
  - Basic e COBOL (o que seriam unidades?).
- Como testar uma unidade que depende de outra para ser executada?
- Como testar uma unidade que precisa receber dados de outra unidade para ser executada?

Driver e *Stub*

- Para auxiliar no teste de unidade, em geral, são necessários *drivers* e *stubs*.
- O *driver* é responsável por fornecer para uma dada unidade os dados necessários para ela ser executada e, posteriormente, apresentar os resultados ao testador.
- O *stub* serve para simular o comportamento de uma unidade que ainda não foi desenvolvida, mas da qual a unidade em teste depende.

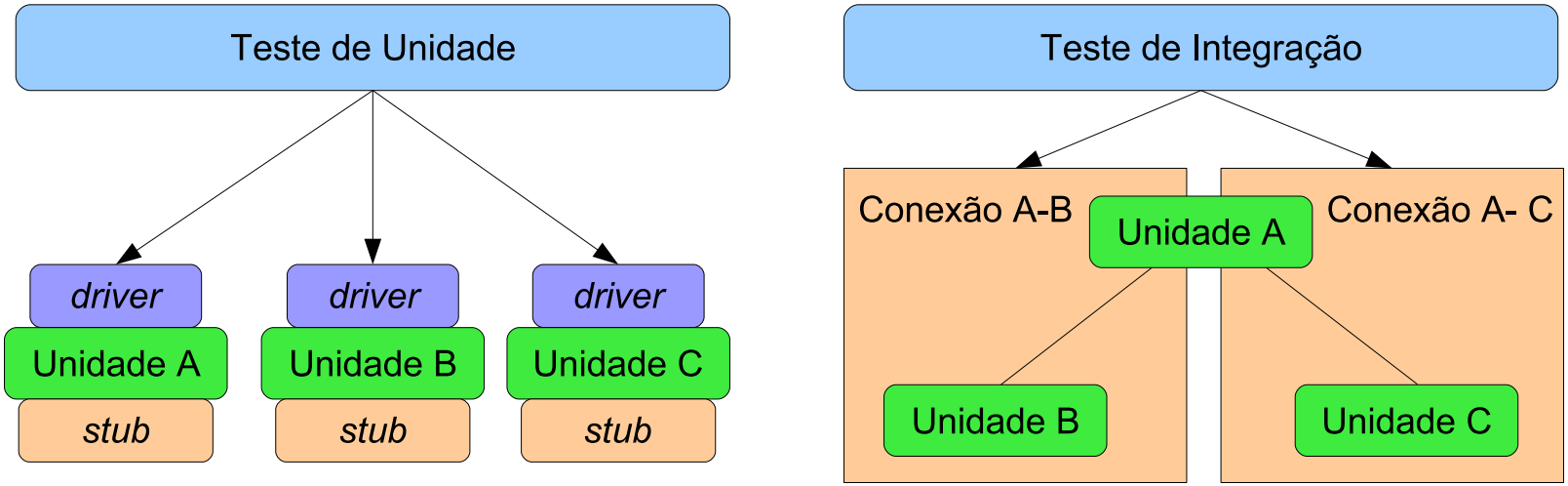


Teste de Integração (1)

- O Objetivo é verificar se as unidades testadas individualmente se comunicam como desejado.
  1. Por que testar a integração entre unidades se elas, isoladamente, funcionam corretamente?

