



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA
Departamento de Informática
Integrado / Análise e Desenvolvimento de Sistemas / Licenciatura em Computação

Álgebra Relacional

André L. R. Madureira <andre.madureira@ifba.edu.br>
Doutorando em Ciência da Computação (UFBA)
Mestre em Ciência da Computação (UFBA)
Engenheiro da Computação (UFBA)

Álgebra Relacional

- Conjunto de operações teóricas para manipular bancos de dados relacionais
 - **Entrada:** uma ou mais relações
 - **Saída:** uma relação

Porque estudar Álgebra Relacional?

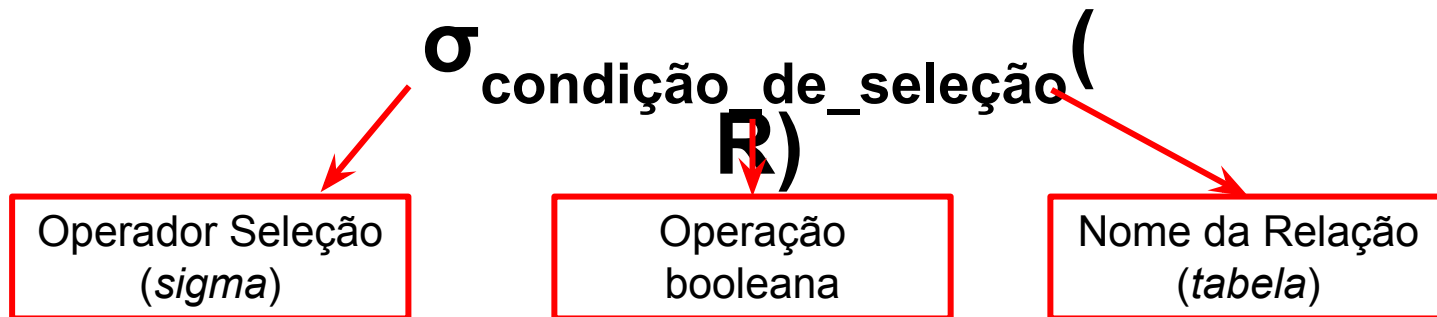
- Os conceitos da álgebra relacional são utilizados em linguagens de manipulação de dados (ex: SQL)
 - Base para otimizar e implementar as consultas no banco
 - Formalização das operações realizadas em bancos de dados relacionais

Classificação das Operações da Álgebra Relacional

- As operações da álgebra relacional podem ser classificadas como:
 - **Operações específicas de Bancos de Dados Relacionais**
 - Seleção, Projeção, Junção
 - **Operações da Teoria dos Conjuntos da Matemática**
 - União, Intersecção, Subtração, Produto cartesiano

Operação Seleção (σ)

- Escolhe um subconjunto de registros (tuplas) de uma relação **R** que satisfaz uma **condição de seleção**



Operação Seleção (σ)

- Escolhe um subconjunto de registros (tuplas) de uma relação **R** que satisfaz uma **condição de seleção**



ATENÇÃO:

A saída da operação seleção (σ) é uma relação com os MESMOS atributos de **R**.
Isto é, a saída tem o mesmo **grau de relação** que R.

Exemplo de Operação Seleção (σ)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\sigma_{\text{salario} > 3000}(\text{Funcionario_Departamento})$

Exemplo de Operação Seleção (σ)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\sigma_{\text{salario} > 3000}(\text{Funcionario_Departamento})$

Exemplo de Operação Seleção (σ)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\sigma_{\text{salario} > 3000}(\text{Funcionario_Departamento})$

| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
|----------------|-----------|------------|---------|----------------|
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

Exemplo de Operação Seleção (σ)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\sigma_{(\text{salario} > 3000 \text{ and } \text{data_nasc} < 01-01-1980)}$ (Funcionario_Departamento)

Exemplo de Operação Seleção (σ)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\sigma_{(\text{salario} > 3000 \text{ and } \text{data_nasc} < 01-01-1980)}$ (Funcionario_Departamento)

Exemplo de Operação Seleção (σ)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\sigma_{(\text{salario} > 3000 \text{ and } \text{data_nasc} < 01-01-1980)}$ (Funcionario_Departamento)

Exemplo de Operação Seleção (σ)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\sigma_{(\text{salario} > 3000 \text{ and } \text{data_nasc} < 01-01-1980)}$ (Funcionario_Departamento)

| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
|----------------|-----------|------------|---------|----------------|
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

Operação Seleção (σ)

- Todos os operadores de comparação podem ser utilizados
 - $>, <, >=, <=, =$
- Número de tuplas do resultado da operação seleção é sempre menor ou igual ao número de tuplas de R
 - $|\sigma_c(R)| \leq |R|$

Operação Seleção (σ)

- Operação seleção é **comutativa**
 - $\sigma_{\text{cond1}}(\sigma_{\text{cond2}}(R)) = \sigma_{\text{cond2}}(\sigma_{\text{cond1}}(R))$
 - *“A ordem das operações de seleção não muda o resultado”*

