Engenharia de Software I – 2012.2

Introdução a Verificação, Validação e Teste de Software

Ricardo A. Ramos

[Baseado na apresentação do LABS –ICMC-USP -> http://www.labes.icmc.usp.br]

Organização

- Introdução
- Teste de Software
  - Terminologia e Conceitos Básicos
  - Técnicas e Critérios de Teste
  - Automatização da Atividade de Teste
  - Estudos Empíricos
- Perspectivas

Introdução

- Qualidade de Software

Conformidade com requisitos funcionais e de desempenho, padrões de desenvolvimento documentados e características implícitas esperadas de todo software profissionalmente desenvolvido.

  - Corretitude
  - Confiabilidade
  - Testabilidade

Introdução

- Garantia de Qualidade de Software
  - Conjunto de atividades técnicas aplicadas durante todo o processo de desenvolvimento
  - Objetivo
    - Garantir que tanto o processo de desenvolvimento quanto o produto de software atinjam os níveis de qualidade especificados
  - VV&T – Verificação, Validação e Teste

Introdução

- **Validação**: Assegurar que o produto final corresponda aos requisitos do usuário

  Estamos construindo o produto certo?

- **Verificação**: Assegurar consistência, completitude e corretitude do produto em cada fase e entre fases consecutivas do ciclo de vida do software

  Estamos construindo corretamente o produto?

- **Teste**: Examina o comportamento do produto por meio de sua execução

Terminologia

- Defeito ⇨ Erro ⇨ Falha
  - Defeito: deficiência mecânica ou algorítmica que, se ativada, pode levar a uma falha
  - Erro: item de informação ou estado de execução inconsistente
  - Falha: evento notável em que o sistema viola suas especificações

Defeitos no Processo de Desenvolvimento

- A maior parte é de origem humana
- São gerados na comunicação e na transformação de informações
- Continuam presentes nos diversos produtos de software produzidos e liberados (10 defeitos a cada 1000 linhas de código)
- A maioria encontra-se em partes do código raramente executadas

Defeitos no Processo de Desenvolvimento

- Principal causa: tradução incorreta de informações
- Quanto antes a presença do defeito for revelada, menor o custo de correção do defeito e maior a probabilidade de corrigi-lo corretamente
- Solução: introduzir atividades de VV&T ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento

Teste e Depuração

- Teste

Processo de executacao de um programa com o objetivo de revelar a presença de erros.

Contribuem para aumentar a confiança de que o software desempenha as funções especificadas.

- Depuração

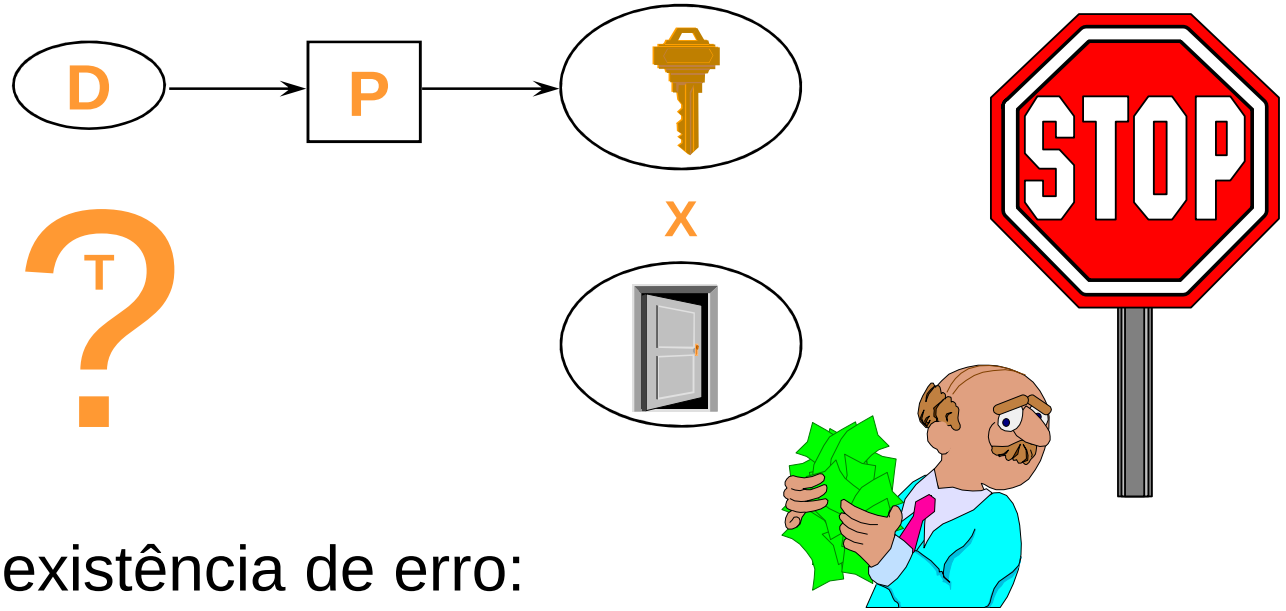
Conseqüência não previsível do teste. Após revelada a presença do erro, este deve ser encontrado e corrigido.

