

# Múltiplas Variáveis de Condição por Monitor

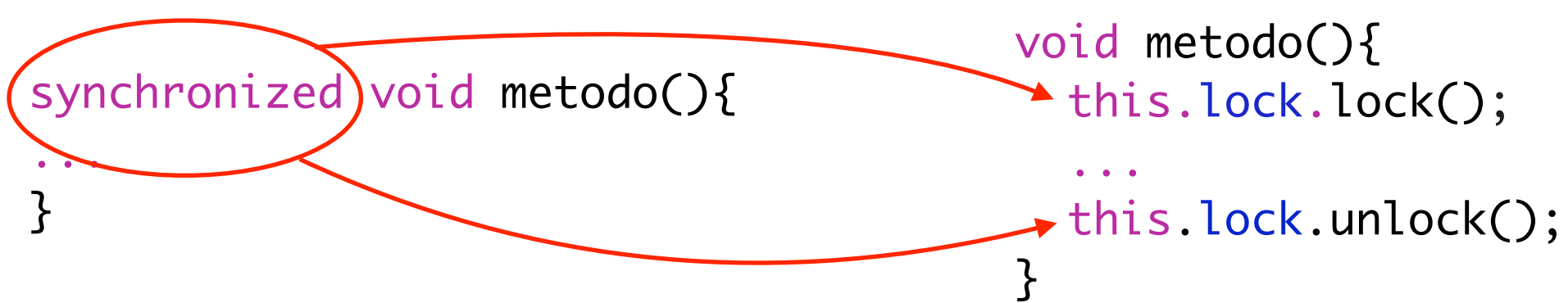
Sistemas Distribuídos

## Exclusão Mútua com monitor

```
synchronized void metodo(){  
    ...  
}
```

## Exclusão Mútua explícita

```
import java.util.concurrent.locks.ReentrantLock;  
  
lock = new ReentrantLock();  
  
void metodo(){  
    this.lock.lock();  
    ...  
    this.lock.unlock();  
}
```

A red oval highlights the word 'synchronized' in the first code block. Two red arrows originate from this oval: one points to the 'this.lock.lock()' line in the second code block, and the other points to the 'this.lock.unlock()' line in the second code block.

- Variáveis de condição:
  - suspensão/retoma de execução dentro de zona crítica
  - usadas em conjunto com o **ReentrantLock**:
    - `java.util.concurrent.locks.ReentrantLock`
      - métodos **`lock()`**, **`unlock()`**, **`newCondition()`**
    - `java.util.concurrent.locks.Condition`
      - métodos relevantes: **`await()`**, **`signal()`**, **`signalAll()`**

## Variáveis de condição com monitor

```
synchronized void metodo(){  
    ...  
    while(...){  
        this.wait();  
    }  
    this.notify();  
}
```

## Variáveis de condição explícitas

```
import java.util.concurrent.locks.ReentrantLock;  
import java.util.concurrent.locks.Condition;  
  
ReentrantLock lock = new ReentrantLock();  
Condition condition = lock.newCondition();  
  
void metodo(){  
    this.lock.lock();  
    ...  
    while(...){  
        this.condition.await();  
    }  
    this.condition.signal();  
    this.lock.unlock();  
}
```

## Variáveis de condição com monitor

```
synchronized void metodo(){  
    ...  
    while(...){  
        this.wait();  
    }  
    this.notify();  
}
```

## Variáveis de condição explícitas

```
import java.util.concurrent.locks.ReentrantLock;  
import java.util.concurrent.locks.Condition;
```

```
ReentrantLock lock = new ReentrantLock();  
Condition condition = lock.newCondition();
```

```
void metodo(){  
    this.lock.lock();  
    ...  
    while(...){  
        this.condition.await();  
    }  
    this.condition.signal();  
    this.lock.unlock();  
}
```

# Exercícios

1) Reimplemente a classe BoundedBuffer, de modo a evitar acordar threads desnecessariamente, distinguindo as situações de bloqueio pelo array estar vazio e cheio.

# Exercícios

2) Implemente uma classe Warehouse para permitir a gestão de um armazém acedido concorrentemente. Deverão ser disponibilizados os métodos:

- `supply(String item, int quantity)` – abastecer o armazém com uma dada quantidade de um item;
- `consume(String[] items)` – obter do armazém um conjunto de itens, bloqueando enquanto tal não for possível.

