

# Programação em *Assembly*

## Procedimentos e funções

IA32

# Contexto da função – *Stack Frame*

O contexto de cada função, definido como **o conjunto de dados e informação de controlo usado pela função**, é armazenado na *stack*, numa estrutura designada por ***stack frame*** ou *activation record*.

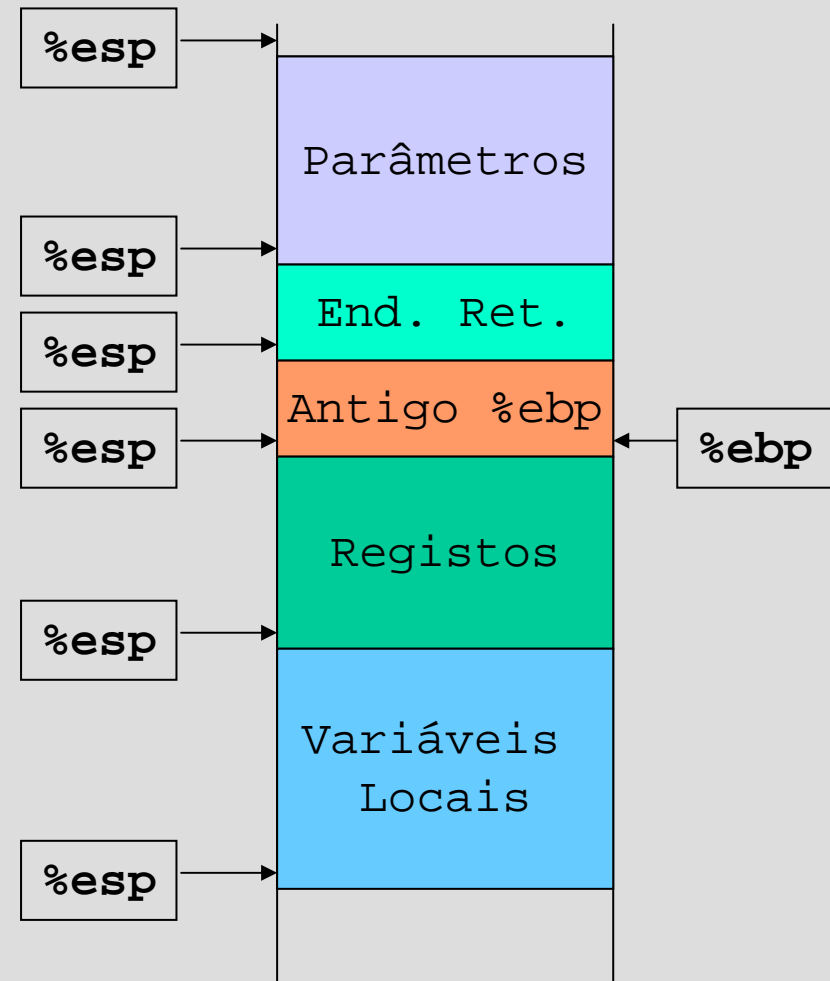
Cada função tem a sua própria *stack frame*.

De um modo geral esta contém:

- Argumentos
- Endereço de retorno
- *Frame pointer* anterior
- Registos salvaguardados
- Variáveis locais

# IA32 – *Stack frame*

1. A função que invoca coloca os parâmetros na *stack* (`push op`)
2. A função que invoca coloca o endereço de retorno na *stack* (`call addr`)
3. A função invocada guarda `%ebp` (`pushl %ebp`)
4. A função invocada copia `%esp` para `%ebp` (`movl %esp, %ebp`)
5. A função invocada salvaguarda alguns registros (`pushl regs`)
6. A função invocada reserva espaço para variáveis locais (`subl $imm, %esp`)



