

Especificação e Modelação

Exame

25 de Janeiro 2018

1. Considere o seguinte modelo Alloy de um campeonato de futebol. Cada equipa tem um estádio e jogos marcados. Os jogos decorrem num estádio num dos dia do campeonato.

```
open util/ordering[Dia]
```

```
sig Equipa {  
  jogos : set Jogo,  
  estadio : one Estadio  
}
```

```
sig Jogo {  
  local : one Estadio,  
  dia : one Dia  
}
```

```
sig Estadio {}
```

```
sig Dia {}
```

- (a) (4 pontos) Especifique os seguintes invariantes:
 - As equipas não partilham estádios.
 - Os jogos são entre duas equipas.
 - Os jogos decorrem num dos estádios das equipas envolvidas.
 - As equipas não jogam mais do que uma vez em cada dia.
 - Duas equipas não jogam mais do que uma vez no mesmo estádio.
- (b) (2 pontos) Altere o modelo por forma a permitir que as relações `Jogo`, `dia` e `jogos` possam ser mutáveis. Modifique os invariantes por forma a acomodar esta alteração, acrescentando outros que julgue necessários.
- (c) (4 pontos) Usando predicados especifique as seguintes operações, garantindo que preservem os invariantes e que são consistentes:
 - Marcar um jogo entre duas equipas num determinado dia do campeonato.
 - Adiar o dia de um jogo que já se encontra marcado.
- (d) (2 pontos) Mostre como poderia usar o Alloy para verificar a seguinte propriedade sobre traços, assumindo que apenas as duas operações anteriores podem executar a partir de um estado inicial sem qualquer jogo marcado:
 - Se um jogo é marcado no último dia do campeonato nunca será alterado o seu dia.
- (e) (1 ponto) A propriedade anterior é uma propriedade de *safety* ou de *liveness*? Justifique a sua resposta.

2. Uma máquina de bebidas serve café e chá. O café custa 3 moedas e o chá 2 moedas. A máquina aceita no máximo 10 moedas, podendo o utilizador seleccionar café ou chá quando tiver inserido moedas suficientes. Nesse momento a porta da máquina abre-se podendo o utilizador retirar a bebida seleccionada. Depois de retirada a bebida a porta volta a fechar-se, podendo só então o utilizador voltar a seleccionar outra bebida. Em qualquer momento o utilizador pode inserir mais moedas.
- (4 pontos) Modele esta máquina em NuSMV.
 - (3 pontos) Especifique fórmulas em lógica temporal que permitam verificar (ou refutar) as seguintes propriedades:
 - É sempre possível gastar todo o saldo.
 - Nunca é possível a porta ficar indefinidamente aberta.
 - Se o saldo é 0 e a porta está fechada, só se volta a abrir depois de terem sido inseridas pelo menos duas moedas.