

{ Sobre a Construção de Algoritmos Recorrentes }

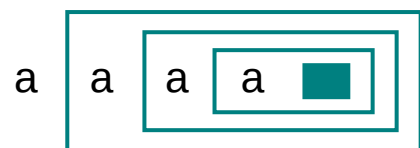
* Sequência a^n , $n \in \mathbb{N}$

Para $n = 4$:

aaaa

- escrever a sequência a^n consiste em:

escrever a ;
escrever a sequência a^{n-1} .



- a sequência a^0 é Vazia.

O procedimento sequencia:

procedure sequencia (n : natural);

```
begin if  $n > 0$ 
      then begin write('a');
                 sequencia( $n-1$ )
            end
end;
```

* Palavra $a^n b^n$, $n \in \mathbb{N}$

Para $n = 4$:

aaaabbbb

- A Palavra $a^n b^n$ é uma sequência de n a's seguidos de n b's.



- escrever a Palavra $a^n b^n$ consiste em:

escrever **a**;
 escrever a Palavra $a^{n-1} b^{n-1}$;
 escrever **b**.

- a Palavra $a^0 b^0$ consiste na Palavra Vazia.

Procedimento palavra:

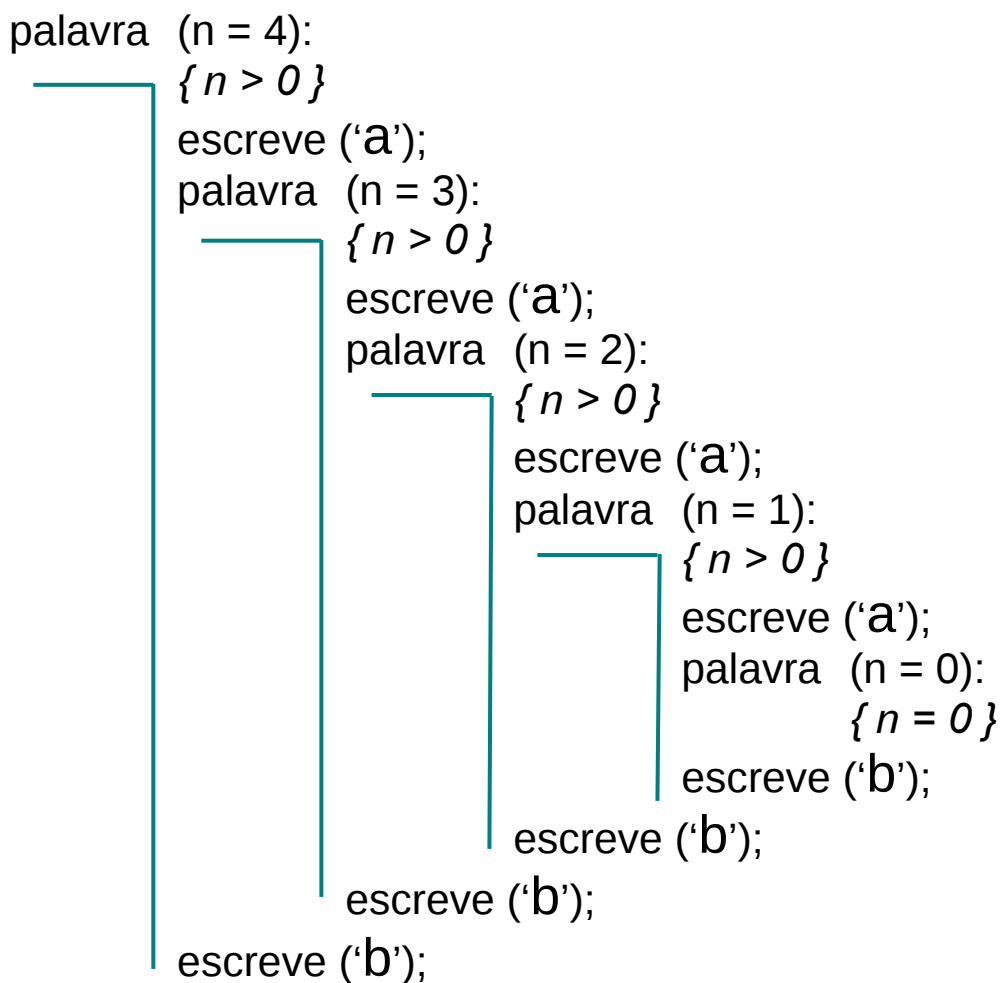
```

procedure palavra (n : natural);

    begin if n > 0
        then begin write('a');
                    palavra (n-1);
                    write('b')
        end
    end;

```

Simulação para a execução da chamada palavra(4) :



Considere o procedimento palavra:

```
procedure palavra (n : natural);  
  
    begin if n > 0  
        then begin write('a');  
                  palavra (n-1);  
                  write('b')  
        end  
    end;  
end;
```

Introduza alterações para que passe a escrever:

- a^{2n}
- a^{2n+1}
- $a^n c b^n$
- a^{2n-1}
- (para $n = 6$) 123456
- (para $n = 6$) 654321
- (para $n = 6$) 65432123456
- (para $n = 6$) 12345654321

* Losangos de asteriscos

Losango de dimensão 8:

[illegible]

- Um losango de dimensão n consiste em $2n - 1$ linhas, de dimensões: 1, 2, ..., $n-1$, n , $n-1$, ..., 2, 1
- Cada linha de dimensão k consiste em:
 $20 - k$ espaços em branco;
sequência de $2k - 1$ asteriscos;
mudança de linha.
- O módulo fundamental é o procedimento recorrente sequência.
- O procedimento global losango é análogo ao procedimento sequência.

