

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  
)
```

- (a) (1pt) Escreva a função computada pelo programa P .
- (b) (1pt) Calcule as aproximações $F^1(\perp)$, $F^2(\perp)$ e $F^3(\perp)$ da semântica do laço **while** explicitamente.
- (c) (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 .

- (a) (0,5pt) Extenda a gramática de IMP com essa expressão.
- (b) (1,5pt) Formalize a expressão na semântica operacional estrutural (small-step).
- (c) (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 sequência dos seguintes comandos (separados por **;**)

- (a) **push n** deposita o número n em cima da pilha
- (b) **add**, **sub** e **mul** 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.