

Sistemas de Informação
GSI016 Banco de Dados 1

Álgebra Relacional

Prof. Bruno Travençolo

Introdução

- Relembrando:
 - Um modelo de dados inclui um conjunto de **OPERAÇÕES** para manipular um banco de dados além dos CONCEITOS de modelagem necessários para a estruturação do BD.
 - **OPERAÇÕES**: Linguagem de Consulta
- O que é **LINGUAGEM DE CONSULTA**?
 - É uma linguagem por meio da qual os usuários obtém informações do banco de dados
 - Linguagens de mais **ALTO NÍVEL** que as linguagens de programação tradicionais
 - Exemplo - SQL - Structured Query Language
- O que é **LINGUAGEM FORMAL DE CONSULTA** ?

Álgebra Relacional

◆ Modelo de dados inclui

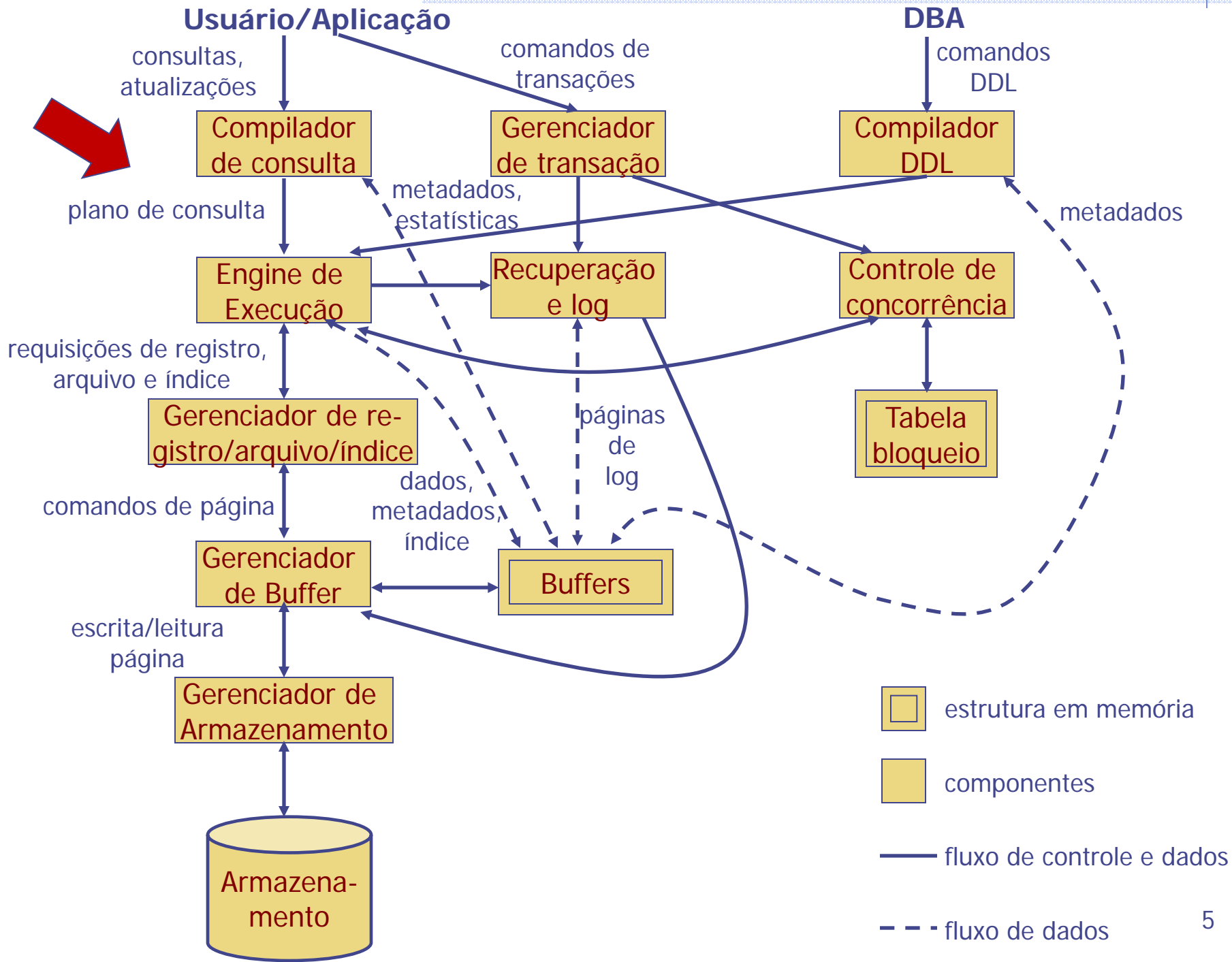
- Conceitos para a definição das restrições e estrutura do BD
- **Conjunto de operações** para manipular o BD