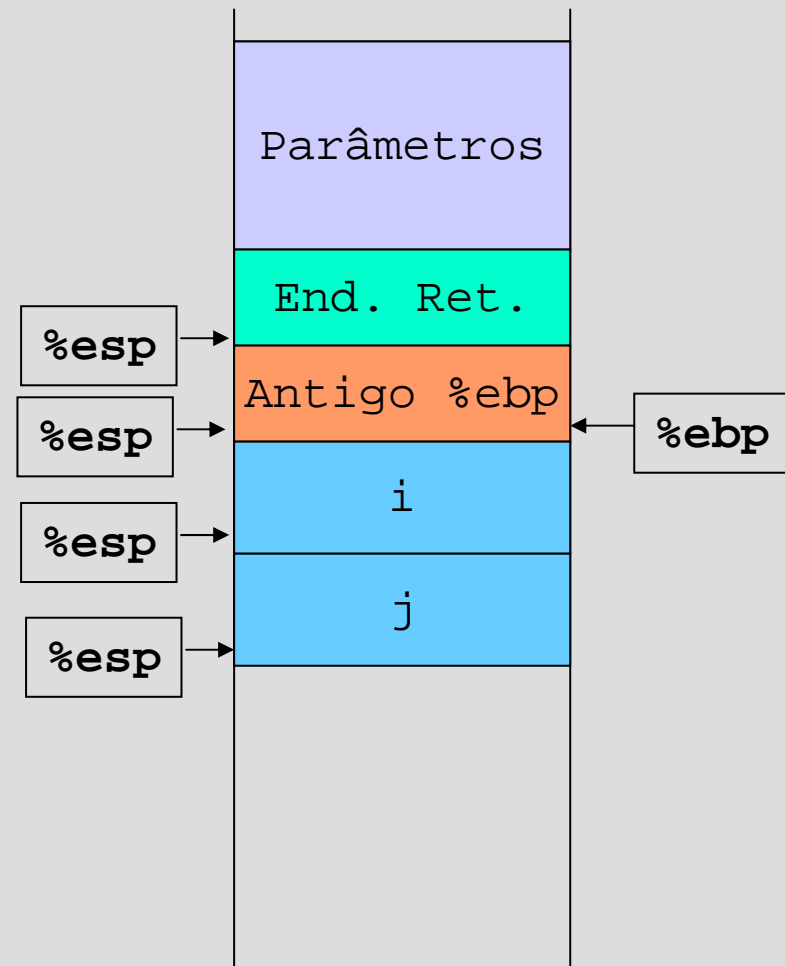
# IA32 – Stack frame

```
int main (int argc, char **argv)
{  int i, j=10;

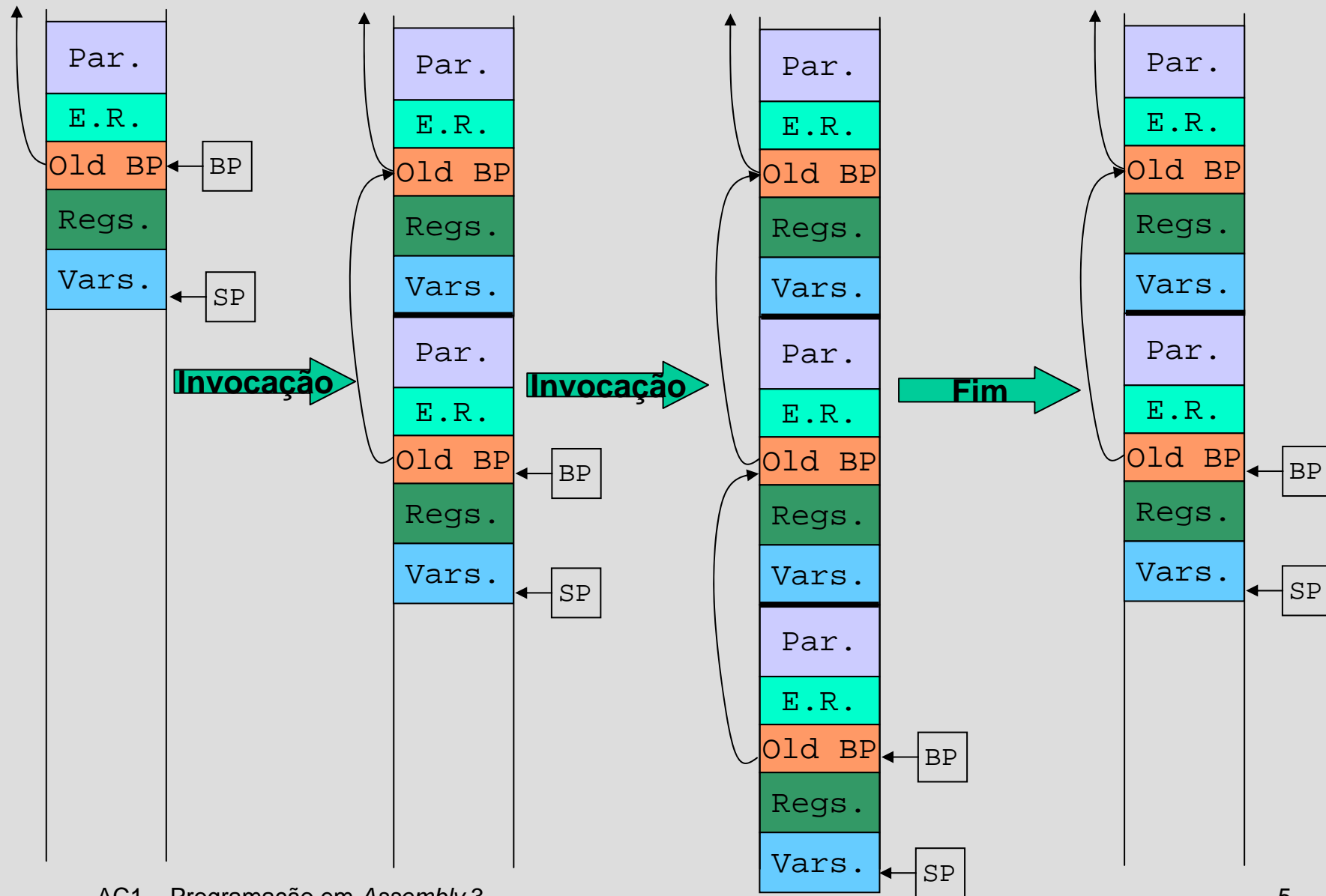
   i = j * 4; }
```

```
main:
  pushl %ebp
  movl %esp, %ebp
  subl $4, %esp      ; espaço p/ i
  pushl $10          ; j=10
  movl $-8(%ebp), %eax
  sall $2, %eax
  movl %eax, -4(%ebp) ; i=j*4
  leave
  ret
```

```
leave ⇔ movl %ebp,%esp;popl %ebp
```