Segunda versão:

```

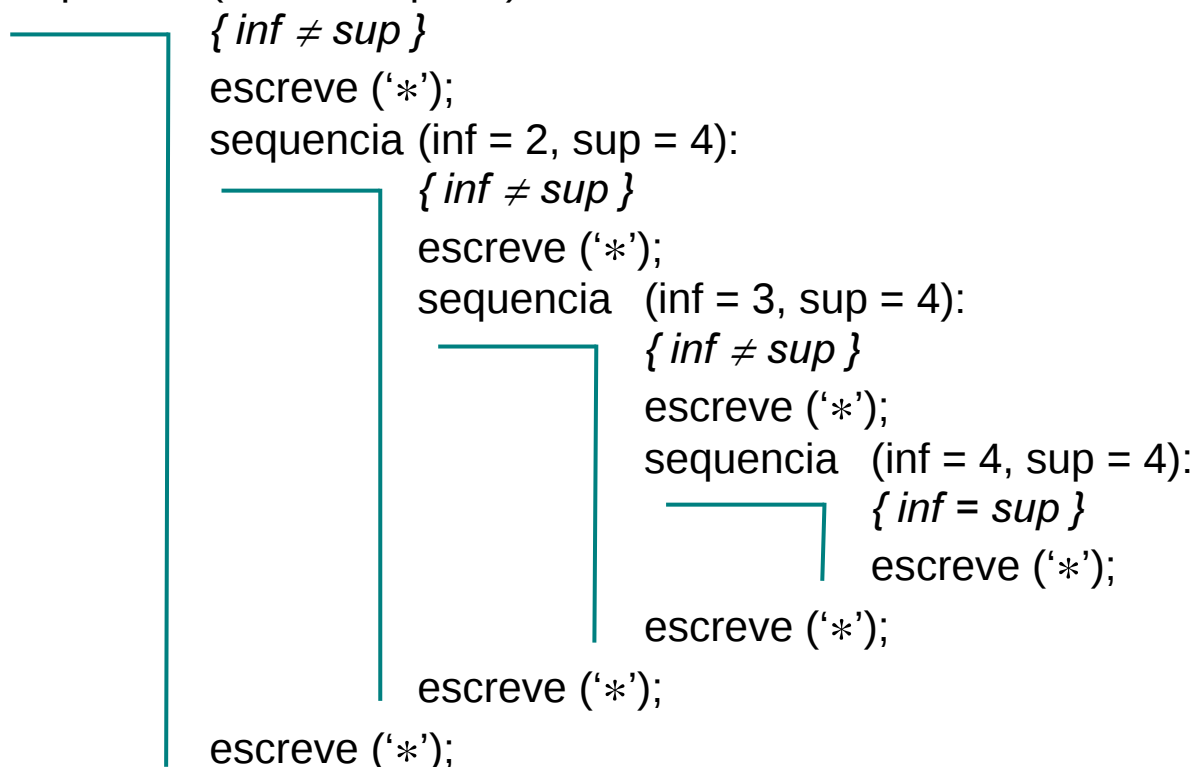
procedure sequencia (inf, sup : natural);

    begin if inf = sup
        then write(F, '*')
        else begin write(F, '*');
                  sequencia (inf+1, sup);
                  write(F, '*')
        end
    end;

```

Simulação para a execução da chamada sequencia(1, 4) :

sequencia (inf = 1, sup = 4):



{ O procedimento global losango tem a mesma estrutura que esta versão do procedimento sequencia. }

```
program asteriscos(input, F);  
(* Desenha losangos de asteriscos *)
```

```
type natural = 0..maxint;  
var   dim : natural;  
      F : text;
```

```
procedure sequencia(inf, sup : natural);  
  begin if inf = sup  
    then write(F, '*')  
    else begin write(F, '*');  
              sequencia(inf+1, sup);  
              write(F, '*')  
    end  
  end; {sequencia}
```

```
procedure linha(comp : natural);  
  begin write(F, ' ': 20 - comp);  
        sequencia(1, comp);  
        writeln(F)  
  end; {linha}
```

```
procedure losango(i, n : natural);  
  begin if i = n  
    then linha(i)  
    else begin linha(i);  
              losango(i+1, n);  
              linha(i)  
    end  
  end; {losango}
```

