

## Revisão 1

### Questão 1 (Noções básicos)

Quais das seguintes afirmações são verdadeiras (v) ou falsas (f)?

- (1) ( ) O conjunto de variáveis livres da expressão  $(\lambda y.y)(\lambda x.x y)$  é  $\{x\}$ .
  - (2) ( ) O tipo de  $\lambda f : \text{Int} \rightarrow \text{Int}.\lambda x : \text{Int}.f x$  no cálculo lambda tipado é  $(\text{Int} \rightarrow \text{Int}) \rightarrow \text{Int} \rightarrow \text{Int}$ .
  - (3) ( )  $(\mathbb{Z} \cup \{\omega\}, \leq)$  com uma extensão de  $\leq$  tal que  $z \leq \omega$  para todos  $z \in \mathbb{Z} \cup \{\omega\}$  é um domínio.
  - (4) ( ) Se  $(C, \sqsubseteq)$  é um conjunto parcialmente ordenado e se existe um  $m \in C$  tal que  $c \sqsubseteq m$  para todos  $c \in C$ , então a ordenação é completo.
  - (5) ( )  $(\mathbb{N} \cup \{\omega\}, \leq)$  com uma extensão de  $\leq$  tal que  $n \leq \omega$  para todos  $n \in \mathbb{N} \cup \{\omega\}$  é um domínio.
  - (6) ( ) Com  $g_2, g_3$  como definido abaixo,  $g_2 \sqsubseteq g_3$ .
  - (7) ( ) Com  $g_2, g_3$  como definido abaixo,  $g_3 \sqsubseteq g_2$ .
  - (8) ( ) Considerando a semântica do laço (C),  $g_2$  é um ponto fixo da equação correspondente.
  - (9) ( ) Considerando a semântica do laço (B),  $g_3$  é um ponto fixo da equação correspondente.
  - (10) ( ) Considerando a semântica do laço (A),  $g_1$  é um ponto fixo da equação correspondente.
- (A) `while true do skip`  
(B) `while x=0 do skip`  
(C) `while ¬(x=0) do skip`

$$g_1\sigma = \perp$$
$$g_2\sigma = \begin{cases} \sigma & \text{se } \sigma(x) = 0 \\ \perp & \text{caso contrário} \end{cases}$$
$$g_3\sigma = \begin{cases} \sigma & \text{se } \sigma(x) \neq 0 \\ \perp & \text{caso contrário} \end{cases}$$

### Questão 2 (Monotonia e continuidade)

O que significam as noções “monotônica” e “contínua” na semântica denotational? Explique as definições.

### Questão 3 (Aplicação da semântica denotational)

Suponha a seguinte extensão de IMP:

$$c ::= \dots \mid \text{dobro } c \text{ se } b \mid \dots$$

Intuitivamente, o comando `c` seria executado duas vezes, se depois da primeira execução a condição é satisfeito. Senão, o comando `c` é executado uma vez só. Defina a semântica denotational de `dobro` com equações semântica adequadas (*sem usar outros comandos*).

### Questão 4 (Avaliação da semântica denotational)

Considere o seguinte programa de IMP

```
while (n>0) do (  
  n:=5-2*n  
)
```

- (a) Calcule  $F^1(\perp)$ ,  $F^2(\perp)$  e  $F^3(\perp)$  explicitamente.  
(b) O que é o limite superior mínimo da cadeia

$$F^0(\perp) \sqsubseteq F^1(\perp) \sqsubseteq F^2(\perp) \sqsubseteq \dots$$

(uma prova não é necessário)?

**Questão 5 (Questão extra)**

Aumente IMP com um comando **break**

$$c ::= \dots | \mathbf{break} | \dots$$

Intuitivamente, se **break** ocorre em um laço **while**, a execução continua atrás do laço. Defina a semântica operacional do IMP com **break**.