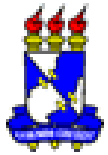
Persistência

Prof. Alberto Costa Neto
alberto@ufs.br

Linguagens de Programação



Departamento de Computação
Universidade Federal de Sergipe

Retrospectiva

- Quanto ao Tempo de Vida
  - Variáveis Estáticas
  - Variáveis *Stack*-Dinâmicas
  - Variáveis *Heap*-Dinâmicas
  - Variáveis Persistentes

Armazenamento de variáveis

- Transientes
  - Memória Principal
    - **Pilha**
    - **Heap**
- Persistentes
  - Memória Principal
  - Memória Secundária

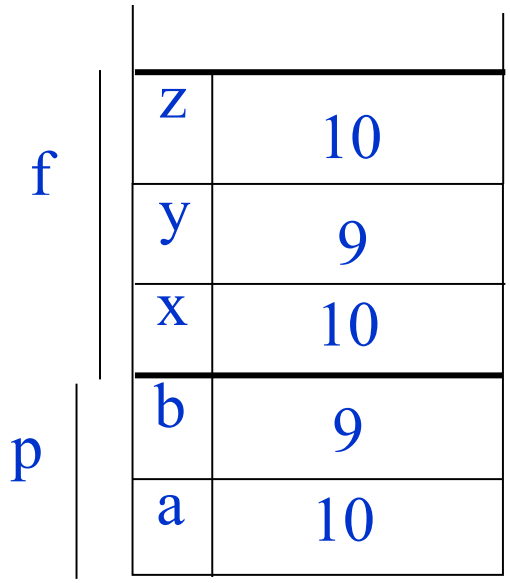
Memória Principal

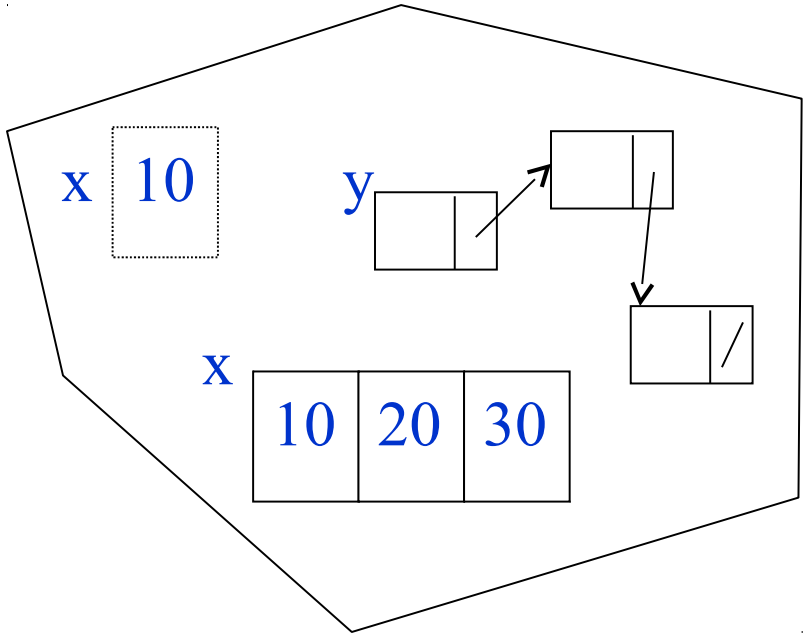
- Enorme sequência contígua e finita de bits
  - Vetor de tamanho finito com elementos do tamanho da palavra do computador
- Alocação de Variáveis e Constantes
  - Tempo de Carga (FORTRAN)
    - Super e subdimensionamento das variáveis
    - Variáveis locais alocadas desnecessariamente
    - Impedimento de uso de recursividade
  - Alocação Dinâmica Contígua no Vetor de Memória
    - Esgotamento rápido do vetor
    - Desalocação e realocação pouco eficientes