◆ Álgebra relacional

- Maneira teórica de se manipular o BD relacional

◆ Importância

- Fundamento formal para as operações no modelo relacional
- Base para implementar e otimizar consultas em SGBDR
- Introduz conceitos incorporados na SQL



Álgebra Relacional

- ◆ Linguagem de consulta procedural
 - usuários especificam os dados necessários e como obtê-los
- ◆ Consiste de um conjunto de operações
 - entrada: uma ou mais relações e restrições
 - saída: uma nova relação resultado

Classificação das Operações

◆ Unárias

- seleção
- projeção
- renomear

operam sobre uma
única relação

◆ Binárias

- produto cartesiano
- união
- diferença de conjuntos
- intersecção de conjuntos
- junção natural
- divisão

operam sobre duas
relações

Esquema relacional

cliente (nro_cli, nome_cli, end_cli,
saldo, vendedor)

vendedor (cod_vend, nome_vend)

pedido (nro_ped, data, nro_cliente)

pedido_peça (nro_ped, nro_peça)

peça (nro_peça, descrição_peça)

Seleção σ sigma

- ◆ Seleciona tuplas da relação argumento que satisfaçam à condição de seleção

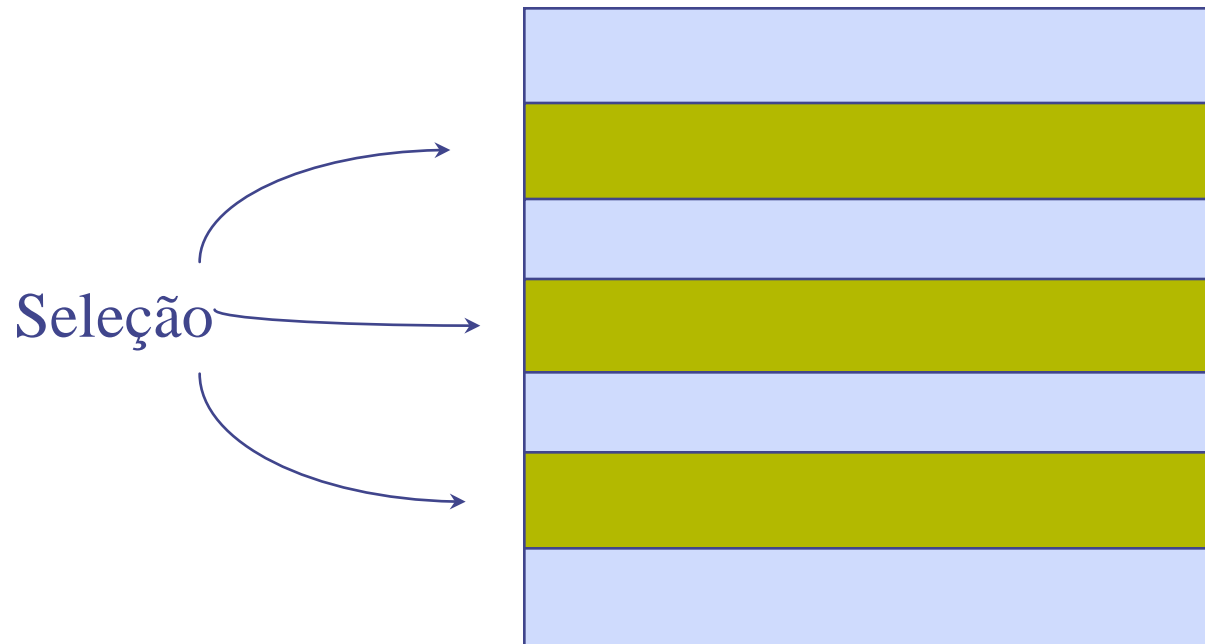
$\sigma_{\text{condição_seleção}}$ (relação argumento)

