

UNIVERSIDADE DO MINHO
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

TOLERÂNCIA A FALTAS

Guião Laboratorial 3

Raft Consensus

Ana Rita Peixoto	PG46988
André Gonçalves	PG46525
Henrique Neto	PG47238
Márcia Teixeira	A80943

29 de abril de 2022

Exemplo de uma mudança de líder

A rede usada para o exemplo é composta por seis nós, aos quais eram periodicamente introduzidas faltas nas ligações graças a um *nemesis* do tipo *partition*. Este *nemesis* implementado pelo *maelstrom* introduz faltas ao impedir, de forma aleatória, que um dos nós comunique com o resto da rede durante um certo período de tempo. No exemplo apresentado, a rede foi inicializada já com uma partição que impedia qualquer comunicação que envolvesse o nó *n3*. Isto é visível pela linha de *log*:

```
:nemesis [ :isolated { "n3" #{ "n2" "n5" "n1" "n4" "n0" }, "n2" #{ "n3" },  
                    "n5" #{ "n3" }, "n1" #{ "n3" }, "n4" #{ "n3" }, "n0" #{ "n3" } } ]
```

Tendo isto em conta, podemos concluir que qualquer tentativa de liderança pelo *n3* nunca seria bem sucedida, visto que este nunca conseguiria comunicar com os restantes nodos, logo nunca conseguiria uma maioria de votos. Os restantes nós, mesmo com a falha do *n3*, podem ser eleitos como líder pois conseguem obter uma maioria de votos. Desta forma, após a inicialização, por mero acaso o nodo *n2* propôs e ganhou uma eleição, tornando-se assim um líder para os nós *n0*, *n1*, *n4* e *n5* e passando então a enviar-lhes periodicamente *append_entries* para mante-los atualizados e manter a sua autoridade. Por outro lado, o nodo *n3* estando isolado, propunha constantemente novas eleições que eram despoletadas pelo facto de nunca receber mensagens *append_entries* ou *request_vote*. Estas eleições falhavam devido à existência da partição que o impedia de comunicar com os restantes nós e de estes receberem as suas mensagens de *request_vote*. Consequentemente, as tentativas consecutivas de eleição por parte do nodo *n3* provocou o incremento sucessivo do seu mandato (*term*). Na figura 1 podemos observar a troca de mensagens correspondente à eleição do primeiro líder (*n2*) que é caracterizado pelo mandato 1 (sublinhado a vermelho), e a resposta dos restantes nós e o respetivo voto (*true* (sublinhado a verde) - aceita o nodo *n2* como líder).

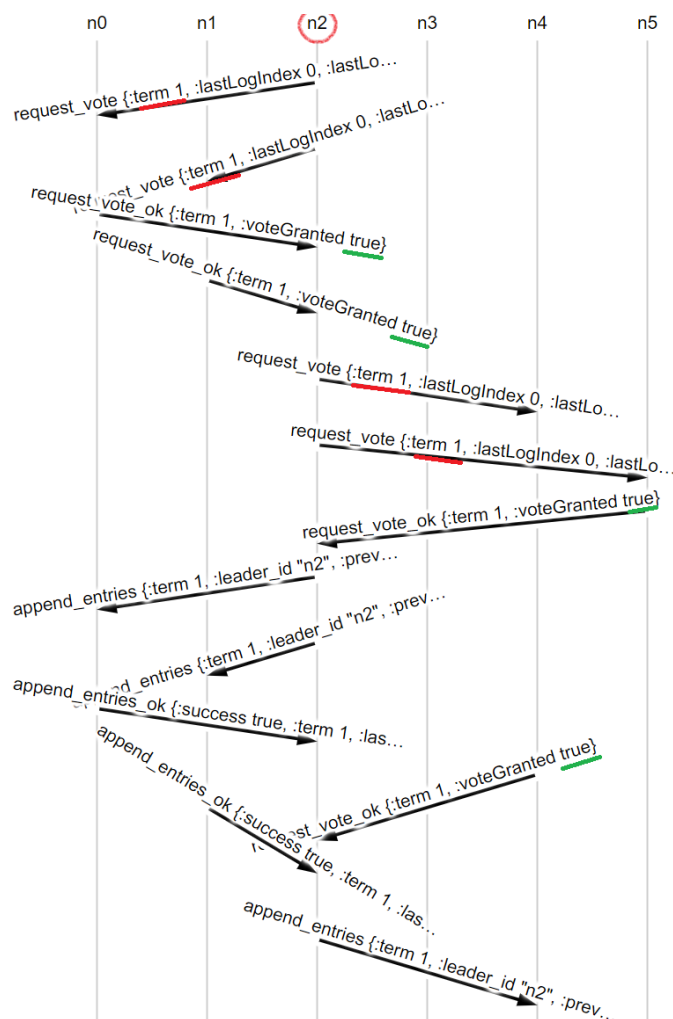


Figura 1: Mensagens durante a Inicialização

Após alguns segundos, o *nemesis* decidiu restabelecer todas as ligações da rede como é visível na mensagem abaixo. Neste momento, o nodo *n3* deixa de estar isolado do sistema e consegue comunicar com os restantes nós.

```
:nemesis :stop-partition :network-healed
```

