

Nome:  
Cartão:

## Prova de recuperação

Dicas gerais:

- Leia todas as questões antes de começar e pergunte em caso de dúvidas.
- Sempre justifique a sua resposta.
- Responda a cada questão, ainda que a resposta não esteja completa.

### Questão 1 (Semântica operacional)

(1pt) Qual é a diferença entre a semântica operacional natural (big-step) e a semântica operacional estrutural (small-step)? Explique e dê exemplos.

### Questão 2 (Semântica axiomática: Mínimo de três)

(3pt) Considere o seguinte programa  $P$  em IMP

```
if (a<b) then (  
  if (a<c) then m:=a else m:=c  
) else (  
  if (b<c) then m:=b else m:=c  
)
```

Prove que o programa é totalmente correto dado a especificação  $\{\text{true}\}P\{m = \min(a, b, c)\}$ .

### Questão 3 (Semântica denotational)

Considere o programa  $P$

```
while y ≠ 0 do (  
  x:=x+1  
  y:=y-1  
)
```

- (1pt) Escreva a função computada pelo programa  $P$ .
- (1pt) Calcule as aproximações  $F^1(\perp)$ ,  $F^2(\perp)$  e  $F^3(\perp)$  da semântica do laço **while** explicitamente.
- (1pt) Qual é o menor limite superior da cadeia  $F^1(\perp) \sqsubseteq F^2(\perp) \sqsubseteq F^3(\perp) \sqsubseteq \dots$ ?

### Questão 4 (Semântica operacional: Valores “default”)

Suponha uma expressão aritmética  $e_1 ? e_2$ . O valor dessa expressão é o valor de  $e_1$  caso esse valor seja diferente de 0. Caso  $e_1$  tenha o valor 0 o valor da expressão é o valor do “default”  $e_2$ .

- (0,5pt) Extenda a gramática de IMP com essa expressão.
- (1,5pt) Formalize a expressão na semântica operacional estrutural (small-step).
- (1,0pt) Extenda o sistema de tipos para essa expressão.

### Questão 5 (Questão extra: Autômato de pilha)

Suponha um autômato com uma pilha que contém números inteiros. Um programa para esse autômato é uma seqüência dos seguintes comandos (separados por ;)

- push n** deposita o número  $n$  em cima da pilha
- add**, **sub** e **mult** computam a soma, diferença e produto dos primeiros dois números em cima da pilha, retirando-os da pilha e colocando o resultado no topo da pilha.

Formalize a semântica denotational desse autômato.

- (a) (0,5pt) Dê uma gramática da linguagem.
- (b) (1,5pt) Qual é uma formalização adequada do “estado” desse autômato?
- (c) (1,5pt) Defina equações semânticas adequadas.