Exemplo de Comutatividade da Operação Seleção (σ)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

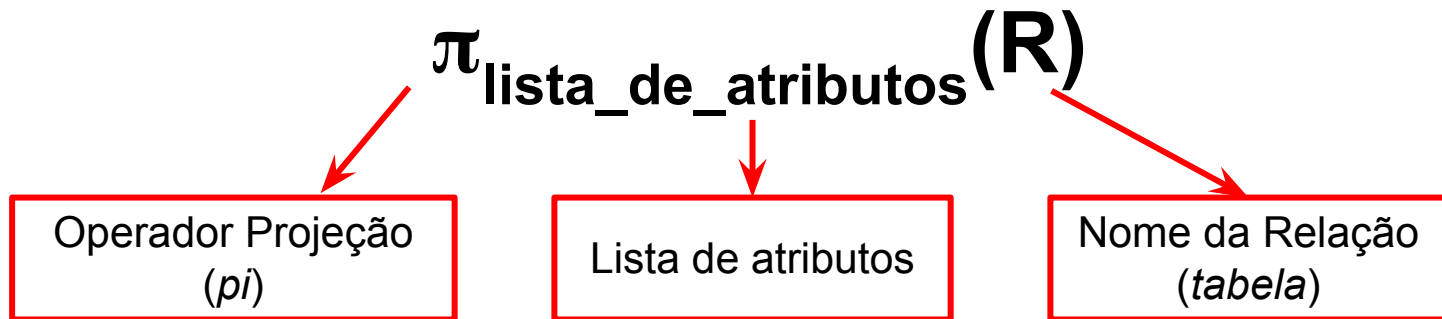
● $\sigma_{\text{salario} > 3000}(\sigma_{\text{data_nasc} < 01-01-1980}(\text{Funcionario_Departamento}))$

$\sigma_{\text{data_nasc} < 01-01-1980}(\sigma_{\text{salario} > 3000}(\text{Funcionario_Departamento}))$

| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
|----------------|-----------|------------|---------|----------------|
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

Operação Projeção (π)

- Considere que as relações são tabelas
 - **Operação Seleção**: escolhe as **linhas** da tabela
 - **Operação Projeção**: escolhe as **colunas** da tabela
- **Operação Projeção** escolhe os atributos de uma relação



Exemplo de Operador Projeção (π)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\pi_{\text{cpf_func, nome_func, data_nasc}}(\text{Funcionario_Departamento})$

| cpf_func | nome_func | data_nasc |
|----------------|-----------|------------|
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 |

Operação Projeção (π)

- O resultado da operação projeção contém **apenas** os atributos especificados na lista de atributos, na mesma ordem
- A operação projeção remove quaisquer tuplas duplicadas
 - Resultado sempre é um conjunto de tuplas distintas
 - O número de tuplas resultantes da projeção é sempre menor ou igual ao número de tuplas em **R**

Exemplo de Operador Projeção (π)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Maria | 05-07-1995 | 4000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\pi_{\text{nome_func, salario}}(\text{Funcionario_Departamento})$

Exemplo de Operador Projeção (π)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Maria | 05-07-1995 | 4000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\pi_{\text{nome_func}, \text{salario}}(\text{Funcionario_Departamento})$

| nome_func | salario |
|-----------|---------|
| Carlos | 3100 |
| Maria | 4000 |

Exemplo de Operador Projeção (π)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Maria | 05-07-1995 | 4000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\pi_{\text{nome_func, salario}}(\text{Funcionario_Departamento})$

| nome_func | salario |
|-----------|---------|
| Carlos | 3100 |
| Maria | 4000 |

Deveríamos ter duas funcionárias “Maria” com mesmo salário.

Exemplo de Operador Projeção (π)

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Maria | 05-07-1995 | 4000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\pi_{\text{nome_func, salario}}(\text{Funcionario_Departamento})$

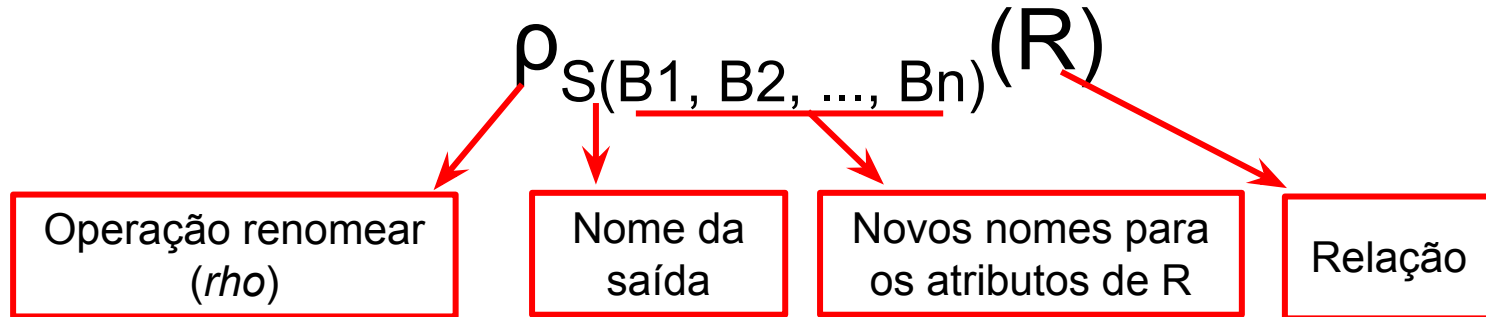
| nome_func | salario |
|-----------|---------|
| Carlos | 3100 |
| Maria | 4000 |

Deveríamos ter duas funcionárias “Maria” com mesmo salário.

