

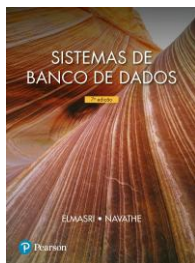
# Banco de Dados

---

ÁLGEBRA RELACIONAL – PARTE I

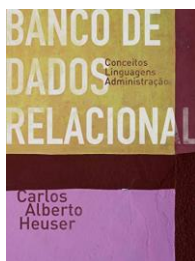
# Bibliografia

---



ELMASRI, R.; SHAMKANT, B.N. *Sistemas de banco de dados*. 7ª edição. São Paulo: Pearson, 2018.

- *Capítulo 8: Álgebra e cálculo relacional*



HEUSER, C.A. *Banco de dados relacional: conceitos, linguagens e administração*. 1ª edição. Clube de Autores, 2019.

- *Capítulo 3: Álgebra relacional I*
- *Capítulo 4: Álgebra relacional II*

# Introdução

---

- Além dos conceitos para definir a estrutura e as restrições do banco de dados, um modelo de dados precisa incluir um **conjunto de operações para manipular o banco de dados**.
- O conjunto básico de operações para o modelo relacional é a **álgebra relacional**.
  - Essas operações permitem que um usuário especifique as solicitações de recuperação básicas com **expressões da álgebra relacional**.
    - Uma sequência de operações da álgebra relacional forma uma expressão da álgebra relacional.
  - O resultado de uma recuperação é uma nova relação. Assim, as operações da álgebra produzem novas relações, que podem ser manipuladas ainda mais usando operações da mesma álgebra.
- A álgebra relacional é importante por diversos motivos:
  - Ela oferece o alicerce formal para as operações do modelo relacional.
  - Ela é usada como base para implementação e otimização de consultas nos módulos de gerenciamento de bancos de dados relacionais.
  - Alguns de seus conceitos são incorporados nas linguagens de consulta padrão SQL para SGBDs relacionais.

# Introdução

---

- Embora a álgebra defina um conjunto de operações para o modelo relacional, o **cálculo relacional** oferece uma linguagem **declarativa** de nível mais alto para especificar consultas relacionais.
- Em uma expressão do cálculo relacional, não existe ordem de operações para especificar como recuperar o resultado da consulta, somente qual informação o resultado deve conter.
  - Esse é o principal fator de distinção entre a álgebra relacional e o cálculo relacional.
- O cálculo relacional é importante porque tem uma firme base na lógica matemática e porque a linguagem de consulta padrão (SQL) para SGBDs relacionais tem alguns alicerces em uma variação do cálculo relacional conhecida como cálculo relacional de tupla.

# Álgebra relacional

---

- Relação, tupla e atributo

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

# Álgebra relacional

- Relação, tupla e atributo

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

Uma **relação** é formada por um conjunto de tuplas.

Na linguagem prática, uma relação é uma **tabela**.

# Álgebra relacional

- Relação, tupla e atributo

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

Uma **tupla** é uma lista ordenada de valores.

Na linguagem prática, uma tupla é uma **linha da tabela**.

# Álgebra relacional

- Relação, tupla e atributo

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

Um **atributo** é um nome utilizado para identificar um valor de uma tupla.

Na linguagem prática, um atributo é uma **coluna**.



# Álgebra relacional

---

- A álgebra relacional é uma linguagem de consulta procedural e formal.
  - Ela é fundamental para a extração de dados de um banco de dados relacional.
- Uma operação da álgebra relacional tem como operandos as relações, resultando igualmente em uma nova relação.

$$\text{operação}(\text{REL}_1) \rightarrow \text{REL}_2$$

$$\text{operação}(\text{REL}_1, \text{REL}_2) \rightarrow \text{REL}_3$$

- As operações da álgebra relacional podem ser:
  - Operações unárias
    - Operações que ocorrem sobre uma única relação.
  - Operações binárias
    - Operações que ocorrem sobre duas relações, combinando tuplas relacionadas baseadas em condições de junção.

