

INF05516 - Semântica Formal - Prova II - 2008/1

Nome: _____

Número: _____

Instruções:

- Todas as questões são relativas a linguagem L3 **sem subtipos**, exceto quando explicitamente mencionado.
- A duração da prova é de 100 minutos.
- As respostas devem ser dadas **a caneta e somente** nos espaços designados
- O que for escrito fora dos espaços para as soluções **não** será levado em conta na correção
- As questões regulares totalizam 10 pontos. As questões extras conferem pontos adicionais.
- As questões extras são mais difíceis do que as questões regulares. É recomendado resolver primeiro as questões regulares
- Todas as respostas corretas são curtas

	Pontos
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
Total	

1. Considere a linguagem dada pela gramática abaixo:

$$e ::= \square \mid \nabla \mid e_1 \wedge e_2$$

Considere também a relação binária \asymp entre as expressões dessa linguagem especificada pelas regras de inferência abaixo:

$$\overline{\square \asymp \nabla} \quad (\text{AX1})$$

$$\overline{\nabla \asymp \square} \quad (\text{AX2})$$

$$\frac{(e_2 \wedge e_1) \asymp (e_4 \wedge e_3)}{(e_1 \wedge e_2) \asymp (e_3 \wedge e_4)} \quad (\text{RGR1})$$

$$\frac{e_1 \asymp e_4 \quad e_2 \asymp e_3}{(e_1 \wedge e_2) \asymp (e_3 \wedge e_4)} \quad (\text{RGR2})$$

(a) (1pt) O conjunto de regras acima permite a construção de mais de uma derivação para determinadas expressões. Marque quais derivações abaixo correspondem à derivações da expressão $(\nabla \wedge \square) \asymp (\nabla \wedge \square)$ construídas utilizando as regras de derivação acima.

$$\text{(X)} \quad \frac{\overline{\square \asymp \nabla}^{\text{AX1}} \quad \overline{\nabla \asymp \square}^{\text{AX2}}}{\frac{(\square \wedge \nabla) \asymp (\square \wedge \nabla)}{(\nabla \wedge \square) \asymp (\nabla \wedge \square)}^{\text{RGR1}}}$$

$$\text{()} \quad \frac{\overline{\square \wedge \nabla}^{\text{AX1}} \quad \overline{\square \wedge \nabla}^{\text{AX2}}}{\frac{(\square \wedge \nabla) \asymp (\square \wedge \nabla)}{(\square \wedge \nabla) \asymp (\square \wedge \nabla)}^{\text{RGR1}}}$$

$$\text{()} \quad \frac{\overline{\nabla \wedge \square}^{\text{AX1}} \quad \overline{\square \wedge \nabla}^{\text{AX2}}}{(\nabla \wedge \square) \asymp (\nabla \wedge \square)}^{\text{RGR2}}$$

$$\text{(X)} \quad \frac{\overline{\nabla \asymp \square}^{\text{AX2}} \quad \overline{\square \asymp \nabla}^{\text{AX1}}}{(\nabla \wedge \square) \asymp (\nabla \wedge \square)}^{\text{RGR2}}$$

(b) (1pt) Podemos remover exatamente uma regra e produzir uma relação que admite somente uma derivação por cada expressão. Qual regra devemos eliminar?

☐ AX1

☐ AX2

☒ RGR1

☐ RGR2

2. Diga se as expressões abaixo são bem tipadas dado o ambiente de tipos, e, em caso positivo, escreva o tipo da expressão:

(a) (0,5pt) $\emptyset \vdash \text{fn } y : \text{bool} \rightarrow \text{bool} \rightarrow \text{bool} \Rightarrow \text{fn } x : \text{bool} \Rightarrow y \ x : ?$

() Não

(x) Sim Tipo: $(\text{bool} \rightarrow \text{bool} \rightarrow \text{bool}) \rightarrow \text{bool} \rightarrow \text{bool} \rightarrow \text{bool}$

(b) (0,5pt) $\emptyset \vdash \text{fn } x : \text{int} \rightarrow \text{bool} \Rightarrow \text{fn } y : \text{bool} \rightarrow \text{unit} \Rightarrow \text{fn } z : \text{int} \Rightarrow y \ (x \ z) : ?$

() Não

(x) Sim Tipo: $(\text{int} \rightarrow \text{bool}) \rightarrow (\text{bool} \rightarrow \text{unit}) \rightarrow \text{int} \rightarrow \text{unit}$

(c) (0,5pt) $[x : \text{bool} \rightarrow \text{bool}, y : \text{unit} \rightarrow \text{bool}] \vdash \text{fn } z : \text{unit} \Rightarrow x \ (y \ z) : ?$

() Não

(x) Sim Tipo: $\text{unit} \rightarrow \text{bool}$

(d) (0,5pt) $[x : \text{int} \rightarrow \text{int}] \vdash x \ (\text{fn } z : (\text{int} \rightarrow \text{int}) \rightarrow \text{int} \Rightarrow z \ x) : ?$