Pilha e Heap

- LPs ALGOL-like
- Pilha
  - Variáveis Locais
  - Parâmetros
  - Regra de alocação bem definida
- Heap
  - Variáveis de tamanho dinâmico
  - Regra de alocação indefinida

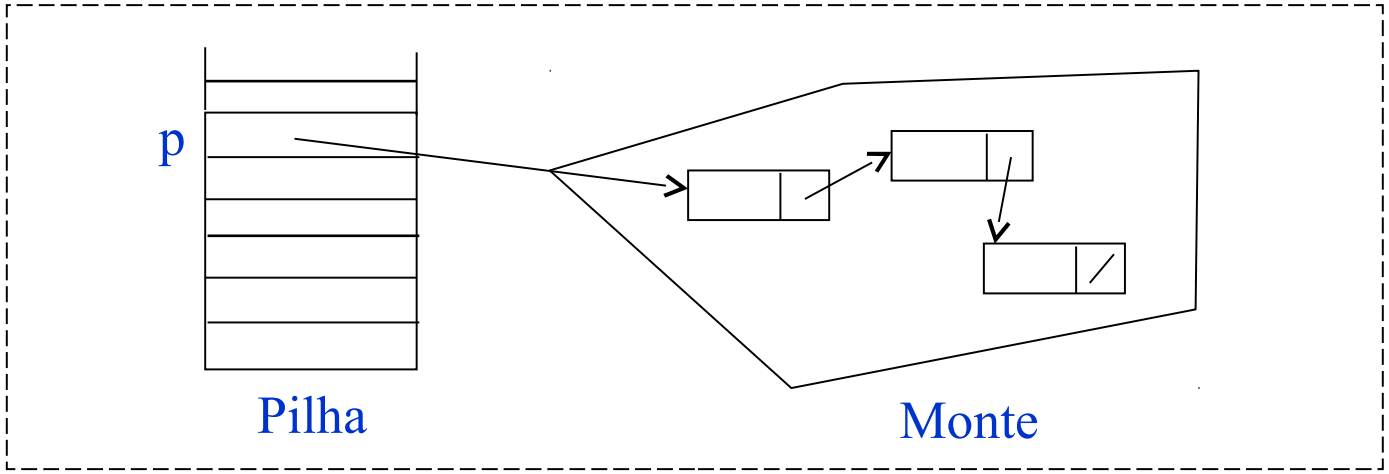
Pilha e Heap





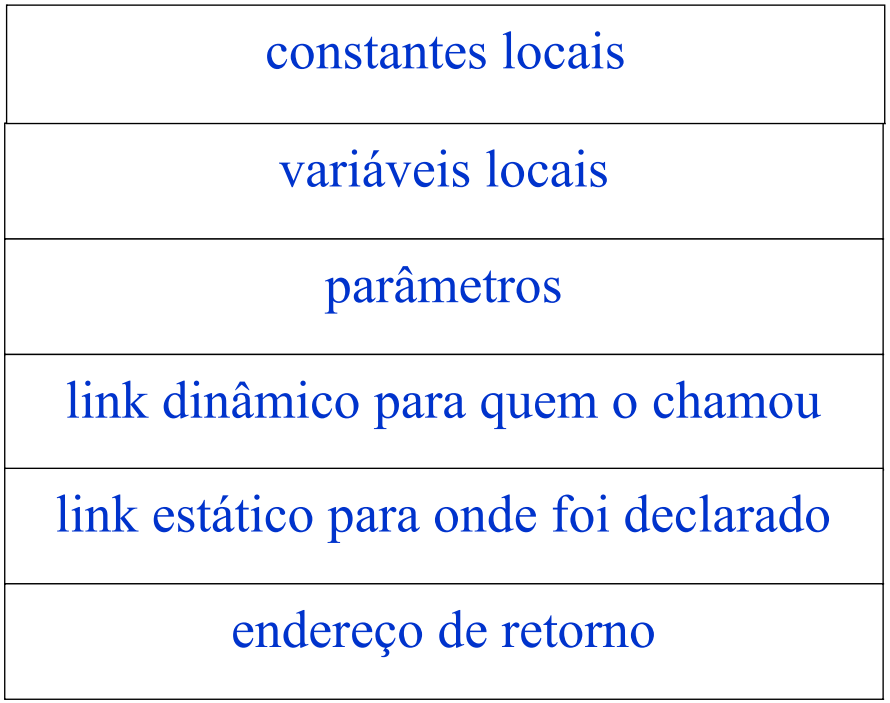
Pilha e Heap

- Porque não usar só o Monte (Heap)?
  - Menos Eficiente por causa da manutenção de:
    - Lista de Espaços Disponíveis (LED)
    - Lista de Espaços Ocupados (LEO)
- Ponteiro como Ligação entre Pilha e Heap