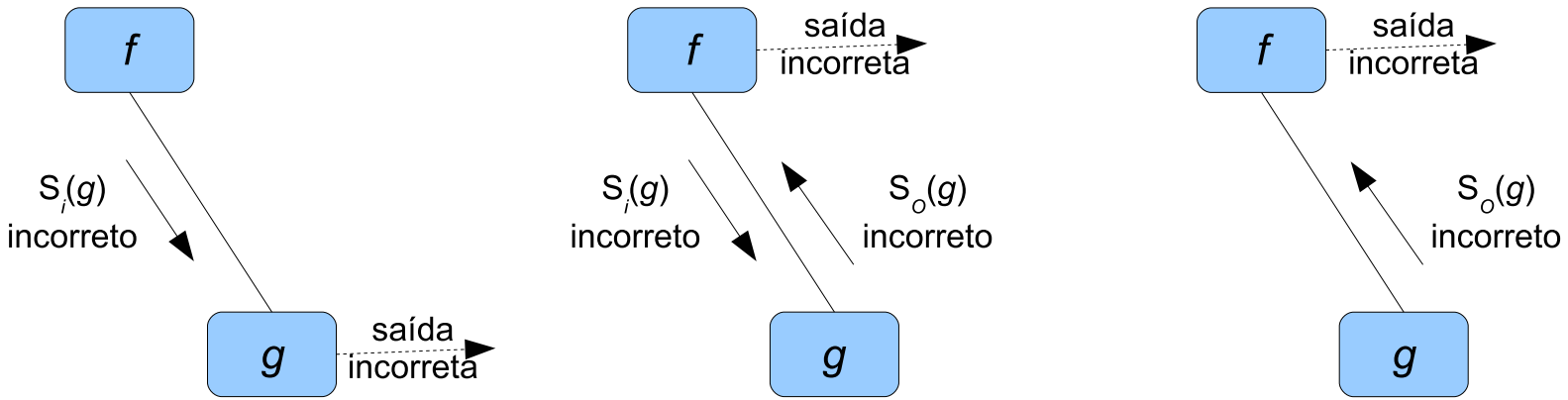
Teste de Integração (2)

- Dados podem se perder na interface das unidades.
- Variáveis globais podem sofrer alterações indesejadas.



Teste de Unidade X Teste de Integração.

Teste de Integração (3)



Tipos de Erros de Integração.

Teste de Sistema

- O objetivo é verificar se o programa em si interage corretamente com o sistema para o qual foi projetado. Isso inclui, por exemplo, o SO, banco de dados, hardware, manual do usuário, treinamento, etc.
- Corresponde a um teste de integração de mais alto nível.
- Inclui teste de funcionalidade, usabilidade, segurança, confiabilidade, disponibilidade, performance, backup/restauração, portabilidade, entre outros (Norma ISO-IEC-9126 para mais informações (ISO/IEC, 1991))

Teste de Aceitação

- O objetivo é verificar se o programa desenvolvido atende às exigências do usuário.

Teste Alfa e Beta

- Teste Alfa
  - realizado pelo usuário no ambiente do desenvolvedor;
  - o desenvolvedor tem controle sobre o ambiente de teste;
  - monitora as ações do usuário registrando falhas e problemas de uso.
- Teste Beta
  - realizado pelo usuário no seu ambiente;
  - o desenvolvedor não tem controle sobre o ambiente utilizado nos testes;
  - O diferencial é a grande diversidade de ambientes e configurações de software e hardware.

