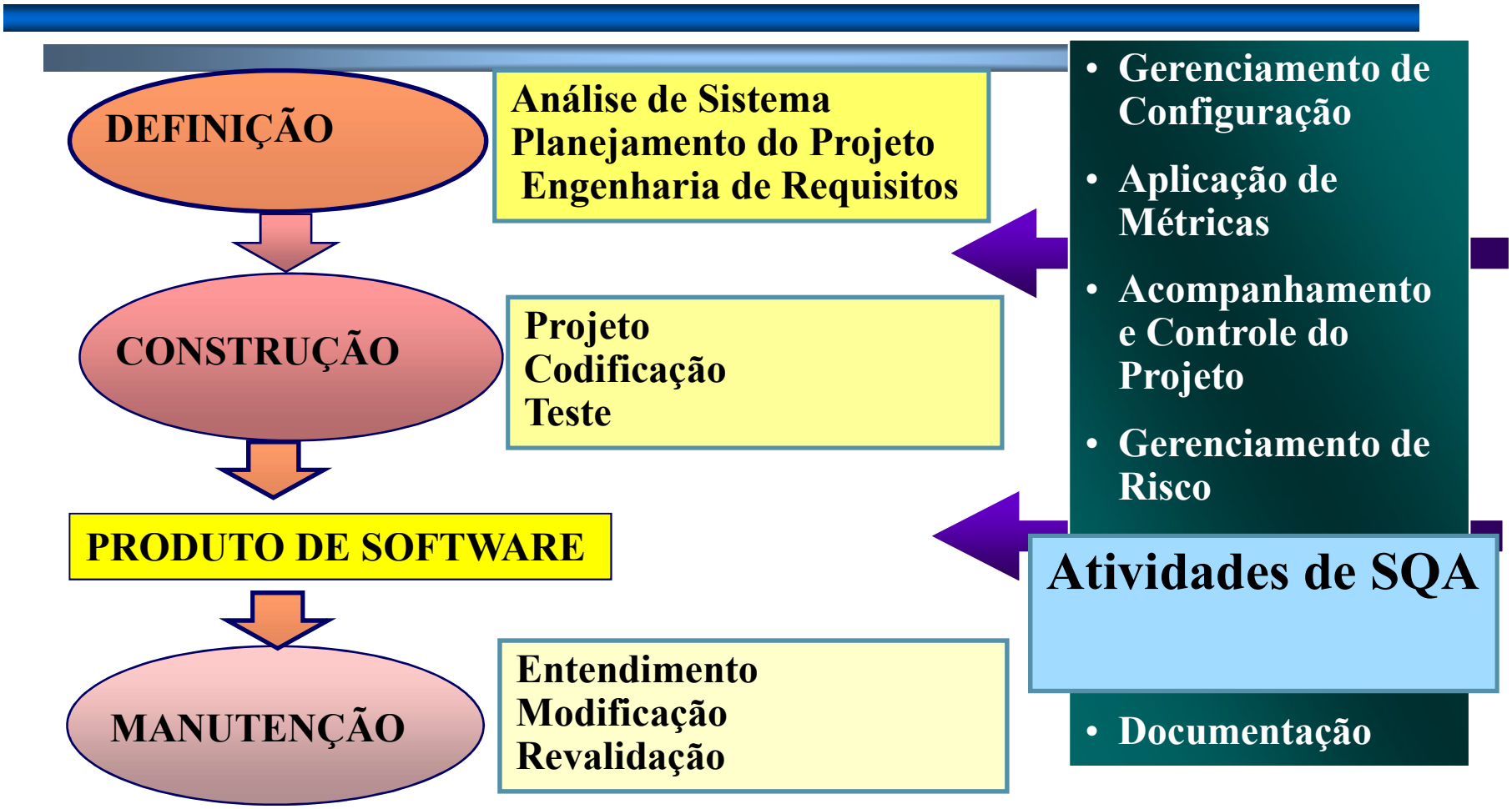
Garantia de Qualidade

Teste de Software

Simone Souza

Disciplina: Engenharia de Software
ICMC/USP

O Processo de Engenharia de Software



Garantia de Qualidade

(Software Quality Assurance – SQA)

- Conjunto de atividades técnicas aplicadas durante todo o processo de desenvolvimento.
- Dentre as atividades de SQA estão as atividades de verificação e validação de software.
  - minimizar a ocorrência de erros e riscos associados.
    - Detectar a presença de erros nos produtos de software.

Verificação e Validação

- Verificação
  - Garantir consistência, completitude e corretitude do produto em cada fase e entre fases consecutivas do ciclo de vida do software.
    - Verificar se os métodos e processos de desenvolvimento foram adequadamente aplicados.

Estamos construindo certo o produto?

Verificação e Validação

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

Estamos construindo o produto certo?