- pode envolver operadores de comparação
(=, <, ≤, >, ≥, ≠)
- pode combinar condições usando-se \wedge , \vee , \neg

- relação
- resultado de alguma operação da álgebra relacional

Seleção σ sigma

- Produz um subconjunto **horizontal** de uma relação



Relação Cliente

cliente (nro_cli, nome_cli, end_cli, saldo, cod_vend)

nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cod_vend
1	Márcia	Rua X	100,00	1
2	Cristina	Avenida 1	10,00	1
3	Manoel	Avenida 3	234,00	1
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2

Consulta 1

- ◆ Liste toda a informação da relação cliente referente ao cliente de número 4.

$\sigma_{\text{nro_cli} = 4} (\text{cliente})$

nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cod_vend
1	Márcia	Rua X	100,00	1
2	Cristina	Avenida 1	10,00	1
3	Manoel	Avenida 3	234,00	1
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2

Consulta 1

◆ Relação resultado



nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cod_vend
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2

grau: mesmo grau da
relação argumento

número de tuplas:
menor ou igual ao
número de tuplas da
relação argumento

Consulta 2

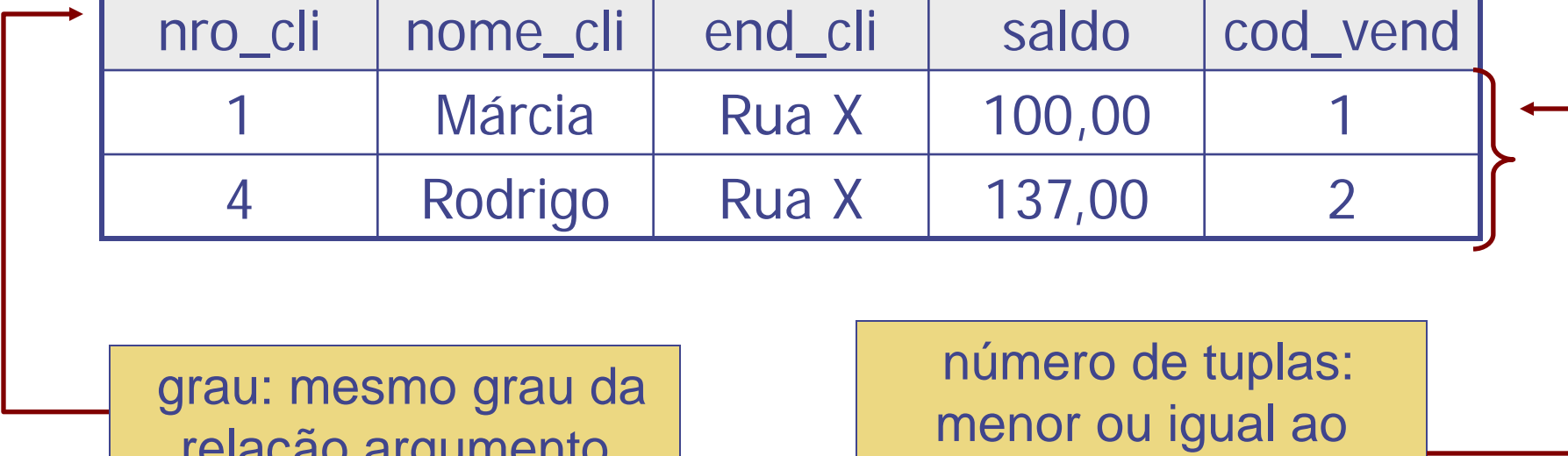
- ◆ Liste toda a informação da relação cliente para clientes que possuam saldo inferior a R\$ 200,00 e que morem na Rua X.

$\sigma_{\text{saldo} < 200,00 \wedge \text{end_cli} = \text{"Rua X"}}(\text{cliente})$

nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cod_vend
1	Márcia	Rua X	100,00	1
2	Cristina	Avenida 1	10,00	1
3	Manoel	Avenida 3	234,00	1
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2

Consulta 2

◆ Relação resultado



nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cod_vend
1	Márcia	Rua X	100,00	1
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2

grau: mesmo grau da
relação argumento

número de tuplas:
menor ou igual ao
número de tuplas da
relação argumento

Vale lembrar...

