

Banco de Dados

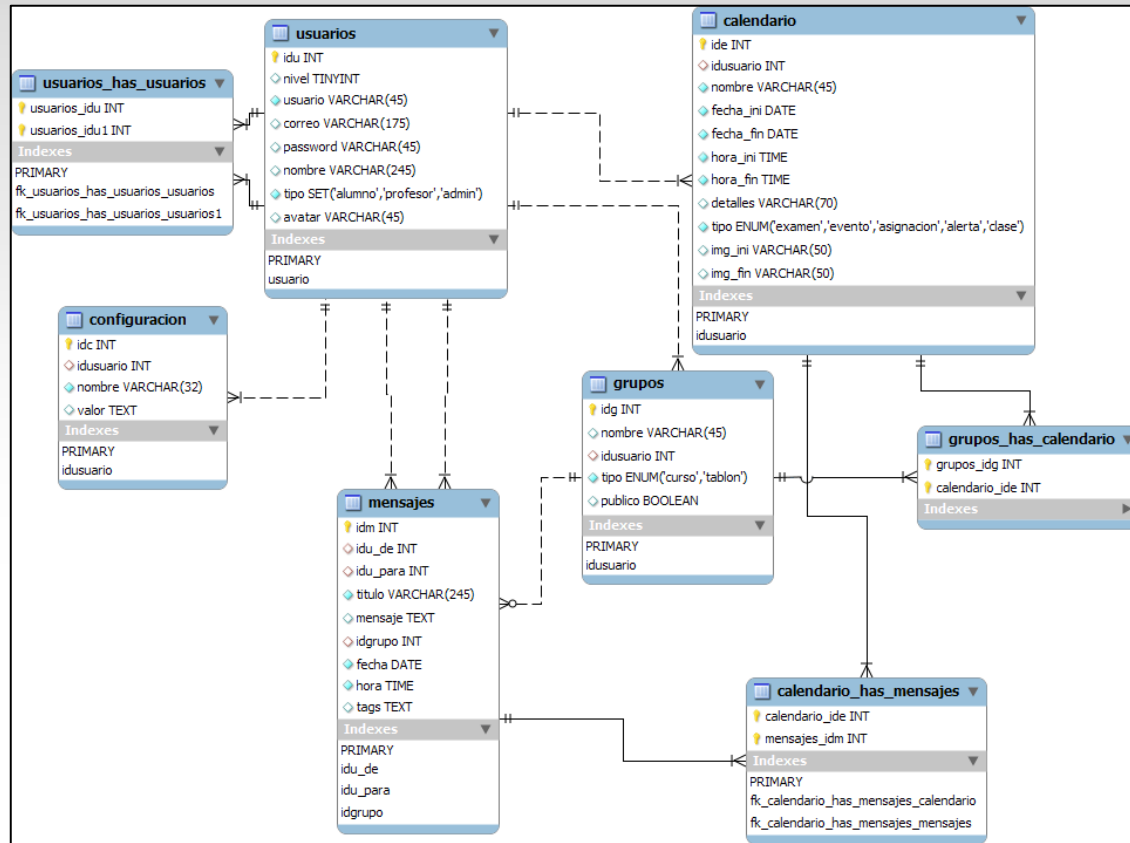
Módulo Básico



O que é uma Transação?

- **Unidade lógica de trabalho** que deve ser **concluída** ou **abortada inteiramente**
- Uma **transação bem-sucedida** altera o **BD** de um **estado consistente** para **outro**
- Um **BD em estado consistente** é **aquele** em que são **satisfeitas** as **restrições de integridade** de **todos** os **dados**
- A **maioria das transações reais** é formada por **duas ou mais solicitações**
 - A **solicitação de BD** é o **equivalente** a um **único comando de SQL** em um **aplicativo** ou **transação**

Diagrama Relacional do BD



Esquema Hipotético de Banco de Dados Relacional

Avaliação dos Resultados de Transação

- Nem **todas** as transações atualizam o BD
- O código de SQL representa uma transação, pois acessa o BD
- Transações **inadequadas** ou **incompletas** podem ter efeito devastador sobre a integridade do BD
 - Alguns SGBDs fornecem meios pelos quais os usuários podem definir restrições aplicáveis
 - Outras regras são aplicadas **automaticamente** pelo SGBD

Propriedades da Transação

- Uma **transação** possui **4 propriedades** fundamentais (**ACID**):
 - Atômica
 - Significa que as **instruções SQL** contidas em uma **transação** constituem uma **única unidade de trabalho** (tudo ou nada)
 - Consistente
 - Significa que o **BD** está em um **estado consistente** quando uma **transação inicia** e, ao seu **término**, em **outro estado consistente**