# Warehouse

```
private HashMap<String, Item> stock;
```

```
Warehouse()
```

```
void supply(String item, int quantity) ← aumenta a quantidade  
do item
```

```
void consume(String[] items) ← consome 1 unidade de cada  
item passado no array  
(bloqueia caso não haja  
unidades disponíveis)
```

# Item

```
ReentrantLock lock;
```

```
Condition isEmpty;
```

```
int quantity;
```

```
Item()
```

```
void supply(int quantity)
```

```
void consume()
```

# Producer

implements  
Runnable

# Consumer

```
Warehouse wh;
```

```
run()
```

```
    this.wh.supply("item1", 1)
```

```
    sleep(3s)
```

```
    this.wh.supply("item2", 1)
```

```
    sleep(3s)
```

```
    this.wh.supply("item3", 1)
```

```
Warehouse wh;
```

```
run()
```

```
    this.wh.consume(["item1", "item2", "item3"])
```

# Main

```
//criar objecto Warehouse com 3 items  
(com 0 unidades)
```

```
//criar e iniciar Producer e Consumer
```



# Exercícios

3) Implemente a classe RWLock com os métodos readLock(), readUnlock(), writeLock() e writeUnlock() de modo a permitir o acesso simultâneo de múltiplos leitores a uma dada região crítica, ou em alternativa, o acesso de um único escritor.

- Usar ReentrantLock e respectivas variáveis de condição.
- Evitar o fenómeno de starvation.



## ● Exemplo (Exercício 3):

### Reader 1

```
rwlock.readLock()  
//secção crítica  
rwlock.readUnlock()
```

### Reader 2

```
rwlock.readLock()  
//secção crítica  
rwlock.readUnlock()
```

### Writer 1

```
rwlock.writeLock()  
//secção crítica  
rwlock.writeUnlock()
```

### Writer 2

```
rwlock.writeLock()  
//secção crítica  
rwlock.writeUnlock()
```

## Exemplo (Exercício 3):

Reader 1

Reader 2

Writer 1

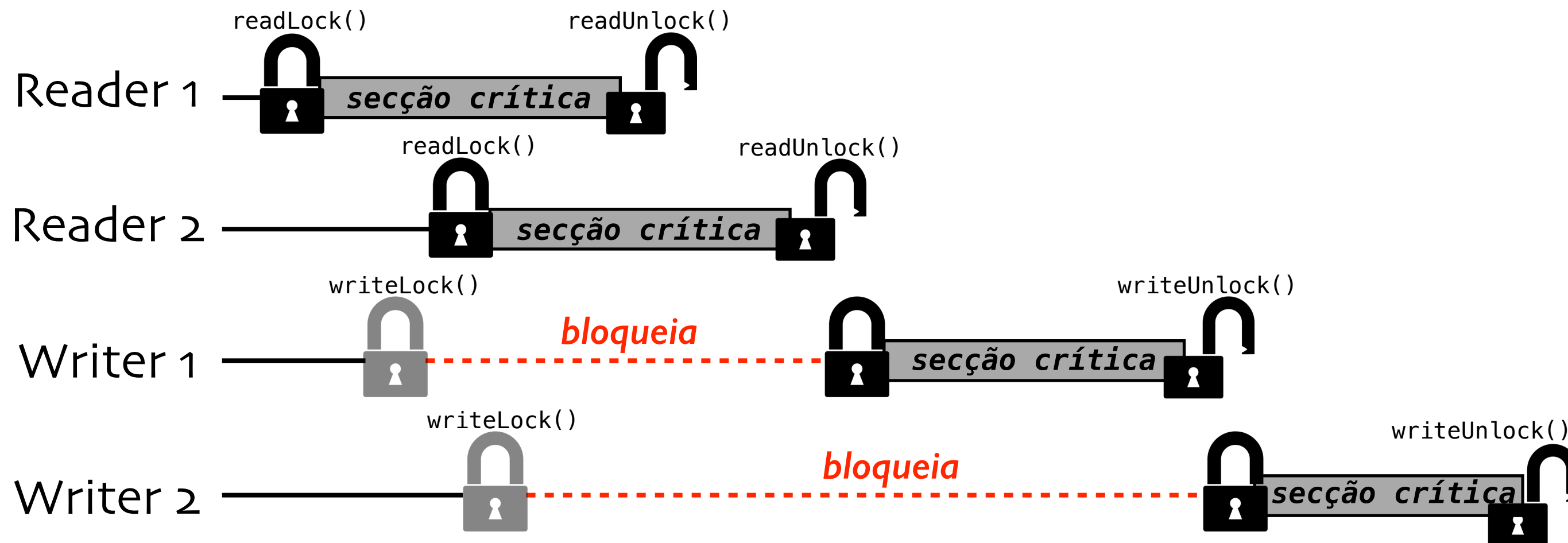
Writer 2

```
rwlock.readLock()  
//secção crítica  
rwlock.readUnlock()
```

```
rwlock.readLock()  
//secção crítica  
rwlock.readUnlock()
```

```
rwlock.writeLock()  
//secção crítica  
rwlock.writeUnlock()
```