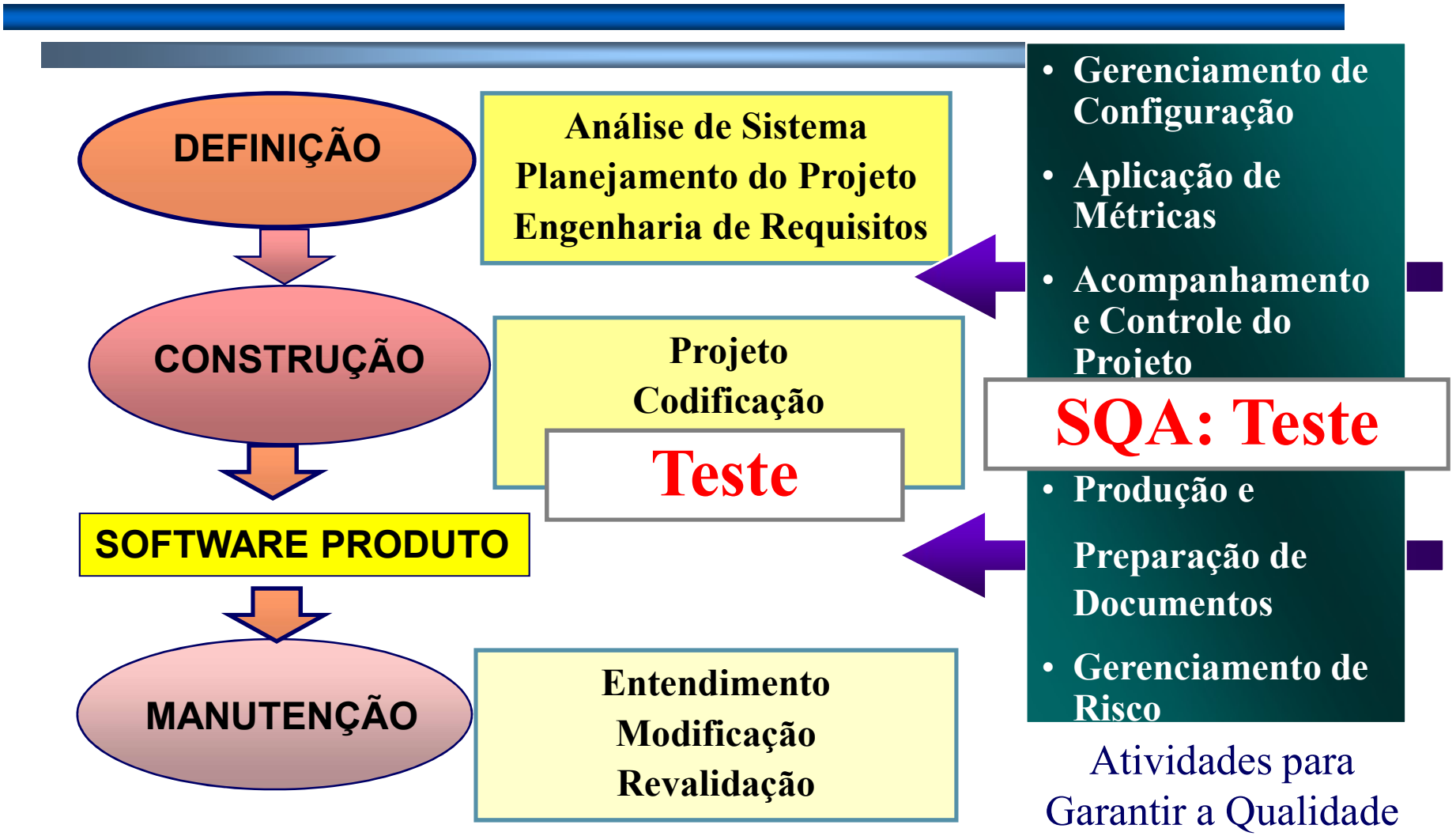
Verificação e Validação

- SQA: Atividades de V&V
  - Envolvem atividades de análise estática e de análise dinâmica.
  - Análise Estática
    - Revisões Técnicas Formais
      - **Inspeções**
      - *Walkthrough*
      - *Peer Review*
  - Análise Dinâmica
    - Simulações
    - **Testes**

Atividades Complementares

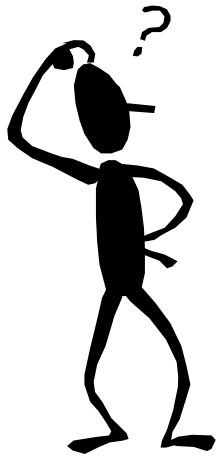
O Processo de Engenharia de Software

Atividades Genéricas



Introdução

- Alguém já testou algum programa ou software?
- Quais foram os maiores desafios?



Introdução

- Alguns problemas comuns...
  - Não há tempo suficiente para o teste.
  - Muitas combinações de entrada para serem exercitadas.
  - Dificuldade em determinar os resultados esperados para cada caso de teste.
  - Requisitos do software não documentados ou que mudam rapidamente.
  - Não há treinamento no processo de teste.
  - Falta de ferramenta de apoio.
  - Gerentes que desconhecem teste ou que não se preocupam com qualidade.

Introdução

- Por que existem defeitos nos sistemas?
- Quais são as causas das falhas?
- Como melhorar o processo de desenvolvimento e evitar falhas?

Exemplo

- Observe o exemplo a seguir:

```
int blech(int j) {
    j = j - 1;  // deveria ser j = j + 1
    j = j / 30000;
    return(j);
}
```

Exemplo

- Observe o exemplo a seguir:

```
int blech(int j) {
    j = j - 1;  // deveria ser j = j + 1
    j = j / 30000;
    return(j);
}
```

- Haverá tempo suficiente para se criar 65.536 casos de teste?
  - E para programas maiores? Quantos casos de teste serão necessários?

Exemplo

- Quais valores escolher ?

Entrada	Saída esperada	Saída obtida
1	0	0
42	0	0
32000	1	1
-32000	-1	-1

Não revelam o erro !

```
int blech(int j) {
    j = j - 1;  // deveria ser j = j + 1
    j = j / 30000;
    return(j);
}
```

Exemplo

- Nenhum dos casos de testes anteriores revelou o erro.
- Somente quatro valores do intervalo de entrada válido revelam o erro:

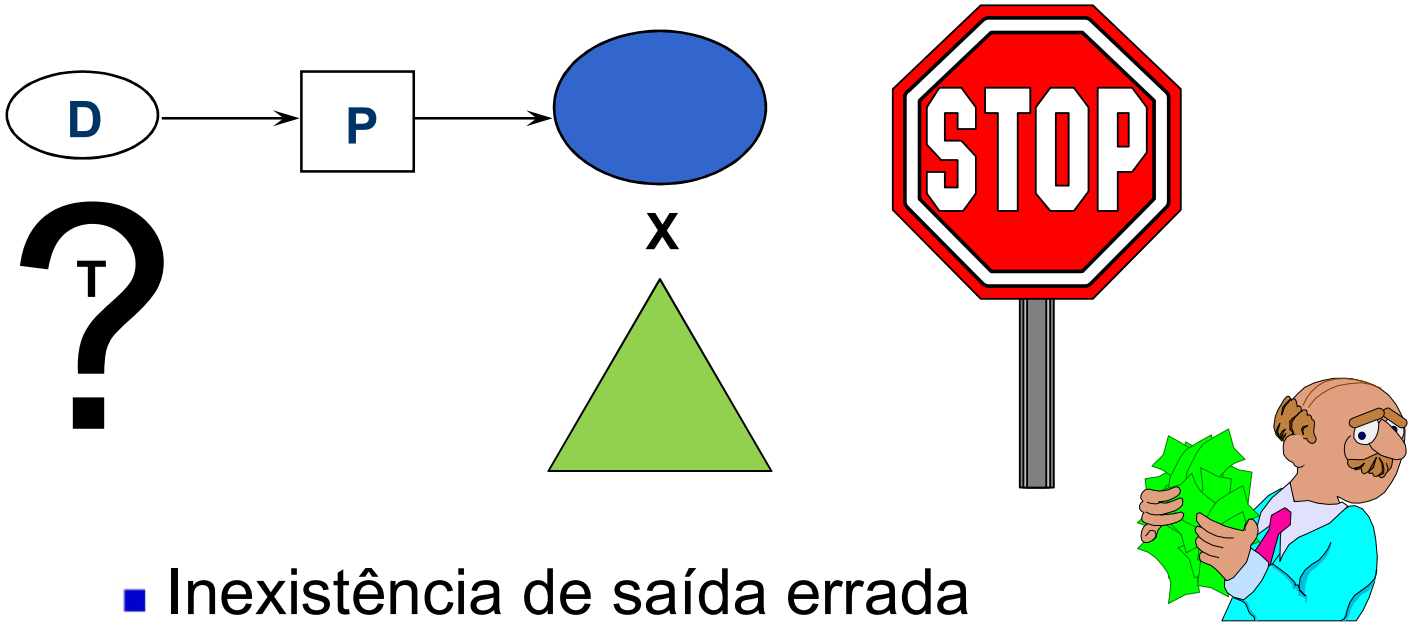
Entrada	Saída esperada	Saída obtida
-30000	0	-1
-29999	0	-1
30000	1	0
29999	1	0

