



# Linguagens formais de Consulta

## Modelo Relacional

Profa. Maria Camila Nardini Barioni  
[camila.barioni@ufu.br](mailto:camila.barioni@ufu.br)

Bloco B - sala 1B137

1º semestre de 2024

# O que foi visto até agora ...

## ■ **Introdução a BD**

- Conceitos de BD e SGBD
- Níveis de Abstração de BD: visão (conceitual), lógico, físico

## ■ **Modelo Relacional**

- Modelo Entidade-Relacionamento (MER)/ Extendido
- Modelo Relacional: conceitos e terminologias
  - Tabela, registros, chave primária, chave estrangeira, etc.
- Mapeamento do MER -Ext para M-Relacional
- Normalização de Relações

## ■ **HOJE (e próximas aulas)**

- Linguagens Formais de Consulta

## ■ **LINGUAGEM SQL**

- DDL e DML
- Gatilhos e Procedimentos Armazenados

## ■ **Transações**

- Controle de Concorrência
- Recuperação de BD

# 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 obtêm 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** ?

# Introdução

O Modelo Relacional possui duas linguagens formais:

- **Álgebra Relacional (procedural)**
  - Na linguagem **PROCEDURAL** o usuário deve ensinar ao sistema uma seqüência de operações no BD para obter o resultado desejado
- **Cálculo Relacional (não-procedural)**
  - Na linguagem **NÃO-PROCEDURAL**, o usuário descreve a informação desejada sem fornecer um procedimento específico para a obtenção dessas informações

# Álgebra Relacional

## ◆ Modelo de dados inclui

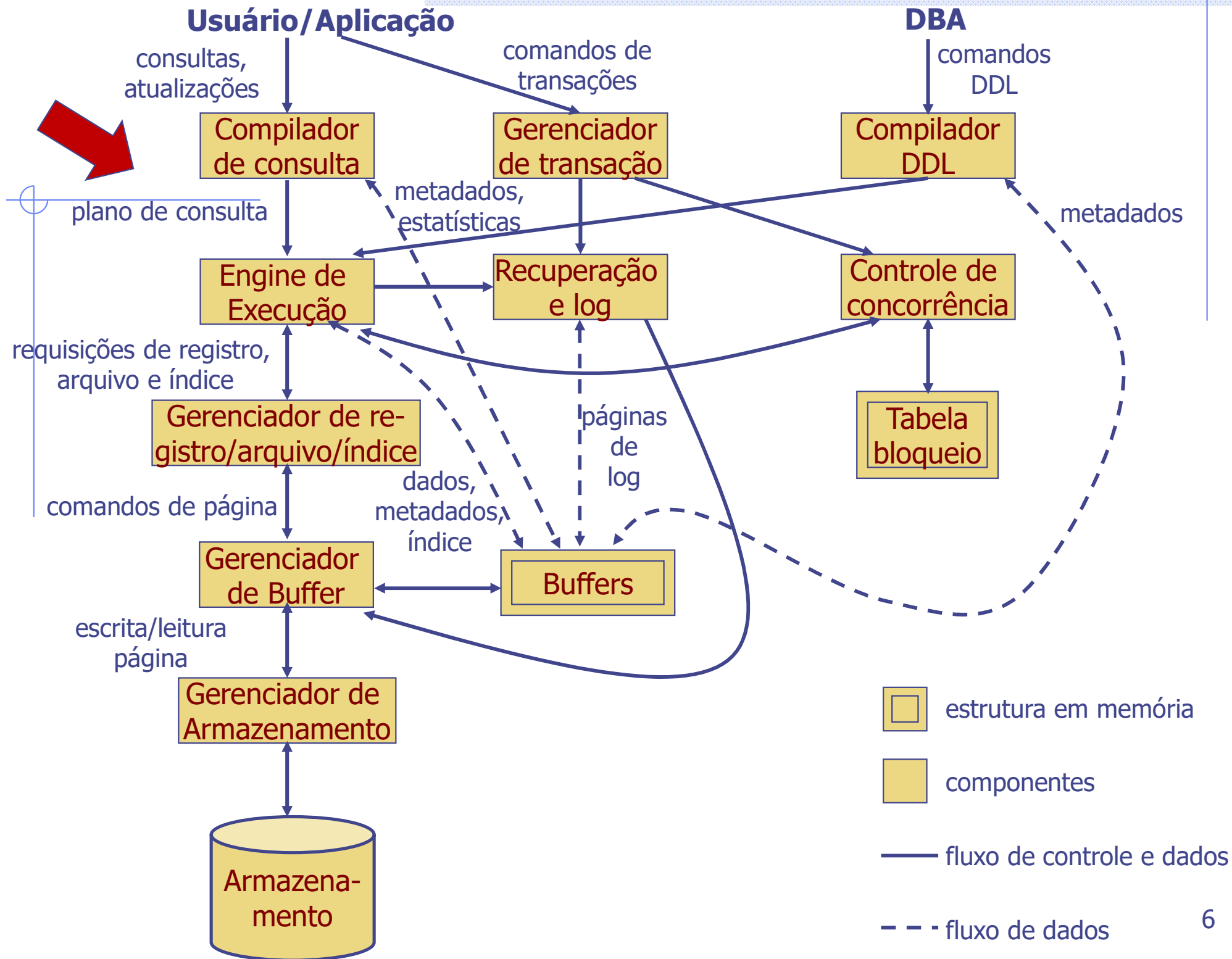
- Conceitos para a definição das restrições e estrutura do BD
- **Conjunto de operações** para manipular o BD

