

# Linguagens de Programação

## Semântica Denotacional

1. Recorrendo à semântica denotacional, determine se os programas **A** e **B** são formalmente equivalentes

A.  $y := 2 * x + 2; z := x * 2; x := 2 * x + 1;$

B.  $x := 2 * x + 1; y := x + 1; z := x - 1$

2. Considere o fragmento de programa *while* seguinte.

```
if x=0 then ( y:=z^2; x:=2*y )
            else ( y:=(z+x)^2; z:=z+x; x:=x+2*y )
```

- (a) Calcule sua a semântica denotacional.
  - (b) Proponha código mais simples, semanticamente equivalente ao apresentado, que o possa substituir.
3. Verifique se os seguintes fragmentos de código A. e B. são equivalentes. Justifique aplicando semântica denotacional. Considere uma gramática apenas com sequências de instruções, atribuições e expressões aritméticas usuais sobre inteiros e assumo que no estado inicial  $s_0$  o valor de  $x = x_0$ , ou seja,  $s_0(x) = x_0$ .

A.  $t := x + x; y := t + x;$

B.  $t := 2 * x; t := 2 * t; y := t - x;$

4. Usando a semântica denotacional dos programas *while*, calcule a semântica do programa seguinte. Considere que no estado inicial todas as variáveis estão a zero.

```
a:=123; b:=0; while a>0 do ( r:=a*10; b:=b+r; a:=a-100; )
```

5. Através da semântica denotacional, determine o que calcula o programa seguinte (em particular, qual o valor final de  $q$ ).

```
i:=0; q:=0; while i<n do ( q:=q+2*i+1; i:=i+1 )
```

*Sugestões:*

- considere que  $n_0$ , o valor inicial de  $n$ , é tal que  $i$  assume os valores  $0, 1, 2, \dots, n_0-2, n_0-1, n_0$ , e expanda o cálculo da semântica denotacional em concordância (i.e., para os valores de  $i$ :  $0, 1, 2, \dots, n_0-2, n_0-1, n_0$ , substituindo o que acontece entre 2 e  $n_0-2$  por "...” onde for conveniente);
- mantenha o valor de  $q$  na forma  $0 + 1 + 3 + \dots$  (ou como  $1 + 3 + \dots$ ).

6. À linguagem dos programas *while* usada nas aulas teóricas, é acrescentada a instrução de atribuição (ou afectação) simultânea

$$x_1, x_2 := e_1, e_2$$

cujo efeito é atribuir, em "simultâneo", o valor da expressão  $e_1$  à variável  $x_1$  e o valor da expressão  $e_2$  à variável  $x_2$ .

- (a) Defina a semântica denotacional desta instrução.
- (b) Mostre que a seguinte instrução troca os valores de  $x$  e de  $y$ .

$$x, y := y, x$$