

Especificação e Modelação

Teste Final

8 de Janeiro de 2019

Considere uma visão simplificada de um sistema de *streaming* de música, em que existem álbuns com autores e músicas atribuídas, assim como a ordem em que essas músicas surgem no álbum. Existem também utilizadores que têm a capacidade de escutar músicas, possivelmente enquanto reproduzem um álbum.

```
sig Musica {  
    autor : some Artista }  
  
sig Album {  
    autor : some Artista,  
    musicas : set Musica,  
    ordem : Musica → lone Musica }  
  
abstract sig Entidade {}  
sig Artista extends Entidade {}  
sig Utilizador extends Entidade {  
    escuta : lone Musica,  
    reproduz : lone Album }
```

1. (3 valores) Especifique os seguintes invariantes sobre este modelo:
 - Se uma música pertence a um álbum, então pelo menos um dos seus autores é também autor do álbum.
 - Cada utilizador escuta no máximo uma música e, se estiver a reproduzir um álbum, essa música pertence ao álbum.
 - A ordem de um álbum apenas considera músicas que pertencem ao álbum.
 - A ordem das músicas de um álbum não contém ciclos.
2. (1 valor) Explique o processo pelo qual a sistema de tipos do Alloy lança um erro para a seguinte expressão:

```
some m:Musica | no (m.autor).escuta
```
3. (2 valores) Adapte o modelo, inserindo novos invariantes se necessário, de modo a que os **Utilizadores** criados sejam mutáveis, assim como o que **escutam** e **reproduzem**.
4. (2 valores) Defina as seguintes operações, garantindo que preservam os invariantes:
 - **criar**, que cria um novo utilizador que ainda não escuta qualquer música.
 - **seguente**, que caso um utilizador esteja a reproduzir um álbum, passa para música seguinte do álbum; caso contrário, para de escutar música.
5. (2 valores) Considere a seguinte propriedade de *liveness*:
 - Se um utilizador estiver a reproduzir um álbum, então o processo de reprodução desse utilizador vai inevitavelmente parar.

Mostre como poderia especificar e verificar esta propriedade utilizando o *trace idiom*. Discuta as limitações dessa abordagem no contexto do Alloy.