Porém, a operação projeção removeu as tuplas duplicadas

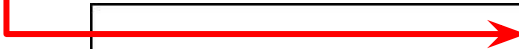
Operação Renomear (ρ)

- Os resultados das operações até agora não tem nome
- É importante nomear os resultados para evitar que tenhamos muitas operações sendo feitas ao mesmo tempo
 - Podemos nomear cada operação



| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\rho_{\text{func_salario}}(\sigma_{\text{salario} > 3000}(\text{Funcionario_Departamento}))$



| func_salario | | | | |
|----------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\rho_{\text{resultado}}(\pi_{\text{cpf_func, nome_func, data_nasc}}(\text{func_salario}))$

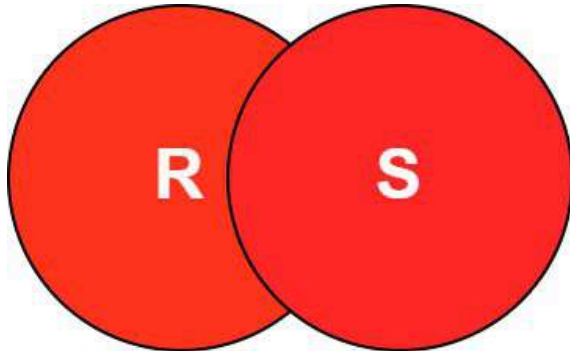
| resultado | | |
|----------------|-----------|------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 |

Exercicio - Seleção, Projeção e Renomear

- Seja uma tabela de Produtos(id, nome, valor, qtd, nome_fornecedor)
- Realize uma consulta usando as operações seleção, projeção e renomear para encontrar os registros que:
 - Possuem **valor > 30** e **qtd < 20**
 - O resultado deve ser nomeado como “reabastecer_produtos” e deve conter apenas os atributos nome, valor e qtd
 - **Dica:** você pode utilizar condições lógicas (AND, OR, NOT)

Operação União (U)

- Inclui todas as tuplas contidas nas relações **R** e **S**
 - Por definição, tuplas duplicadas são removidas



$$Q = R \cup S$$

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\rho_{\text{func_salario}}(\sigma_{\text{salario} \geq 4000}(\text{Funcionario_Departamento}))$

| func_salario | | | | |
|----------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

| Funcionario_Departamento | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 | 504.231.854-78 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

- $\rho_{func_nasc}(\sigma_{data_nasc > 01-01-1990}(\text{Funcionario_Departamento}))$

| func_nasc | | | | |
|----------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |

| func_salario | | | | |
|----------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

| func_nasc | | | | |
|----------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |

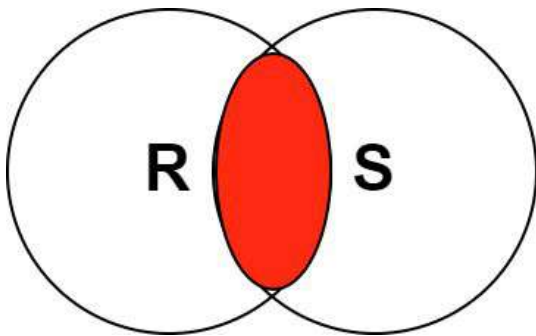
- $\rho_{\text{resultado}}(\text{func_salario} \cup \text{func_nasc})$

Combine as tuplas de
func_salario e *func_nasc*

| resultado | | | | |
|----------------|-----------|------------|---------|----------------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario | cpf_gerente |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 | 854.632.140-98 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 | 784.201.632-11 |

Operação Intersecção (\cap)

- Inclui as tuplas que estão em **ambas** as relações **R** e **S**
 - O resultado contém as tuplas que existem em **R** e em **S**



$$Q = R \cap S$$

| Funcionario_Departamento | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |

| Gerente_Departamento | | | |
|----------------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 504.231.854-78 | José | 02-05-1985 | 7000 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |
| 784.201.632-11 | Cassandra | 10-08-1960 | 8000 |

“*Maria*” existe em ambas as relações.
Logo a saída **Q** deve conter a tupla
“*Maria*”

| Funcionario_Departamento | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |

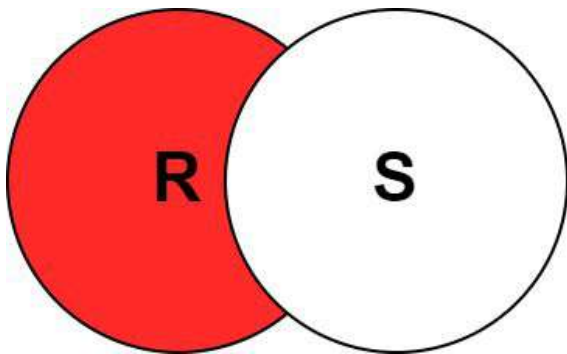
| Gerente_Departamento | | | |
|----------------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 504.231.854-78 | José | 02-05-1985 | 7000 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |
| 784.201.632-11 | Cassandra | 10-08-1960 | 8000 |

- $\rho_{\text{resultado}}(\text{Funcionario_Departamento} \cap \text{Gerente_Departamento})$

| resultado | | | |
|----------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |

Operação Subtração (-)

- Inclui as tuplas que estão na relação **R** e não estão em **S**
 - O resultado contém as tuplas que existem somente em **R**



$$Q = R - S$$

| Funcionario_Departamento | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |

| Gerente_Departamento | | | |
|----------------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 504.231.854-78 | José | 02-05-1985 | 7000 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |
| 784.201.632-11 | Cassandra | 10-08-1960 | 8000 |

- $\rho_{\text{resultado}}$ (Funcionario_Departamento - Gerente_Departamento)

“Maria” existe em Gerente_Departamento.
Logo a saída **Q** não deve conter a tupla “Maria”

| Funcionario_Departamento | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |

| Gerente_Departamento | | | |
|----------------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 504.231.854-78 | José | 02-05-1985 | 7000 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |
| 784.201.632-11 | Cassandra | 10-08-1960 | 8000 |

- $\rho_{\text{resultado}}$ (Funcionario_Departamento - Gerente_De

| resultado | | | |
|----------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 |

Comutatividade e Associatividades de União, Intersecção e Subtração

- As operações união e intersecção são comutativas e associativas
 - $R \cup S = S \cup R$
 - $R \cap S = S \cap R$
 - $(R \cup S) \cup T = R \cup (S \cup T)$
 - $(R \cap S) \cap T = R \cap (S \cap T)$
- A operação subtração é **apenas** associativa
 - $(R - S) - T = R - (S - T)$

Execução de Operações União, Intersecção e Subtração

- As operações união, intersecção e subtração são binárias
 - Cada operação é aplicada a dois conjuntos de tuplas somente
- **Ex:** Sejam as relações R, S, e T:
 - $R \cup S \cup T = (R \cup S) \cup T$
 - $R \cap S \cap T = (R \cap S) \cap T$
 - $R - S - T = (R - S) - T$

Operações União, Intersecção e Subtração

- Uma operação binária é válida se as relações possuírem:
 - **Compatibilidade de União**
 - As duas relações tem o mesmo número de atributos
 - **Compatibilidade de Tipo**
 - Cada par de atributos tem o mesmo domínio

| Funcionario_Departamento | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |

Compatibilidade de união:
Ambas as relações tem 4 atributos.

Compatibilidade de tipo:
Cada par de atributos com mesmo nome possui mesmo domínio.

| Gerente_Departamento | | | |
|----------------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 504.231.854-78 | José | 02-05-1985 | 7000 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |
| 784.201.632-11 | Cassandra | 10-08-1960 | 8000 |

| Funcionario_Departamento | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 777.888.999-00 | Carlos | 02-05-1985 | 3100 |
| 111.222.333-44 | Jussara | 05-07-1995 | 2000 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |

Compatibilidade de união:
Ambas as relações tem 4 atributos.

Compatibilidade de tipo:
Cada par de atributos com mesmo nome possui mesmo domínio.

| Gerente_Departamento | | | |
|----------------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 504.231.854-78 | José | 02-05-1985 | 7000 |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |
| 784.201.632-11 | Cassandra | 10-08-1960 | 8000 |

- $\rho_{\text{resultado}}(\text{Funcionario_Departamento} \cap \text{Gerente_Departamento})$

| resultado | | | |
|----------------|-----------|------------|---------|
| cpf_func | nome_func | data_nasc | salario |
| 000.555.777-11 | Maria | 20-02-1970 | 4000 |

Exercício - União, Intersecção, Subtração

- Seja uma tabela de Produtos(id: **int**, nome: **varchar(20)**, valor: **double**, qtd: **int**, id_fornecedor: **int + FK**)
- Realize consultas para encontrar os registros que possuem **valor > 30** e **qtd < 20**
 - Utilize união, intersecção e/ou subtração para construir as consultas
 - Cada consulta pode conter somente uma operação de seleção, e esta NÃO pode ter condições lógicas AND, OR, NOT

Operação Produto Cartesiano (X)

- Também conhecida como operação de:
 - Produto Cruzado
 - Junção Cruzada
- Esta operação combina as tuplas da relação R com as de S

$$Q = R \times S$$

Operação Produto Cartesiano (X)

- Também conhecida como operação de:
 - Produto Cruzado
 - Junção Cruzada
- Esta operação combina as tuplas da relação R com as de S

$$Q = R \times S$$

Não é necessário ter compatibilidade de união ou de tipo entre R e S.