Qual a chance de tais valores serem selecionados???

```
int blech(int j) {
    j = j - 1;  // deveria ser j = j + 1
    j = j / 30000;
    return(j);
}
```

Objetivo do Teste

- Revelar a presença de defeito



  - Inexistência de saída errada
    - Software é de alta qualidade?
    - T é de baixa qualidade?

Exemplo: gerar casos de teste para testar o programa TRI

- O programa TRI lê três valores inteiros que representam os lados de um triângulo. A partir dos valores, o programa informa se os lados formam um triângulo isósceles, escaleno ou equilátero.
  - Condição: a soma de dois lados tem que se maior que o terceiro lado.

Exemplo

1. Existe c.t. para triângulo escaleno válido?
2. Existe c.t. para triângulo isósceles válido?
3. Existe c.t. para triângulo equilátero válido?
4. Existem pelo menos 3 c.t. para isósceles válido contendo a permutação dos mesmos valores?
5. Existe c.t. com um valor zero?
6. Existe c.t. com um valor negativo?
7. Existe c.t. em que a soma de 2 lados é igual ao terceiro lado?
8. Para o item 7, tem um c.t. para cada permutação de valores?

Exemplo

9. Existe c.t. em que a soma de 2 lados é menor que o terceiro lado?
10. Para o item 9, tem um c.t. para cada permutação de valores?
11. Existe c.t. para os 3 valores iguais a zero?
12. Existe c.t. com valores não inteiros?
13. Existe c.t. com número de valores errados, por exemplo, 2 valores ao invés de 3?
14. Para cada c.t. você especificou a saída esperada para a entrada projetada?

Exemplo

- Questões baseadas em erros encontrados em implementações do programa TRI!!!

Teste de Software

- A qualidade da atividade de teste está fortemente ligada à qualidade do conjunto de casos de teste.

  – *Como selecionar casos de teste?*

Teste de Software

- Etapas de teste
- Técnicas de teste
  - Critérios de teste
- Fases de teste

Etapas de Teste

- Planejamento.
  - Desenvolvimento **Plano de Testes.**
- Projeto de casos de teste.
  - Seleção e aplicação de critérios.
- Execução do programa.
- Análise de resultados.

Técnicas de Teste

- Teste Funcional
- Teste Estrutural
- Teste Baseado em Defeitos

Teste Funcional

- Funcional (Caixa Preta)
  - Os testes são baseados exclusivamente na especificação do programa.
  - Nenhum conhecimento de como o programa está implementado é requerido.
  - Não precisa ter o programa para derivar os testes

- Principais critérios:
  - Particionamento em classes de equivalência.
  - Análise do valor limite.

Exemplo: Teste Funcional

O programa deve determinar se um identificador é válido ou não em Silly Pascal. Um identificador válido deve começar com uma letra e conter apenas letras ou dígitos. Além disso, deve ter no mínimo 1 caractere e no máximo 6 caracteres de comprimento.

- Exemplo:

  abc12 (válido);
  cont*1 (inválido);
  1soma (inválido);
  a123456 (inválido)

Exemplo: Teste Funcional

Condições de Entrada	Classes Válidas	Classes Inválidas
Tamanho *t* do identificador	$1 \leq t \leq 6$ (1)	$t > 6$ (2) $t < 1$ (3)
Primeiro caractere *c* é uma letra	Sim (4)	Não (5)
Só contém caracteres válidos	Sim (6)	Não (7)

- Exemplo de Conjunto de Casos de Teste:
  - T_0 = {(a1,Válido), (2B3, Inválido), (Z-12, Inválido), (A1b2C3d, Inválido), Ø}

```
/* 01 */  {
/* 01 */        char  achar;
/* 01 */        int   length, valid_id;
/* 01 */        length = 0;
/* 01 */        printf ("Digite identificador\n");
/* 01 */        printf ("seguido por <ENTER>: ");
/* 01 */        achar = fgetc (stdin);
/* 01 */        valid_id = valid_starter (achar);
/* 01 */        if (valid_id)
/* 02 */                length = 1;
/* 03 */        achar = fgetc (stdin);
/* 04 */        while (achar != '\n')
/* 05 */        {
/* 05 */                if (!(valid_follower (achar)))
/* 06 */                        valid_id = 0;
/* 07 */                length++;
/* 07 */
/* 07 */
/* 08 */
/* 09 */
/* 10 */
/* 10 */                printf ("Invalido\n");
/* 11 */   }
```

O conjunto T_0 é suficiente para testar o programa?

- T_0 = {(a1,Válido), (2B3, Inválido),
  (Z-12, Inválido), (A1b2C3d, Inválido), Ø}

Execução do caso de teste: (a1,Válido)

```
/* 01 */   {
/* 01 */         char  achar;
/* 01 */         int   length, valid_id;
/* 01 */         length = 0;
/* 01 */         printf ("Digite identificador\n");
/* 01 */         printf ("seguido por <ENTER>: ");
/* 01 */         achar = fgetc (stdin);
/* 01 */         valid_id = valid_starter
/* 01 */         if (valid_id)
/* 02 */                 length = 1;
/* 03 */         achar = fgetc (stdin);
/* 04 */         while (achar != '\n')
/* 05 */         {
/* 05 */                 if (!(valid_follower (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 */    }
```

Alguns comandos não foram executados!