# Álgebra relacional

---

- As operações da álgebra relacional podem ser divididas em dois grupos.
  - Um grupo inclui operações de conjunto da teoria matemática de conjuntos.
    - Elas são aplicáveis porque cada relação é definida como um conjunto de tuplas no modelo relacional formal.
    - As operações de conjunto incluem *união*, *interseção*, *diferença de conjunto* e *produto cartesiano*.
  - O outro grupo consiste em operações desenvolvidas especificamente para bancos de dados relacionais.
    - Entre elas estão *seleção*, *projeção* e *junção*, entre outras.

# Álgebra relacional

## Operação de SELEÇÃO

---

- A operação **SELEÇÃO** é usada para escolher um subconjunto das tuplas de uma relação que satisfaça uma determinada **condição de seleção**.

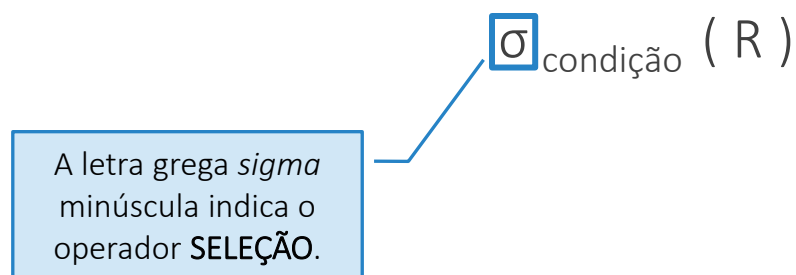
$$\sigma_{\text{condição}} ( R )$$

- A **SELEÇÃO** pode ser interpretada como um filtro que mantém apenas as tuplas que satisfazem uma determinada condição.
- A relação resultante da operação **SELEÇÃO** sobre uma relação **R** tem os **mesmos atributos** de **R**.
- O operador **SELEÇÃO** é unário, ou seja, ele é aplicado a uma única relação.

# Álgebra relacional

## Operação de SELEÇÃO

- A operação **SELEÇÃO** é usada para escolher um subconjunto das tuplas de uma relação que satisfaça uma determinada **condição de seleção**.



- A **SELEÇÃO** pode ser interpretada como um filtro que mantém apenas as tuplas que satisfazem uma determinada condição.
- A relação resultante da operação **SELEÇÃO** sobre uma relação **R** tem os **mesmos atributos** de **R**.
- O operador **SELEÇÃO** é unário, ou seja, ele é aplicado a uma única relação.

# Álgebra relacional

## Operação de SELEÇÃO

- A operação **SELEÇÃO** é usada para escolher um subconjunto das tuplas de uma relação que satisfaça uma determinada **condição de seleção**.

$\sigma_{\text{condição}} (\boxed{R})$

Entre parênteses, é especificada uma relação **R** sobre a qual a operação será realizada.

A relação **R** costuma ser uma **expressão da álgebra relacional**, cujo resultado é uma relação. A mais simples expressão desse tipo é apenas o nome de uma relação de banco de dados.

- A **SELEÇÃO** pode ser interpretada como um filtro que mantém apenas as tuplas que satisfazem uma determinada condição.
- A relação resultante da operação **SELEÇÃO** sobre uma relação **R** tem os **mesmos atributos** de **R**.
- O operador **SELEÇÃO** é unário, ou seja, ele é aplicado a uma única relação.

# Álgebra relacional

## Operação de SELEÇÃO

- A operação **SELEÇÃO** é usada para escolher um subconjunto das tuplas de uma relação que satisfaça uma determinada **condição de seleção**.

$$\sigma_{\text{condição}} ( R )$$


Uma condição de seleção é uma expressão lógica (booleana) especificada nos atributos da relação **R**.

A expressão lógica pode ser definida utilizando os operadores  $=$ ,  $\neq$ ,  $<$ ,  $\leq$ ,  $>$ ,  $\geq$ , e, também, os operadores lógicos **AND**, **OR**, e **NOT**.

- A **SELEÇÃO** pode ser interpretada como um filtro que mantém apenas as tuplas que satisfazem uma determinada condição.
- A relação resultante da operação **SELEÇÃO** sobre uma relação **R** tem os **mesmos atributos** de **R**.
- O operador **SELEÇÃO** é unário, ou seja, ele é aplicado a uma única relação.

