# Deteção de relações de concorrência e “Happens-Before”

Um sistema de replicação otimista suporta várias operações em simultâneo através do escalonamento das mesmas e da deteção de conflitos entre elas. Para ser possível o escalonamento o sistema tem de saber quais os eventos e a ordem pela qual ocorreram.

Contudo num ambiente distribuído onde o atraso nas comunicações é imprevisível não é possível ordenar de forma absoluta as ocorrências dos eventos.

Para resolver este problema foi proposto por Lamport [1] num artigo de 1978 o conceito de *“happens-before”* que consiste em capturar relações de precedência entre eventos e tentar definir entre eles a ordem de ocorrência. Considere-se duas operações A e B efetuadas sobre os processos pA e pB respetivamente. A operação A *“happens-before”* B quando:

- pA = pB e a operação A for submetida antes de B;

- pA ≠pB e a operação B for submetida após pB receber e executar a operação A;

- Para uma dada operação C, A *“happens-before”* C e C *“happens-before”* B;

No caso de não ser detetada a relação de *“happens-before”* as operações dizem-se concorrentes. Este tipo de relações é usado em vários cenários na replicação otimística como o de ordenação de operações, deteção de conflitos e propagação de operações.

## Algoritmos de deteção e representação de relações *“happens-before”*

Existem vários algoritmos para representar e detetar estas relações:

* **Representação Explicita** - Nome das operações precedentes é anexado à operação x;
* **Relógios vetoriais** - Cada processo contem um vetor de relógios onde para cada i é guardado o número de eventos ocorridos no processo Pi. Quando é submetida uma nova operação y no processo Pi este incrementa o seu valor de eventos ocorridos no vetor e anexa o novo vetor à operação y para atualizar os vetores dos outros processos;
* **Relógios lógicos e de tempo-real** 
  + **Lógicos** - Cada processo tem um relógio interno e ao ser feita uma operação x esse relógio é incrementado e anexado à operação. O processo destinatário da operação incrementa o seu relógio para um valor maior que o seu ou maior que o anexado na operação;
  + **Tempo-Real** - Comparação dos relógios físicos.
* **Relógios plausíveis** - Combinação de alguns aspetos dos relógios lógicos com vetoriais;

Referências

[1] - [Time, Clocks and the Ordering of Events in a Distributed System](http://research.microsoft.com/en-us/um/people/lamport/pubs/time-clocks.pdf)