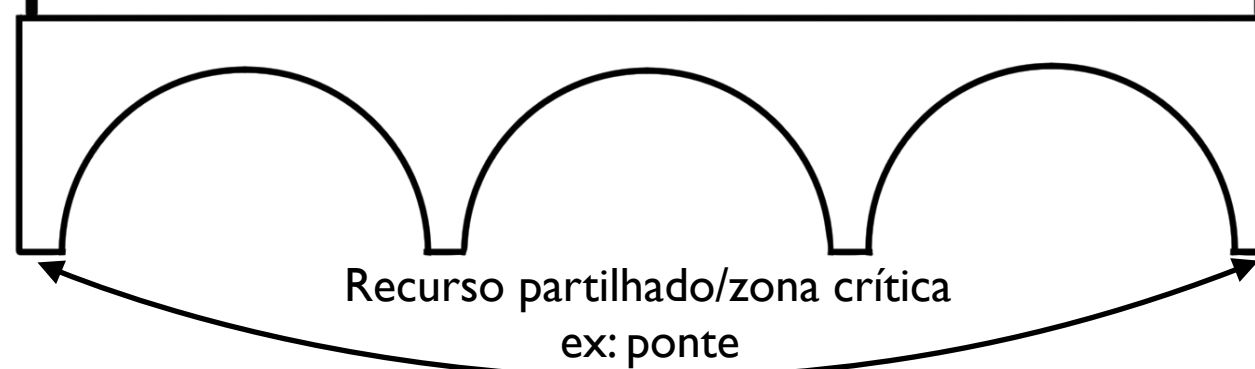
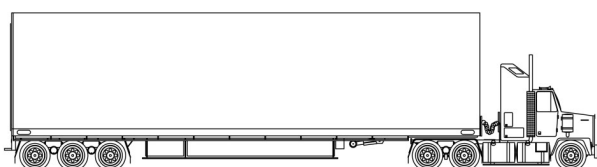
```
rwlock.writeLock()  
//secção crítica  
rwlock.writeUnlock()
```