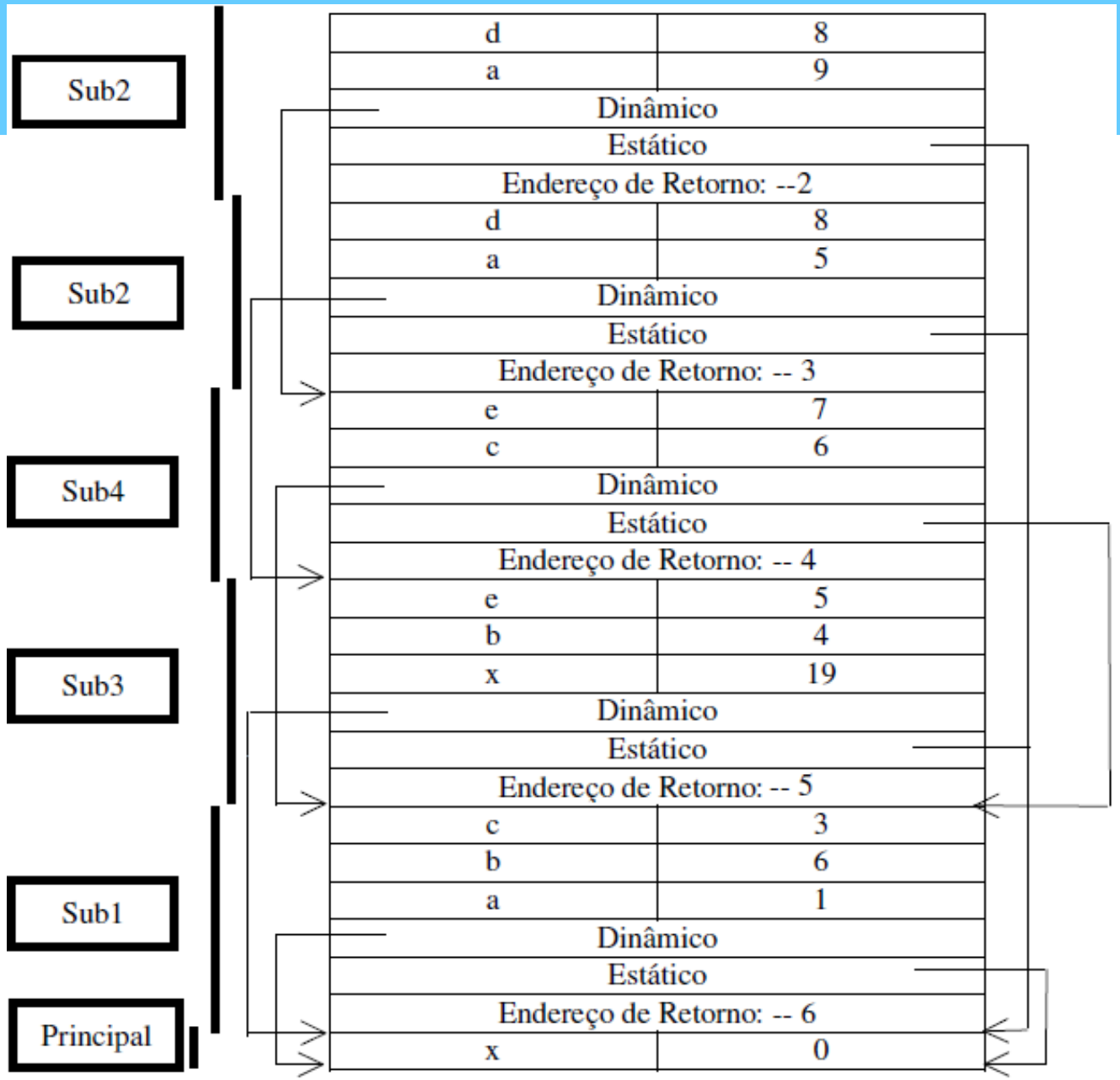
Gerenciamento da Pilha

- Uso de Registros de Ativação (RA)



Gerenciamento da Pilha

```
procedure Principal is -- ADA
   x: integer;
   procedure Sub1 is
      a, b, c: integer;
      procedure Sub2 is
         a, d: integer;
      begin  --Sub2
            a := b + c;
            d := 8;                          -- 1
            if a < d then
               b := 6;
               Sub2;                         -- 2
            end if;
      end Sub2;
      procedure Sub3 (x: integer) is
         b, e: integer;
            procedure Sub4 is
               c, e: integer;
            begin --Sub4
                  c := 6; e:= 7;     Sub2;       -- 3
                  e := b + a;
             end Sub4;
         begin  --Sub3
            b := 4; e := 5;      Sub4;          -- 4
            b := a + b + e;
         end Sub3;
   begin --Sub1
      a := 1; b:= 2; c:= 3; Sub3(19);     -- 5
   end Sub1;
begin --Principal
   x := 0;                    Sub1;          -- 6
end Principal;
```


Sub2
Sub2
Sub4
Sub3
Sub1
Principal
d 8
a 9
Dinâmico
Estático
Endereço de Retorno: --2
d 8
a 5
Dinâmico
Estático
Endereço de Retorno: -- 3
e 7
c 6
Dinâmico
Estático
Endereço de Retorno: -- 4
e 5
b 4
x 19
Dinâmico
Estático
Endereço de Retorno: -- 5
c 3
b 6
a 1
Dinâmico
Estático
Endereço de Retorno: -- 6