# Álgebra relacional

## Operação de SELEÇÃO

- Exemplos de uso da operação SELEÇÃO:

Dada a relação:

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

A operação  $\sigma_{\text{ano} = 2019}(\text{veiculos})$  seleciona as tuplas cujo valor do atributo **ano** é igual a **2019**, resultando na relação:

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

# Álgebra relacional

## Operação de SELEÇÃO

- Exemplos de uso da operação SELEÇÃO:

Dada a relação:

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

A operação  $\sigma_{\text{ano} \geq 2018 \text{ AND } \text{ano} < 2020}(\text{veiculos})$  seleciona as tuplas cujo valor do atributo **ano** seja maior ou igual a **2018** e menor que **2020**:

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



# Álgebra relacional

## Operação de SELEÇÃO

---

- A operação de seleção é aplicada a cada tupla individualmente.
  - Logo, as condições de seleção não podem envolver mais de uma tupla.
- Algumas propriedades do operador de SELEÇÃO:
  - O **grau** (número de atributos) da relação resultante de uma operação de seleção sobre uma relação R é o mesmo que o grau de R.
  - O número de tuplas da relação resultante de uma operação de seleção sobre uma relação R é sempre menor ou igual ao número de tuplas em R, ou seja,  $|\sigma_{cond}(R)| \leq |R|$  para qualquer que seja a condição.
    - A fração de tuplas selecionadas por uma condição de seleção é conhecida como **seletividade** da condição.
  - A operação de seleção é **comutativa**, ou seja,
$$\sigma_{cond1}(\sigma_{cond2}(R)) = \sigma_{cond2}(\sigma_{cond1}(R))$$
Portanto, uma sequência de seleções pode ser aplicada em qualquer ordem.
  - Sempre podemos combinar uma sequência de operações de seleção a uma única operação de seleção com uma condição conjuntiva (*AND*), ou seja,
$$\sigma_{cond1}(\sigma_{cond2}(R)) = \sigma_{cond1 \text{ AND } cond2}(R)$$

# Álgebra relacional

## Operação de SELEÇÃO

---

- Em SQL, a condição **SELEÇÃO** normalmente é especificada na cláusula **WHERE** de uma consulta.

- Exemplo:

A operação a seguir:

$\sigma_{\text{ano} \geq 2018 \text{ AND } \text{ano} < 2020}(\text{veiculos})$

Corresponderia à seguinte consulta SQL:

```
SELECT *  
FROM   veiculos  
WHERE  ano >= 2018 AND ano < 2020;
```

# Álgebra relacional

## Operação de PROJEÇÃO

---

- Se pensarmos em uma relação como uma tabela, a operação de seleção escolhe algumas linhas da tabela enquanto descarta outras. A operação de **PROJEÇÃO**, por sua vez, seleciona certas **colunas** da tabela e descarta outras.
- Se estivermos interessados em apenas certos atributos de uma relação, usamos a operação de **PROJEÇÃO** para projetar a relação apenas por esses atributos.

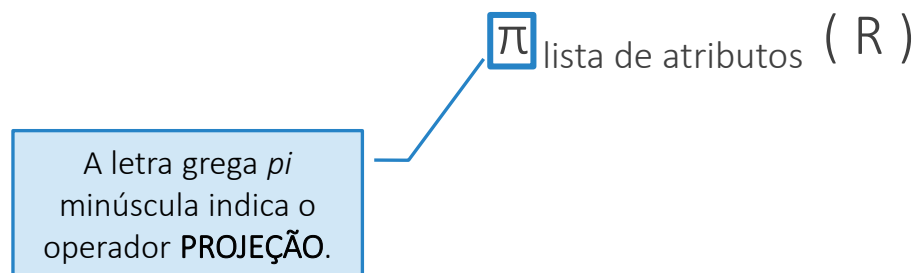
$$\pi_{\text{lista de atributos}} ( R )$$

- O resultado da operação de **PROJEÇÃO** pode ser visualizado como uma **partição vertical** da relação.
- A relação resultante da operação **PROJEÇÃO** sobre uma relação **R** tem todas as tuplas de **R**.
- O operador **PROJEÇÃO** é unário, ou seja, ele é aplicado a uma única relação.

# Álgebra relacional

## Operação de PROJEÇÃO

- Se pensarmos em uma relação como uma tabela, a operação de seleção escolhe algumas linhas da tabela enquanto descarta outras. A operação de **PROJEÇÃO**, por sua vez, seleciona certas **colunas** da tabela e descarta outras.
- Se estivermos interessados em apenas certos atributos de uma relação, usamos a operação de **PROJEÇÃO** para projetar a relação apenas por esses atributos.



