

Sistemas de Banco de Dados

Fundamentos em Bancos de Dados Relacionais

Wladimir Cardoso Brandão

www.wladimirbrandao.com

Material distribuído sob licença CC BY-NC-ND 4.0

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International



ÁLGEBRA RELACIONAL I



Conjunto de operações para manipulação de BD relacionais

- ▶ Linguagem formal para o modelo relacional
- ▶ CONSULTA → solicitação de recuperação de dados especificada por uma sequência de operações algébricas
 - ▶ Resultado de uma consulta é uma nova relação
- ▶ SQL incorpora seus principais conceitos
 - ▶ SQL → linguagem de consulta prática para BD relacionais
- ▶ Multiplicidade de operações:
 - ▶ UNÁRIAS → aplicadas sobre uma relação
 - ▶ BINÁRIAS → aplicadas sobre duas relações
 - ▶ AGREGAÇÃO → resumem dados de relações



$$\sigma_{condicional}(R)$$

- ▶ OPERADOR → SELECIONAR (σ *sigma*)
- ▶ FUNÇÃO → **filtrar tuplas** de uma relação R que satisfaçam a uma condição
- ▶ Tuplas que não satisfazem a condição são descartadas do resultado
- ▶ Relação resultante tem os mesmos atributos de R
- ▶ Número de tuplas na relação resultante é menor ou igual ao número de tuplas em R



Condição de seleção é uma **expressão booleana**

<atributo> <operador> <valor> | <atributo> <operador> <atributo>

- ▶ **<atributo>** → nome de um atributo de R
- ▶ **<operador>** → operador de comparação

< ≤ = ≥ > ≠

- ▶ **<valor>** → constante do domínio do atributo

Conectada por operadores booleanos ($\wedge \vee \neg$) formam um único bloco condicional



Exemplo → selecionar tuplas de professores do sexo feminino

$$\sigma_{\text{Sexo} = 'F'}(\text{PROFESSOR})$$

PROFESSOR

<u>CPF</u>	Nome	Sexo	Salario	Departamento
12345678900	Roberto Machado	M	1200.00	1
12345678901	Manuela Costa	F	2700.00	3
21345678900	Carlos A. Martins	M	3200.00	1
32145678900	Ana Maria Freitas	F	7500.00	2



Exemplo → selecionar tuplas de professores do sexo masculino que recebem salário maior que 3000,00

$$\sigma (\text{Sexo} = 'M' \wedge \text{Salario} > 3000.00) (\text{PROFESSOR})$$

PROFESSOR

<u>CPF</u>	Nome	Sexo	Salario	Departamento
12345678900	Roberto Machado	M	1200.00	1
12345678901	Manuela Costa	F	2700.00	3
21345678900	Carlos A. Martins	M	3200.00	1
32145678900	Ana Maria Freitas	F	7500.00	2



- ▶ Condições de seleção são aplicadas a cada tupla individualmente e não se aplicam a mais de uma tupla
- ▶ Operação **unária** e **comutativa**

$$\sigma_{cond_1}(\sigma_{cond_2}(R)) = \sigma_{cond_2}(\sigma_{cond_1}(R))$$

- ▶ Pode-se combinar uma sequência de operações em uma única operação com operadores conjuntivos

$$\sigma_{cond_1}(\sigma_{cond_2}(\dots (\sigma_{cond_n}(R))\dots)) = \sigma_{cond_1} \wedge_{cond_2} \wedge \dots \wedge_{cond_n}(R)$$



$$\pi_{\text{atributos}}(R)$$

- ▶ OPERADOR \rightarrow PROJETAR (π pi)
- ▶ FUNÇÃO \rightarrow **filtrar atributos** de uma relação R
- ▶ Atributos não especificados são descartados do resultado
- ▶ Relação resultante possui um subconjunto de atributos de R explicitamente especificados e na mesma ordem
- ▶ Número de tuplas na relação resultante é menor ou igual ao número de tuplas em R
 - ▶ Menor se houverem tuplas duplicadas, pois duplicatas são eliminadas



Exemplo → projetar nome e salário de professores

$\pi_{Nome, Salario} (PROFESSOR)$

PROFESSOR

<u>CPF</u>	Nome	Sexo	Salario	Departamento
12345678900	Roberto Machado	M	1200.00	1
12345678901	Manuela Costa	F	2700.00	3
21345678900	Carlos A. Martins	M	3200.00	1
32145678900	Ana Maria Freitas	F	7500.00	2



Exemplo → projetar número do departamento e sexo de professores

$\pi_{\text{Departamento, Sexo}}(\text{PROFESSOR})$

PROFESSOR

<u>CPF</u>	Nome	Sexo	Salario	Departamento
12345678900	Roberto Machado	M	1200.00	1
12345678901	Manuela Costa	F	2700.00	3
21345678900	Carlos A. Martins	M	3200.00	1
32145678900	Ana Maria Freitas	F	7500.00	2

Duas tuplas repetidas ($\langle 1, M \rangle$) no resultado, uma delas será eliminada