- **Ex:** construa uma operação para recuperar a lista dos nomes dos dependentes e os nomes de seus pais (tutores)

| Tutor | | |
|----------------|---------|------------|
| cpf | nome | data_nasc |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 |

| Dependente | | | |
|----------------|-----------|---------------|----------------|
| cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
| 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

| Tutor | | |
|----------------|---------|------------|
| cpf | nome | data_nasc |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 |

| Dependente | | | |
|----------------|-----------|---------------|----------------|
| cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
| 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

- Tutor X Dependente

| cpf | nome | data_nasc | cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
|-----|------|-----------|---------|----------|---------------|-----------|
|-----|------|-----------|---------|----------|---------------|-----------|

| Tutor | | |
|----------------|---------|------------|
| cpf | nome | data_nasc |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 |

| Dependente | | | |
|----------------|-----------|---------------|----------------|
| cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
| 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

● Tutor X Dependente

| cpf | nome | data_nasc | cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
|----------------|---------|------------|----------------|----------|---------------|----------------|
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |

| Tutor | | |
|----------------|---------|------------|
| cpf | nome | data_nasc |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 |

| Dependente | | | |
|----------------|-----------|---------------|----------------|
| cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
| 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

● Tutor X Dependente

| cpf | nome | data_nasc | cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
|----------------|---------|------------|----------------|----------|---------------|----------------|
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |

| Tutor | | |
|----------------|---------|------------|
| cpf | nome | data_nasc |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 |

| Dependente | | | |
|----------------|-----------|---------------|----------------|
| cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
| 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

● Tutor X Dependente

| cpf | nome | data_nasc | cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
|----------------|---------|------------|----------------|-----------|---------------|----------------|
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |

| Tutor | | |
|----------------|---------|------------|
| cpf | nome | data_nasc |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 |

| Dependente | | | |
|----------------|-----------|---------------|----------------|
| cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
| 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

● Tutor X Dependente

| cpf | nome | data_nasc | cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
|----------------|---------|------------|----------------|-----------|---------------|----------------|
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

● Tutor X Dependente

| cpf | nome | data_nasc | cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
|----------------|---------|------------|----------------|-----------|---------------|----------------|
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

**Observe que temos tuplas falsas agora.
Isto é, os tutores foram associados aos dependentes errados!**

“A tutora de *Armando* é o cpf *000.111.222-33* (*Claudia*)”

“O tutor de *Cicrana* é o cpf *222.333.444-55* (*Jose*)”

- Tutor X Dependente

| cpf | nome | data_nasc | cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
|----------------|---------|------------|----------------|-----------|---------------|----------------|
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

Para corrigir as tuplas falsas iremos usar o operador Seleção:

$$\sigma_{\text{cpf}=\text{cpf_tutor}}(\text{Tutor X Dependente})$$

- $\sigma_{\text{cpf}=\text{cpf_tutor}}$ (Tutor X Dependente)

| cpf | nome | data_nasc | cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
|----------------|---------|------------|----------------|-----------|---------------|----------------|
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

Agora temos os tutores associados aos dependentes corretos.

Operação Produto Cartesiano (**X**)

- De maneira formal:
 - O resultado de $\mathbf{R} (A_1, A_2, \dots, A_n) \mathbf{X} \mathbf{S} (B_1, B_2, \dots, B_m)$ é uma relação \mathbf{Q} com $n+m$ atributos $\mathbf{Q} (A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$ nessa ordem
- A relação \mathbf{Q} possui uma tupla para cada combinação de tuplas \mathbf{R} e \mathbf{S}
 - Se \mathbf{R} tem \mathbf{t} tuplas e \mathbf{S} tem \mathbf{z} tuplas então $\mathbf{Q} = \mathbf{R} \mathbf{x} \mathbf{S}$ possui $\mathbf{t} * \mathbf{z}$ tuplas

$$\mathbf{Q} = \mathbf{R} \mathbf{X} \mathbf{S}$$

Atividade - Produto cartesiano

- Sejam as tabelas abaixo, contendo os seguintes atributos:
 - **Produtos** (id_prod: **int+PK**, nome_prod: **varchar(20)**, valor: **double**, qtd: **int**, id_fornec: **int+FK**)
 - **Fornecedor** (id_forn: **int+PK**, nome_forn: **varchar(20)**, area_atuacao: **varchar(30)**, cnae: **int**)
- Realize uma consulta usando as operações seleção, projeção, renomear e/ou produto cartesiano para:
 - Encontrar o nome dos fornecedores que fabricam o produto de nome **"tinta branco fosco"**

Problema da Operação Produto Cartesiano

- A operação produto cartesiano gera tabelas muito grandes
 - Desempenho da operação produto cartesiano é ruim
- A operação produto cartesiano requer o uso de operações Seleção para remover tuplas falsas
- **Será que conseguimos melhorar esses problemas?**

