# Depuração & Testes

## Algoritmos e Programação de Computadores

Guilherme N. Ramos
gnramos@unb.br

2016/1



## Introdução

"*Há duas maneiras de se escrever programas sem erros; apenas a terceira funciona.*"

**Alan Perlis**

Erros de programação *sempre* existirão [pelo menos enquanto o processo de geração de código for o que conhecemos]...

O desenvolvimento de código [bem feito] segue etapas fases:

1. entendimento/análise do problema
2. elaboração de um algoritmo
3. implementação do algoritmo
4. *depuração*
5. *testes*



## Introdução

Origens de erros: especificação, algoritmo, codificação.

"*Se depurar é o processo de remover bugs, então programar deve ser o processo de inserí-los.*"

**Edsger W. Dijkstra**



## Depuração

**Depuração**

Feita quando se sabe que o programa não funciona (erros de execução, de segmentação de memória), não tem o desempenho desejado, ou simplesmente não tem o comportamento esperado.

Uma das melhores práticas de programação é *realizar pequenas alterações no código e testá-las adequadamente a medida que são feitas.*

## Depuração

1. *Teste* o código para descobrir quais problemas existem.
2. *Defina* as condições que o erro pode ser reproduzido.
3. *Encontre* onde no código está a instrução que causa o erro.
4. *Corrija* a instrução;
5. *Verifique* que a correção funciona (com testes).



## Depuração

0-iniciante.c

```c
int main() {
  int n;

  printf("Digite um número: ");
  scanf("%d", n);
  printf("Você digitou: %d", n);

  return 0;
}
```



## Depuração

1-iniciante.c

```c
int main() {
  const float PI = 3.141569;
  int r = 10;

  float area = PI*r*r;

  printf("A área de um círculo de raio %d é %f.\n", area, r);

  return 0;
}
```



## Depuração

2-iniciante.c

```c
#include <stdio.h>

int main() {
  int a, b;

  printf("Digite um número inteiro:");
  scanf("%d", &a);

  printf("Digite outro número inteiro:");
  scanf("%d", &b);

  if(a != b)
    printf("São diferentes, tudo bem.\n");
  else
    printf("São iguais, consertando...\n");
    ++b;

  return 0;
}
```

## Depuração

3-iniciante.c

```
1 /* Especificação de algum comportamento que lida com
2 argumentos da linha de comando (ex: o comando gcc).
3
4 Exemplo de uso para depuração (supondo que este programa seja
5 o executável "3-iniciante"):
6
7 ./3-iniciante -o meu_executavel -f123 -t500 1-iniciante.c
```



## Depuração

A *depuração* é inevitável... Há diferentes formas de avaliar a execução:

- *pensar* a respeito;
- o bom e velho `printf`;
- busca binária;
- depuradores;
- etc.

Antes de consertar um *bug*, é preciso encontrá-lo:

- ao manipular qual variável?
- ao chamar qual função?
- em que linha?

O depurador é um programa que facilita este processo!

http://pythontutor.com/visualize.html



## Depuração

busca_sequencial.py

```
import random  # Funções aleatórias


def busca_sequencial(lista, valor):
  for x in xrange(len(lista)):
    if x == valor:
      return x
  return -1

items = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
e = random.choice(items)
print 'Buscando', e, 'em', items
print 'Indice', busca_sequencial(items, e)
```



## Depuração

busca_binaria_it.py

```
import random  # Funções aleatórias


def busca_binaria(lista, valor):
  inf = 0
  sup = len(lista)-1
  while inf <= sup:
    meio = (inf+sup)/2
    if lista[meio] > valor:
      sup = meio-1
    elif lista[meio] < valor:
      inf = meio+1
    else:
      return meio
  return -1

items = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
e = random.choice(items)
print 'Buscando', e, 'em', items
print 'Indice', busca_binaria(items, e)
```

## Depuração

busca_binaria_re.py

```
import random  # Funções aleatórias


def busca_binaria(lista, valor):
  if not lista:
    return -1
  inf = 0
  sup = len(lista)-1
  meio = (inf+sup)/2
  if lista[meio] > valor:
    return busca_binaria(lista[:meio], valor)
  elif lista[meio] < valor:
    return meio + 1 + busca_binaria(lista[meio+1:], valor)
  else:
    return meio

items = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
e = random.choice(items)
print 'Buscando', e, 'em', items
print 'Indice', busca_binaria(items, e)
```



## The GNU Project Debugger

0-gdb_sigsev.c

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main() {
4   int *ptr = NULL, i = 5;
5
6   ++i;
7   printf("\n i = %d\n", *ptr);
8
9   return 0;
10 }
```

**"Tradicional"**