◆ As condições booleanas \wedge (and), \vee (or) e \neg (not) têm sua interpretação conforme segue:

- $(\text{cond1} \wedge \text{cond 2})$

- ◆ é verdadeira se ambas cond1 e cond2 forem verdadeiras
- ◆ caso contrário é falsa

- $(\text{cond1} \vee \text{cond 2})$

- ◆ verdadeira se cond1 ou cond2 forem verdadeiras
- ◆ caso contrário é falsa

- $(\neg \text{cond})$

- ◆ verdadeira se cond for falsa
- ◆ caso contrário é falsa

Projeção

- ◆ Produz uma nova relação contendo um subconjunto vertical da relação argumento, sem duplicações

$\pi_{\text{lista_atributos}}$ (relação argumento)

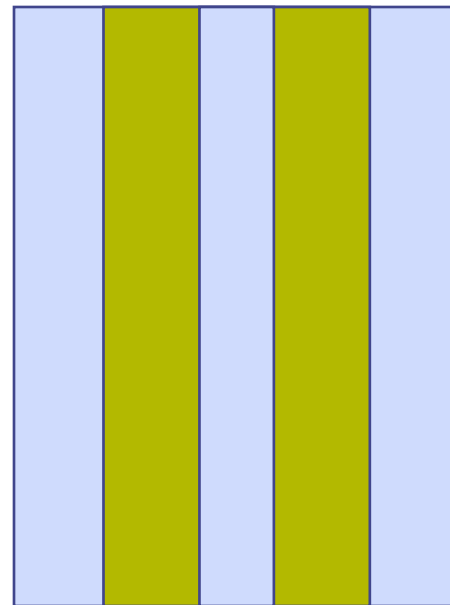
- lista de atributos
- os atributos são separados por vírgula

- relação
- resultado de alguma operação da álgebra relacional

Projeção

- Extrai atributos (Colunas) específicos de uma relação específica
- Produz um subconjunto **vertical** de uma relação


Projeção

 π pi

Consulta 3

- ◆ Liste o número e o nome de todos os clientes

$\pi_{\text{nro_cli, nome_cli}}(\text{cliente})$



nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cod_vend
1	Márcia	Rua X	100,00	1
2	Cristina	Avenida 1	10,00	1
3	Manoel	Avenida 3	234,00	1
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2

Consulta 3

◆ Relação resultado

grau: número
de atributos
listados em
lista_atributos



nro_cli	nome_cli
1	Márcia
2	Cristina
3	Manoel
4	Rodrigo

número de
tuplas: menor ou
igual ao número
de tuplas da
relação
argumento

Consulta 4


◆ Liste o endereço de todos os clientes

$\pi_{\text{end_cli}}(\text{cliente})$



end_cli
Rua X
Avenida 1
Avenida 3

Relação Resultante
- sem repetição



nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cod_vend
1	Márcia	Rua X	100,00	1
2	Cristina	Avenida 1	10,00	1
3	Manoel	Avenida 3	234,00	1
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2

Operações

Propriedades dos operadores unários

◆ A operação de Seleção é comutativa

- $\sigma_{\langle \text{condição-A} \rangle}(\sigma_{\langle \text{condição-B} \rangle})$

◆ Uma sequência de seleções pode ser executada em qualquer ordem, ou pode ser transformada em uma única seleção com uma condição conjuntiva (termos cujo valor é VERDADEIRO ou FALSO, ligados pelo operador \wedge (AND))

- $\sigma_{\langle \text{condição-1} \rangle}(\sigma_{\langle \text{condição-2} \rangle}(\dots(\sigma_{\langle \text{condição-n} \rangle}(R))))$

- $\sigma_{\langle \text{condição-1} \rangle} \wedge \langle \text{condição-2} \rangle \wedge \dots \wedge \langle \text{condição-n} \rangle (R)$