Operação Junção (\bowtie)

- Operação que permite combinar tuplas (de maneira semelhante ao produto cartesiano), utilizando para isso uma condição

- **Entrada:**

- relação $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
- relação $S(B_1, B_2, \dots, B_m)$
- condição de seleção

$$Q = R \bowtie_{\text{condicao_de_selecao}}(S)$$

- **Saída:**

- relação $Q(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$

Operação Junção (\bowtie)

- Essa operação tem como saída (**Q**) tuplas de **R** e **S** combinadas que satisfazem a condição de seleção
 - Tuplas cujos atributos são **NULL** ou condição de seleção seja **FALSE** não aparecem no resultado **Q**

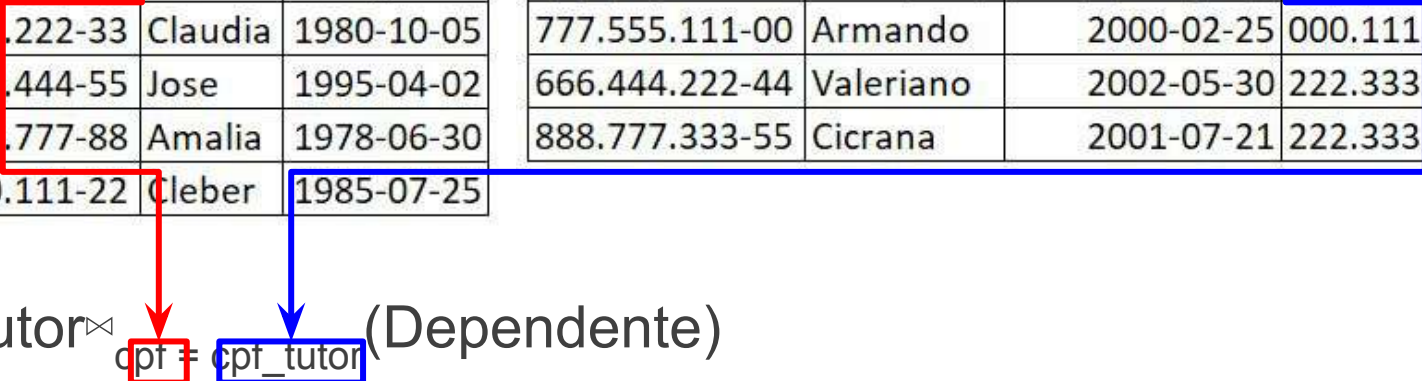
| Tutor | | |
|----------------|---------|------------|
| cpf | nome | data_nasc |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 |

| Dependente | | | |
|----------------|-----------|---------------|----------------|
| cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
| 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

- Tutor $\bowtie_{\text{cpf} = \text{cpf_tutor}}$ (Dependente)

| Tutor | | |
|----------------|---------|------------|
| cpf | nome | data_nasc |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 |

| Dependente | | | |
|----------------|-----------|---------------|----------------|
| cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
| 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

- Tutor \bowtie (Dependente)


| Tutor | | |
|----------------|---------|------------|
| cpf | nome | data_nasc |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 |

| Dependente | | | |
|----------------|-----------|---------------|----------------|
| cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
| 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

- Tutor \bowtie _{cpf = cpf_tutor} (Dependente)

| cpf | nome | data_nasc | cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
|----------------|---------|------------|----------------|-----------|---------------|----------------|
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

| Tutor | | |
|----------------|---------|------------|
| cpf | nome | data_nasc |
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 |
| 555.666.777-88 | Amalia | 1978-06-30 |
| 999.000.111-22 | Cleber | 1985-07-25 |

| Dependente | | | |
|----------------|-----------|---------------|----------------|
| cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
| 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

- $\text{Tutor} \bowtie_{\text{cpf} = \text{cpf_tutor}} (\text{Dependente}) = \sigma_{\text{cpf} = \text{cpf_tutor}} (\text{Tutor X Dependente})$

| cpf | nome | data_nasc | cpf_dep | nome_dep | data_nasc_dep | cpf_tutor |
|----------------|---------|------------|----------------|-----------|---------------|----------------|
| 000.111.222-33 | Claudia | 1980-10-05 | 777.555.111-00 | Armando | 2000-02-25 | 000.111.222-33 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 666.444.222-44 | Valeriano | 2002-05-30 | 222.333.444-55 |
| 222.333.444-55 | Jose | 1995-04-02 | 888.777.333-55 | Cicrana | 2001-07-21 | 222.333.444-55 |

Operação Divisão (\div)

$$Q = R \div S$$

- Operação binária cujo resultado contém apenas os elementos de **R** que se relacionam com TODOS os elementos de **S**

| Estoque | |
|----------------|-------|
| Produto | Preco |
| Ameixa | 5,2 |
| Pacoquita | 2,1 |
| Uva | 10,5 |
| Pasta de Dente | 3,5 |

| Preco_Produtos | |
|----------------|-----|
| Preco | |
| | 5,2 |
| | 2,1 |
| | 3,5 |