- O resultado da operação de **PROJEÇÃO** pode ser visualizado como uma **partição vertical** da relação.
- A relação resultante da operação **PROJEÇÃO** sobre uma relação **R** tem todas as tuplas de **R**.
- O operador **PROJEÇÃO** é unário, ou seja, ele é aplicado a uma única relação.

# Álgebra relacional

## Operação de PROJEÇÃO

- Se pensarmos em uma relação como uma tabela, a operação de seleção escolhe algumas linhas da tabela enquanto descarta outras. A operação de **PROJEÇÃO**, por sua vez, seleciona certas **colunas** da tabela e descarta outras.
- Se estivermos interessados em apenas certos atributos de uma relação, usamos a operação de **PROJEÇÃO** para projetar a relação apenas por esses atributos.

$\pi$  lista de atributos ( $R$ )

Entre parênteses, é especificada uma relação **R** sobre a qual a operação será realizada.

A relação **R** costuma ser uma **expressão da álgebra relacional**, cujo resultado é uma relação. A mais simples expressão desse tipo é apenas o nome de uma relação de banco de dados.

- O resultado da operação de **PROJEÇÃO** pode ser visualizado como uma **partição vertical** da relação.
- A relação resultante da operação **PROJEÇÃO** sobre uma relação **R** tem todas as tuplas de **R**.
- O operador **PROJEÇÃO** é unário, ou seja, ele é aplicado a uma única relação.

# Álgebra relacional

## Operação de PROJEÇÃO

- Se pensarmos em uma relação como uma tabela, a operação de seleção escolhe algumas linhas da tabela enquanto descarta outras. A operação de **PROJEÇÃO**, por sua vez, seleciona certas **colunas** da tabela e descarta outras.
- Se estivermos interessados em apenas certos atributos de uma relação, usamos a operação de **PROJEÇÃO** para projetar a relação apenas por esses atributos.

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

É a sublista desejada de atributos da relação **R**.  
O resultado da operação **PROJEÇÃO** tem apenas os atributos especificados na lista, seguindo a mesma ordem em que eles aparecem na lista.

- O resultado da operação de **PROJEÇÃO** pode ser visualizado como uma **partição vertical** da relação.
- A relação resultante da operação **PROJEÇÃO** sobre uma relação **R** tem todas as tuplas de **R**.
- O operador **PROJEÇÃO** é unário, ou seja, ele é aplicado a uma única relação.

# Álgebra relacional

## Operação de PROJEÇÃO

- Exemplos de uso da operação PROJEÇÃO:

Dada a relação:

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

A operação  $\pi_{\text{placa, modelo}}(\text{veiculos})$  resulta em uma relação contendo apenas os atributos **placa** e **modelo**:

<u>placa</u>	modelo
DAE6534	Ecosport
DKL4598	Polo
DKL7878	HB20
JDM8774	T-Cross
JJM3692	Onix

# Álgebra relacional

## Operação de PROJEÇÃO

- Exemplos de uso da operação PROJEÇÃO:

Dada a relação:

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

A operação  $\pi_{\text{marca}}(\text{veiculos})$  resulta em uma relação contendo apenas o atributos **marca**:

marca
Ford
Volskswagen
Hyundai
Chevrolet



# Álgebra relacional

## Operação de PROJEÇÃO

- Exemplos de uso da operação PROJEÇÃO:

Dada a relação:

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

A operação  $\pi_{\text{marca}}(\text{veiculos})$  resulta em uma relação contendo apenas o atributos **marca**:

marca
Ford
Volskswagen
Hyundai
Chevrolet

A operação de projeção **remove quaisquer tuplas duplicadas**, de modo que o resultado dessa operação é um conjunto de tuplas distintas, e, portanto, uma relação válida.

Isso é conhecido como **eliminação de duplicatas**.

# Álgebra relacional

## Operação de PROJEÇÃO

---

- A **eliminação de duplicatas** envolve a classificação ou alguma outra técnica para detectar duplicatas.
  - Portanto, aumenta o processamento.
- Se as duplicatas não fossem eliminadas, o resultado seria um multiconjunto ou *bag* de tuplas, em vez de um conjunto.
  - Isso não é permitido no modelo relacional, mas pode ocorrer na SQL.