Teste de Software

- Fundamental em todos os ramos de engenharia
  - Software: produto da Engenharia de Software
- Atividade essencial para ascensão ao nível 3 do Modelo CMM/SEI
- Atividade relevante para avaliação da característica funcionalidade (ISO 9126,14598-5)

Teste de Software

Objetivo: revelar a presença de erros



- Inexistência de erro:
  - Software é de alta qualidade?
  - Conjunto de casos de teste *T* é de baixa qualidade?

Teste de Software

- Defeitos e erros não revelados
  - Falhas se manifestam durante a utilização pelos usuários
  - Erros devem ser corrigidos durante a manutenção
- Alto custo

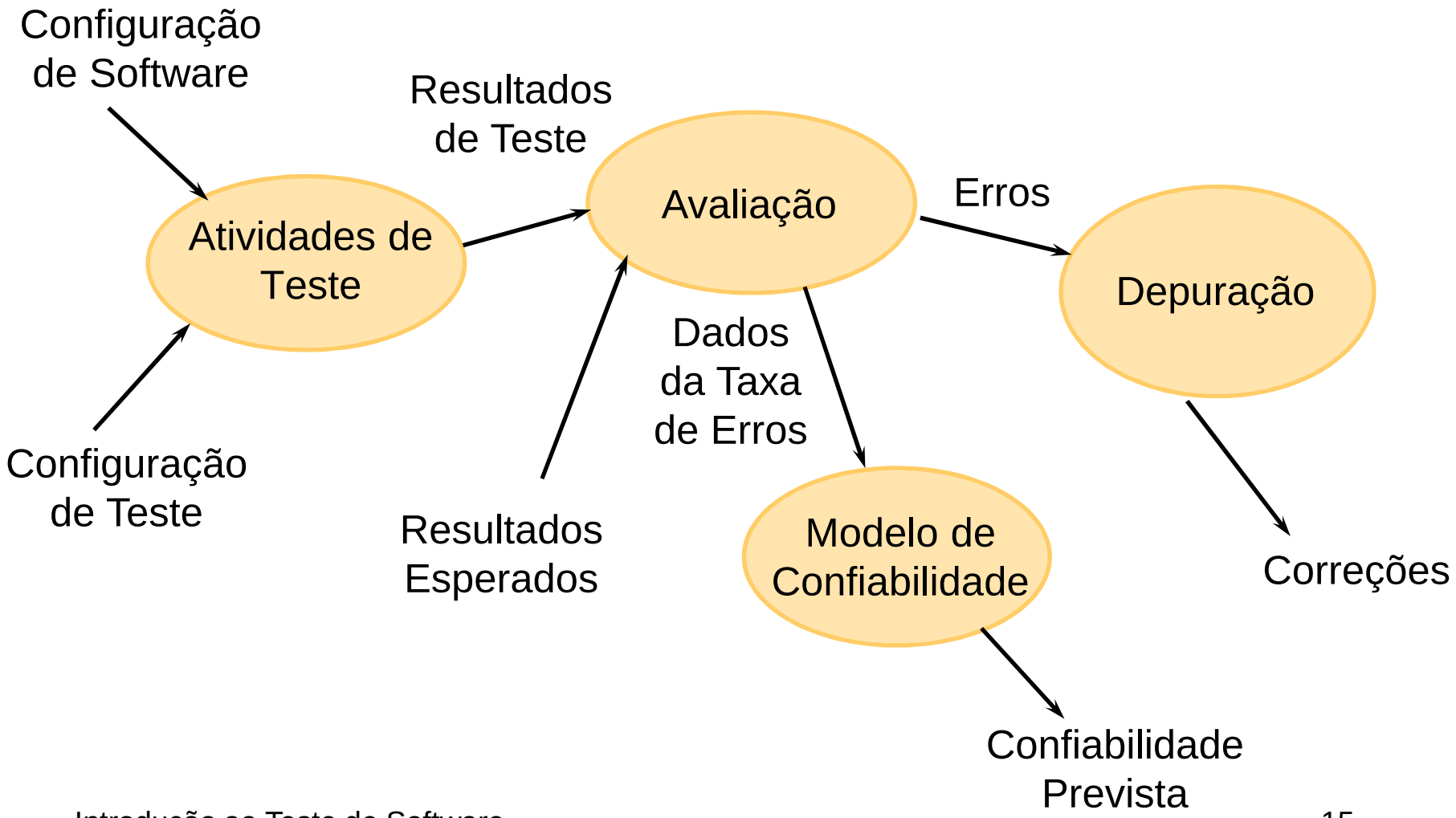
Teste de Software

- Falhas graves
  - Qualidade e confiabilidade suspeitas
  - Modificação do projeto
  - Novos testes
- Erros de fácil correção
  - Funções aparentemente funcionam bem
  - Qualidade e confiabilidade aceitáveis
  - Testes inadequados para revelar a presença de erros graves
    - Novos testes

Teste de Software

- Limitações
  - Não existe um algoritmo de teste de propósito geral para provar a corretitude de um programa
  - Em geral, é indecidível se dois caminhos de um mesmo programa ou de diferentes programas computam a mesma função
  - É indecidível se existe um dado de entrada que leve à execução de um dado caminho de um programa; isto é, é indecidível se um dado caminho é executável ou não

Teste de Software



Teste de Software

- Fases de Teste
  - Teste de Unidade
    - Identificar erros de lógica e de implementação em cada módulo do software, separadamente
  - Teste de Integração
    - Identificar erros associados às interfaces entre os módulos do software
  - Teste de Sistema