```
Segmentation fault (core dumped)
```

**"Depurável"**

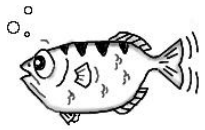
```
Program received signal SIGSEGV, Segmentation fault.
0x0000000000400548 in main () at 0-gdb_sigsev.c:7
7     printf("\n i = %d\n", *ptr);
```



## gdb

**The GNU Project Debugger**

Permite que se veja o que ocorre "dentro" de um programa durante sua execução – ou o que o programa estava fazendo até o momento que falhou.



O gdb oferece várias facilidades para a depuração de programas [compilados com o gcc], permitindo:

1. iniciar o programa especificando qualquer coisa que possa afetar seu comportamento;
2. interromper o programa conforme condições específicas;
3. examinar o que aconteceu (quando o programa for interrompido);
4. alterar coisas no programa (para avaliar os efeitos).



## gdb

gdb é um depurador para diversas linguagens de programação.[1]

- gera informação para depuração [conforme o sistema operacional] para o gdb (pode funcionar com outros depuradores. ou não)
- gdb aceita otimização (-O), mas lembre-se que a isso é coisa do ~~tinhoso~~ compilador.
- http://www.gnu.org/software/gdb/gdb.html

Depuração:

```
$ gcc [flags] -g <arquivo> -o <saída>
```

[1] C, C++, D, Go, Objective-C, OpenCL, Fortran, Pascal, Modula-2, Ada

## gdb

`gdb` tem uma interface interativa (com histórico, *auto-complete*, etc.)

- `help` é inestimável...
- `file` define o arquivo [executável, compilado com a opção `-g`] a ser depurado
- `run` executa o programa [em depuração]
- `kill` finaliza a execução do programa
- `break` interrompe a execução na linha ou função especificada
- `print` imprime o resultado da expressão
- `step/next` avança a execução (passo a passo)
- `continue` continua a execução
- `watch` interrompe a execução quando o valor da expressão muda
- `set` "avalia expressão e atribui variável"
- `backtrace` mostra o traço de cada elemento na pilha de execução
- `quit` termina o `gdb`



## gdb

4-intermediario.c

```
1      *ptr = 5;
2  }
3
4  int main() {
5      int x = 2;
6
7      soma_tres(&x);
8      printf("x = %d\n", x);
9
10     return 0;
11 }
```



## Valgrind

`http://valgrind.org/`

Software livre (GPL2) para depuração. É, na verdade, uma máquina virtual que possibilita a análise dinâmica (*checker*/*profiler*) da execução de programa.



## Testes

"*Testes de programas podem ser usados para revelar a existência de erros, mas nunca para mostrar sua ausência!*"

**Edsger W. Dijkstra**

Testes buscam investigar a qualidade do programa no contexto em que ele deve operar.

"*Em um típico projeto de programação, 50% do tempo e mais de 50% do custo total são gastos em testes do programa ou sistema em desenvolvimento.*"

**Myers, Badgett & Sandler**

# Testes

Idealmente, toda possível execução do programa deveria ser testada, mas como isso é inviável, a qualidade do testes depende da qualidade dos profissionais que definem *o que testar*.

Origem de erros?

- especificação incompleta, errada ou impossível;
- falha(s) na implementação.



# Testes de Caixas

## Teste de Caixa-Preta

Testar a funcionalidade do programa sem analisar a implementação: análise de pares entrada/saída.Quanto mais abrangentes as entradas, em função das especificações, melhor a qualidade do teste.

```
1 assert(min(1, 2, 3) == 1);
2 assert(min(1, 3, 2) == 1);
3 assert(min(2, 1, 3) == 1);
4 assert(min(2, 3, 1) == 1);
5 assert(min(3, 1, 2) == 1);
6 assert(min(3, 2, 1) == 1);
```

```
1 assert(min(1, 1, 1) == 1);
2 assert(min(1, 1, 2) == 1);
3 assert(min(1, 2, 2) == 1);
4 assert(min(-1, 2, 3) == -1);
5 assert(min(1, -2, 3) == -2);
6 assert(min(1, 2, -3) == -3);
```



# Testes de Caixas

## Teste de Caixa-Branca

Testar a implementação do sistema: análise de fluxo (processos, decisões e condições).

```
1 /* Implementação */
2 if(A > 1 && B == 0)
3     x /= A;
4 if(A == 2 || x > 1)
5     ++x;
```

```
1 A=2, B=0; /* todos os processos */
2
3 A=3, B=0, X=0; /* todas decisões e */
4 A=2, B=1, X=1; /* todas as condições */
```



# Test Driven Development