- ▶ Se a lista de atributos para projeção inclui a chave da relação R , a relação resultante terá o mesmo número de tuplas de R
- ▶ Operação **unária**, mas **não comutativa**

$$\pi_{atr_1}(\pi_{atr_2}(R)) \neq \pi_{atr_2}(\pi_{atr_1}(R))$$

- ▶ Aninhamento de sequência de operações válidas equivale à operação externa do aninhamento

$$\pi_{atr_1}(\pi_{atr_2}(R)) = \pi_{atr_1}(R)$$



Consultas combinam sequências de operações algébricas

- ▶ EXPRESSÃO EM LINHA → aninha-se múltiplas operações, gerando uma única expressão algébrica

$$\pi_{CPF, Nome, Salario} (\sigma_{Sexo = 'F'} (PROFESSOR))$$

- ▶ RELACÕES INTERMEDIÁRIAS → aplica-se uma operação de cada vez, criando relações com resultados intermediários reutilizáveis

$$\begin{aligned} A &\leftarrow \sigma_{Sexo = 'F'} (PROFESSOR) \\ B &\leftarrow \pi_{CPF, Nome, Salario} (A) \end{aligned}$$



$$\rho_{S(\text{atributos})}(R)$$

- ▶ OPERADOR \rightarrow RENAMEAR (ρ rho)
- ▶ FUNÇÃO \rightarrow **renomear** relações e atributos
- ▶ $S \rightarrow$ nome da relação resultante
- ▶ $\text{atributos} \rightarrow$ lista dos novos nomes dos atributos de R na relação resultante, ordem na lista deve ser compatível com ordem dos atributos de R
- ▶ Variações:
 - ▶ $\rho_{\text{atributos}}(R) \rightarrow$ renomeia apenas atributos
 - ▶ $\rho_S(R) \rightarrow$ renomeia apenas relação



Exemplo → renomear a relação professor e seus respectivos atributos

$\rho_{TEACHER}(CPF, Name, Gender, Salary, DNum)(PROFESSOR)$

TEACHER

<u>CPF</u>	Name	Gender	Salary	DNum
12345678900	Roberto Machado	M	1200.00	1
12345678901	Manuela Costa	F	2700.00	3
21345678900	Carlos A. Martins	M	3200.00	1
32145678900	Ana Maria Freitas	F	7500.00	2



Alternativamente, pode-se renomear relações e atributos utilizando **relações intermediárias**

$$TEACHER_{(CPF, Name, Gender, Salary, DNum)} \leftarrow PROFESSOR$$
$$TEACHER_{(Name, Salary)} \leftarrow \pi_{Nome, Salario} (PROFESSOR)$$
$$MAN_{(CPF, Nom, Sex, Sal, DNum)} \leftarrow \sigma_{Sexo = 'M'} (PROFESSOR)$$

Pode-se renomear qualquer subconjunto de atributos de R



$$R_1 \times R_2$$

- ▶ OPERADOR \rightarrow MULTIPLICAR (\times)
- ▶ FUNÇÃO \rightarrow **combinar** tuplas de duas relações
- ▶ Relação resultante possui os atributos de R_1 e R_2 , incluindo como tuplas todas as combinações possíveis entre as tuplas de R_1 e R_2
- ▶ Número de tuplas da relação resultante é o produto cartesiano entre o número de tuplas de R_1 e R_2



Exemplo → *PROFESSOR* × *DEPARTAMENTO*

PROFESSOR

<u>CPF</u>	Nome	Sexo	Salario	Departamento
12345678900	Roberto	M	1200.00	1
12345678901	Manuela	F	2700.00	3

DEPARTAMENTO

<u>Numero</u>	Nome
1	Administrativo
2	Comercial
3	Tecnologia

Resultado:

CPF	Nome	Sexo	Salario	Departamento	Numero	Nome
12345678900	Roberto	M	1200.00	1	1	Administrativo
12345678900	Roberto	M	1200.00	1	2	Comercial
12345678900	Roberto	M	1200.00	1	3	Tecnologia
12345678901	Manuela	F	2700.00	3	1	Administrativo
12345678901	Manuela	F	2700.00	3	2	Comercial
12345678901	Manuela	F	2700.00	3	3	Tecnologia



Associada à SELEÇÃO opera como uma JUNÇÃO

$$\sigma_{\text{Departamento}} = \text{Numero} (PROFESSOR \times DEPARTAMENTO)$$

PROFESSOR

<u>CPF</u>	Nome	Sexo	Salario	Departamento
12345678900	Roberto	M	1200.00	1
12345678901	Manuela	F	2700.00	3

DEPARTAMENTO

<u>Numero</u>	Nome
1	Administrativo
2	Comercial
3	Tecnologia

Resultado:

CPF	Nome	Sexo	Salario	Departamento	Numero	Nome
12345678900	Roberto	M	1200.00	1	1	Administrativo
12345678901	Manuela	F	2700.00	3	3	Tecnologia



$$R_1 \bowtie_{\text{condicional}} R_2$$

- ▶ OPERADOR \rightarrow JUNTAR (\bowtie)
- ▶ FUNÇÃO \rightarrow **combinar** tuplas de duas relações a partir de uma condição
- ▶ Relação resultante possui atributos de R_1 e R_2 , incluindo como tuplas todas as combinações entre as tuplas de R_1 e R_2 que respeitam condição
- ▶ Tuplas que não respeitam condição de junção ou que valores dos atributos usados na condição sejam NULL são descartadas do resultado



Exemplo \rightarrow *PROFESSOR* \bowtie *Departamento* = *Numero* *DEPARTAMENTO*

PROFESSOR

<u>CPF</u>	Nome	Sexo	Salario	Departamento
12345678900	Roberto	M	1200.00	1
12345678901	Manuela	F	2700.00	3

DEPARTAMENTO

<u>Numero</u>	Nome
1	Administrativo
2	Comercial
3	Tecnologia

Resultado:

CPF	Nome	Sexo	Salario	Departamento	Numero	Nome
12345678900	Roberto	M	1200.00	1	1	Administrativo
12345678901	Manuela	F	2700.00	3	3	Tecnologia



EQUIJUNÇÃO → condicionais com operadores de igualdade

$PROFESSOR \bowtie_{Departamento = Numero} DEPARTAMENTO$

JUNÇÃO NATURAL → equijunção automática (natural) com atributos que possuem o mesmo nome nas duas relações removendo-se duplicatas

$PROFESSOR * DEPARTAMENTO$

PROFESSOR

<u>CPF</u>	Nome	Sexo	Salario	Departamento
12345678900	Roberto	M	1200.00	1
12345678901	Manuela	F	2700.00	3

DEPARTAMENTO

<u>Numero</u>	Nome
1	Administrativo
2	Comercial
3	Tecnologia



Frequentemente relações diferentes possuem atributos com mesmo nome

- ▶ Operação **RENOMEAR** deve ser utilizada antes da junção para evitar problemas de ambiguidade

Exemplo:

$$A_{(Numero, DNome)} \leftarrow \pi_{Numero, Nome} (DEPARTAMENTO)$$

$$RESULTADO \leftarrow PROFESSOR \bowtie_{Departamento = Numero} A$$

RESULTADO

CPF	Nome	Sexo	Salario	Departamento	Numero	DNome
12345678900	Roberto	M	1200.00	1	1	Administrativo
12345678901	Manuela	F	2700.00	3	3	Tecnologia



atributos $\gamma_{funcoes}(R)$

- ▶ OPERADOR \rightarrow AGREGAR (γ gamma)
- ▶ FUNÇÃO \rightarrow **agregar** tuplas de uma relação a partir de uma lista de atributos (**atributos de agregação**), aplicando **funções de agregação** em atributos remanescentes
- ▶ Múltiplas notações $\rightarrow \mathcal{F}, G$
- ▶ Relação resultante possui atributos de agregação e um atributo para cada função de agregação
- ▶ Tuplas com valores NULL nos atributos usados na função de agregação são descartadas da agregação



FUNÇÃO DE AGREGAÇÃO → função matemática aplicada em tuplas agrupadas

- ▶ COUNT → conta o número de tuplas agrupadas
- ▶ SUM → soma valores do atributo utilizado na função
- ▶ AVG → calcula média dos valores do atributo utilizado na função
- ▶ MIN → captura valor mínimo dentre valores do atributo utilizado na função
- ▶ MAX → captura valor máximo dentre valores do atributo utilizado na função

Se função de agregação não for renomeada, nome do atributo resultante será concatenação do nome da função e do nome do atributo usado por ela



Exemplo → apresentar o número de professores e o total em salários

PROFESSOR

<u>CPF</u>	Nome	Sexo	Salario	Departamento
12345678900	Roberto Machado	M	1200.00	1
12345678901	Manuela Costa	F	2700.00	3
21345678900	Carlos A. Martins	M	3200.00	1
32145678900	Ana Maria Freitas	F	7500.00	2

γ COUNT(CPF), SUM(Salario) (PROFESSOR)

Resultado:

COUNT_CPF	SUM_SALARIO
4	14600.00



Exemplo → apresentar o total e a média salarial por sexo

PROFESSOR

CPF	Nome	Sexo	Salario	Departamento
12345678900	Roberto Machado	M	1200.00	1
12345678901	Manuela Costa	F	2700.00	3
21345678900	Carlos A. Martins	M	3200.00	1
32145678900	Ana Maria Freitas	F	7500.00	2

Sexo γ SUM(Salario), AVG(Salario) (PROFESSOR)

Resultado:

Sexo	SUM_SALARIO	AVG_SALARIO
F	10200.00	5100.00
M	4400.00	2200.00



- [1] Elmasri, Ramez; Navathe, Sham. *Fundamentals of Database Systems*. 7ed. Pearson, 2016.
- [2] Silberschatz, Abraham; Korth, Henry F.; Sudarshan, S. *Database System Concepts*. 6ed. McGraw-Hill, 2011.
- [3] Date, Christopher J. *An Introduction to Database Systems*. 8ed. Pearson, 2004.