(x) Não

() Sim Tipo: _____

3. Considere as seguintes expressões:

```
A ≡ fn x : bool =>
  try
    if x then
      fn y : bool => true
    else
      (fn z : _____ => z) raise
  with
    raise
```

$B \equiv A \ \text{true}$

$C \equiv B \ \text{false}$

(a) (0,5pt) Que tipo deve ter a variável z acima para que o termo A seja bem tipado? $\text{bool} \rightarrow \text{bool}$

(b) (0,5pt) Qual o tipo da expressão A ? $\text{bool} \rightarrow \text{bool} \rightarrow \text{bool}$

(c) (0,5pt) Qual o resultado da avaliação da expressão B ? $\text{fn } y : \text{bool} \Rightarrow \text{true}$

(d) (0,5pt) Qual o resultado da avaliação da expressão C ? true

4. Defina uma **gramática abstrata** e as **regras de tipo** para uma extensão da linguagem L3 com valores do tipo string, do tipo caracter e com as seguintes operações: $e_1 @ e_2$ - dados dois strings produz um string que é a concatenação desses dois strings; $e_1[e_2]$ - dado um string e_1 e um número e_2 retorna o caracter na posição dada pelo número; $e_1[e_2..e_3]$ - dado um string e_1 e dois números e_2, e_3 , retorna o substring entre as posições dadas por e_2 e e_3

Gramática: (0,4pt)

$$\begin{aligned} e &::= \dots \mid s \mid c \mid e_1 @ e_2 \mid e_1[e_2] \mid e_1[e_2..e_3] \\ v &::= \dots \mid s \mid c \end{aligned}$$

$$T ::= \dots \mid str \mid char$$

onde:

$$\begin{aligned} s &\in \text{conjunto de strings} \\ c &\in \text{conjunto de caracteres} \end{aligned}$$

Regras de tipo: (1,6pt)

$$\Gamma \vdash c : char$$

$$\Gamma \vdash s : str$$

$$\frac{\Gamma \vdash e_1 : str \quad \Gamma \vdash e_2 : str}{\Gamma \vdash e_1 @ e_2 : str}$$

$$\frac{\Gamma \vdash e_1 : str \quad \Gamma \vdash e_2 : int}{\Gamma \vdash e_1[e_2] : char}$$

$$\frac{\Gamma \vdash e_1 : str \quad \Gamma \vdash e_2 : int \quad \Gamma \vdash e_3 : int}{\Gamma \vdash e_1[e_2..e_3] : str}$$

5. Dê 2 exemplos de expressões de L3 que são consideradas mal tipadas considerando o sistema de tipos de L3 **sem subtipos** e que são bem tipadas quando se considera subtipos. Um dos exemplos deve envolver função e aplicação e o outro deve envolver condicional.

(a) (1pt) Expressão 1 mal tipada sem subtipos: $(\text{fn } x: \{ A:bool \} \Rightarrow \# A \ x) \ \{ A = true, B = 5 \}$

Tipo da expressão 1 com subtipos $bool$

(b) (1pt) Expressão 2 mal tipada sem subtipos: $\text{if } true \text{ then } \{ A = true, B = 5 \} \text{ else } \{ A = true \}$

Tipo da expressão 2 com subtipos $\{ A : bool \}$

6. **Questão extra 1:** Os métodos de uma classe podem ser **reusados** para definir novas classes chamadas subclasses. Por exemplo, supondo que já tenhamos definido uma classe *counterClass*, podemos definir uma classe *resetCounterClass* de contadores com *reset* da seguinte forma:

```
1. resetCounterClass =  
2.   fn r : CounterRep =>  
3.     let super = counterClass r in  
4.     {get = super.get  
5.       inc = super.inc  
6.       reset = fn _ : unit => r.x := 1}
```

A cópia explícita da maioria dos campos da superclasse no registro da subclasse ainda é inconveniente (linhas 4 e 5). Como está evita-se repetir todo o código dos métodos da superclasse na subclasse, mas mesmo assim requer muita digitação. Para programas OO maiores será útil dispormos de uma construção como

```
super with {reset = fn _ : unit => r.x := 1}
```

(no lugar das linhas 4,5 e 6) representando um registro como *super* mas com o campo *reset* redefinido. Defina a sintaxe, semântica operacional e regra de tipo para essa nova construção.

(a) Defina a sintaxe abstrata dessa nova expressão

(b) Defina a semântica operacional dessa expressão

(c) Defina uma regra de tipo para a expressão

7. **Questão extra 2:** Extenda a linguagem L3 com a seguinte expressão:

`for $v := e_1$ to e_2 do e_3`

(a) Defina a semântica dessa expressão. Essa definição pode ser feita diretamente, usando um estilo *big step* ou *small step*, ou pode ser feita através uma tradução dessa expressão para outras construções de L3

(b) Defina uma regra de tipo para essa nova expressão