    - Verificar se as funções estão de acordo com a especificação e se todos os elementos do sistema combinam-se adequadamente

Teste de Software

- Etapas do Teste
  - Planejamento
  - Projeto de casos de teste
  - Execução do programa com os casos de teste
  - Análise de resultados

Teste de Software

- Caso de teste
  - Especificação de uma entrada para o programa e a correspondente saída esperada
    - Entrada: conjunto de dados necessários para uma execução do programa
    - Saída esperada: resultado de uma execução do programa
      - Oráculo
  - Um bom caso de teste tem alta probabilidade de revelar um erro ainda não descoberto

Teste de Software

- Projeto de casos de teste
  - O projeto de casos de teste pode ser tão difícil quanto o projeto do próprio produto a ser testado
  - Poucos programadores/analistas gostam de teste e, menos ainda, do projeto de casos de teste
  - O projeto de casos de teste é um dos melhores mecanismos para a prevenção de defeitos
  - O projeto de casos de teste é tão eficaz em identificar erros quanto a execução dos casos de teste projetados

Técnicas e Critérios de Teste

- Técnica Funcional
  - Requisitos funcionais do software
    - Critério Particionamento em Classes de Equivalência
- Técnica Estrutural
  - Estrutura interna do programa
    - Critérios Baseados em Fluxo de Dados
- Técnica Baseada em Erros
  - Erros mais freqüentes cometidos durante o processo de desenvolvimento de software
    - Critério Análise de Mutantes

Automatização da Atividade de Teste

- Ferramentas de Teste

  Para a aplicação efetiva de um critério de teste faz-se necessário o uso de ferramentas automatizadas que apóiem a aplicação desse critério.