## ◆ 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
- Introduce 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 duas relações
  - saída: uma nova relação resultado

# Operações

## ◆ Fundamentais

- seleção
- projeção
- produto cartesiano
- renomear
- união
- diferença de conjuntos

## ◆ Adicionais

- intersecção de conjuntos
- junção natural
- divisão
- atribuição

- podem ser geradas a partir das operações fundamentais
- facilitam a construção de consultas



# 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

# Relações

cliente (nro\_cli, nome\_cli, end\_cli, saldo, vendedor)

vendedor (cod\_vend, nome\_vend)

pedido (nro\_ped, data, nro\_cliente(cliente.nro\_cli))

pedido\_peca (nro\_ped, nro\_peca(peca.nro\_peca))

peca (nro\_peca, descricao\_peca)

# Seleção

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

$\sigma_{\text{condição\_seleção}}$  ( relação argumento )

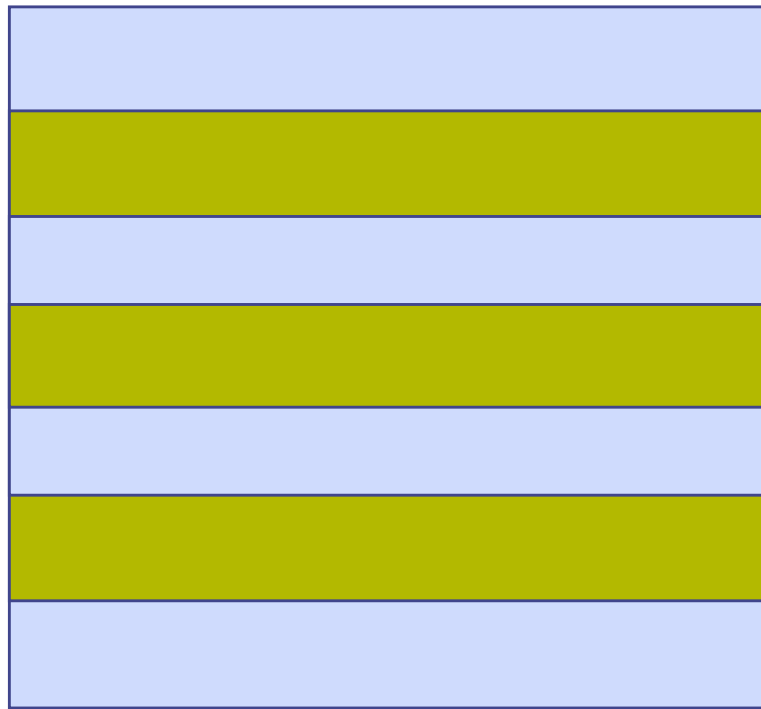
- pode envolver operadores de comparação  
(=, <, ≤, >, ≥, ≠)
- pode combinar condições usando-se  $\wedge$ ,  $\vee$ ,  $\neg$