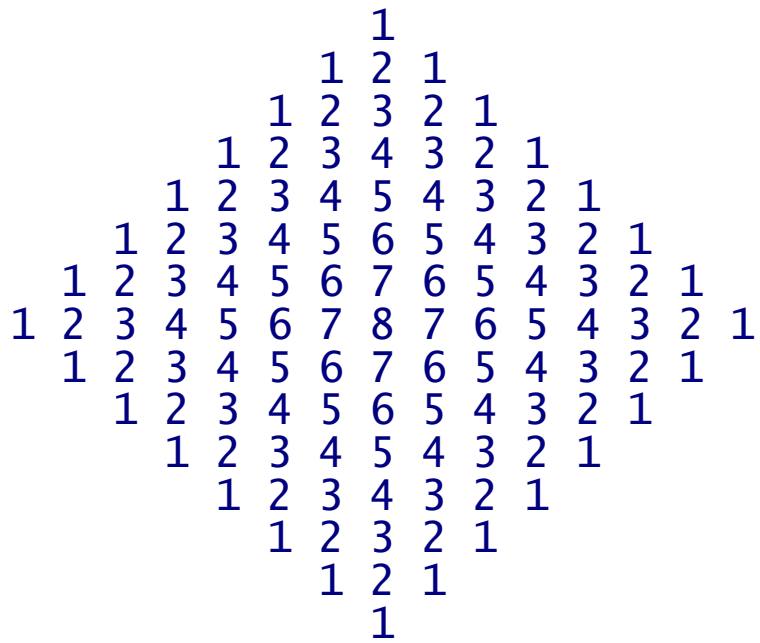
```
begin assign(F, 'stars1.txt'); rewrite(F);  
      write('Qual a dimensão do Losango? ');  
      readln(dim);  
      losango(1, dim);  
      close(F)  
end.
```

{ Como o procedimento sequencia é local ao procedimento linha e o procedimento linha é local ao procedimento losango, podemos escrever todo o módulo de uma forma mais estruturada. }

```
procedure losango(i, n : natural);  
  
    procedure linha(comp : natural);  
  
        procedure sequencia(inf, sup : natural);  
  
            begin if inf = sup  
                then write(F, '*')  
                else begin write(F, '*');  
                           sequencia(inf+1, sup);  
                           write(F, '*')  
                end  
            end; {sequencia}  
  
        begin write(F, ' ': 20 - comp);  
            sequencia(1, comp);  
            writeln(F)  
        end; {linha}  
  
    begin if i = n  
        then linha(i)  
        else begin linha(i);  
                  losango(i+1, n);  
                  linha(i)  
        end  
    end; {losango}
```

✳ Losangos de números

Losango de dimensão 8:



- O problema é análogo ao anterior.
- Pode ser resolvido por adaptações de ambas as versões do procedimento sequencia.
- Os procedimentos linha e losango são os mesmos.

A utilização directa da primeira versão do procedimento sequencia,

```
procedure sequencia (max : natural);  
  
    begin if max = 1  
        then write(F, max:3)  
        else begin write(F, max:3);  
                  sequencia (max-1);  
                  write(F, max:3)  
        end  
    end;
```

iria gerar, para max = 6,

6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6

Uma adaptação óbvia seria utilizar o identificador global comp,

```
procedure sequencia (max : natural);  
  
    begin if max = 1  
        then write(F, comp : 3)  
        else begin write(F, comp-max+1 : 3);  
                  sequencia (max-1);  
                  write(F, comp-max+1 : 3)  
        end  
    end;
```

que iria gerar, para max = 6, o resultado pretendido:

1 2 3 4 5 6 5 4 3 2 1

A segunda versão do procedimento sequencia é a mais adequada.

```
program numeros(input, F);
(* Desenha losangos de números *)

type natural = 0..maxint;
var    dim : natural;
        F : text;

procedure sequencia(inf, sup : natural);
    begin if inf = sup
        then write(F, inf:3)
        else begin write(F, inf:3);
                    sequencia(inf+1, sup);
                    write(F, inf:3)
        end
    end; {sequencia}

procedure linha(comp : natural);
    begin write(F, ' ': 20 - comp);
        sequencia(1, comp);
        writeln(F)
    end; {linha}

procedure losango(i, n : natural);
    begin if i = n
        then linha(i)
        else begin linha(i);
                    losango(i+1, n);
                    linha(i)
        end
    end; {losango}

begin assign(F, 'nums1.txt'); rewrite(F);
    write('Qual a dimensão do Losango? ');
    readln(dim);
    losango(1, dim);
    close(F)

end.
```

(* versão estruturada *)

program numeros(input, F);
(* Desenha losangos de números *)

type natural = 0..maxint;
var dim : natural;
F : text;

procedure losango(i, n : natural);

procedure linha(comp : natural);

procedure sequencia(inf, sup : natural);

begin if inf = sup
 then write(F, inf:3)
 else begin write(F, inf:3);
 sequencia(inf+1, sup);
 write(F, inf:3)
 end
end; {sequencia}

begin write(F, ' ': 20 - comp);
 sequencia(1, comp);
 writeln(F)
end; {linha}

begin if i = n
 then linha(i)
 else begin linha(i);
 losango(i+1, n);
 linha(i)
 end
end; {losango}

begin assign(F, 'nums1.txt'); rewrite(F);
 write('Qual a dimensão do Losango? ');
 readln(dim);
 losango(1, dim);
 close(F)
end.