  - Contribuem para reduzir as falhas produzidas pela intervenção humana
    - Aumento da qualidade e produtividade da atividade de teste
    - Aumento da confiabilidade do software
  - Facilitam a condução de estudos comparativos entre critérios

Automatização da Atividade de Teste

- Critérios Estruturais: Fluxo de Dados
  - *Asset*, *Proteste* – programas em Pascal
  - *xSuds* – programas em C, C++ e Cobol
  - *Poke-Tool* – programas em C, Cobol e Fortran
- Critérios Baseados em Mutação
  - *Mothra* – programas em Fortran
  - *Proteum* – programas em C (unidade)
  - *Proteum/IM* – programas em C (integração)
  - *Proteum/RS* – especificações

Automatização da Atividade de Teste

- *xSuds* (Software Understanding & Diagnosis System)
  - *xAtac*: teste
  - *xSlice*: depuração
  - *xVue*: manutenção
  - *xProf*: melhoria de performance
  - *xDiff*: comparação de código

Estado da Arte X Estado da Prática

Técnica Funcional (Caixa Preta)

- Baseia-se na especificação do software para derivar os requisitos de teste
- Aborda o software de um ponto de vista macroscópico
- Envolve dois passos principais:
  - Identificar as funções que o software deve realizar (especificação dos requisitos)
  - Criar casos de teste capazes de checar se essas funções estão sendo executadas corretamente

Técnica Funcional

- Problema
  - Dificuldade em quantificar a atividade de teste: não se pode garantir que partes essenciais ou críticas do software foram executadas
  - Dificuldade de automatização
- Critérios da Técnica Funcional
  - Particionamento em Classes de Equivalência
  - Análise do Valor Limite
  - Grafo de Causa-Efeito

Técnica Estrutural (Caixa Branca)

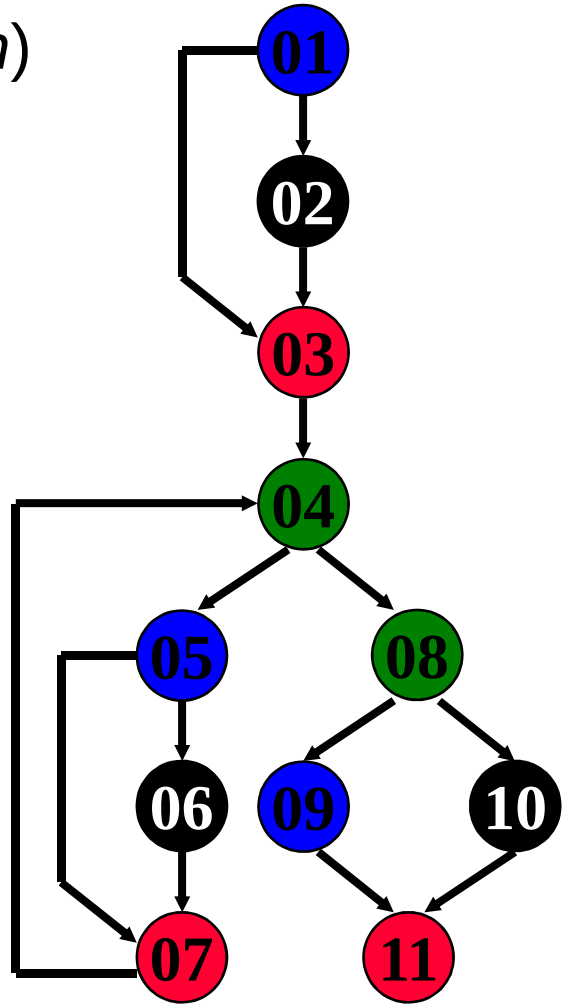
- Baseada no conhecimento da estrutura interna (implementação) do programa
- Teste dos detalhes procedimentais
- A maioria dos critérios dessa técnica utiliza uma representação de programa conhecida como grafo de programa ou grafo de fluxo de controle

