

# Capítulo 6

## Transações

### Motivação:

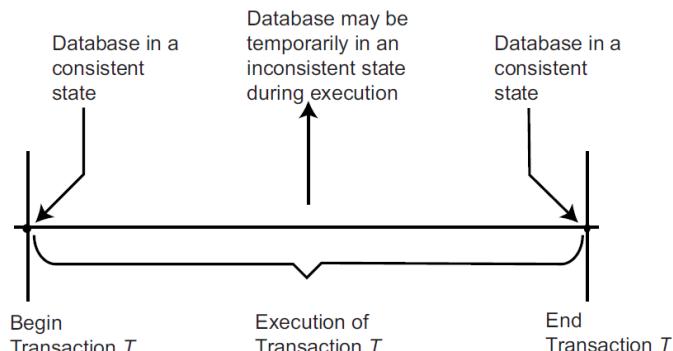
- Base de Dados: Obedece a todas as restrições de consistência (integridade) definidas sobre ele.
- Transação: Ações de transações concorrentes
- Base de Dados Distribuídos: Equivalência de uma única cópia: Uma base de dados replicada encontram-se num estado mutuamente consistente, se todas as cópias de todos os itens de dados que ele contém apresentam valores idênticos.

## Transações

### Definição:

Transação é uma execução de um programa de utilizador visto pelo SGBD como uma série de operações de leitura e escrita.

- É um programa em execução ou processo que inclui um ou mais acessos à base de dados que efetuam leituras ou atualizações dos seus registos.
- É uma unidade atómica de trabalho que estará completa ou não foi realizada.



O que uma transação faz?

- Toma posse sobre uma base de dados
- Executa uma ação sobre ela
- Gera uma nova versão da base de dados

Uma transação é vista pelo SGBD como uma série ou lista de ações:

- Leitura
- Escrita

Além de ler e escrever, uma transação deve especificar a ação final:

- Efetivação (*commit*)
- Cancelamento (*abort*)

Formalizando...

- $O_{ij}(x)$  alguma operação  $O_j$  da transação  $T_i$  que opera sobre uma entidade da base de dados  $x$
- $O_{ij}(x) \in \{\text{leitura, escrita}\}$
- $OS_i$  é o conjunto de todas as operações em  $T_i$ :  $OS_i = \cup_j O_{ij}$
- $N_i$  é a condição de término de  $T_i$ . Onde  $N_i \in \{\text{abandonar, consolidar}\}$
- $T_i$  é uma ordenação parcial sobre suas operações e a condição de término:

$$T_i = \{\Sigma_i, <_i\}$$

1.  $\Sigma_i = OS_i \cup \{N_i\}$
2. Para duas operações quaisquer  $O_{ij}, O_{ik} \in OS_i$ , se  $O_{ij} = \{R(x) \text{ ou } W(x)\}$  e  $O_{ik} = W(x)$  para qualquer item de dados  $x$ , então  $O_{ij} <_i O_{ik}$  ou  $O_{ik} <_i O_{ij}$
3.  $\forall O_{ij} \in OS_i, O_{ij} <_i N_i$

### Estados das Transações

- Activado: Durante a execução
- Parcialmente submetida: Depois que a declaração final for submetida
- Falha: após a descoberta de que a execução normal já não pode prosseguir
- Anulada: após a reversão e a BD é restaurada ao seu estado inicial
- Submetida - Conclusão bem sucedida

FLIGHT(FNO, DATE, SRC, DEST, STSOLD, CAP)  
CUST(CNAME, ADDR, BAL)  
FC(FNO, DATE, CNAME, SPECIAL)

```
Begin.transaction Reservation
begin
    input(flight_no, date, customer_name);
    EXEC SQL SELECT STSOLD,CAP
        INTO      temp1,temp2
        FROM     FLIGHT
        WHERE    FNO = flight_no AND DATE = date;
    if temp1 = temp2 then
        output("no free seats");
        Abort
    else
        EXEC SQL UPDATE FLIGHT
            SET     STSOLD = STSOLD + 1
            WHERE   FNO = flight_no AND DATE = date;
        EXEC SQL INSERT
            INTO     FC(FNO, DATE, CNAME, SPECIAL);
            VALUES  (flight_no, date, customer_name, null);
        Commit
        output("reservation completed")
    endif
end.
```