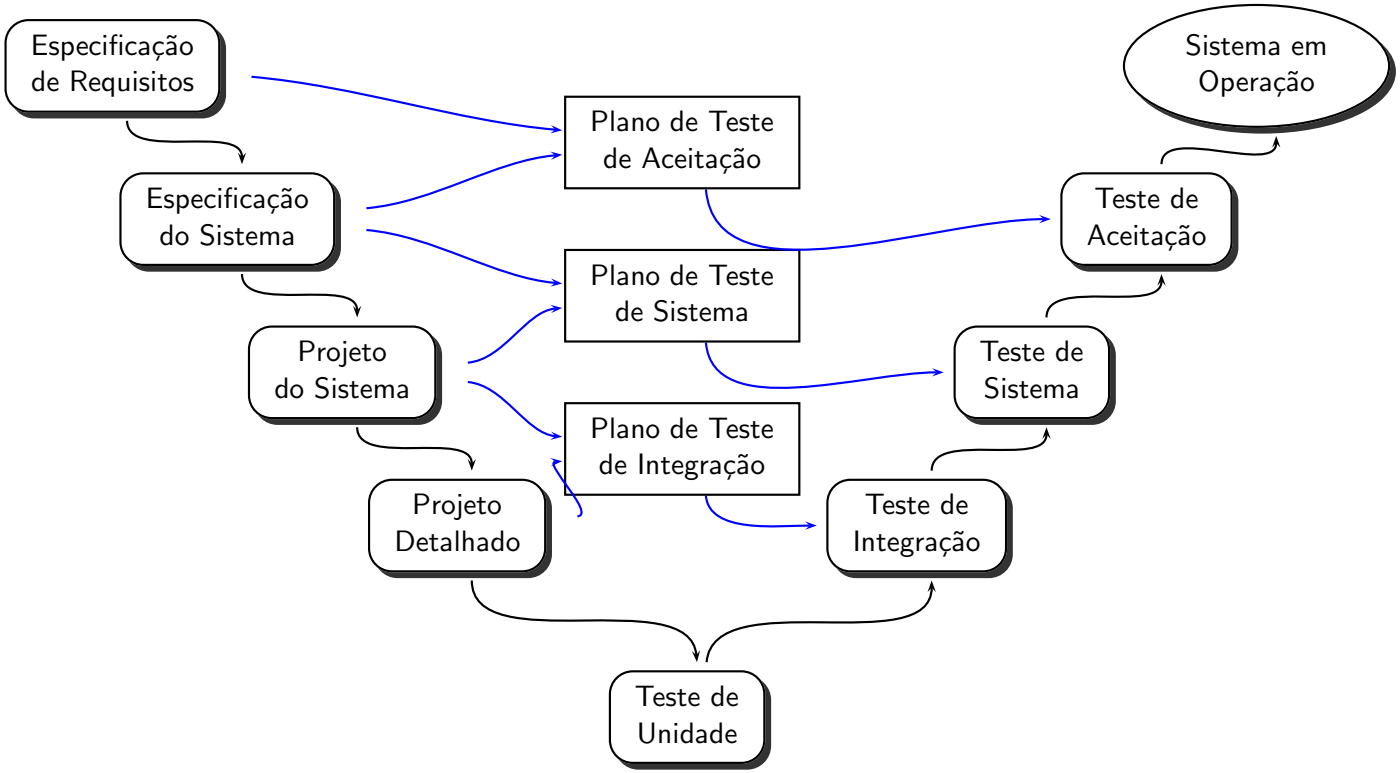
Fases de Desenvolvimento versus Atividades de VV&T (1)

Questões básicas segundo Pezzè e Young (2007)

