

# Semântica das Linguagens de Programação

1º Teste (9 de Abril de 2019) / Duração: 1:30

**Questão 1** Seja  $P$  o seguinte programa da linguagem WHILE:

```
if  $x + y \leq 10$ 
then  $\{ y := 2; x := 10 \}$ 
else  $\{ x := x + y; x := x - 1 \};$ 
 $z := x * y$ 
```

1. Recorrendo à semântica de transições (*small-step*) simule a execução do programa  $P$  a partir do estado inicial  $s$ , em que  $s x = 20$  e  $s y = 5$ . Apresente as árvores de prova que justificam cada uma das transições.
2. Indique o resultado da tradução do programa  $P$  para código da máquina abstracta AM.
3. Sendo  $s_0$  o estado em que todas as variáveis têm o valor 0, apresente a árvore de derivação do juízo de avaliação *big-step*:  $\langle P, s_0 \rangle \rightarrow s_0[y \mapsto 2, x \mapsto 10, z \mapsto 20]$ .
4. Apresente a interpretação denotacional do programa  $P$ .

**Questão 2** Pretende-se estender a linguagem WHILE acrescentando-lhe um novo comando **assert**( $b$ ) com a seguinte semântica: “Se o valor da expressão booleana  $b$  for verdadeiro, o comando comporta-se como o **skip**. Caso contrário, o programa bloqueia.”

1. Acrescente regras para lidar com este novo comando nas semânticas *small-step* e *big-step*.
2. Considerando cada uma destas semânticas, comente sobre a veracidade da seguinte afirmação:

“O programa  $\{x := 3; \text{assert}(x \leq 0); y := x + x\}$  é semanticamente equivalente ao programa  $\{x := 3; \{\text{while } x \leq 3 \text{ do skip}\}; y := x + x\}$ .”

3. Proponha uma regra da lógica de Hoare para o comando **assert**( $b$ ) e prove a sua correcção.
4. Defina a semântica denotacional do comando **assert**( $b$ ).

**Questão 3** Relembre o teorema de correcção da semântica axiomática face à semântica de avaliação (*big-step*): para todo  $C \in \mathbf{Stm}$  e  $\phi, \psi \in \mathbf{Assert}$ ,

$$\text{se } \vdash \{\phi\} C \{\psi\} \text{ então } \models \{\phi\} C \{\psi\}$$

A prova deste teorema é feita por indução na derivação de  $\vdash \{\phi\} C \{\psi\}$ . Apresente os casos de prova para as regras:  $[\text{skip}_p]$ ,  $[\text{ass}_p]$ ,  $[\text{comp}_p]$ .