## EXEMPLO

Considere a transação T simples

$\Sigma = \{R(x), R(y), W(x), C\}$   
 $\prec = \{(R(x), W(x)), (R(y), W(x)), (W(x), C), (R(x), C), (R(y), C)\}$

```

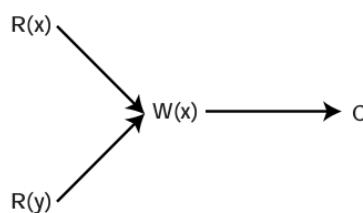
Read(x)
Read(y)
x ← x + y
Write(x)
Commit

```

A formalização é:

onde  $(O_i, O_j)$  como um elemento da relação  $<$  que indica que  $O_i < O_j$

A formalização é:



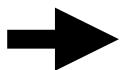
Simplificando...

- Objeto a ser lido:  $O$
- Transação:  $T$
- Leitura:  $R\tau(O)$
- Escrita:  $W\tau(O)$
- Efetivação:  $Committ\tau$
- Abertura:  $Abort\tau$

## Propriedades das Transações:

Acrónimo ACID

- Atomicidade
- Consistência
- Isolamento
- Durabilidade



Garantem os aspetos de consistência e confiabilidade das transações

### Atomicidade

A propriedade de atomicidade garante que as transações sejam atómicas (indivisíveis). A transação será executada totalmente ou não será executada.

A atomicidade exige que, se a execução de uma transação for interrompida por qualquer tipo de falha, o SGBD seja responsável pela determinação do que fazer com a transação após a recuperação da falha.

#### - Tipos de falhas:

- Cancelada ou terminada sem sucesso pelo SBGD por causa de alguma anomalia durante a execução
- Sistema pode falhar (fonte de alimentação interrompida)
- Transação pode encontrar uma situação inesperada (incapacidade de acessar um dado no disco)

Um SGBD garante a atomicidade de transação *desfazendo* as ações das transações incompletas

O SGBD mantém um registro, chamado Log, de todas as gravações feitas na Base de Dados.

### Consistência

A propriedade de consistência garante que a base de dados passará de uma forma consistente para outra forma consistente.

- As transações transformam as BD consistentes em outras BD consistentes
- As transações não violam as restrições de integridade da BD

|               |                                                                                               |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Grau 0</b> | Transações T não substitui dados “sujos” de outras transações                                 |
| <b>Grau 1</b> | Grau 0 + T não confirma nenhuma escrita antes de EOT                                          |
| <b>Grau 2</b> | Grau 1 + T não lê dados “sujos” de outras transações                                          |
| <b>Grau 3</b> | Grau 2 + Outras Transações não “suja” nenhuma informação lida por T antes de T estar completa |

### Isolamento

A propriedade de isolamento garante que a transação não será interferida por nenhuma outra transação concorrente.

Uma transação em andamento não pode revelar seus resultados a outras transações concorrentes antes de se consolidar

### Durabilidade

A propriedade de durabilidade garante que o que foi salvo, não será mais perdido. Propriedade que assegura que, uma vez que a transação se consolida, seus resultados tornam-se permanentes e não podem ser apagados da base de dados.

### **Plano de Execução:**

É uma lista de ações (leitura, escrita, cancelamento ou efetivação) de um conjunto de transações.