Execução do caso de teste: (2B3, Inválido)

```
/* 01 */   {
/* 01 */         char  achar;
/* 01 */         int   length, valid_id;
/* 01 */         length = 0;
/* 01 */         printf ("Digite identificador\n");
/* 01 */         printf ("seguido por <ENTER>: ");
/* 01 */         achar = fgetc (stdin);
/* 01 */         valid_id = valid_starter
/* 01 */         if (valid_id)
/* 02 */                 length = 1;
/* 03 */         achar = fgetc (stdin);
/* 04 */         while (achar != '\n')
/* 05 */         {
/* 05 */                 if (!(valid_follow
/* 06 */                         valid_id =
/* 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 */    }
```

O comando em /*06*/ não foi executado pelos casos de teste.

Execução do caso de teste: (Z-12, Inválido)

```
/* 01 */   {
/* 01 */         char  achar;
/* 01 */         int   length, valid_id;
/* 01 */         length = 0;
/* 01 */         printf ("Digite identificador\n");
/* 01 */         printf ("seguido por <ENTER>: ");
/* 01 */         achar = fgetc (stdin);
/* 01 */         valid_id = valid_starter (achar);
/* 01 */         if (valid_id)
/* 02 */                 length = 1;
/* 03 */         achar = fgetc (stdin);
/* 04 */         while (achar != '\n')
/* 05 */         {
/* 05 */                 if (!(valid_follower (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 */    }
```

```
/* 01 */   {
/* 01 */         char  achar;
/* 01 */         int   length, valid_id;
/* 01 */         length = 0;
/* 01 */         printf ("Digite identificador\n");
/* 01 */         printf ("seguido por <ENTER>: ");
/* 01 */         achar = fgetc (stdin);
/* 01 */         valid_id = valid_starter (achar);
/* 01 */         if (valid_id)
/* 02 */                 length = 1;
/* 03 */         achar = fgetc (stdin);
/* 04 */         while (achar != '\n')
/* 05 */         {
/* 05 */                 if (!(valid_follower (achar)))
/* 06 */                         valid_id = 0;
/* 07 */                 length++;
/* 07 */                 achar = fgetc (s
/* 07 */         }
/* 08 */         if (valid_id && (length
/* 09 */                 printf ("Valido\
/* 10 */         else
/* 10 */                 printf ("Invalid
/* 11 */    }
```

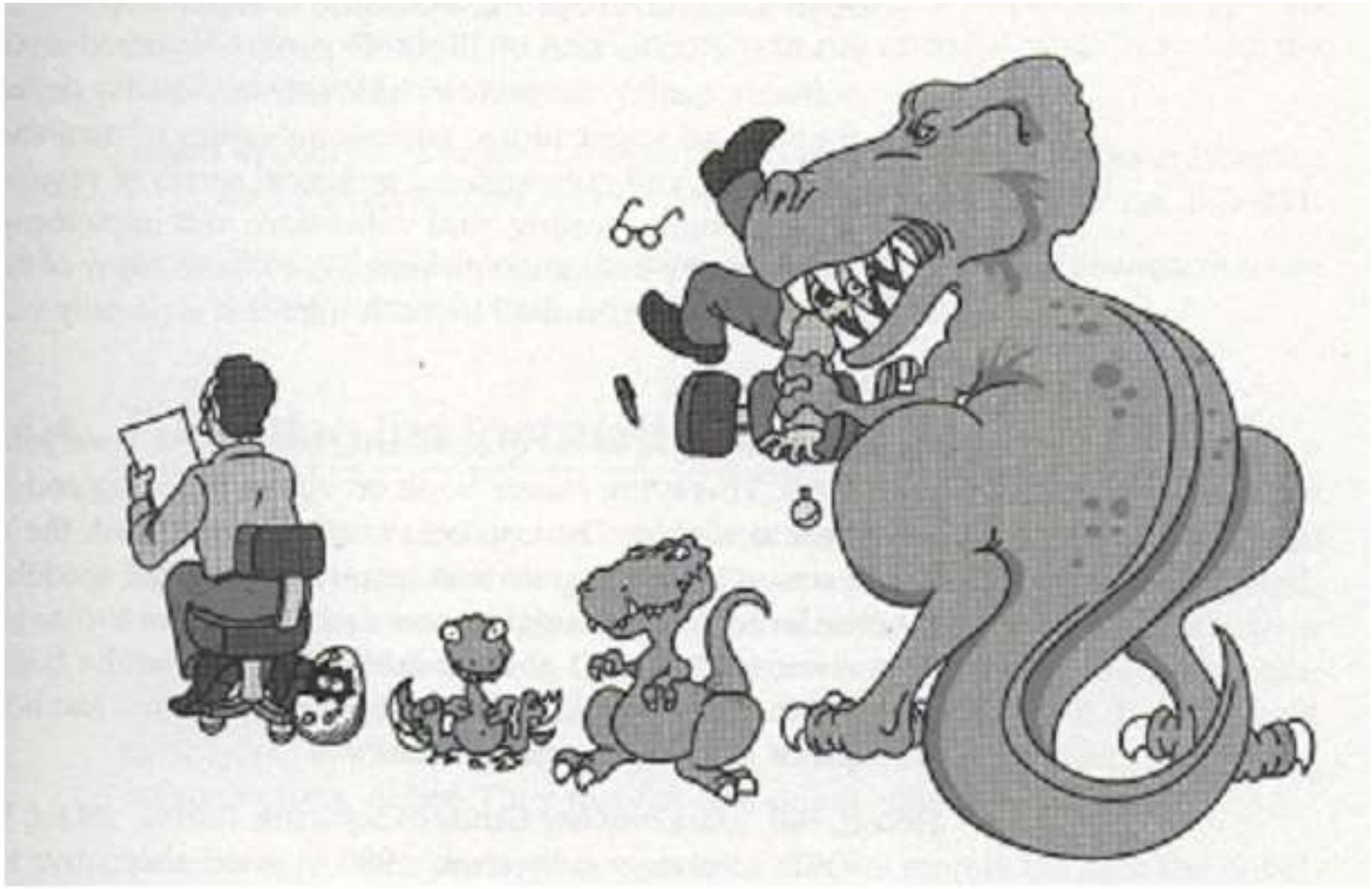
Todos os comandos foram executados e as saídas esperadas foram obtidas!

Pode-se afirmar que o programa está correto?

```
/* 01 */   {
/* 01 */         char  achar;
/* 01 */         int   length, valid_i
/* 01 */         length = 0;
/* 01 */         printf ("Digite identificador\n");
/* 01 */         printf ("seguido por <ENTER>: ");
/* 01 */         achar = fgetc (stdin);
/* 01 */         valid_id = valid_starter (achar);
/* 01 */         if (valid_id)
/* 02 */                 length = 1;
/* 03 */         achar = fgetc (stdin);
/* 04 */         while (achar != '\n')
/* 05 */         {
/* 05 */                 if (!(valid_follower (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 */    }
```

Existe um defeito não detectado!!!!!!

