

# Linguagens de Programação

## Inferência de Tipos

1. Aplique o algoritmo de inferência de tipos às definições e expressões que se seguem (os nomes livres referem-se a definições de alíneas anteriores). Tenha em conta os tipos pré-definidos:

$0, 1, 2, \dots$  : *int*  
 $+, -, *$  : *int*  $\rightarrow$  *int*  $\rightarrow$  *int*  
*true, false* : *bool*  
 $=$  : *'a*  $\rightarrow$  *'a*  $\rightarrow$  *bool*  
 $[]$  : *'a* *list*  
*hd* : *'a* *list*  $\rightarrow$  *'a*  
*tl* : *'a* *list*  $\rightarrow$  *'a* *list*  
 $::$  : *'a*  $\rightarrow$  *'a* *list*  $\rightarrow$  *'a* *list*

- (a) `fun f1 x y = x + y;`
- (b) `fun f2 x y = f1 x y;`
- (c) `fun f3 x = f1 x;`
- (d) `fun id x = x;`
- (e) `fun apply (f, x) = f x;`
- (f) `fun applyc f x = f x;`
- (g) `id applyc;`
- (h) `applyc id;`
- (i) `apply (f1, 5);`
- (j) `fun curry f x y = f (x, y);`
- (k) `fun flip f a b = f b a;`
- (l) `fun fact 0 = 1`  
    `| fact n = n * fact (n - 1);`
- (m) `fun fib n = fib (n - 1) + fib (n - 2);`

- (n) `fun f4 (m, n) = f4 (m + n, m);`
- (o) `fun f5 (h,x) = h (f5 (h, x - 1), x);`
- (p) `fun f6 h x = h (f6 h (x - 1)) x;`
- (q) `fun f7 g a = g (g a);`
- (r) `fun e1 f = f (e1 0);`
- (s) `fun e2 f = f f + 2;`
- (t) `fun o f g x = f (g x);`
- (u) `fun ou (f, g, x) = f (g x);`
- (v) `fun pr (f, a, x) = f (x, pr (f, a, a x));`
- (w) `fun len l = if l = [] then 0 else 1 + len (tl l);`
- (x) `fun ape l m = if l = [] then m else ape (tl l) m;`
- (y) `fun app l m = if l = [] then m else hd l :: app (tl l) m;`
- (z) `fun rev [] = [] | rev l = app (rev (tl l)) (hd l :: []);`

2. Considere o código ML seguinte

```
fun f x y = let fun g x = 3 * x + y
                in g (x - 1) end;
f 4 5;
```

- (a) Traduza-o para cálculo- $\lambda$ .
- (b) Reduza o termo obtido na alínea anterior.
- (c) Aplique o algoritmo de inferência de tipos à definição de f.

3. Considere a função f definida em ML como

```
fun f (g,x) = g (x, f (g, h x))
```

- (a) Desenhe a árvore sintática que representa a função f.
- (b) Sabendo que h é do tipo  $h: 'a \rightarrow 'a$ , indique qual o tipo de f aplicando o algoritmo de inferência de tipos.