A ordem na qual duas ações de uma transação T aparecem num plano de execução deve ser a mesma em que elas aparecem em T.

| T1     | T2     |
|--------|--------|
| R(A)   |        |
| W(A)   |        |
|        | R(B)   |
|        | W(B)   |
| R(C)   |        |
| W(C)   |        |
| COMMIT | COMMIT |

Um plano de execução envolvendo duas transações

### **Plano de Execução Completo**

Contém um cancelamento (*abort*) ou uma efetivação (*commit*) para cada transação cujas as ações estão listadas nele

### **Plano de Execução Serial**

Transações são executadas no início ao fim uma por uma

### **Execução Concorrente:**

O SGBD intercala as ações de diferentes transações para melhorar o desempenho:

- Enquanto uma transação está a esperar que uma página seja lida do disco, o CPU pode processar outra transação
- Reduz o tempo que discos e processadores ficam inativos
- Aumenta o *throughput* do sistema
- Execução intercala entre uma transação curta e longa, permite que a curta termine mais rápido

Manutenção da consistência entre transações

- Se duas transações concorrentes acessam um item de dados que está a ser atualizado por uma delas, não é possível garantir que a segunda lerá o valor correto

| T1       | T2       |        |
|----------|----------|--------|
| R(x)     | R(x)     |        |
| x <- x+1 | x <- x+1 | x = 50 |
| W(x)     | W(x)     |        |
| COMMIT   | COMMIT   |        |

## EXEMPLO

Considere as transações

|              |              |
|--------------|--------------|
| T1: R(x)     | T1: R(x)     |
| T1: x <- x+1 | T1: x <- x+1 |
| T1: W(x)     | T2: R(x)     |
| T1: COMMIT   | T1: W(x)     |
| T2: R(x)     | T2: x <- x+1 |
| T2: x <- x+1 | T2: W(x)     |
| T2: W(x)     | T1: COMMIT   |
| T2: COMMIT   | T2: COMMIT   |
| RESULTADO    | RESULTADO    |
| T1 = 51      | T1 = 51      |
| T2 = 52      | T2 = 51      |

Anomalias em Razão da Execução Concorrente

- Dados sujos
  - T2 lê um objeto de dados gravado anteriormente por T1 que ainda não foi efetivado (WR)
- Leitura não repetível ou vaga
  - Uma transação T2 grava um valor lido, anteriormente, por T1 ainda em andamento (RW)
- Sobrescrevendo dados não efetivados
  - Uma transação T2 pode sobrescrever o valor de um objeto X o qual já foi modificado por T1, enquanto T1 ainda está em andamento (WW)

## Tipos de Transações:

As transações classificam-se de acordo com diversos critérios:

### - Duração da Transação

#### - On-line ou curtas

- Tempos de execução/resposta muito curtos e pelo acesso a uma porção relativamente pequena da base de dados

#### - Em lote ou longas

- Tempos de execução/resposta longos e acessam uma grande porção da base de dados