- Estoque ÷ Preco_Produtos

| Produto |
|---------|
| Ameixa |

| Estoque | |
|----------------|-------|
| Produto | Preco |
| Ameixa | 5,2 |
| Pacoquita | 2,1 |
| Uva | 10,5 |
| Pasta de Dente | 3,5 |

| Preco_Produtos | |
|----------------|-----|
| Preco | |
| | 5,2 |
| | 2,1 |
| | 3,5 |

- Estoque ÷ Preco_Produtos

| Produto |
|-----------|
| Ameixa |
| Pacoquita |

| Estoque | |
|----------------|-------|
| Produto | Preco |
| Ameixa | 5,2 |
| Pacoquita | 2,1 |
| Uva | 10,5 |
| Pasta de Dente | 3,5 |

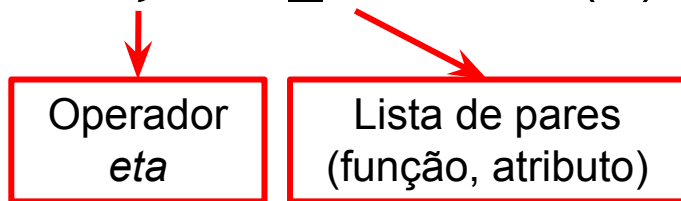
| Preco_Produtos | |
|----------------|-----|
| Preco | |
| | 5,2 |
| | 2,1 |
| | 3,5 |

- Estoque ÷ Preco_Produtos

| Produto |
|----------------|
| Ameixa |
| Pacoquita |
| Pasta de Dente |

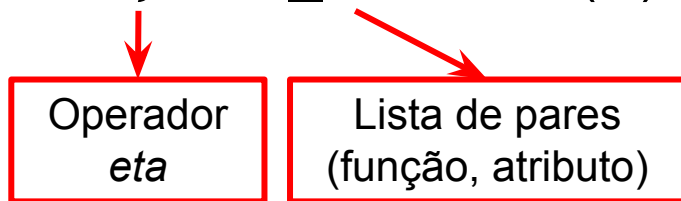
Funções de agregação

- Funções de agregação fazem um “resumo” de um conjunto de valores de tuplas do banco de dados
 - SOMA, MÉDIA, MÁXIMO, MÍNIMO, CONTA
 - SUM, AVG, MAX, MIN, COUNT
- **Formato:** $Q = \xi \langle \text{lista_funcoes} \rangle (R)$



Funções de agregação

- Funções de agregação fazem um “resumo” de um conjunto de valores de tuplas do banco de dados
 - SOMA, MÉDIA, MÁXIMO, MÍNIMO, CONTA
 - SUM, AVG, MAX, MIN, COUNT
- **Formato:** $Q = \xi \langle \text{lista_funcoes} \rangle (R)$



Os atributos de **Q** terão o seguinte nome: nomeFuncao_atributoUtilizado

FUNCIONARIO

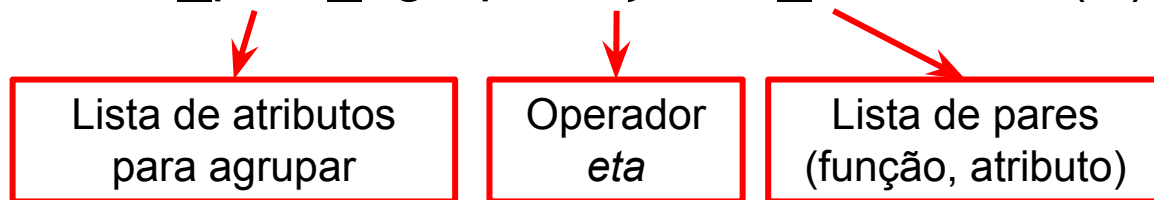
| Pnome | Minicial | Unome | Cpf | Datanasc | Endereco | Sexo | Salario |
|----------|----------|---------|-------------|------------|---|------|---------|
| João | B | Silva | 12345678966 | 09-01-1965 | Rua das Flores, 751, São Paulo, SP | M | 30.000 |
| Fernando | T | Wong | 33344555587 | 08-12-1955 | Rua da Lapa, 34, São Paulo, SP | M | 40.000 |
| Alice | J | Zelaya | 99988777767 | 19-01-1968 | Rua Souza Lima, 35, Curitiba, PR | F | 25.000 |
| Jennifer | S | Souza | 98765432168 | 20-06-1941 | Av. Arthur de Lima, 54, Santo André, SP | F | 43.000 |
| Ronaldo | K | Lima | 66688444476 | 15-09-1962 | Rua Rebouças, 65, Piracicaba, SP | M | 38.000 |
| Joice | A | Leite | 45345345376 | 31-07-1972 | Av. Lucas Obes, 74, São Paulo, SP | F | 25.000 |
| André | V | Pereira | 98798798733 | 29-03-1969 | Rua Timbira, 35, São Paulo, SP | M | 25.000 |
| Jorge | E | Brito | 88866555576 | 10-11-1937 | Rua do Horto, 35, São Paulo, SP | M | 55.000 |