- relação
- resultado de alguma operação da álgebra relacional

# Seleção

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

Seleção



$\sigma$  sigma

# 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.

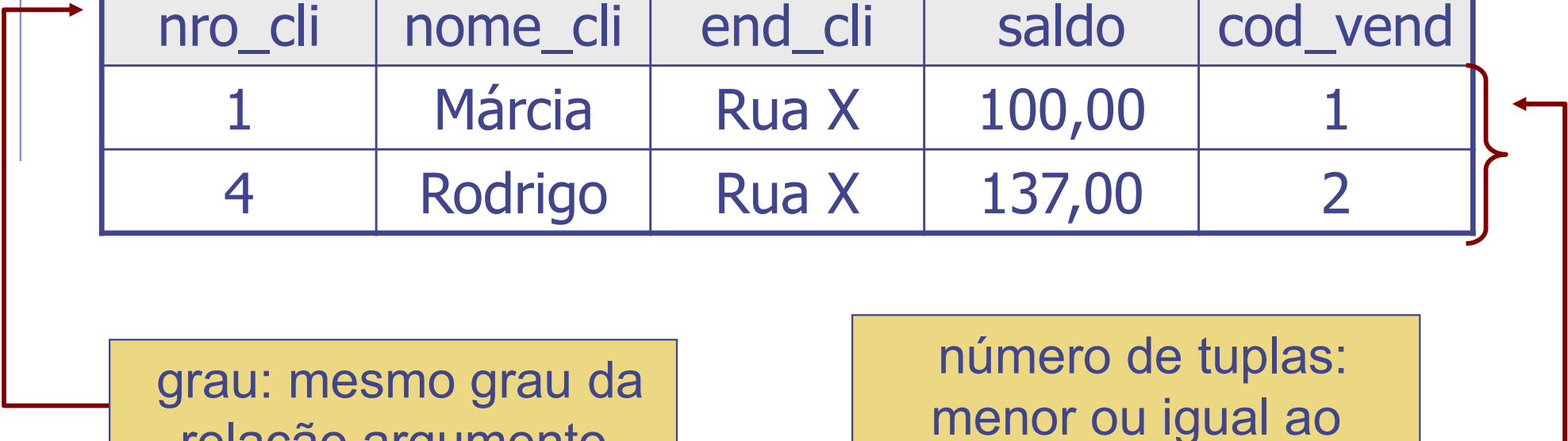
$\sigma_{\text{saldo\_dev} < 200,00 \wedge \text{end\_cli} = \text{"Rua X"}}(\text{cliente})$

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 ou ambas 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

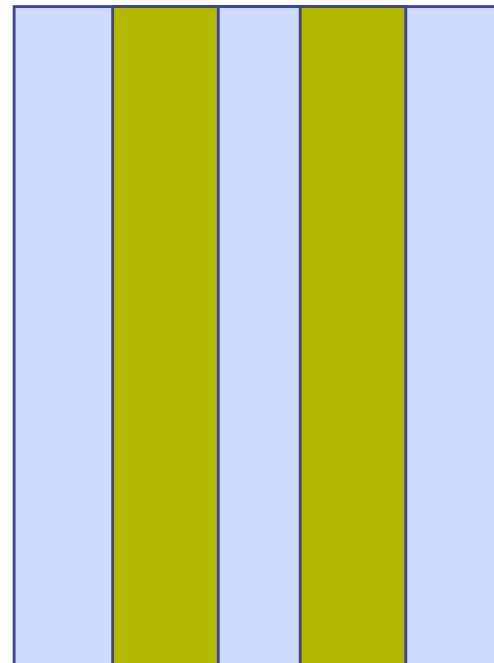
$\pi$  lista\_atributos ( relação argumento )

- lista de atributos
- os atributos são separados por vírgula

- relação
- resultado de alguma operação da álgebra relacional

- Extrai at
- Produz u

- 

 $\pi$  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

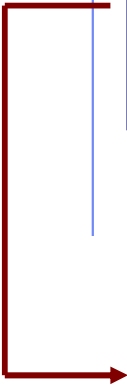
◆ Liste o endereço de todos os clientes

$\pi_{\text{end\_cli}}(\text{cliente})$



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

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

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



# 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:

- $\pi_{\langle \text{lista\_atribos\_A} \rangle} (\pi_{\langle \text{lista\_atribos\_B} \rangle} R) = \pi_{\langle \text{lista\_atribos\_A} \rangle} R$

# 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.

# 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


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

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 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.

$\pi_{\text{nro\_cli, nome\_cli}} (\sigma_{\text{saldo\_dev} < 200,00 \wedge \text{end\_cli} = \text{"Rua X"}} (\text{cliente}))$

## ■ 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

• resultado de alguma operação da álgebra relacional

• relação

# 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 potência adicional à álgebra relacional
- geralmente utilizada para expressar consultas complexas

