



cin.ufpe.br



**Centro de Informática**  
U · F · P · E

Bancos de Dados Distribuídos e Móveis  
Aula 03-04 Revisão

Ana Carolina Salgado – acs@cin.ufpe.br  
Bernadette Farias Lóscio – bfl@cin.ufpe.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

## Projeto de Distribuição de Banco de Dados

- Como os dados serão distribuídos ao longo da rede?
- Que unidades lógicas do banco de dados serão distribuídas?
- **Fragmentação de dados**
  - Horizontal
  - Vertical
- **Replicação**
  - Total
  - Parcial



## Fragmentação Horizontal

- Particiona a relação em conjuntos de tuplas
- Cada fragmento horizontal é especificado a partir de uma condição em um ou mais atributos da relação
- Um fragmento horizontal pode ser especificado por:  $\sigma_C(R)$



## Fragmentação Horizontal - Exemplo

Projeto 1: Projetos com orçamento  $\geq 100.000$   
Projeto 2: Projetos com orçamento  $< 100.000$  } Fragmentos

Projeto		
Cod_proj	Orçamento	Cidade
P01	100.000	Fortaleza
P02	120.000	Recife
P03	80.000	Natal
P04	100.000	Natal

Projeto 1		
Cod_proj	Orçamento	Cidade
P01	100.000	Fortaleza
P02	120.000	Recife
P04	100.000	Natal

Projeto 2		
Cod_proj	Orçamento	Cidade
P03	80.000	Natal

$\sigma_{\text{Orçamento} \geq 100.000}(\text{Projeto})$

$\sigma_{\text{Orçamento} < 100.000}(\text{Projeto})$



## Fragmentação Horizontal

- Um conjunto de fragmentos horizontais cujas condições  $C_1, C_2, \dots, C_n$  incluem todas as tuplas de R, i.e., toda tupla em R que satisfaz ( $C_1$  ou  $C_2$  ou...ou  $C_n$ ), é chamado de **fragmentação horizontal completa**
- Em muitos casos uma fragmentação horizontal também é **disjunta** (nenhuma tupla em R satisfaz ( $C_i$  e  $C_j$ ) para qualquer  $i \neq j$ )
- Para reconstruir R a partir de uma fragmentação horizontal completa deve ser aplicada a operação de **UNION** nos fragmentos horizontais



## Fragmentação Horizontal - Exemplo

Projeto		
Cod_proj	Orçamento	Cidade
P01	100.000	Fortaleza
<b>P02</b>	<b>120.000</b>	<b>Recife</b>
P03	80.000	Natal
P04	100.000	Natal

Projeto 1		
Cod_proj	Orçamento	Cidade
P01	100.000	Fortaleza
P04	100.000	Natal

Projeto 2		
Cod_proj	Orçamento	Cidade
P03	80.000	Natal

$\sigma_{\text{Orçamento} = 100.000}(\text{Projeto})$


$\sigma_{\text{Orçamento} < 100.000}(\text{Projeto})$

Esta fragmentação não é completa!  
Projeto1 UNION Projeto2  $\neq$  Projeto



### Fragmentação Vertical

- Um fragmento vertical conserva apenas alguns atributos da relação
- É necessário **incluir a chave primária** ou alguma chave candidata em todos os fragmentos verticais para que a relação completa possa ser reconstruída
- Um fragmento vertical pode ser especificado por:  $\pi_{L_i}(R)$



### Fragmentação Vertical - Exemplo


Projeto 1: Informações sobre os orçamentos dos projetos  
 Projeto 2: Informações sobre a localização dos projetos } Fragmentos

Projeto		
Cod_proj	Orçamento	Cidade
P01	100.000	Fortaleza
P02	120.000	Recife
P03	80.000	Natal
P04	100.000	Natal

Projeto 1	
Cod_proj	Orçamento
P01	100.000
P02	120.000
P03	80.000
P04	100.000


Projeto 2	
Cod_proj	Cidade
P01	Fortaleza
P02	Recife
P03	Natal
P04	Natal

$\pi_{\text{código, orçamento}}(\text{Projeto})$ 
 $\pi_{\text{código, cidade}}(\text{Projeto})$




