

Especificação e Desenvolvimento Formal de 'Software'

Mestrado em Informática + Curso de Especialização em Informática
Ano Lectivo de 2000/01

Exame (Época de recurso) — 14 de Setembro de 2001
15h00
Sala do Mestrado

NB: Esta prova consta de 10 alíneas de 2 valores cada uma.

PROVA COM CONSULTA (2)

Questão 1 Sabendo que, em VDM-SL, se tem

```
s1 = {9, 5} ;
s2 = {1, 5, 9} ;
s3 = {'1', '5'} ;
l1 = [2, 6, 9, 3, 6, 2] ;
l2 = [1, 7, 7, 3] ;
l3 = [[2, 6, 9, 3, 6, 2], [1, 7, 7, 3], 5] ;
m1 = {'a' |-> 7, 'b' |-> 5, 'c' |-> 9, 'd' |-> 7} ;
m2 = {3 |-> 'y', 6 |-> 'e', 1 |-> 's'} ;
```

1. Calcule o valor das seguintes expressões envolvendo conjuntos e sequências:

```
dinter {s1, s2, s3} (1)
elems (conc [l3, l2]) (2)
inds ([l1, l2]) (3)
l3(2)(3) (4)
```

2. Calcule o valor das seguintes expressões envolvendo funções finitas:

```
dom (m1 ++ m2) (5)
card rng (m1 munion m2) (6)
dom ({'a', 'd'}) <-: m1 (7)
```

Questão 2 Suponha que, para apoio à operação das brigadas de bombeiros no combate aos fogos florestais, o Serviço Nacional de Protecção Civil lhe encomenda a especificação de um sistema de informação geográfica que deverá manter informação actualizada sobre acessibilidades (e.g. caminhos rurais, alternativas) e recursos naturais (e.g. lagos, rios).

Segue-se um esboço de especificação de um componente desse sistema, o *mapa de acessibilidades*, modelado como um grafo etiquetado:

```
Map = set of Path;
Path :: froml: Location          -- origem
      info: PathInfo
      tol: Location;           -- destino
Location :: name: seq of char   -- topónimo
          coord: Coord;        -- coordenadas no mapa militar
PathInfo :: id: seq of char     -- nome do acesso, eg "CM203"
          distance: real       -- em quilómetros
          speed: real;         -- velocidade média
Coord :: lat: real             -- em kms, a partir da origem
       lon: real;             -- em kms, a partir da origem
```

1. Escreva em VDM-SL o valor do tipo Map que capta formalmente a seguinte descrição:

Mapa com o percurso seguinte, apenas: pelo caminho municipal "CM203" o lugar de "Covas" dista 12kms do de "Vilar" à velocidade média de 35 Km/h. No mapa militar, as coordenadas de "Covas" são (234,100) e as de "Vilar" (239,105).

2. Complete as reticências na definição das função que se segue, interpretando por palavras suas o seu significado:

```
f : ..... -> .....  
f(m) == dunion { { p.froml.name , p.tol.name } | p in set m } ;
```

3. Escreva em VDM-SL o invariante sobre Path que garante a seguinte condição de coerência: *a distância em kms entre os dois locais nunca é inferior ao comprimento do segmento de recta que une os respectivos pontos no mapa militar (= "o menor caminho entre dois pontos é a linha recta")*. **NB:** considere pre-definidas eventuais funções sobre o tipo `real` de que necessite.
4. Escreva em VDM-SL o invariante sobre Map que assegura que o invariante da alínea anterior está garantido em *todos* os percursos que constam do mapa.

Questão 3 Para cada uma das descrições informais que se seguem escreva a expressão/definição formal em VDM-SL:

1. Descreva a função finita (`map`) que associa cada número natural inferior a 9 o quadrado do seu valor.
2. Descreva (por compreensão) o conjunto das sequências de números naturais inferiores a 4 que são não vazias, cujo comprimento não excede 3 elementos e que não têm elementos repetidos.

Questão 4 Atente na seguinte especificação do modelo de dados de um sistema de gestão de contas bancárias:

```
BAMS = map AccId to Account;  
Account :: holders: set of AccHolder          -- detentores da conta  
          bal: Amount                          -- saldo anterior  
          mov: map Date to Details;           -- registo de movimentos  
  
Date = nat ;  
Details :: ref: set of char                    -- identificação do movimento  
          val: Amount;                         -- valor do movimento  
  
AccId      = seq of char;                      -- identificação da conta  
AccHolder  = seq of char;                      -- titular de conta  
Amount = real;
```

1. Por certo que encontra neste modelo — quando comparado com a situação real — erros de análise ou de representação em VDM-SL mais ou menos graves. Identifique-os e corrija-os, justificando as suas decisões.
2. Repita a alínea anterior para a declaração da função que se segue, rejeitada pelo verificador de tipos das VDMTOOLS:

```
OpenAccount : BAMS * AccId * set of AccHolder * Amount -> BAMS  
OpenAccount(bams,n,h,m) == { n |-> mk_Account(h,m) } ++ bams ;
```