Até esta altura, o líder do sistema tinha-se mantido constante no nodo *n2* e o sistema já tinha recebido e respondido a 15 mensagens *lin-kv*. Ao estabelecer a ligação do nodo *n3* (previamente isolado) com o resto do sistema, este passou a receber a mensagem de *append_entries* do nó *n2* (líder) que foi rejeitada por este estar no mandato 1 que era inferior ao seu, que graças às eleições falhadas que o nó *n3* fazia enquanto estava isolado, tinha incrementado o seu termo até ao valor 69. Quando o líder recebeu a mensagem do tipo *request_vote* proveniente do nodo *n3*, apercebeu-se que o seu termo estava desatualizado e resignou a sua liderança, assumindo-se como *follower*.

Desta forma, o nó *n3* começou uma nova eleição na tentativa de ser eleito como líder para o mandato 70, que foi rejeitada por todos os seus pares visto que o *log* do nodo *n3* estava desatualizado (isto é, os valores do *lastLogTerm* e do *lastLogIndex*). Esta eleição é visível na figura 2, onde é possível observar as mensagens de pedido de voto (primeiro conjunto de mensagens delineado a azul) e as suas mensagens de resposta (delineadas a vermelho) que vem com a variável *voteGranted* a *false* que denotam que o nodo *n3* não foi votado para líder.

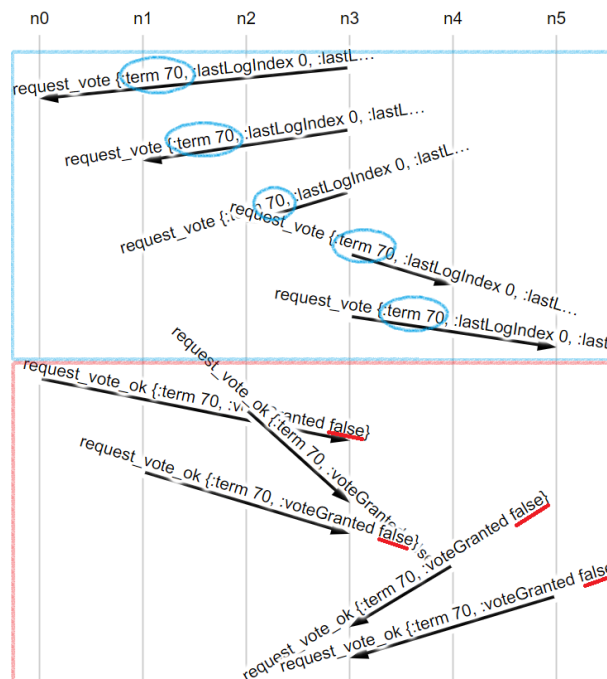


Figura 2: Tentativa de eleição do nó *n3*

Por fim, foi despoletada uma nova eleição para o nó *n5* com o mandato seguinte (71), que foi aceite por todos os outros nós visto que o nodo *n5* possui os *logs* iguais ou mais atualizados que os restantes. Esta eleição é visível na figura 3, onde é possível observar as mensagens de pedido de voto com o mandato referido (sublinhadas a cor de laranja) e os respetivos votos que lhe garantem a liderança (sublinhados a verde). Neste momento, podemos confirmar que houve uma mudança de líder do nodo *n2* para o nodo *n5*, provocada pelos acontecimentos anteriormente referidos.

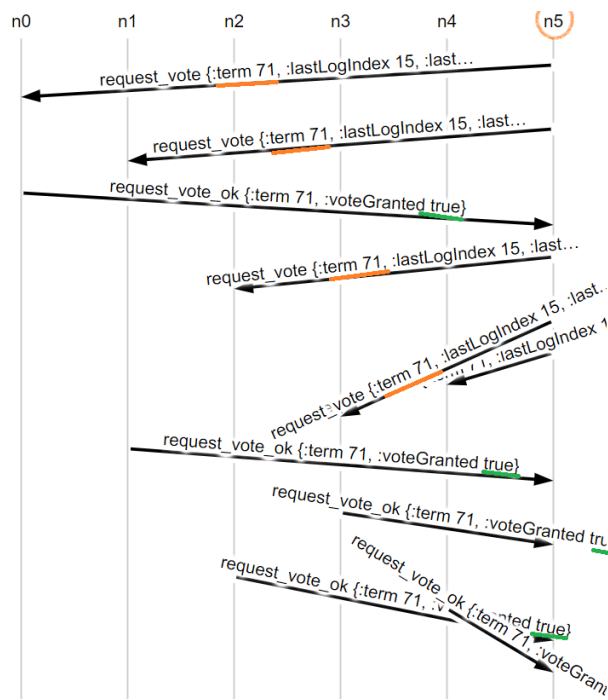


Figura 3: Eleição do nó $n5$