Operações

Propriedades dos operadores unários

- ◆ A operação de Projeção não é comutativa
- ◆ Se $\langle \text{lista_atribos_B} \rangle$ contém $\langle \text{lista_atribos_A} \rangle$, então ambas as expressões seguintes são corretas, e vale a igualdade:

$$\blacksquare \pi_{\langle \text{lista_atribos_A} \rangle} (\pi_{\langle \text{lista_atribos_B} \rangle} R) = \pi_{\langle \text{lista_atribos_A} \rangle} R$$

Consulta 5

- ◆ Liste o número e o nome de todos os clientes que possuam saldo devedor inferior a 200,00 reais e morem na Rua X.

nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cod_vend
1	Márcia	Rua X	100,00	1
2	Cristina	Avenida 1	10,00	1
3	Manoel	Avenida 3	234,00	1
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2

Consulta 5

◆ Passos

- realizar uma operação de seleção para criar uma nova relação que contém somente aqueles clientes com o saldo e o endereço apropriados;
- realizar uma projeção sobre a relação resultante do passo anterior, restringindo o resultado desejado às colunas indicadas.

Consulta 5


◆ Primeiro passo

σ saldo_dev < 200,00 \wedge end_cli = "Rua X" (cliente)

Consulta 5

◆ Segundo passo

$\pi_{\text{nro_cli, nome_cli}}$ (primeiro passo)



nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cod_vend
1	Márcia	Rua X	100,00	1
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2

Consulta 5

- ◆ Liste o número e o nome de todos os clientes que possuam saldo inferior a R\$ 200,00 e que morem na Rua X.

$\pi_{\text{nro_cli}, \text{nome_cli}} (\sigma_{\text{saldo_dev} < 200,00 \wedge \text{end_cli} = \text{"Rua X"}} (\text{cliente}))$

■ Relação Resultado

nro_cli	nome_cli
1	Márcia
4	Rodrigo

Atribuição

◆ Funcionalidades

- associa uma relação argumento a uma relação temporária
- permite o uso da relação temporária em expressões subsequentes

relação temporária ← relação argumento

Consulta 5

- ◆ Liste o número e o nome de todos os clientes que possuam saldo inferior a R\$ 200,00 e que morem na Rua X.

$\pi_{\text{nro_cli, nome_cli}} (\sigma_{\text{saldo_dev} < 200,00 \wedge \text{end_cli} = \text{"Rua X"}} (\text{cliente}))$

- ◆ Usando atribuição

- $\text{temp} \leftarrow \sigma_{\text{saldo_dev} < 200,00 \wedge \text{end_cli} = \text{"Rua X"}} (\text{cliente})$
- $\pi_{\text{nro_cli, nome_cli}} (\text{temp})$

Atribuição

◆ Características adicionais

- permite renomear os atributos de relações intermediárias e final
- $R(\text{código}, \text{nome}) \leftarrow \pi_{\text{nro_cli}, \text{nome_cli}}(\text{temp})$

◆ Observações

- não adiciona semântica adicional à álgebra relacional
- geralmente utilizada para expressar consultas complexas

Renomear ($\rho = r\hat{o}$)

◆ Renomeia

- nome da relação
- nomes dos atributos da relação
- nome da relação e nomes dos atributos

$\rho_{S(B_1, B_2, \dots, B_n)}$ (relação)

nome *novo* da relação

nome *antigo* da relação

nomes *novos* dos atributos

Renomear

◆ Exemplos

- $\rho_{\text{comprador}}$ (cliente)
- $\rho_{(\text{código}, \text{nome}, \text{rua}, \text{saldo}, \text{vendedor})}$ (cliente)
- $\rho_{\text{comprador}(\text{código}, \text{nome}, \text{rua}, \text{saldo}, \text{vendedor})}$ (cliente)

◆ Observação

- indicada para ser utilizada quando uma relação é usada mais do que uma vez para responder à consulta

