

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 afetação) 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 .

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