Writer

RWLock

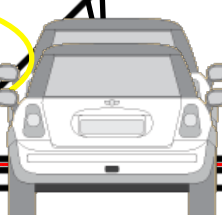
Reader



ReadLock()  
readers++

ReadLock()  
readers++

Contador



Recurso partilhado  
ex: ponte

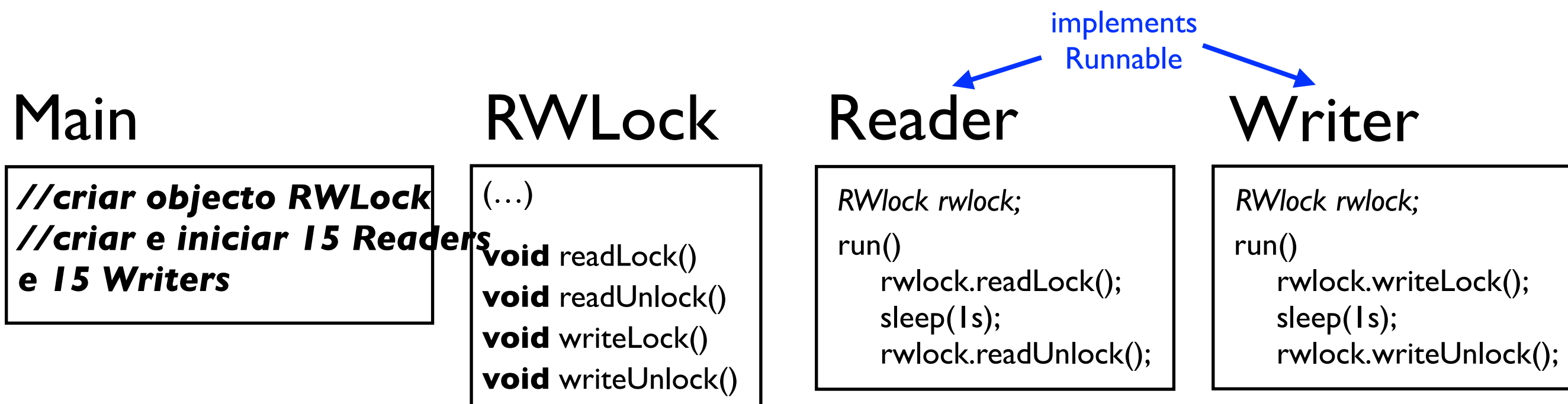
Aula 1 ex Contador: acessos concorrentes a um contador partilhado pode levar a “perdas” na contagem.

Logo...

**Garantir exclusão mútua no acesso à zona crítica!**

3) Implemente a classe RWLock com os métodos readLock(), readUnlock(), writeLock() e writeUnlock() de modo a permitir o acesso simultâneo de múltiplos leitores a uma dada região crítica, ou em alternativa, o acesso de um único escritor.

- Usar ReentrantLock e respectivas variáveis de condição.