x 0

Gerenciamento do Heap

- LED e LEO
- Momento da Alocação sempre bem definido
- Momento da Desalocação definido por
  - Programador: mais flexível (podendo ser mais eficiente), menos confiável e mais trabalhoso
  - LP: implementacão mais complexa, falta de controle sobre a desalocação
- Coletor de Lixo de JAVA torna alocação no heap quase tão eficiente quanto na pilha

Variáveis Persistentes

- Tempo de vida transcende a execução de um programa
- Oposto às variáveis transientes (estáticas, stack-dinâmicas, heap-dinâmicas)
- "Persistência de Dados"
  - Relacionado ao armazenamento e recuperação de dados em memória secundária
  - Exemplo: arquivos e banco de dados

Variáveis Persistentes

- Variáveis tipo Arquivo
  - Seriais ou Diretos: diferença na forma de acesso
  - Operações de Abertura e Fechamento
  - Conversão de dados em memória para formato binário
  - Exemplo em C:

Variáveis Persistentes

```
#include <stdio.h>
struct data { int d, m, a; };
struct data d = { 20, 04, 2011 }
struct data e;
void main() {
    FILE *p;
    char str[30];
    printf("\n\n Entre com o nome do arquivo:\n");
    gets(str);
    p = fopen(str,"w");
    fwrite (&d, sizeof(struct data), 1, p);
    fclose(p);
    p = fopen(str,"r");
    fread (&e, sizeof(struct data), 1, p);
    fclose (p);
    printf ("%d/%d/%d\n", e.a, e.m, e.d);
}
```