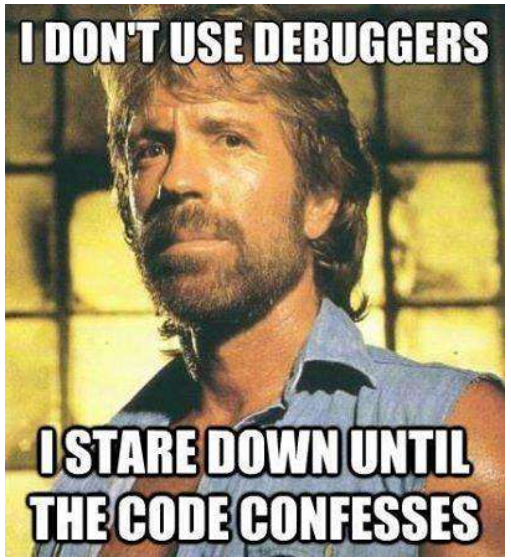
```
/* 01 */   {
/* 01 */         char  achar;
/* 01 */         int   length, valid_i
/* 01 */         length = 0;
/* 01 */         printf ("Digite identificador\n");
/* 01 */         printf ("seguido por <ENTER>: ");
/* 01 */         achar = fgetc (stdin);
/* 01 */         valid_id = valid_starter (achar);
/* 01 */         if (valid_id)
/* 02 */                 length = 1;
/* 03 */         achar = fgetc (stdin);
/* 04 */         while (achar != '\n')
/* 05 */         {
/* 05 */                 if (!(valid_follower (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 */    }
```



The longer defects remain undetected, the longer they take to fix . Correct defects when they are young and easy to control!

Teste de Software

- Não é possível garantir que o software está livre de defeitos!!!
  - Permite aumentar a confiança de que, para os valores testados, o programa está correto!



Técnicas de Teste

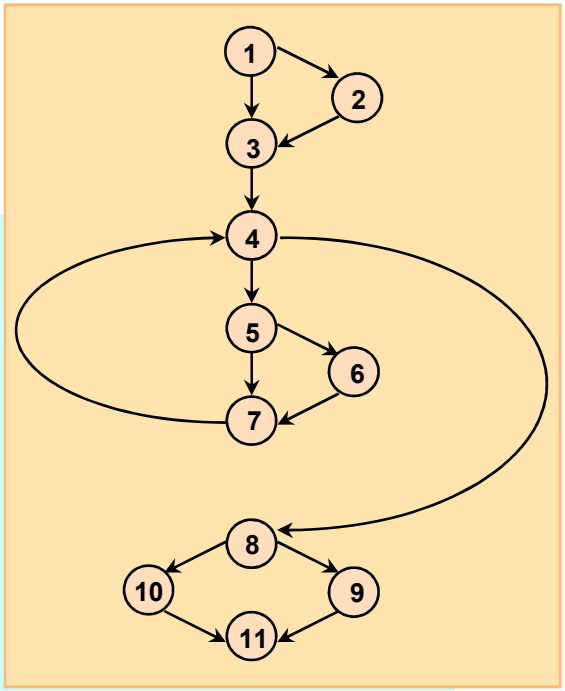
- Teste Funcional
- Teste Estrutural
- Teste Baseado em Erros

Teste Estrutural

- Estrutural (Caixa Branca)
  - Os testes são baseados na estrutura interna do programa, ou seja, na implementação do mesmo.
- Critérios de Fluxo de Controle
  - Testar todos os comandos.
  - Testar todos desvios condicionais.
  - Testar todos os caminhos básicos.
- Critérios de Fluxo de Dados
  - Testar todo uso a partir de uma definição de variável.

Exemplo: Teste Estrutural

```
/* 01 */   {
/* 01 */         char  achar;
/* 01 */         int   length, valid_id;
/* 01 */         length = 0;
/* 01 */         printf ("Digite identificador\n");
/* 01 */         printf ("seguido por <ENTER>: ");
/* 01 */         achar = fgetc (stdin);
/* 01 */         valid_id = valid_starter (achar);
/* 01 */         if (valid_id)
/* 02 */                 length = 1;
/* 03 */         achar = fgetc (stdin);
/* 04 */         while (achar != '\n')
/* 05 */         {
/* 05 */                 if (!(valid_follower (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 */    }
```

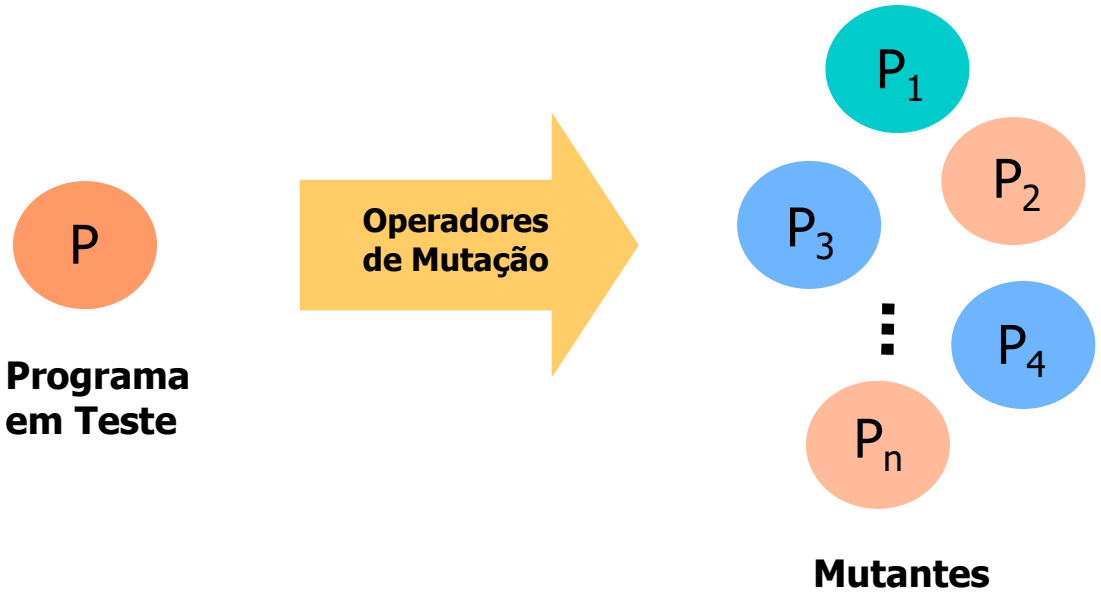


Técnicas de Teste

- Teste Funcional
- Teste Estrutural
- Teste Baseado em Defeitos

Teste Baseado em Defeitos

- Baseado nos defeitos mais comuns cometidos pelos programadores.
- Critério Análise de Mutantes