## Exemplo (Exercício 3):

Reader 1

Reader 2

Writer 1

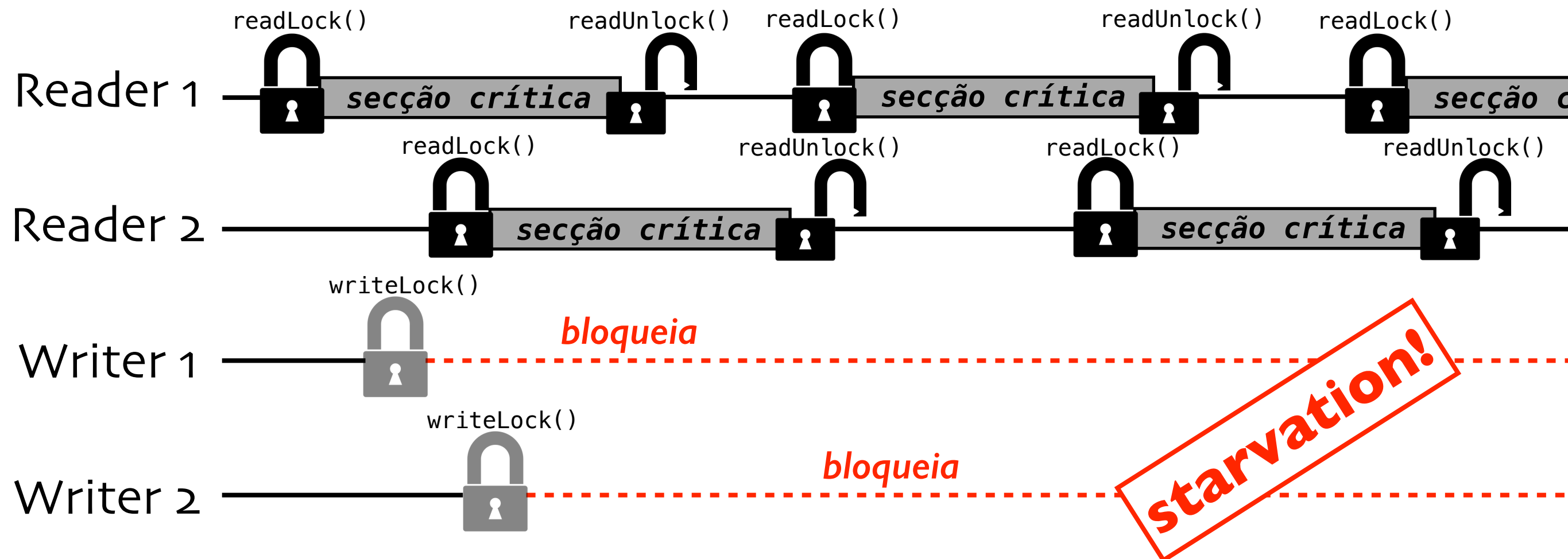
Writer 2

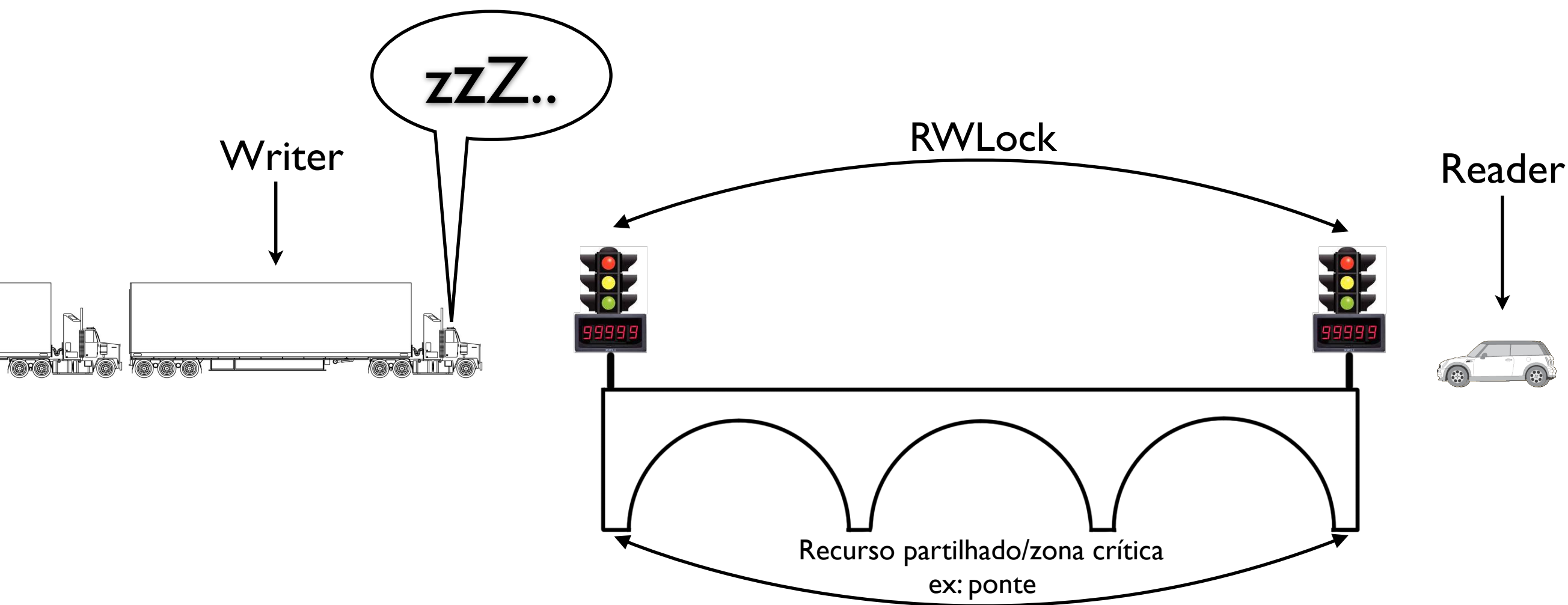
```
rwlock.readLock()  
//secção crítica  
rwlock.readUnlock()
```

```
rwlock.readLock()  
//secção crítica  
rwlock.readUnlock()
```

```
rwlock.writeLock()  
//secção crítica  
rwlock.writeUnlock()
```

```
rwlock.writeLock()  
//secção crítica  
rwlock.writeUnlock()
```







3) Implemente a classe RWLock com os métodos readLock(), readUnlock(), writeLock() e writeUnlock() de modo a permitir o acesso simultâneo de múltiplos leitores a uma dada região crítica, ou em alternativa, o acesso de um único escritor.

- Usar ReentrantLock e respectivas variáveis de condição.
- Evitar o fenómeno de starvation.