Produto Cartesiano

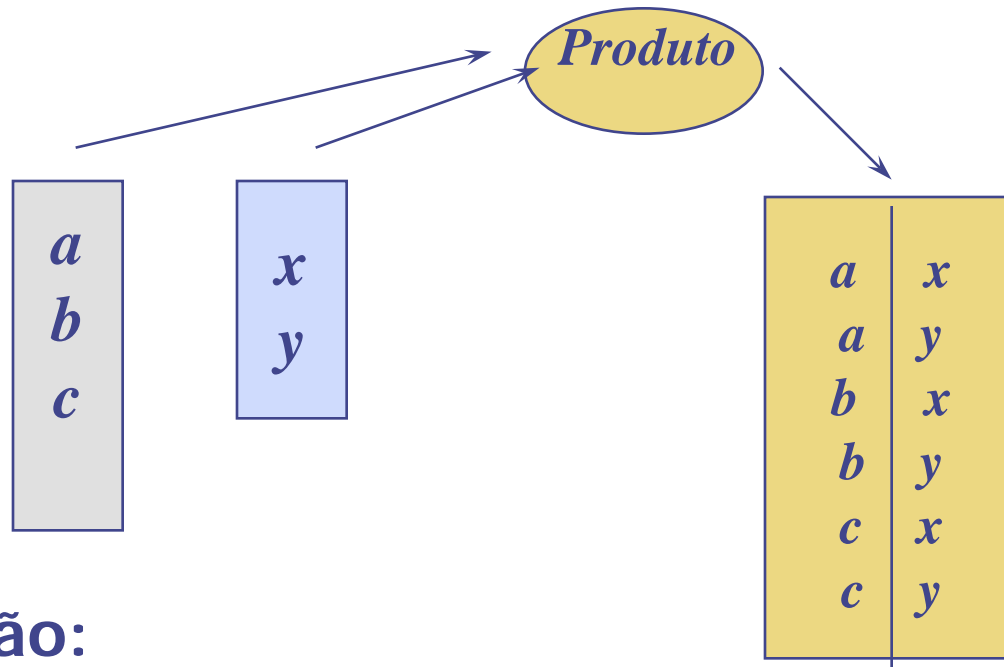
- ◆ Combina tuplas de duas relações (quaisquer)
- ◆ Tuplas da relação resultante
 - todas as combinações de tuplas possíveis entre as relações participantes

relação argumento 1 x relação argumento 2

- relação
- resultado de alguma operação da álgebra relacional

Produto Cartesiano

- Utilizado quando se necessita obter dados presentes em duas ou mais relações



Notação:

<relação 1> **X** <relação 2>

Relações Cliente e Vendedor


cliente (nro_cli, nome_cli, end_cli, saldo, cod_vend)

nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cod_vend
1	Márcia	Rua X	100,00	1
2	Cristina	Avenida 1	10,00	1
3	Manoel	Avenida 3	234,00	1
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2

vendedor (cod_vend, nome_vend)

cod_vend	nome_vend
1	Adriana
2	Roberto

Cliente x Vendedor



nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cliente. cod_vend	vendedor.c od_vend	nome_vend
1	Márcia	Rua X	100,00	1	1	Adriana
1	Márcia	Rua X	100,00	1	2	Roberto
2	Cristina	Avenida 1	10,00	1	1	Adriana
2	Cristina	Avenida 1	10,00	1	2	Roberto
3	Manoel	Avenida 3	234,00	1	1	Adriana
3	Manoel	Avenida 3	234,00	1	2	Roberto
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2	1	Adriana
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2	2	Roberto

grau: número de atributos
de cliente + número de
atributos de vendedor

número de tuplas: número de
tuplas de cliente * número de
tuplas de vendedor

Exemplo 1

- ◆ Considere as seguintes relações
 - usuário (cliente_nome, gerente_nome)
 - cliente (cliente_nome, rua, cidade)

cliente_nome	gerente_nome
Márcia	Manoel
Rodrigo	Maria

cliente_nome	rua	cidade
Márcia	Rua X	Itambé
Rodrigo	Rua X	Maringá

- ◆ Liste o nome de todos os usuários atendidos pelo gerente Manoel, assim como as cidades nas quais eles vivem

Solução

◆ Primeiro passo

- determinar quem são os usuários atendidos pelo gerente Manoel

$\text{temp}_1 \leftarrow \pi_{\text{cliente_nome}} (\sigma_{\text{gerente_nome} = \text{"Manoel"}} (\text{usuário}))$