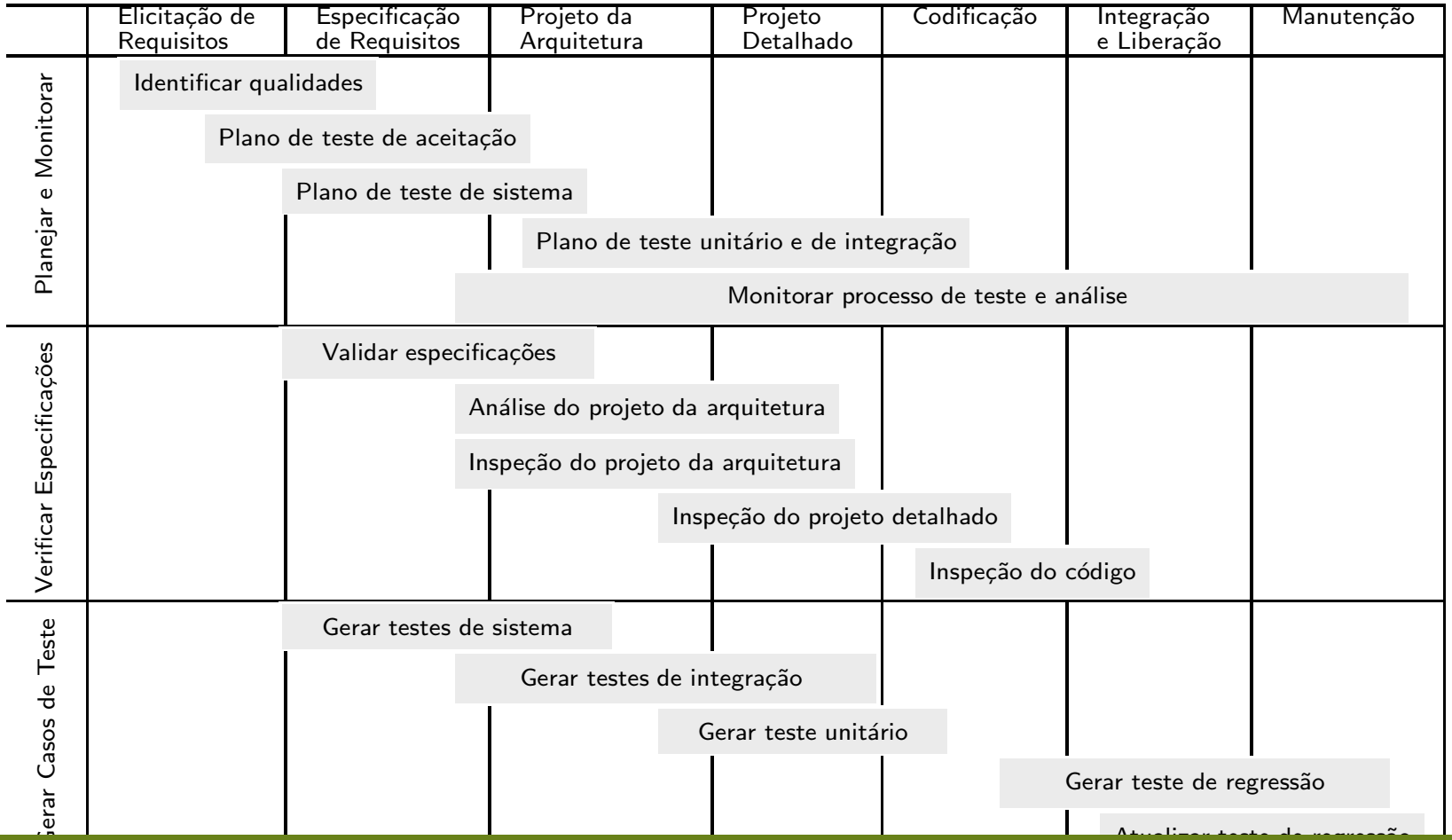
1. Quando a verificação e validação começam? Quando estão completas?
2. Que técnicas específicas devem ser aplicadas durante o desenvolvimento do produto para atingir a qualidade exigida a um custo aceitável?
3. Como avaliar se um produto está pronto para a liberação?
4. Como o processo de desenvolvimento em si pode ser aprimorado no decurso de projetos atuais e futuros para melhorar os produtos e tornar a verificação mais rentável?

Fases de Desenvolvimento versus Atividades de VV&T (2)

Modelo V (*V-Model*)



Fases de Desenvolvimento versus Atividades de VV&T (3)



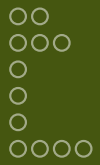
Fases de Desenvolvimento versus Atividades de VV&T (4)

	Elicitação de Requisitos	Especificação de Requisitos	Projeto da Arquitetura	Projeto Detalhado	Codificação	Integração e Liberação	Manutenção
Executar Casos de Teste e Validar o Software					Projeto do código de teste Projeto de oráculos Execução do teste unitário Análise de cobertura Geração do teste estrutural Execução do teste estrutural Execução do teste de integração Execução do teste de sistema Execução do teste de regressão		
Melhoria do Processo					Coleta de dados de falhas Análise de falhas Melhoria do processo		

Principais atividades de teste e análise ao longo do ciclo de vida do software (adaptada de Pezzè e Young (2007)).