# Renomear

## ◆ 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

nomes *novos* dos atributos

nome *antigo* da relação

# 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

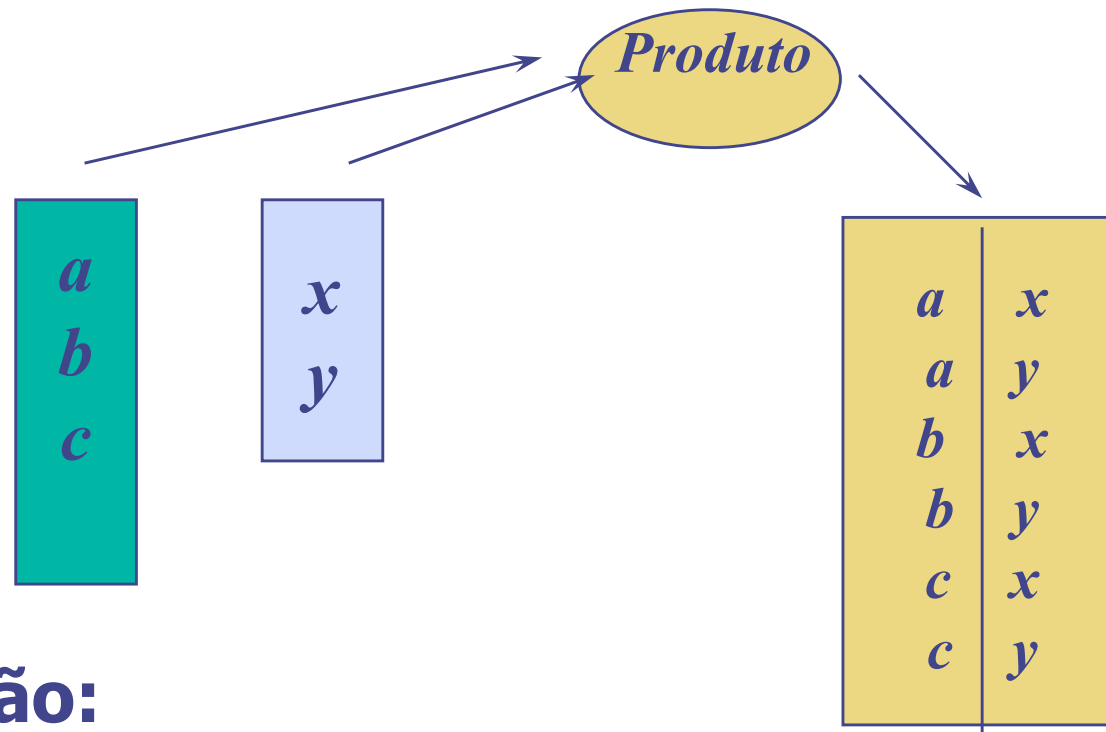
- ◆ Combina tuplas de duas relações (quaisquer)
- ◆ Tuplas da relação resultante
  - todas as combinações de tuplas possíveis entre as relações participantes

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

$\text{temp}_1 \leftarrow \pi_{\text{cliente\_nome}} (\sigma_{\text{gerente\_nome} = \text{"Manoel"}} (\text{usuario}))$

- relação resultado  $\text{temp}_1$

**DICA:** Selecionar “menos” tuplas antes de fazer o Produto Cartesiano

cliente_nome
Márcia

# Solução

## ◆ Segundo passo

- realizar o produto cartesiano das relações

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

- relação resultado  $\text{temp}_2$

$\text{temp}_1$ . cliente_nome	cliente. cliente_nome	rua	cidade
Márcia	Márcia	Rua X	Itambé
Márcia	Rodrigo	Rua X	Maringá

# Solução

## Terceiro passo

- eliminar informações inconsistentes

$\text{temp}_3 \leftarrow \sigma_{\text{temp1.cliente\_nome} = \text{cliente.cliente\_nome}} (\text{temp}_2)$

- relação resultado  $\text{temp}_3$

$\text{temp}_1$ . 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 <sub>1</sub> . 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

# Solução

## ◆ Primeiro passo

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

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

- relação resultado  $\text{temp}_1$

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  $\text{temp}_2$

$\text{temp}_1.\text{rua}$	$\text{temp}_1.\text{cidade}$	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  $\text{temp}_3$

$\text{temp}_1.\text{rua}$	$\text{temp}_1.\text{cidade}$	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

## ◆ Resposta original

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

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

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

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

## ◆ 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)

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

$\text{temp}_2 \leftarrow \rho_{\text{dados\_rodrigo}(\text{rua\_rodrigo}, \text{cidade\_rodrigo})} (\text{temp}_1) \times \text{cliente}$

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

$\pi_{\text{cliente\_nome}} (\sigma_{\text{rua\_rodrigo} = \text{rua} \wedge \text{cidade\_rodrigo} = \text{cidade}} (\text{temp}_3))$

# Bibliografia

- ◆ Elmasri, Ramez; Navathe, Shamkant B. **Sistemas de banco de dados**. 4 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2005, 724 p. Bibliografia: p. [690]-714.
- ◆ Material Didático produzido pelos professores Cristina Dutra de Aguiar Ciferri e Caetano Traina Júnior