Variáveis transientes

Variável persistente

Copia cadeia de bytes da variável transiente d num arquivo binário

Faz o inverso

Variáveis Persistentes

- Através de Gerenciadores de BD
  - Valores das variáveis transientes precisam ser transformados em registros de tabelas em um BD utilizando comandos SQL
  - Nesse caso, a LP não oferece um tipo de dados persistente
  - O programador escreve sentenças compostas por termos SQL e por valores das variáveis transientes
  - O gerenciador executa as sentenças para armazenar e recuperar os valores das variáveis persistentes
  - Exemplo em Java/SQL:

Variáveis Persistentes

```
int idadeMaxima = 50;
Statement comando = conexao.createStatement();
ResultSet resultados =
  comando.executeQuery(
      "SELECT nome, idade, nascimento FROM pessoa " +
      "WHERE idade < " + idadeMaxima);
while (resultados.next()) {
    String nome = resultados.getString("nome");
    int idade = resultados.getInt("idade");
    Date nascimento = resultados.getDate("nascimento");
}
```

Variável transiente

Variável persistente

Comando SQL

Variáveis transientes

Persistência Ortogonal

- LPs normalmente fornecem diferentes tipos para variáveis persistentes e transientes
  - Viola o princípio da completude de tipo!
- Idealmente, todos os tipos deveriam ser permitidos tanto para variáveis transientes quanto para persistentes
- "Persistência Ortogonal"
  - Nenhuma distinção no código que lida com variáveis persistentes e o que lida com variáveis transientes
  - Eliminação de conversões de E/S (30% do código)
- Grande Desafio!
  - Integração de S.O.s, BDs, LPs

(Des)Serialização

- Aspectos ao se implementar persistência
  - Variável transiente deve ser convertida de sua representação na memória primária para uma sequência de bytes na memória secundária
  - Ponteiros devem ser relativizados quando armazenados
  - Variáveis anônimas apontadas também devem ser armazenadas e recuperadas
  - Na restauração de uma variável, os ponteiros devem ser ajustados de modo a respeitar as relações existentes anteriormente entre as variáveis anônimas
- Layout da variável na memória primária ←→

  Representação serial na memória secundária

(Des)Serialização

- Exemplos em LPs:
- C++ não oferece serialização: Programador tem que programar na "mão" processos de de serialização e desserialização
- Java provê interface Serializable
  - Objetos que implementam Serializable podem ser transformados numa sequência de bytes e vice-versa
  - Objetos referenciados também são serializados
  - Mecanismo compensa automaticamente diferenças entre ambientes
    - Exemplo: programação em Rede (Windows 

Unix)

(Des)Serialização

```
import java.io.*;
public class Impares implements Serializable {
   private static int j = 1;
   private int i = j;
   private Impares prox;
   Impares(int n) {
       j = j + 2;
       if (--n > 0)
          prox = new Impares(n);
   }
   public String toString() {
       String s = ""  +  i;
       if (prox != null)
          s += " : " + prox.toString();
       return s;
   }
```

Representa uma lista com os n primeiros números ímpares

(Des)Serialização

```
public static void main(String[] args) {
    Impares w = new Impares(6);
    System.out.println("w = " + w);
    try {
      ObjectOutputStream out =
          new ObjectOutputStream(
              new FileOutputStream("impares.txt"));
      out.writeObject(w);
      out.close();
      ObjectInputStream in =
          new ObjectInputStream(
              new FileInputStream("impares.txt"));
      Impares z = (Impares)in.readObject();
      System.out.println("z = " + z);
      in.close();
    } catch(Exception e) { e.printStackTrace(); }
  }
}
```

lista com os 6 primeiros números ímpares

Sugestões de Leitura

- Concepts of Programming Languages (Sebesta)
  - Seção 5.4.3 e, Capítulo 10
- Programming Language Concepts and Paradigms (David A. Watt)
  - Seção 3.4.3
- Linguagens de Programação (Flávio Varejão)
  - Seção 4.3