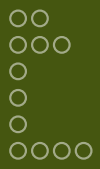
Fases de Teste
- Teste de Unidade
- Teste de Integração
- Teste de Sistema
- Teste de Aceitação
- Teste Alfa e Beta
- Desenvolvimento e VV&T

Resumo



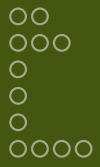
Resumo I

- A atividade de teste é um processo executado em paralelo com as demais atividades do ciclo de vida de desenvolvimento do software.
- A principal tarefa da atividade de teste é o projeto de casos de teste.
  - O projeto de casos de teste deve levar em consideração o objetivo do teste, que é demonstrar que o programa em teste possui defeitos.
  - O segredo é selecionar aqueles casos de teste com maior probabilidade de revelar os defeitos existentes.
- Eles é que são responsáveis por:
  - expor as falhas do produto em teste; ou



Resumo II

  - assegurar um nível de confiança ao produto.
- Diferentes técnicas de teste existem para auxiliar na atividade de teste.
- Cada técnica possui critérios de teste que contribuem para a geração ou avaliação da qualidade de conjuntos de teste.
- Os critérios de teste ajudam a decidir quando parar os testes.
- Além disso, o teste deve ser conduzido em fases para reduzir a complexidade.



Referências I

Ammann, P.; Offutt, J. *Introduction to software testing*. Cambridge University Press, 2008.

Beizer, B. *Software testing techniques*. 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1990.

Binder, R. V. *Testing object-oriented systems: Models, patterns, and tools*, v. 1. Addison Wesley Longman, Inc., 1999.

Boehm, B.; Basili, V. R. Software defect reduction top 10 list. *Computer*, v. 34, n. 1, p. 135–137, 2001.

Boehm, B. W. *Software engineering economics*. 1st ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 1981.

Boehm, B. W. Industrial software metrics top 10 list. *IEEE Software*, v. 4, n. 5, p. 84–85, 1987.

Chow, T. S. Testing software design modelled by finite-state machines. *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 4, n. 3, p. 178–187, 1978.

Copeland, L. *A practitioner's guide to software test design*. Artech House Publishers, 2004.

Craig, R. D.; Jaskiel, S. P. *Systematic software testing*. Artech House Publishers, 2002.

Dijkstra, E. W. *Notes on structured programming*. Relatório Técnico 70-WSK-03, Technological University of Eindhoven, The Netherlands, available at: http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd02xx/EWD249.PDF. Accessed on: 10-27-2007., 1970.

Hetzel, B. *The complete guide to software testing*. 2nd ed. Wellesley, MA, USA: QED Information Sciences, Inc., 1988.

IBM Orthogonal defect classification v 5.2 for software design and code. Página Web, disponível em: http://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_project.php?id=480. Acesso em: 02/02/2014., 2013.

ISO/IEC *Quality characteristics and guidelines for their use*. Padrão ISO/IEC 9126, ISO/IEC, 1991.

ISO/IEC/IEEE Systems and software engineering – vocabulary. 2010.

Referências II

Maldonado, J. C.; Barbosa, E. F.; Vincenzi, A. M. R.; Delamaro, M. E.; Souza, S. R. S.; Jino, M. *Introdução ao teste de software*. Relatório Técnico 65 – Versão 2004-01, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP, disponível on-line: http://www.icmc.usp.br/CMS/Arquivos/arquivos_enviados/BIBLIOTECA_113_ND_65.pdf., 2004.

Myers, G. J. *The art of software testing*. Wiley, New York, 1979.

Pezzè, M.; Young, M. *Software testing and analysis: Process, principles and techniques*. John Wiley & Sons, 2007.

Roper, M. *Software testing*. McGrall Hill, 1994.

Shull, F.; Basili, V.; Boehm, B.; Brown, A. W.; Costa, P.; Lindvall, M.; Port, D.; Rus, I.; Tesoriero, R.; Zelkowitz, M. What we have learned about fighting defects. In: *VIII International Symposium on Software Metrics - METRICS'02*, Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2002, p. 249–258.