- relação resultado temp_1

cliente_nome
Márcia

Solução

◆ Segundo passo

- realizar o produto cartesiano das relações

$$\text{temp}_2 \leftarrow \text{temp}_1 \times \text{cliente}$$

- relação resultado temp_2

temp_1 . cliente_nome	cliente. cliente_nome	rua	cidade
Márcia	Márcia	Rua X	Itambé
Márcia	Rodrigo	Rua X	Maringá

Solução

◆ Terceiro passo

- eliminar informações inconsistentes

$$\text{temp}_3 \leftarrow \sigma_{\text{temp}_1.\text{cliente_nome} = \text{cliente}.\text{cliente_nome}} (\text{temp}_2)$$

- relação resultado temp_3

temp_1 . cliente_nome	cliente. cliente_nome	rua	cidade
Márcia	Márcia	Rua X	Itambé

Solução

◆ Quarto passo

- exibir as informações solicitadas

$\pi_{\text{temp1.cliente_nome, cidade}}(\text{temp3})$

- relação resultado

temp ₁ . cliente_nome	cidade
Márcia	Itambé

Exemplo 2

◆ Considere a seguinte relação

■ cliente (cliente_nome, rua, cidade)

cliente_nome	rua	cidade
Márcia	Rua X	Itambé
Rodrigo	Rua X	Maringá
Cristina	Rua XTZ	Maringá
Sofia	Rua X	Maringá
Ricardo	Rua AAA	Itambé

◆ Liste o nome dos clientes que moram na mesma rua e na mesma cidade que Rodrigo (exceto o próprio Rodrigo)

Solução

◆ Primeiro passo

- determinar o nome da rua e o nome da cidade na qual Rodrigo mora

$\text{temp}_1 \leftarrow \pi_{\text{rua}, \text{cidade}} (\sigma_{\text{cliente_nome} = \text{"Rodrigo"}} (\text{cliente}))$

- relação resultado temp_1

rua	cidade
Rua X	Maringá

Solução

◆ Segundo passo

- realizar o produto cartesiano das relações

$$\text{temp}_2 \leftarrow \text{temp}_1 \times \text{cliente}$$

- relação resultado temp_2

$\text{temp}_1.\text{rua}$	$\text{temp}_1.\text{cidade}$	cliente_nome	cliente.rua	cliente.cidade
Rua X	Maringá	Márcia	Rua X	Itambé
Rua X	Maringá	Rodrigo	Rua X	Maringá
Rua X	Maringá	Cristina	Rua XTZ	Maringá
Rua X	Maringá	Sofia	Rua X	Maringá
Rua X	Maringá	Ricardo	Rua AAA	Itambé

Solução

◆ Terceiro passo

- eliminar informações indesejadas

$$\text{temp}_3 \leftarrow \sigma_{\text{cliente_nome} \neq \text{"Rodrigo"}}(\text{temp}_2)$$

- relação resultado temp_3

$\text{temp}_1.\text{rua}$	$\text{temp}_1.\text{cidade}$	cliente_nome	cliente.rua	cliente.cidade
Rua X	Maringá	Márcia	Rua X	Itambé
Rua X	Maringá	Cristina	Rua XTZ	Maringá
Rua X	Maringá	Sofia	Rua X	Maringá
Rua X	Maringá	Ricardo	Rua AAA	Itambé

Solução

◆ Quarto passo

- exibir as informações solicitadas

$\pi_{\text{cliente_nome}} (\sigma_{\text{temp}_1.\text{rua} = \text{cliente.rua} \wedge \text{temp}_1.\text{cidade} = \text{cliente.cidade} (\text{temp}_3))$

- relação resultado

cliente_nome
Sofia

Discussão

◆ Solução proposta

$\text{temp}_1 \leftarrow \pi_{\text{rua}, \text{cidade}} (\sigma_{\text{cliente_nome} = \text{"Rodrigo"}} (\text{cliente}))$

$\text{temp}_2 \leftarrow \text{temp}_1 \times \text{cliente}$

$\text{temp}_3 \leftarrow \sigma_{\text{cliente_nome} \neq \text{"Rodrigo"}} (\text{temp}_2)$

$\pi_{\text{cliente_nome}} (\sigma_{\text{temp}_1.\text{rua} = \text{cliente.rua} \wedge \text{temp}_1.\text{cidade} = \text{cliente.cidade}} (\text{temp}_3))$