Exemplo: Teste Baseado em Defeitos

```
main () {
    int   valor, num, fat;
    fat= 1;
    scanf("%d",&valor);
    num = valor;
    if (num >= 0) {
      while (num > 1) {
        fat = fat * num;
        num--; }
      printf("%d\n",fat); }
    else
      printf("Erro!\n"); }
```

Programa Fatorial

```
main () {
    int   valor, num, fat;
    fat= 1;
    scanf("%d",&valor);
    num = valor;
    if (num <= 0) {
      while (num > 1) {
        fat = fat * num;
        num--; }
      printf("%d\n",fat); }
    else
      printf("Erro!\n"); }
```

Mutante Morto

Exemplo: Teste Baseado em Defeitos

```
main () {
    int   valor, num, fat;
    fat= 1;
    scanf("%d",&valor);
    num = valor;
    if (num >= 0) {
      while (num > 1) {
        fat = fat * num;
        num--; }
      printf("%d\n",fat); }
    else
      printf("Erro!\n"); }
```

Programa Fatorial

```
main () {
    int   valor, num, fat;
    fat= 1;
    scanf("%d",&valor);
    num = valor;
    if (valor >= 0) {
      while (num > 1) {
        fat = fat * num;
        num--; }
      printf("%d\n",fat); }
    else
      printf("Erro!\n"); }
```

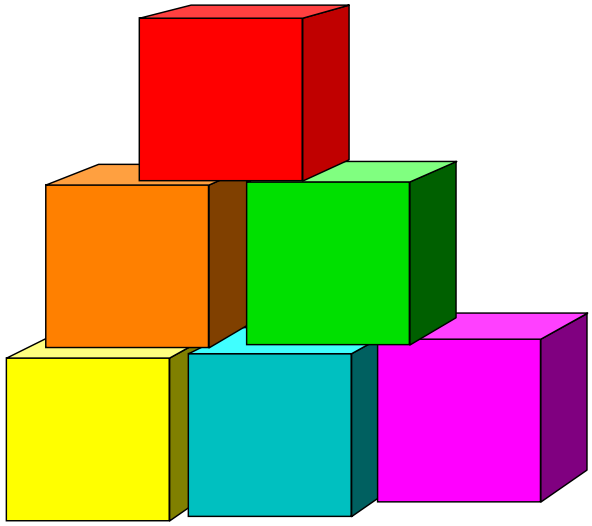
Mutante Equivalente

Teste Baseado em Defeitos

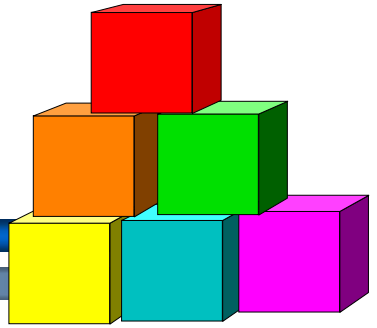
- Teste de mutação
  - Um dos melhores critérios de teste
  - Alto custo de aplicação
  - Necessidade de ferramenta de apoio
  - Necessidade de estratégias de teste

Fases do Teste

- Teste de Unidade
- Teste de Integração
- Teste de Sistema



Teste de Unidade

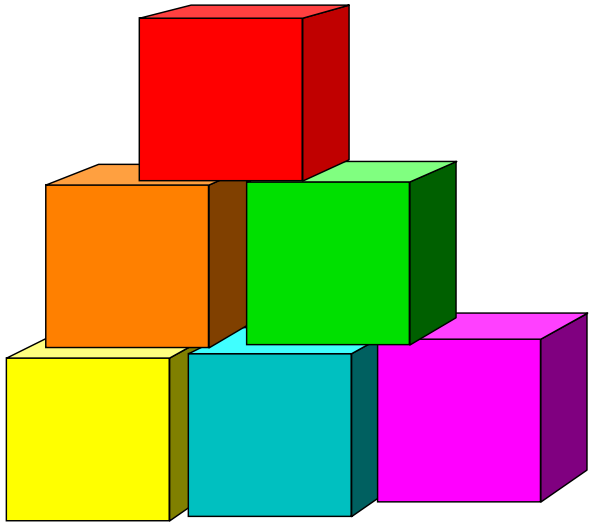


- Cada unidade do programa é explorado separadamente...
  - Identificar erros de lógica e de implementação.

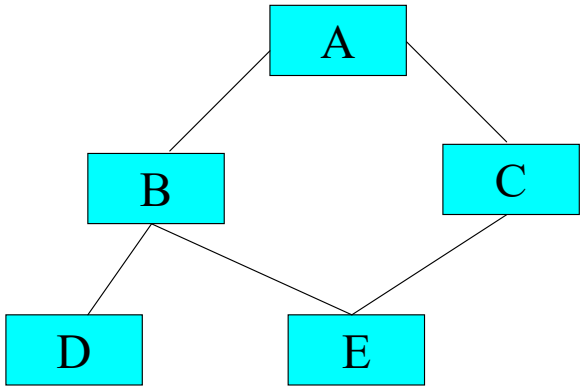
- Critérios de teste utilizados:
  - **Critérios de Fluxo de Controle**
  - **Critérios de Fluxo de Dados**
  - **Critério Análise de Mutantes**