# IA32 – Stack Frame



# IA32 – Salvaguarda de registos

```
main:
    ...
    movl $10, %eax
    call func
    ...
```

Qual o valor que está em `%eax` após o `call`?

Convenciona-se que:

1. **caller save** – alguns registos podem ser alterados pela função invocada. Se a função que invoca precisar de os manter, então guarda-os na *stack*.
2. **callee save** – alguns registos **não** podem ser alterados pela função invocada. Se esta os alterar, deve guardar o valor anterior na *stack*.

caller save	callee save
%eax, %ecx, %edx	%ebx, %esi, %edi %ebp

# IA32 – Funções e procedimentos

```
int main ()
{ int i, accum=0;

    for (i=0;i<100;i++)
        accum += f(i);
}
```

## Optimizações

```
accum - %ebx
i - %esi
```

Estes registos são  
*callee save*: devem ser  
guardados na *stack*

```
main:
    pushl %ebp
    movl %esp, %ebp
    pushl %ebx
    pushl %esi
    movl $0, %ebx    ; accum=0
    movl $0, %esi    ; i=0
    jmp teste

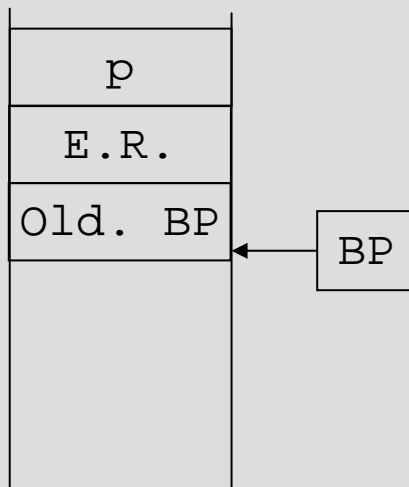
ciclo:
    pushl %esi        ; parâmetro
    call f
    addl $4, %esp     ; tirar parâm.
    addl %eax, %ebx
    incl %esi

teste:
    cmpl $100, %esi
    jl ciclo
    pop %esi
    pop %ebx
    leave
    ret
```

# IA32 – Funções e procedimentos

```
int f (int p)
{ int j, ret=1;

  for (j=p; j>1; j--)
    ret *= j;
  return (ret);
}
```



```
f:
  pushl %ebp
  movl %esp, %ebp
  movl $1, %eax ; ret=1
  movl 8(%ebp), %ecx ; j=p
  jmp f_ciclo
ciclo:
  mull %ecx, %eax ; ret*=j
  decl %ecx ; j--
  cmpl $1, %ecx
  jg ciclo
f_ciclo:
  leave
  ret
```

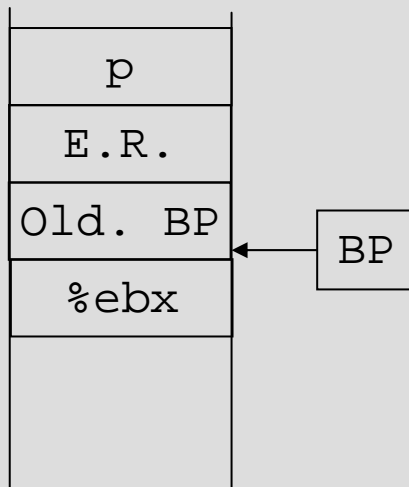
**NOTA:** f ( ) não invoca nenhuma função.



# IA32 – Funções e procedimentos

```
int f (int p)
{ int ret;

  if (p>1)
    ret= p * f(p-1);
  else ret=1;
  return (ret);
}
```



```
f:      pushl %ebp
        movl %esp, %ebp
        pushl %ebx
        movl 8(%ebp), %ebx
        cmpl $1, %ebx      ; p>1??
        jle else
        leal -1(%ebx), %ecx
        pushl %ecx ; parâmetro
        call f
        addl $4, %esp      ; tirar parâmetro.
        mull %ebx, %eax    ;ret=p*f(p-1)
        jmp f_if
else:   movl $1, %eax      ; ret=1
f_if:   pop %ebx
        leave
        ret
```

**NOTA:** f ( ) recursiva.

# IA32 – Funções e procedimentos

<b>Tema</b>	<b>Hennessy [COD]</b>	<b>Bryant [CS:APP]</b>
IA32 – Procedimentos e funções		Sec 3.7 e 3.11