Propriedades da Transação

- Uma **transação** possui **4 propriedades** fundamentais (**ACID**) - *continuação*:
 - Isolada
 - Transações separadas **não** devem interferir uma com a outra
 - Durável
 - Uma vez que a **transação** sofreu **COMMIT**, as alterações feitas no **BD** são **preservadas**, mesmo que a **máquina** em que o **SGBD** esteja **instalado** apresente **falha** posteriormente

Gerenciamento de Transações

- O **I**nstituto **N**acional **A**mericano de **P**adrões (ANSI) definiu os **padrões** que **determinam** as **transações** de **BD** em **SQL**
- O **suporte** a **transações** é **fornecido** por **dois comandos** de **SQL**: ***COMMIT*** e ***ROLLBACK***

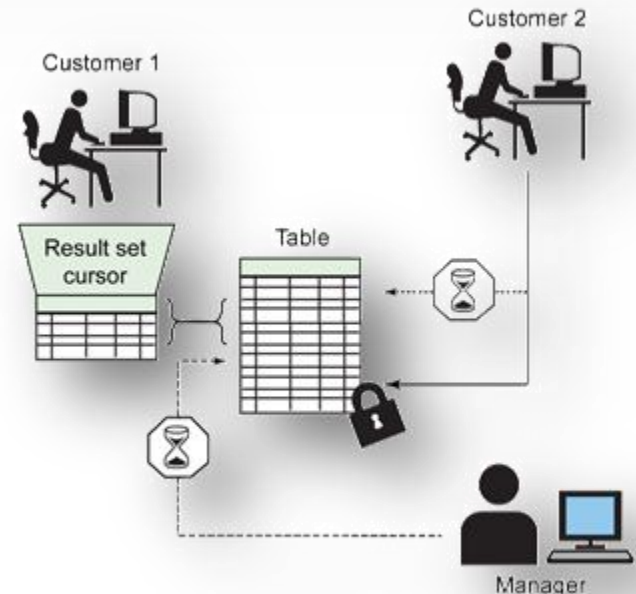


Gerenciamento de Transações

- A sequência de transação deve **continuar até** que:
 - Chegar a um comando ***COMMIT***
 - Chegar a um comando ***ROLLBACK***
 - Chegar com **sucesso** ao fim de um programa
 - O programa seja **encerrado** de modo anormal

Controle de Concorrência

- A coordenação da execução simultânea de transações em um sistema de BD multiusuário
- O objetivo desse controle é garantir a serialização das transações nesse tipo de ambiente



Atualizações Perdidas

- O *problema* das *atualizações perdidas*:
 - Ocorre quando duas transações **concorrentes**, estão atualizando o mesmo elemento de dados
 - Uma das atualizações é **perdida**
 - Sobrescrita por outra aplicação



Atualizações Perdidas

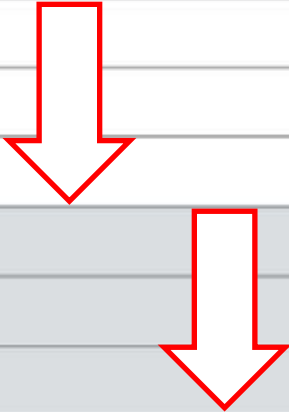
- Duas transações **concorrentes** para atualizar a quantidade disponível

TRANSAÇÃO	COMPUTAÇÃO
T1: compra 100 unidades	$\text{PROD_QOH} = \text{PROD_QOH} + 100$
T2: vende 30 unidades	$\text{PROD_QOH} = \text{PROD_QOH} - 30$

Atualizações Perdidas

- Execução em série das duas transações

TEMPO	TRANSAÇÃO	ETAPA	VALOR ARMAZENADO
1	T1	Leitura de PROD_QOH	35
2	T1	$\text{PROD_QOH} = 35 + 100$	
3	T1	Gravação de PROD_QOH	135
4	T2	Leitura de PROD_QOH	135
5	T2	$\text{PROD_QOH} = 135 - 30$	
6	T2	Gravação de PROD_QOH	105



Dados não Consolidados

- O fenômeno de dados **não** consolidados (**não** salvos):
 - Ocorre quando duas transações são executadas de modo concorrente
 - A primeira é desfeita após a segunda ter acessado os dados **não** consolidados

Dados não Consolidados

- Atualizações Perdidas:

TEMPO	TRANSAÇÃO	ETAPA	VALOR ARMAZENADO
1	T1	Leitura de PROD_QOH	35
2	T2	Leitura de PROD_QOH	35
3	T1	$\text{PROD_QOH} = 35 + 100$	
4	T2	$\text{PROD_QOH} = 35 - 30$	
5	T1	Gravação PROD_QOH (Atualização perdida)	135
6	T2	Gravação de PROD_QOH	5

Dados não Consolidados

- Transações que criam o **problema** de dados **não** consolidados:

TRANSAÇÃO	COMPUTAÇÃO
T1: compra 100 unidades	$\text{PROD_QOH} = \text{PROD_QOH} + 100$ (Desfeita)
T2: vende 30 unidades	$\text{PROD_QOH} = \text{PROD_QOH} - 30$



Recuperações Inconsistentes

- **Recuperações inconsistentes:**
 - Ocorrem quando uma transação acessa dados **antes** e **após** outras transações terminarem de trabalhar com esses dados
- A transação pode ler alguns dados *antes* de serem alterados e outros *após* a alteração, produzindo, assim, resultados inconsistentes

Recuperações Inconsistentes

- Recuperação *durante* atualização:

TRANSAÇÃO T1		TRANSAÇÃO T2	
SELECT	SUM(PROD_QOH)	UPDATE	PRODUCT
FROM	PRODUCT	SET	PROD_QOH = PROD_QOH + 10
		WHERE	PROD_CODE = '1546-QQ2'
		UPDATE	PRODUCT
		SET	PROD_QOH = PROD_QOH - 10
		WHERE	PROD_CODE = '1558-QW1'
		COMMIT;	

Recuperações Inconsistentes

- Resultados da Transação: *correção* de entrada de dados

	ANTES	DEPOIS
PROD_CODE	PROD_QOH	PROD_QOH
11QER/31	8	8
13-Q2/P2	32	32
1546-QQ2	15	$(15 + 10) \rightarrow 25$
1558-QW1	23	$(23 - 10) \rightarrow 13$
2232-QTY	8	8
2232-QWE	6	6
Total	92	92

Escalonador

- **Processo especial do SGBD**
 - Estabelece a ordem em que são executadas operações de transações concorrentes
- Intercala a execução de operações de BD, garantindo a *serialização* e o *isolamento* das transações
- **Escala Serializável:**
 - Escala de operações transacionais na qual a execução intercalada das transações produz o mesmo resultado

Controle de Concorrência

- **Bloqueio**
 - **Garante a utilização exclusiva de um item de dados por uma transação atual**
 - **São necessários para evitar que outras transações leiam dados inconsistentes**
- **Gerente de Bloqueio**
 - **Responsável por atribuir e inspecionar os bloqueios utilizados pelas transações**

Granularidade de Bloqueio

- Indica o nível de **utilização de bloqueio**
- Pode **ocorrer** nos **seguintes níveis**:
 - Banco de Dados
 - Tabela
 - Página
 - Linha (*tupla*)
 - Campo (*atributo*)

Granularidade de Bloqueio

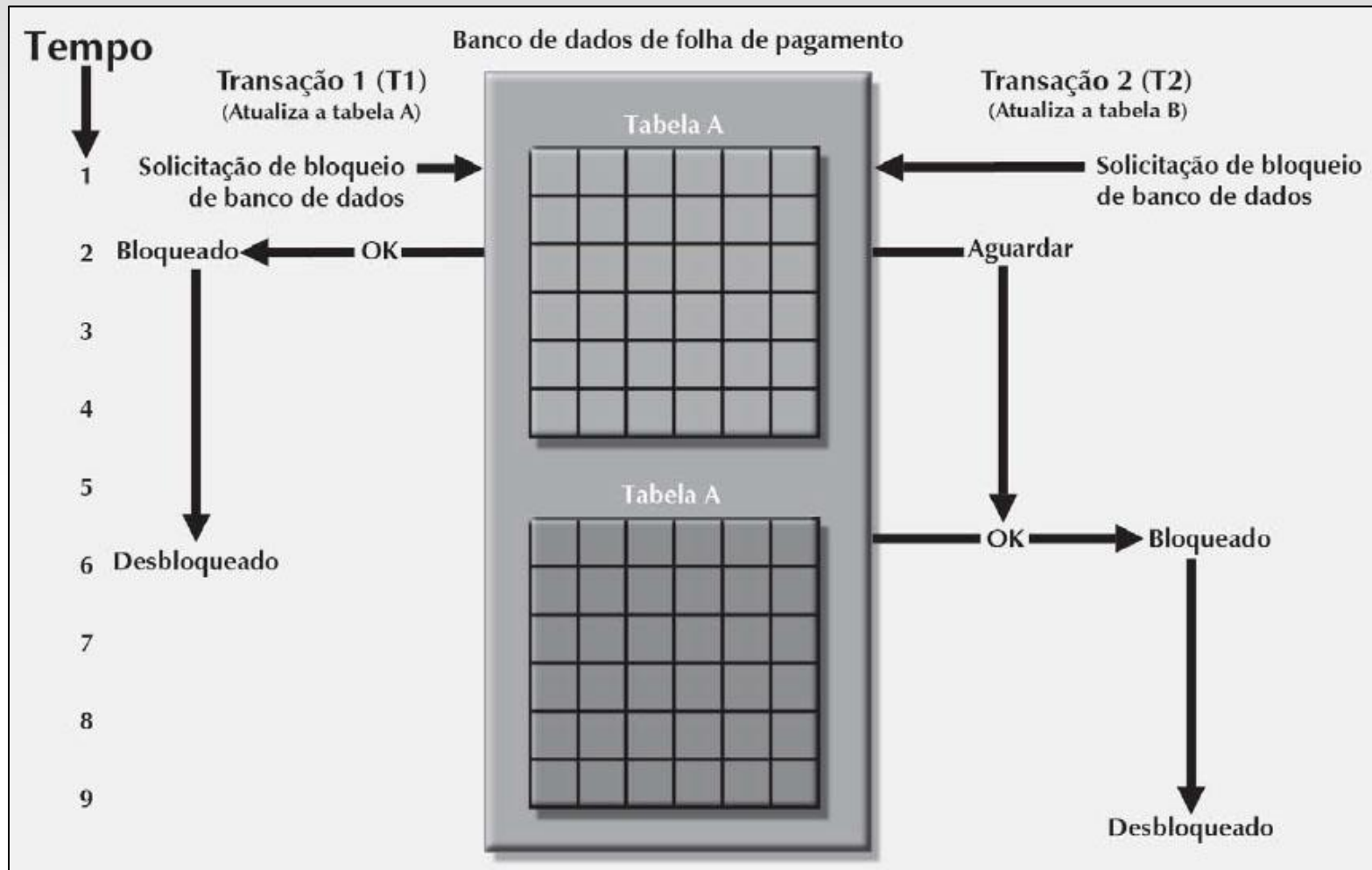
- **Bloqueio no nível de Banco de Dados:**
 - O BD inteiro é bloqueado
- **Bloqueio no nível de tabela:**
 - A tabela inteira é bloqueada
- **Bloqueio no nível de página:**
 - O SGBD bloqueia uma página de disco inteira