- $\xi < \text{CONTE}(\text{Cpf}), \text{MEDIA}(\text{Salario}) > (\text{FUNCIONARIO})$

| Contador_cpf | Media_salario |
|--------------|---------------|
| 8 | 35.125 |

Funções de agrupamento

- Funções de agrupamento juntam um conjunto de valores de por categoria, e depois executam a função de agregação
- **Formato:** $Q = \langle \text{atributos_para_agrupar} \rangle \xi \langle \text{lista_funcoes} \rangle (R)$



FUNCIONARIO

| Pnome | Minicial | Unome | Cpf | Datanasc | Endereco | Sexo | Salario | Cpf_supervisor | Dnr |
|----------|----------|---------|-------------|------------|---|------|---------|----------------|-----|
| João | B | Silva | 12345678966 | 09-01-1965 | Rua das Flores, 751, São Paulo, SP | M | 30.000 | 33344555587 | 5 |
| Fernando | T | Wong | 33344555587 | 08-12-1955 | Rua da Lapa, 34, São Paulo, SP | M | 40.000 | 88866555576 | 5 |
| Alice | J | Zelaya | 99988777767 | 19-01-1968 | Rua Souza Lima, 35, Curitiba, PR | F | 25.000 | 98765432168 | 4 |
| Jennifer | S | Souza | 98765432168 | 20-06-1941 | Av. Arthur de Lima, 54, Santo André, SP | F | 43.000 | 88866555576 | 4 |
| Ronaldo | K | Lima | 66688444476 | 15-09-1962 | Rua Rebouças, 65, Piracicaba, SP | M | 38.000 | 33344555587 | 5 |
| Joice | A | Leite | 45345345376 | 31-07-1972 | Av. Lucas Obes, 74, São Paulo, SP | F | 25.000 | 33344555587 | 5 |
| André | V | Pereira | 98798798733 | 29-03-1969 | Rua Timbira, 35, São Paulo, SP | M | 25.000 | 98765432168 | 4 |
| Jorge | E | Brito | 88866555576 | 10-11-1937 | Rua do Horto, 35, São Paulo, SP | M | 55.000 | NULL | 1 |

- <Dnr> ξ <**CONTE**(Cpf), **MEDIA**(Salario)> (FUNCIONARIO)

| Dnr | Contador_cpf | Media_salario |
|-----|--------------|---------------|
| 5 | 4 | 33.250 |
| 4 | 3 | 31.000 |
| 1 | 1 | 55.000 |

FUNCIONARIO

| Pnome | Minicial | Unome | Cpf | Datanasc | Endereco | Sexo | Salario | Cpf_supervisor | Dnr |
|----------|----------|---------|-------------|------------|---|------|---------|----------------|-----|
| João | B | Silva | 12345678966 | 09-01-1965 | Rua das Flores, 751, São Paulo, SP | M | 30.000 | 33344555587 | 5 |
| Fernando | T | Wong | 33344555587 | 08-12-1955 | Rua da Lapa, 34, São Paulo, SP | M | 40.000 | 88866555576 | 5 |
| Alice | J | Zelaya | 99988777767 | 19-01-1968 | Rua Souza Lima, 35, Curitiba, PR | F | 25.000 | 98765432168 | 4 |
| Jennifer | S | Souza | 98765432168 | 20-06-1941 | Av. Arthur de Lima, 54, Santo André, SP | F | 43.000 | 88866555576 | 4 |
| Ronaldo | K | Lima | 66688444476 | 15-09-1962 | Rua Rebouças, 65, Piracicaba, SP | M | 38.000 | 33344555587 | 5 |
| Joice | A | Leite | 45345345376 | 31-07-1972 | Av. Lucas Obes, 74, São Paulo, SP | F | 25.000 | 33344555587 | 5 |
| André | V | Pereira | 98798798733 | 29-03-1969 | Rua Timbira, 35, São Paulo, SP | M | 25.000 | 98765432168 | 4 |
| Jorge | E | Brito | 88866555576 | 10-11-1937 | Rua do Horto, 35, São Paulo, SP | M | 55.000 | NULL | 1 |

- $\langle \text{Dnr} \rangle \xi \langle \text{CONTE}(\text{Cpf}), \text{MEDIA}(\text{Salario}) \rangle (\text{FUNCIONARIO})$

| Dnr | Contador_cpf | Media_salario |
|-----|--------------|---------------|
| 5 | 4 | 33.250 |
| 4 | 3 | 31.000 |
| 1 | 1 | 55.000 |

No depto número 5, existem 4 CPFs, e a média de salário desses funcionários é de 33,25

Referencial Bibliográfico

- KORTH, H.; SILBERSCHATZ, A.; SUDARSHAN, S. **Sistemas de bancos de dados**. 5. ed. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2006.
- DATE, C. J. **Introdução a sistemas de bancos de dados**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2004. Tradução da 8ª edição americana.