◆ Operação de atribuição

$\text{temp}_1(\text{rua_rodrigo}, \text{cidade_rodrigo}) \leftarrow$

$\pi_{\text{rua}, \text{cidade}} (\sigma_{\text{cliente_nome} = \text{"Rodrigo"}} (\text{cliente}))$

$\text{temp}_2 \leftarrow \text{temp}_1 \times \text{cliente}$

$\text{temp}_3 \leftarrow \sigma_{\text{cliente_nome} \neq \text{"Rodrigo"}} (\text{temp}_2)$

$\pi_{\text{cliente_nome}} (\sigma_{\text{rua_rodrigo} = \text{rua} \wedge \text{cidade_rodrigo} = \text{cidade}} (\text{temp}_3))$

Discussão

❖ Operação renomear (1)

$\text{temp}_1 \leftarrow \pi_{\text{rua}, \text{cidade}} (\sigma_{\text{cliente_nome} = \text{"Rodrigo"}} (\text{cliente}))$

$\text{temp}_2 \leftarrow \rho_{(\text{rua_rodrigo}, \text{cidade_rodrigo})} (\text{temp}_1) \times \text{cliente}$

$\text{temp}_3 \leftarrow \sigma_{\text{cliente_nome} \neq \text{"Rodrigo"}} (\text{temp}_2)$

$\pi_{\text{cliente_nome}} (\sigma_{\text{rua_rodrigo} = \text{rua} \wedge \text{cidade_rodrigo} = \text{cidade}} (\text{temp}_3))$

❖ Operação renomear (2)

$\text{temp}_1 \leftarrow \pi_{\text{rua}, \text{cidade}} (\sigma_{\text{cliente_nome} = \text{"Rodrigo"}} (\text{cliente}))$

$\text{temp}_2 \leftarrow \rho_{\text{dados_rodrigo}(\text{rua_rodrigo}, \text{cidade_rodrigo})} (\text{temp}_1) \times \text{cliente}$

$\text{temp}_3 \leftarrow \sigma_{\text{cliente_nome} \neq \text{"Rodrigo"}} (\text{temp}_2)$

$\pi_{\text{cliente_nome}} (\sigma_{\text{rua_rodrigo} = \text{rua} \wedge \text{cidade_rodrigo} = \text{cidade}} (\text{temp}_3))$

Junção

- ◆ Concatena tuplas relacionadas de duas relações em tuplas únicas
- ◆ Simplifica consultas que requerem produto cartesiano
 - forma um produto cartesiano dos argumentos

Junção

relação argumento 1 \bowtie condição_junção relação argumento 2

relação



cliente (nro_cli, nome_cli, end_cli, saldo, cod_vend)

nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cod_vend
1	Márcia	Rua X	100,00	1
2	Cristina	Avenida 1	10,00	1
3	Manoel	Avenida 3	234,00	1
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2

vendedor (cod_vend, nome_vend)

cod_vend	nome_vend
1	Adriana
2	Roberto

Cliente \bowtie $\text{cod_vend} = \text{cod_vend}$ Vendedor

nro_cli	nome_cli	end_cli	saldo	cod_vend	cod_vend	nome_vend
1	Márcia	Rua X	100,00	1	1	Adriana
2	Cristina	Avenida 1	10,00	1	1	Adriana
3	Manoel	Avenida 3	234,00	1	1	Adriana
4	Rodrigo	Rua X	137,00	2	2	Roberto

grau: número de
atributos de cliente +
número de atributos de
vendedor

número de tuplas: entre
zero e o (número de
tuplas de cliente * número
de tuplas de vendedor)

Próxima aula...

- ◆ Junções
- ◆ União
- ◆ Intersecção
- ◆ Diferença
- ◆ Subconsulta
- ◆ Divisão
- ◆ Agregação

Atividades complementares

- ◆ Slides cedidos pelo Prof. Humberto Razente

- ◆ Leitura para casa

- Capítulo 6, “Álgebra e cálculo relacional”
do livro: Elmasri, Ramez; Navathe, Shamkant B.
Sistemas de banco de dados, 6^a. edição (2011).