### Fragmentação Vertical

- Um conj. de fragmentos verticais cujas listas de projeção  $L_1, L_2, \dots, L_n$  incluem todos os atributos de R e compartilham apenas a chave primária de R, é chamado de **fragmentação vertical completa**
- As listas de projeção satisfazem as seguintes condições:
  - $L_1 \cup L_2 \cup \dots \cup L_n = \text{Atributos}(R)$
  - $L_i \cap L_j = PK(R)$  para qualquer  $i \neq j$ , onde:
    - Atributos(R) é o conjunto de atributos de R
    - PK(R) é a chave primária de R



### Fragmentação Vertical

- Para reconstruir R a partir de uma fragmentação vertical completa deve ser aplicada a operação de **OUTER UNION se não** houver fragmentação horizontal  
[http://web.utk.edu/sas/OnlineTutor/1.2/en/60477/m72/m72\\_25.htm](http://web.utk.edu/sas/OnlineTutor/1.2/en/60477/m72/m72_25.htm)
- Para reconstruir R a partir de uma fragmentação vertical completa deve ser aplicada a operação de **FULL OUTER JOIN** se houver fragmentação horizontal



### Fragmentação Vertical - Exemplo


Projeto				
Cod_proj	Orçamento	Cod_coordenador	Cod_área	Cidade
P01	100.000	E01	A01	Fortaleza
P02	120.000	E03	A01	Recife
P03	80.000	E04	A03	Natal
P04	100.000	E05	A02	Natal

Projeto 1	
Cod_proj	Orçamento
P01	100.000
P02	120.000
P03	80.000
P04	100.000

Projeto 2	
Cod_proj	Cod_área
P01	A01
P02	A01
P03	A03
P04	A02

$\pi_{\text{cod\_proj, orçamento}}(\text{Projeto})$ 
 $\pi_{\text{cod\_proj, cod\_area}}(\text{Projeto})$

Esta fragmentação não é completa!  
 Projeto1 OUTER UNION Projeto2  $\neq$  Projeto



### Fragmentação Mista - Exemplo


Projeto 1: Informações sobre os orçamentos dos projetos da cidade de Natal  
 Projeto 2: Informações sobre a localização dos projetos que tem um orçamento  $\geq 100.000$

Projeto		
Cod_proj	Orçamento	Cidade
P01	100.000	Fortaleza
P02	120.000	Recife
P03	80.000	Natal
P04	100.000	Natal

Projeto 1	
Cod_proj	Orçamento
P03	80.000
P04	100.000

Projeto 2	
Cod_proj	Cidade
P01	Fortaleza
P02	Recife
P04	Natal

$\pi_{\text{código, orçamento}}(\alpha_{\text{cidade=Natal}}(\text{Projeto}))$ 
 $\pi_{\text{código, orçamento}}(\alpha_{\text{orçamento} \geq 100.000}(\text{Projeto}))$



## Fragmentação de Dados

- Esquema de fragmentação
  - Conjunto de fragmentos que incluem todos os atributos e tuplas do banco de dados
  - O BD pode ser reconstruído a partir dos fragmentos aplicando-se operações de OUTER UNION (OUTER JOIN) e UNION
- Esquema de alocação
  - Descreve a alocação dos fragmentos nos sites do sistema de BDD
  - Ocorre replicação quando um fragmento está armazenado em mais de um site



## Replicação de dados

- Replicação
  - Total
    - Aumenta disponibilidade
    - Melhora desempenho das consultas globais
    - Pode ser prejudicial para operações de atualização (é preciso atualizar cada cópia)



## Replicação de dados

- Replicação
  - Parcial
    - Alguns fragmentos são replicados outros não
    - Bastante utilizado em aplicações móveis
- Sem replicação
  - Cada fragmento é armazenado em um único site
  - Todos os fragmentos devem ser disjuntos



## Alocação de dados

- Cada fragmento ou cópia deve ser atribuído a um site particular
- A escolha dos sites e o grau de replicação dependem dos interesses em desempenho e disponibilidade
- Exemplo:
  - Alta disponibilidade + poucas atualizações + transações submetidas em qualquer site = BD completamente replicado
- Encontrar uma solução ótima para a alocação de dados distribuídos é um problema complexo!