Fases do Teste

- Teste de Unidade
- Teste de Integração
- Teste de Sistema

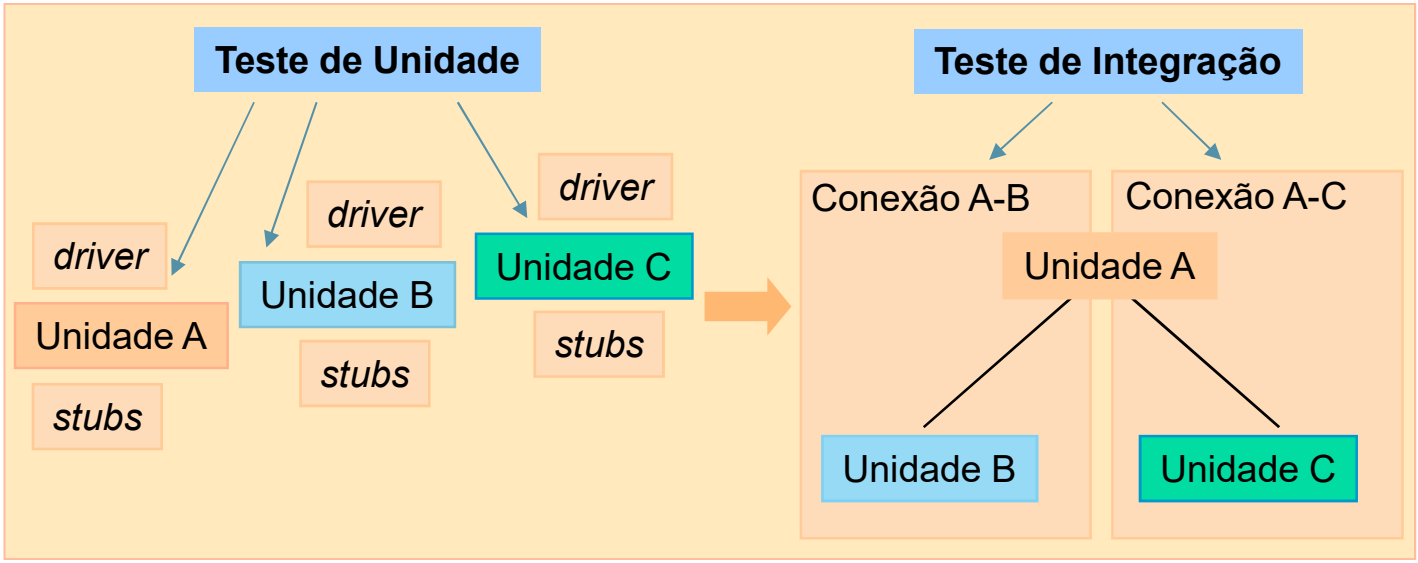


Teste de Integração

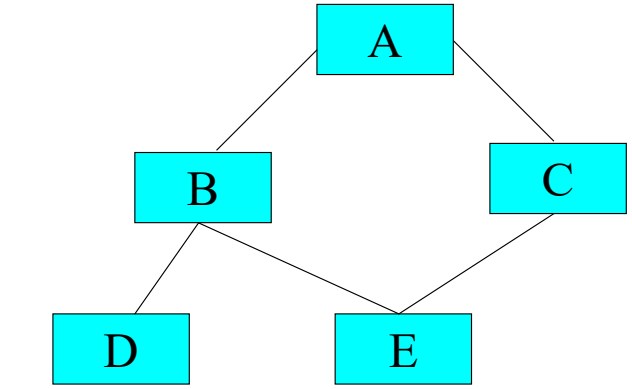


- Testar a comunicação entre as unidades funcionais do sistema
- Formas de comunicação:
  - parâmetros de entrada.
  - Retorno por meio de parâmetros de entrada (passagem por referência).
  - Variáveis globais.
  - Comandos *return*.

Teste de Integração



Teste de Integração



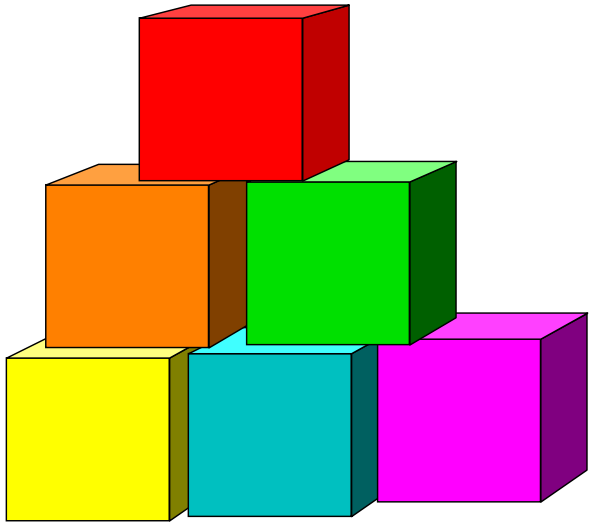
- Como testar a conexão entre A-B:
  - Testar pontos em que A chama B
  - Testar pontos dentro de B que usam dados enviados por A (relacionados com as variáveis de comunicação).

```
/* 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
/* 07 */           }
/* 08 */           if (valid
/* 09 */              printf
/* 10 */           else
/* 10 */              printf
/* 11 */     }
```

```
int valid_s (char ch) {
/*1*/   if (((ch >= 'A') && (ch < 'Z')) || ((ch >= 'a') && (ch <= 'z')))
/*2*/                    return (1);
/*3*/   else return (0); }
int valid_f (char ch) {
/*1*/  if (((ch >= 'A') && (ch <= 'Z')) || ((ch >= 'a') && (ch <= 'z'))
|| ((ch > '0') && (ch <= '9')))
/*2*/                    return (1);
/*3*/   else return (0); }
```

Fases do Teste

- Teste de Unidade
- Teste de Integração
- Teste de Sistema

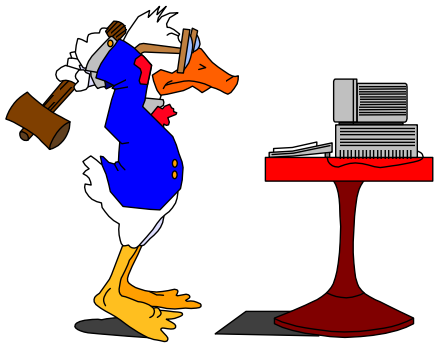


Teste de Sistema

- Após integrar (e testar!) todos os componentes do software...
  - O software deve ser capaz de funcionar apropriadamente no ambiente para o qual foi projetado.
- Como garantir isso?
  - O software irá interagir com outros elementos (outros sistemas, SO, BD, hardware...)

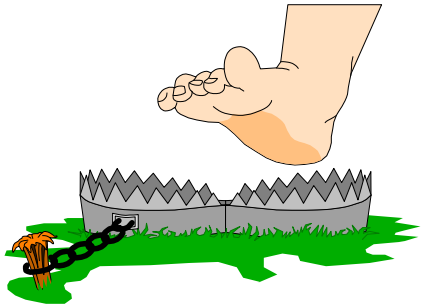
Teste de Sistema

- **Teste de Recuperação**
  - Garantir que o sistema é tolerante a falhas.
  - Força o software a falhar e verifica se a recuperação é adequadamente realizada.



Teste de Sistema

- **Teste de Segurança**
  - Verifica se os mecanismos de proteção de um sistema estão de fato protegendo-o.
  - O testador tenta de todas as maneiras invadir o sistema.
  - Com o tempo e recursos suficientes, um bom teste de segurança vai acabar invadindo o sistema.
    - Cabe ao projetista do software tornar o custo da invasão maior que o valor da informação obtida!