### - Estrutura

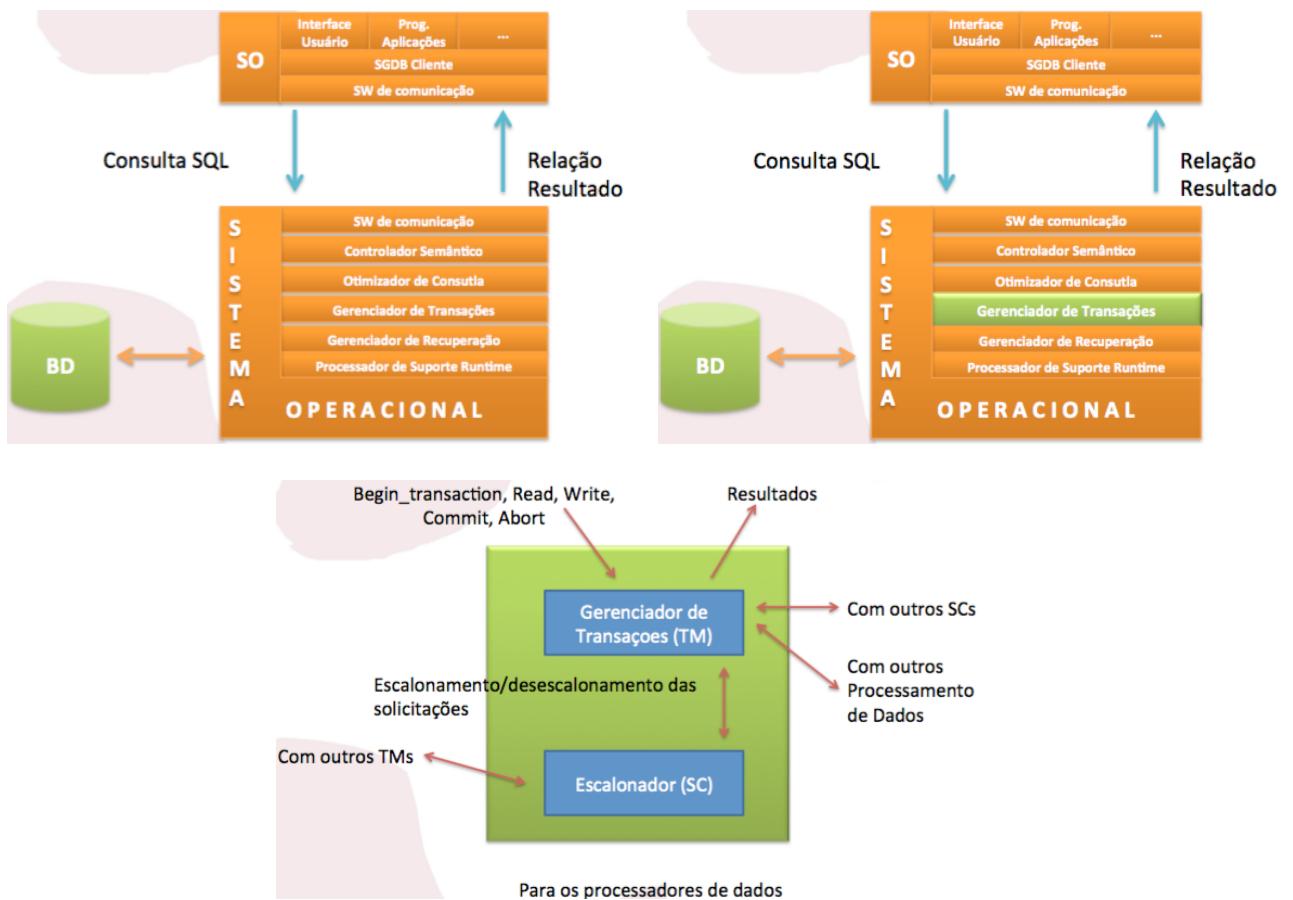
#### - Planas

- Tem um único ponto de início e um único ponto de fim

#### - Aninhadas

- Permite a inclusão de outras transações com seus próprios pontos de início e fim

## Revisão da Arquitetura:



**- Gestor de Transações (TM)**

- Responsável pela coordenação da execução das operações da base de dados em nome de uma aplicação

**- Escalonador (SC)**

- Responsável pela implementação de um algoritmo específico de controle de concorrência para sincronizar o acesso à Base de Dados.

**- Conjunto de Gestores de Recuperações Locais**

- Responsável por implementar os procedimentos locais pelos quais a Base de Dados pode ser levado a um estado consistente depois de uma falha.

**Comandos:**

O gestor de transação fornece cinco comandos:

**- Begin\_Transaction**

- Indica para o TM que uma nova transação está começando. O TM regista o nome da transação, a aplicação de origem, entre outras atividades.

**- Read**

- Se o item de dados x estiver armazenado no local, seu valor será lido e retornado para a transação. Caso contrário, o TM selecionará uma cópia de x e solicitará que sua cópia seja devolvida.

**- Write**

- O TM coordena a atualização do valor de x em cada site em que ele reside.

**- Commit**

- O TM coordena a atualização física de todas as Base de Dados que contém cópias de cada item de dado para o qual foi emitido um comando de gravação.

**- Abort**

- O TM certifica-se de que nenhum efeito da transação se refletiu na Base de Dados.

Com esses serviços, o TM pode comunicar-se com os SCs e com os processadores de dados no mesmo site ou em sites diferentes.