Granularidade de Bloqueio

- **Bloqueio no nível de linha:**
 - **Permite que transações concorrentes acessem linhas diferentes da mesma tabela**
 - **Mesmo quando estas estiverem localizadas na mesma página**
- **Bloqueio no nível de campo:**
 - **Permite que transações concorrentes acessem a mesma linha (contanto que solicitem a utilização de campos (*atributos*) distintos nessa linha)**

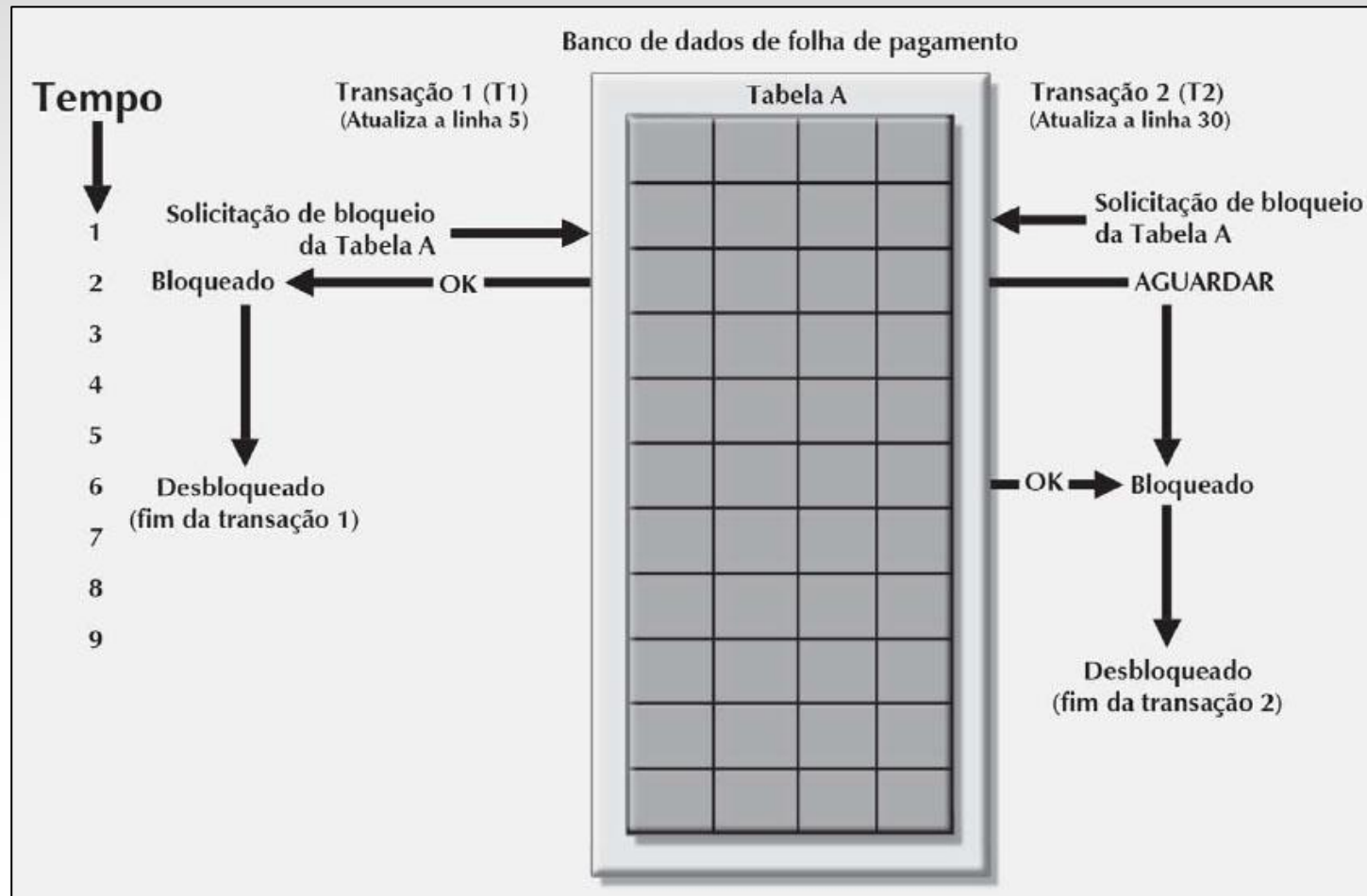
Granularidade de Bloqueio

- Sequência de bloqueio no nível de BD:



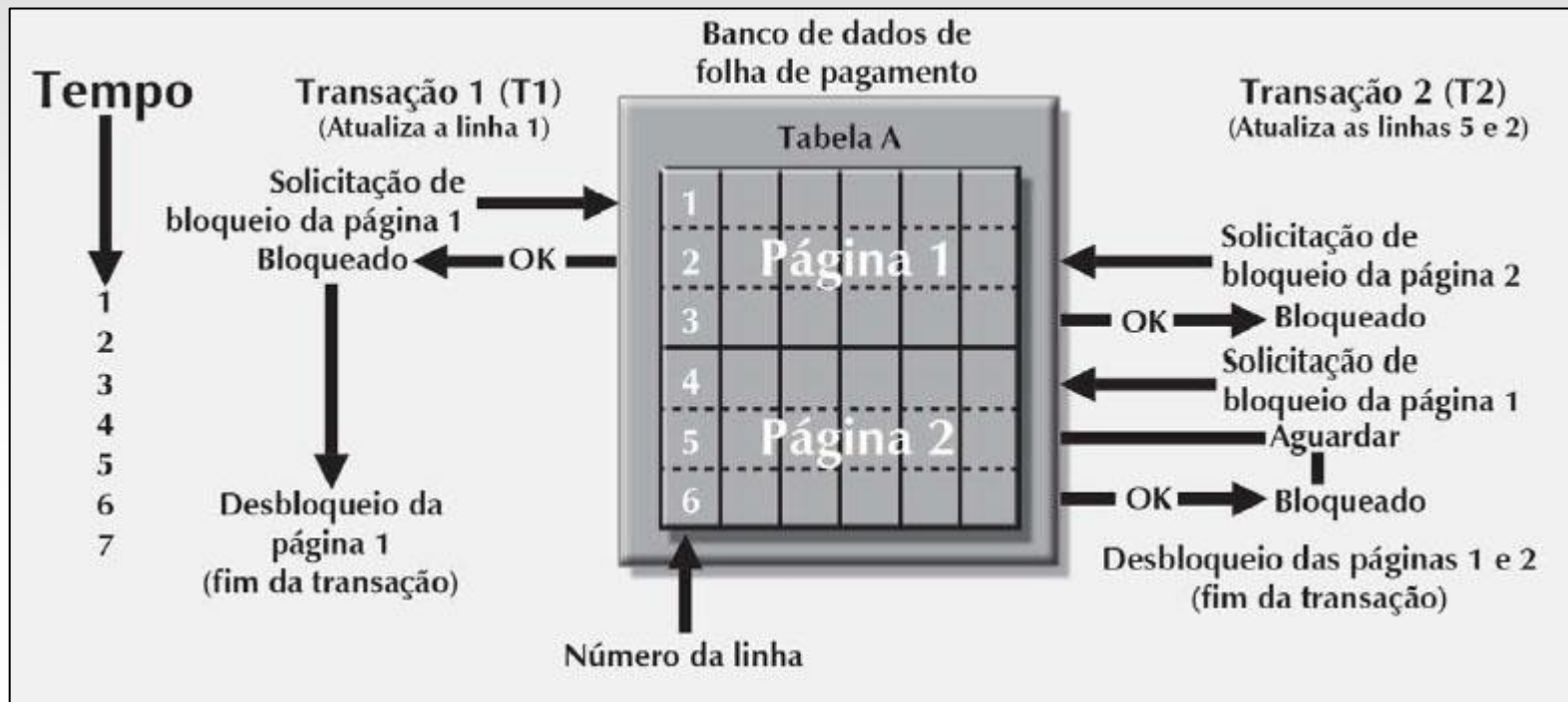
Granularidade de Bloqueio

- Exemplo de bloqueio no nível de tabela:



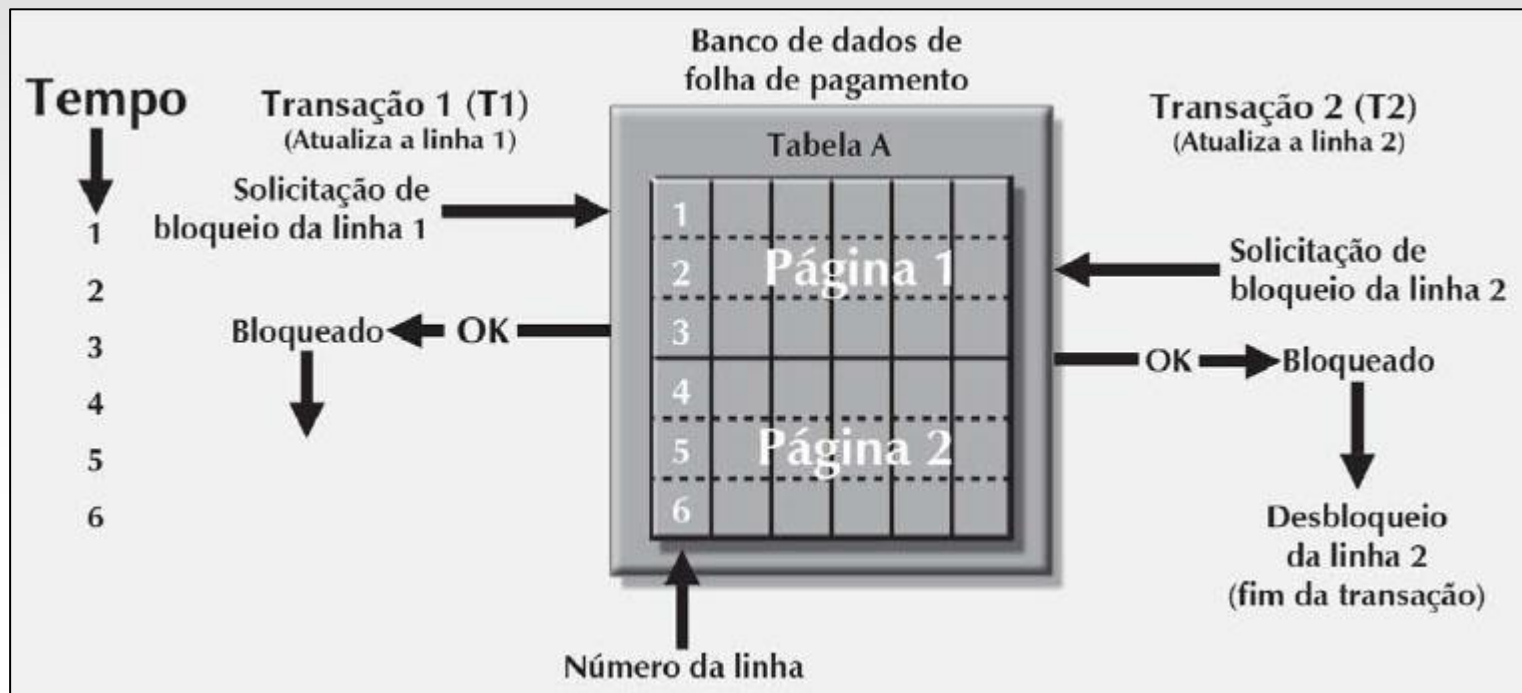
Granularidade de Bloqueio

- Exemplo de bloqueio no nível de página:



Granularidade de Bloqueio

- Exemplo de bloqueio no nível de linha:



Tipos de Bloqueio

- **Bloqueios Binários**
 - *Dois estados*: bloqueado (1) e desbloqueado (0)
- **Bloqueios Exclusivos**
 - O **acesso é reservado** especificamente para a **transação** que **bloqueou o objeto**
 - Deve ser **utilizado** quando **houver potencial** para **conflitos**
- **Bloqueio Compartilhado**
 - **Ocorre** quando **transações concorrentes recebem acesso de leitura** com **base** em um **bloqueio comum**

Tipos de Bloqueio

- Exemplos de *bloqueio binário*:

TEMPO	TRANSAÇÃO	ETAPA	VALOR ARMAZENADO
1	T1	Bloqueio de PRODUCT	
2	T1	Leitura de PROD_QOH	15
3	T1	$\text{PROD_QOH} = 15 + 10$	
4	T1	Gravação de PROD_QOH	25
5	T1	Desbloqueio de PRODUCT	
6	T2	Bloqueio de PRODUCT	
7	T2	Leitura de PROD_QOH	23
8	T2	$\text{PROD_QOH} = 23 - 10$	
9	T2	Gravação de PROD_QOH	13
10	T2	Desbloqueio de PRODUCT	

Bloqueio de 2 Fases (Serialização)

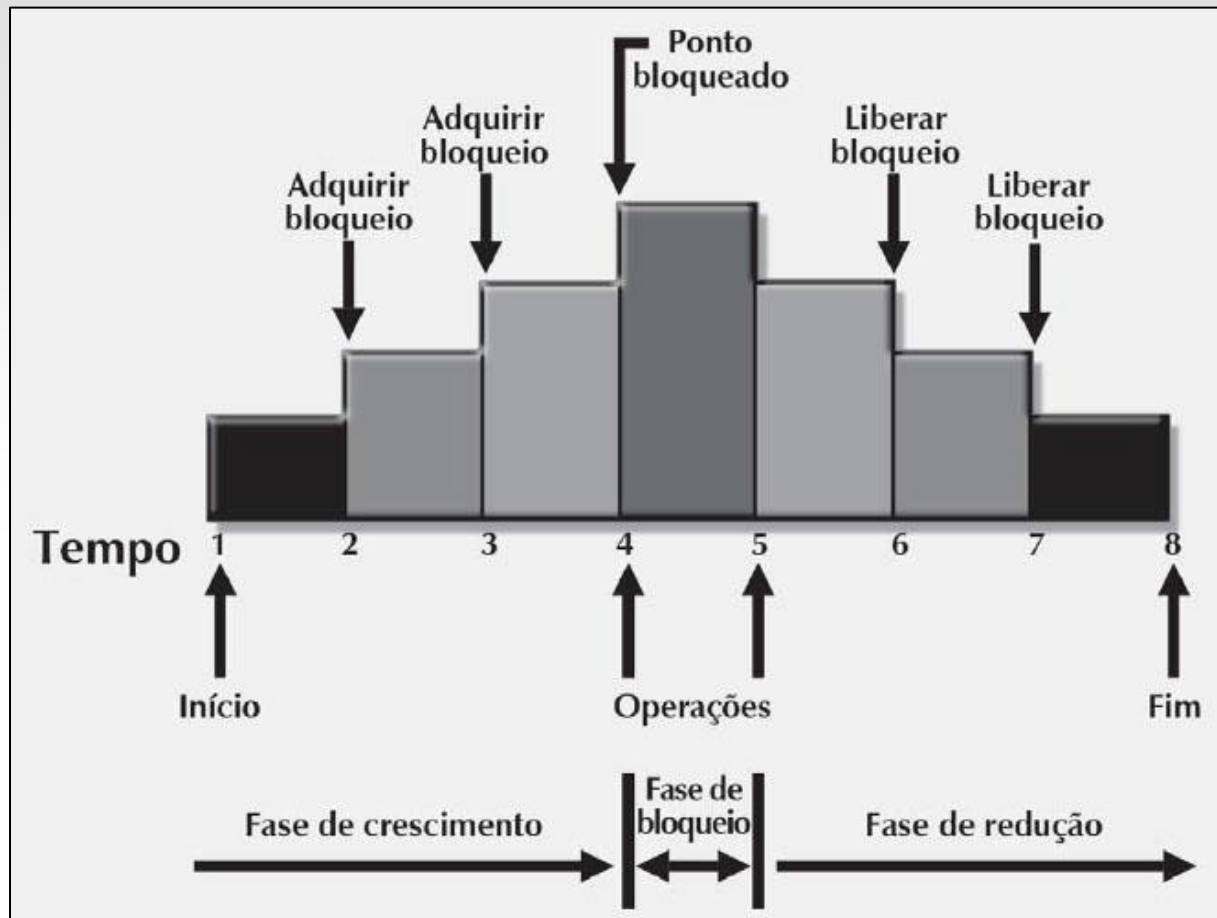
- Define como as transações *obtêm e liberam* bloqueios
- Garante a *serialização*, mas **não** evita **deadlocks**
 - Fase de Crescimento
 - Uma transação **adquire todos** os **bloqueios** solicitados sem **desbloquear** nenhum **dado**
 - Fase de Redução
 - Uma transação **libera todos** os **bloqueios** e **não** pode **obter novos**

Bloqueio de 2 Fases (Serialização)