Técnica Estrutural

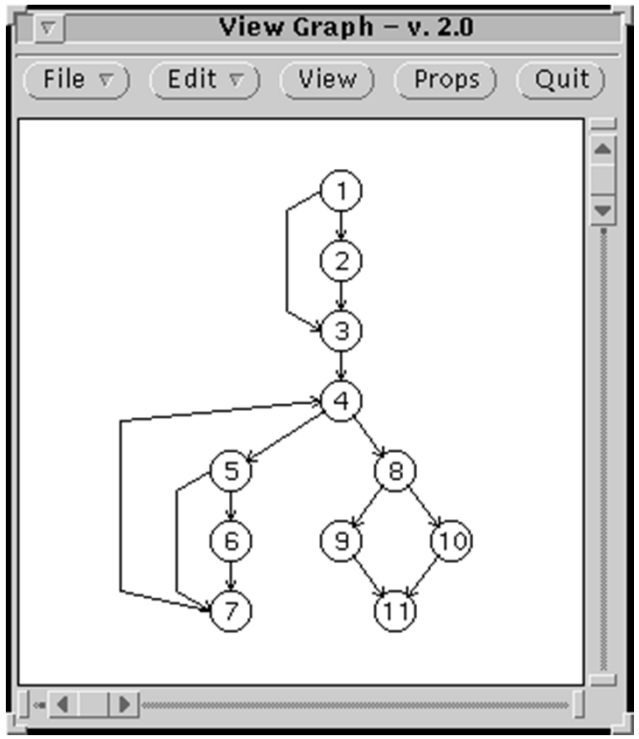
- Grafo de Programa
  - Nós: blocos “indivisíveis”
    - Não existe desvio para o meio do bloco
    - Uma vez que o primeiro comando do bloco é executado, os demais comandos são executados seqüencialmente
  - Arestas ou Arcos: representam o fluxo de controle entre os nós

Identifier.c (função *main*)

```
/* 01 */  {
/* 01 */        char  achar;
/* 01 */        int   length, valid_id;
/* 01 */        length = 0;
/* 01 */        printf (“Identificador: “);
/* 01 */        achar = fgetc (stdin);
/* 01 */        valid_id = valid_s(achar);
/* 01 */        if (valid_id)
/* 02 */                length = 1;
/* 03 */        achar = fgetc (stdin);
/* 04 */        while (achar != '\n')
/* 05 */        {
/* 05 */                if (!(valid_f(achar)))
/* 06 */                        valid_id = 0;
/* 07 */                length++;
/* 07 */                achar = fgetc (stdin);
/* 07 */        }
/* 08 */        if (valid_id && (length >= 1) && (length < 6) )
/* 09 */                printf (“Valido\n“);
/* 10 */        else
/* 10 */                printf (“Invalido\n“);
/* 11 */   }
```



Técnica Estrutural



Grafo de Programa do *identifier*
Gerado pela *View-Graph*

Grafo de Programa

- Detalhes considerados
  - nó
  - arco
  - caminho
    - simples (2,3,4,5,6,7)
    - completo (1,2,3,4,5,6,7,4,8,9,11)
  - fluxo de controle

Técnica Baseada em Erros

- Os requisitos de teste são derivados a partir dos erros mais freqüentes cometidos durante o processo de desenvolvimento do software
- Critérios da Técnica Baseada em Erros
  - Semeadura de Erros
  - Teste de Mutação
    - Análise de Mutantes (unidade)
    - Mutação de Interface (integração)

Teste de Mutação

- Hipótese do Programador Competente

Programadores experientes escrevem programas corretos ou muito próximos do correto.