Teste de Sistema

- **Teste de Estresse**
  - Projetados para verificar o funcionamento do software frente a situações anormais.
    - *Quanto é possível "judiar" do sistema até que ele falhe?*
  - Testa o sistema com volume e frequência anormal de recursos
    - Ex: Quantos usuários conectados um sistema aguenta??

Teste de Sistema

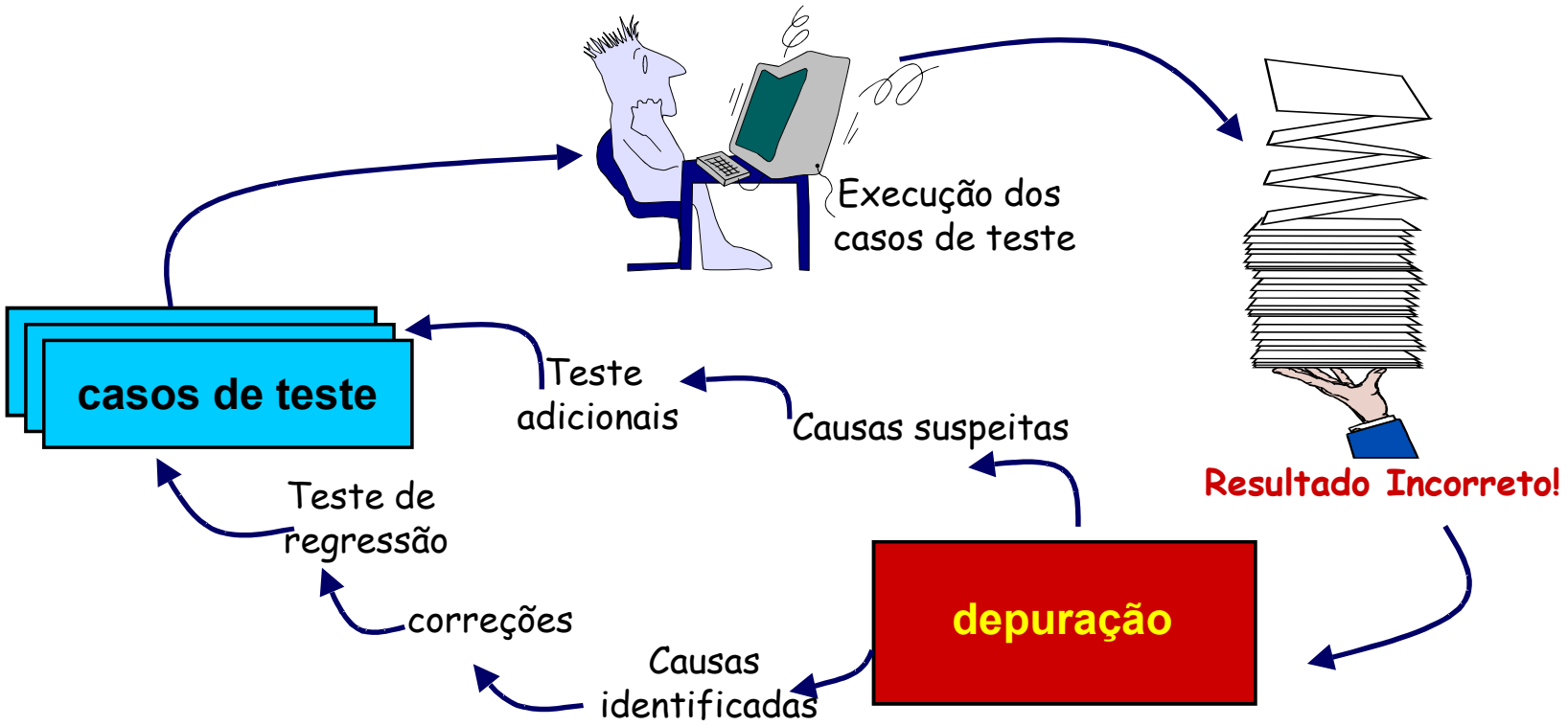
- **Teste de Desempenho**
  - Ideal para sistemas de tempo real.
  - Verifica se o sistema responde as requisições feitas de acordo com o tempo esperado
  - Identificar os pontos de gargalo do sistema.

Documentação dos Testes

- Os testes realizados devem ser documentados!
  - Plano de testes
  - Projeto de casos de teste
  - Relatórios da execução dos testes
- Norma IEEE Std 829-1998.

A Atividade de Depuração

- Ocorre como consequência de um teste bem-sucedido (que encontrou um erro!).

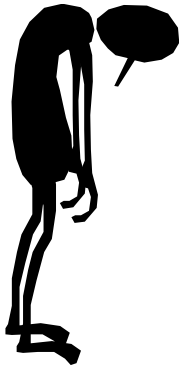


A Atividade de Depuração

- Pode apresentar dois resultados:
  - A causa será encontrada, corrigida e removida.
  - A causa não será descoberta: pode-se suspeitar de uma causa, projetar um caso de teste e trabalhar interativamente para corrigir o erro.

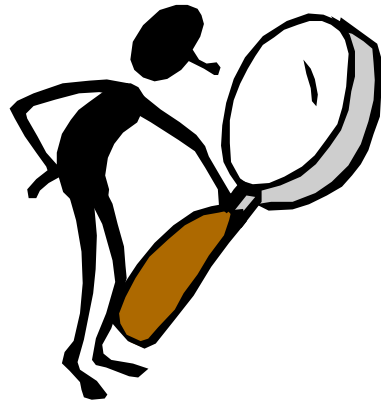
Considerações Psicológicas

- A depuração é uma das partes mais frustrantes da programação.
  - Aborrecimento por cometer enganos.
- Elevada ansiedade e pouca disposição para aceitar a possibilidade de erros.



Abordagens à Depuração

- Objetivo: descobrir e corrigir a causa de um erro.
- É atingido combinando avaliação sistemática, intuição e sorte!
- Três categorias:
  - Força bruta (“printf()”).
  - Rastreamento.
  - Eliminação da causa.



Correção do bug

- A correção do bug pode introduzir outros defeitos.
- Perguntas que devem ser feitas:
  - A causa do bug é reproduzida em outra parte do programa? (padrão de lógica errôneo).
  - Qual “bug seguinte” poderia ser introduzido pelo reparo que estou prestes a fazer?
  - O que poderíamos ter feito para eliminar este bug desde o princípio?

Material de Apoio

- Maldonado, J.C. et al. **Introdução ao Teste de Software**, Notas Didáticas do ICMC, n. 65, 2004.

- Delamaro, M.E. et al. **Introdução ao Teste de Software**, 1a Ed, Elsevier, 2007.