- O protocolo de bloqueio de 2 fases é determinada pelas seguintes regras:
 - Duas transações **não** podem apresentar bloqueios conflitantes
 - Nenhuma operação de desbloqueio pode preceder uma operação de bloqueio na mesma transação
 - Nenhum dado é afetado até que todos os bloqueios sejam obtido

Bloqueio de 2 Fases (Serialização)

- Exemplo de protocolo de bloqueio de 2 fases:



Deadlocks

- As três técnicas básicas de controle são:
 - *Prevenção*
 - *Detecção*
 - *Evasão*
- A escolha do melhor método de controle de **deadlocks** depende do ambiente de BD
 - Se a probabilidade de **deadlocks** for baixa, recomenda-se a **detecção**
 - Se a probabilidade for alta, a **prevenção** é mais adequada

Deadlocks

- *Exemplo:* criação de uma condição de **deadlock**

TEMPO	TRANSAÇÃO	RESPOSTA	STATUS DE BLOQUEIO	
0			Dado X	Dado Y
1	T1:LOCK(X)	OK	Desbloqueado	Desbloqueado
2	T2:LOCK(Y)	OK	Bloqueado	Desbloqueado
3	T1:LOCK(Y)	Aguardar	Bloqueado	Bloqueado
4	T2:LOCK(X)	Aguardar	Bloqueado	Bloqueado
5	T1:LOCK(Y)	Aguardar	Bloqueado	Bloqueado
6	T2:LOCK(X)	Aguardar	Bloqueado	Bloqueado
7	T1:LOCK(Y)	Aguardar	Bloqueado	Bloqueado
8	T2:LOCK(X)	Aguardar	Bloqueado	Bloqueado
9	T1:LOCK(Y)	Aguardar	Bloqueado	Bloqueado
...
...
...
...



Exercícios (Transação)



1º Exercício

- Considere um sistema bancário simplificado e a execução das transações T1 e T2 conforme quadro abaixo:

	Transação T1	Transação T2
1	Consulta Saldo Conta X	
2	Grava Conta X com Saldo = Saldo + 100	
3		Consulta Saldo Conta X
4	Encerra T1	
5		Consulta Saldo Conta X

1º Exercício

	Transação T1	Transação T2
1	Consulta Saldo Conta X	
2	Grava Conta X com Saldo = Saldo + 100	
3		Consulta Saldo Conta X
4	Encerra T1	
5		Consulta Saldo Conta X

Se em (1) a **consulta** do **saldo** da **conta X** resultar **200**, assinale a **alternativa correta** abaixo:

- (A) Em (3) a consulta de saldo resultará 300
- (B) Em (3) a consulta de saldo resultará 100
- (C) Em (3) a consulta de saldo resultará 200
- (D) Em (3) a T2 entrará em espera da conclusão de T1
- (E) Em (5) a consulta de saldo resultará 200

2º Exercício

- Considere um sistema de controle de estoque simplificado e a execução das transações T1 e T2 conforme quadro abaixo:

	Transação T1	Transação T2
1	Soma 50 ao Estoque do Produto 1	Subtrai 10 do Estoque do Produto 4
2	Soma 30 ao Estoque do Produto 2	Subtrai 20 do Estoque do Produto 5
3	Soma 100 ao Estoque do Produto 3	Subtrai 30 do Estoque do Produto 1
4	Encerra T1	
5		Encerra T2

2º Exercício

	Transação T1	Transação T2
1	Soma 50 ao Estoque do Produto 1	Subtrai 10 do Estoque do Produto 4
2	Soma 30 ao Estoque do Produto 2	Subtrai 20 do Estoque do Produto 5
3	Soma 100 ao Estoque do Produto 3	Subtrai 30 do Estoque do Produto 1
4	Encerra T1	
5		Encerra T2

Assinale a alternativa **incorreta**:

- (A) Após a execução de T1 e T2 o estoque do Produto 1 estará aumentado de 20
- (B) Em (3) a T2 entra em espera do encerramento de T1
- (C) Ocorrerá um erro porque as duas transações alteram o estoque do Produto 1
- (D) Após a execução de T1 e T2 o estoque do Produto 2 estará aumentado de 30 e o do Produto 4 diminuído de 10
- (E) A T1 será executada de forma contínua, não dependendo do que ocorre na T2

3º Exercício

- Assinale a opção que **não** corresponde a uma propriedade de uma transação em um SGBD:

- (A) Distributividade
- (B) Atomicidade
- (C) Durabilidade
- (D) Consistência
- (E) Isolamento



EXERCÍCIOS

Referências

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. Sistemas de Banco de Dados: Fundamentos e Aplicações. Pearson, 2018.

HARRINGTON, J. L. Projeto de Bancos de Dados Relacionais – Teoria e Prática. 1.ed. Campus, 2015.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. Sistema de Banco de Dados. Campus, 2006.