- Efeito de Acoplamento

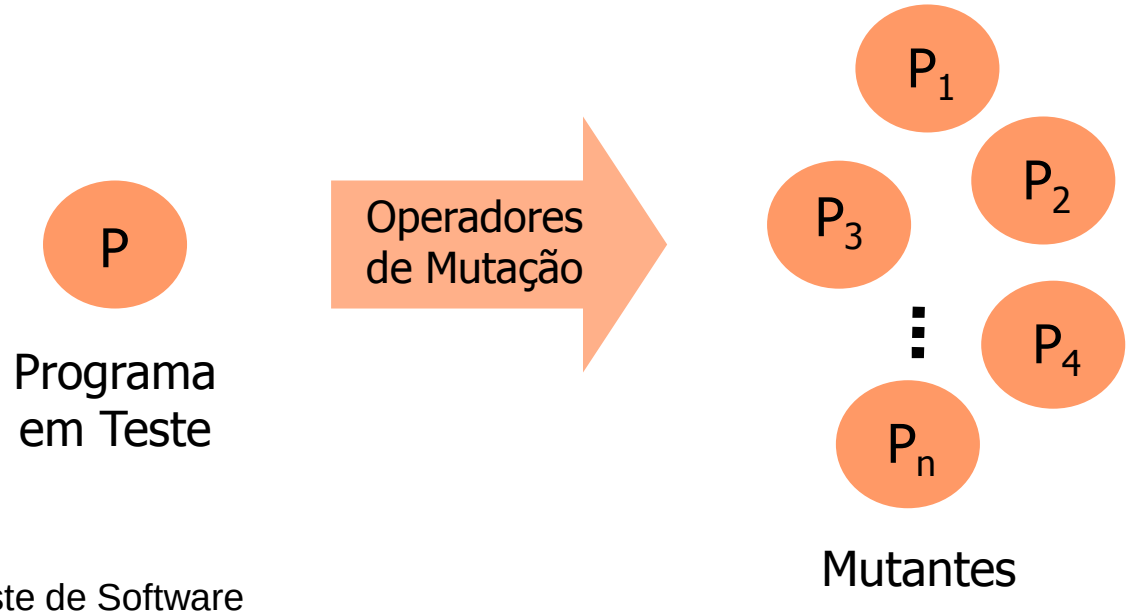
Casos de teste capazes de revelar erros simples são tão sensíveis que, implicitamente, também são capazes de revelar erros mais complexos.

Análise de Mutantes

- Passos da Análise de Mutantes

  1- Geração de Mutantes

Para modelar os desvios sintáticos mais comuns, ***operadores de mutação*** *são aplicados a um programa, transformando-o em programas similares:* ***mutantes****.*



Análise de Mutantes

- Seleção dos operadores de mutação
  - Abrangente
    - Capaz de modelar a maior parte dos erros
  - Pequena cardinalidade
    - Problemas de custo
      - Quanto maior o número de operadores utilizados, maior o número de mutantes gerados

Análise de Mutantes

- Exemplo de Mutantes

Mutante Gerado pelo Operador OLAN

```
if (valid_id * (length >= 1) &&  (length < 6) )
    printf ("Valido\n");
else
    printf ("Invalido\n");
```

Mutante Gerado pelo Operador ORRN

```
if (valid_id && (length >= 1) &&  (length <= 6) )
    printf ("Valido\n");
else
    printf ("Invalido\n");
```

Exercício

1- Para a função abaixo

a. elabore o grafo do programa

b. determine os caminhos completos

c. crie casos de teste que executem estes caminhos

A função recebe três valores e verifica se eles podem formar um triângulo. Três lados formam um triângulo quando um lado é menor que a soma dos outros dois.

```
function verificaTriangulo (a, b, c : real): String;
begin
if ((a < b + c) AND (b < a + c) AND (c < a + b)) then
       if (a = b) AND (b = c)  then
          verificaTriangulo:='Triangulo equilatero' {Três lados iguais}
       else if ((a = b) OR (a = c) OR (b = c))  then
          verificaTriangulo:='Triangulo isosceles' {Dois lados iguais}
        else
          verificaTriangulo:='Triangulo escaleno'
        else verificaTriangulo:='Nao é um triangulo';     {Não satisfez a propriedade}
end;
```

Exercício

2 - Para a função abaixo

a. elabore o grafo do programa

b. determine os caminhos completos

c. crie casos de teste que executem estes caminhos

```
/* Este programa escrito em C lê uma linha de texto e converte conjuntos de caracteres brancos em um unico
caractere. Sugira casos de teste para o programa */

void eliminaBrancos(char linha[40])
{
     int i,j,tamanho;
     i=0; tamanho=strlen(linha);
     while(i<tamanho)
     {
           if(isspace(linha[i])) /* verifica se é “branco” */
          {
               if(isspace(linha[i+1]))  /* verifica se o próximo é “branco” */
                   for (j=i;j<tamanho;j++ )
                        linha[j]=linha[j+1]; /* copia o proximo caractere para a posicao vazia*/
               else
                   i++;
          }
          else
               i++;
     }
} // fim do eliminaBrancos()
```