# Álgebra relacional

## Operação de PROJEÇÃO

---

- Algumas propriedades do operador de **PROJEÇÃO**:
  - O número de tuplas em uma relação resultante de uma operação **PROJEÇÃO** é sempre menor ou igual ao número de tuplas em **R**.
  - Se a lista de atributos da projeção é uma superchave de **R** (ou seja, inclui alguma chave de **R**), a relação resultante tem o mesmo número de tuplas que **R**.
  - Além disso,
$$\pi_{\langle \text{lista 1} \rangle}(\pi_{\langle \text{lista 2} \rangle}(R)) = \pi_{\langle \text{lista 1} \rangle}(R)$$
desde que  $\langle \text{lista 2} \rangle$  contenha os atributos em  $\langle \text{lista 1} \rangle$ ; caso contrário, o lado esquerdo é uma expressão incorreta.
- É importante notar que a comutatividade não é mantida na projeção.

# Álgebra relacional

## Operação de PROJEÇÃO

---

- Em SQL, a lista de atributos de **PROJEÇÃO** é especificada na cláusula ***SELECT*** de uma consulta.

- Exemplo:

A operação a seguir:

$\pi_{\text{marca}}(\text{veiculos})$

Corresponderia à seguinte consulta SQL:

```
SELECT DISTINCT marca  
FROM    veiculos;
```

# Álgebra relacional

## Operação de PROJEÇÃO

- Em SQL, a lista de atributos de **PROJEÇÃO** é especificada na cláusula **SELECT** de uma consulta.

- Exemplo:

A operação a seguir:

$\pi_{\text{marca}}(\text{veiculos})$

Corresponderia à seguinte consulta SQL:

```
SELECT DISTINCT marca
FROM   veiculos;
```

Observe que, se removermos a palavra-chave **DISTINCT** dessa consulta SQL, as duplicatas não serão eliminadas.

Esta opção não está disponível na álgebra relacional formal, mas a álgebra pode ser estendida para incluir essa opção e permitir que relações sejam multiconjuntos (ou *bags*).

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Em geral, para a maioria das consultas, precisamos aplicar várias operações da álgebra relacional uma após a outra.
  - Para isso, podemos escrevê-las como uma única **expressão da álgebra relacional** aninhando as operações, também conhecida como uma **expressão em linha**.
- Exemplo:
  - Para recuperarmos os valores de placa e modelo de todos os veículos com ano de 2019, devemos aplicar uma operação **SELEÇÃO**, seguida por uma operação **PROJEÇÃO**.

$\pi_{\text{placa, modelo}}(\sigma_{\text{ano} = 2019}(\text{veiculo}))$

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Em geral, para a maioria das consultas, precisamos aplicar várias operações da álgebra relacional uma após a outra.
- Para isso, podemos escrevê-las como uma única **expressão da álgebra relacional** aninhando as operações, também conhecida como uma **expressão em linha**.
- Exemplo:
  - Para recuperarmos os valores de placa e modelo de todos os veículos com ano de 2019, devemos aplicar uma operação **SELEÇÃO**, seguida por uma operação **PROJEÇÃO**.

$\pi_{\text{placa, modelo}}(\sigma_{\text{ano} = 2019}(\text{veiculo}))$

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Em geral, para a maioria das consultas, precisamos aplicar várias operações da álgebra relacional uma após a outra.
- Para isso, podemos escrevê-las como uma única **expressão da álgebra relacional** aninhando as operações, também conhecida como uma **expressão em linha**.
- Exemplo:
  - Para recuperarmos os valores de placa e modelo de todos os veículos com ano de 2019, devemos aplicar uma operação **SELEÇÃO**, seguida por uma operação **PROJEÇÃO**.

$\pi_{\text{placa, modelo}}(\sigma_{\text{ano} = 2019}(\text{veiculo}))$

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



<u>placa</u>	modelo
DKL7878	HB20
JJM3692	Onix



# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Como alternativa, podemos explicitamente mostrar a sequência de operações, dando um nome a cada relação intermediária, e usando o **operador de atribuição**, indicado por  $\leftarrow$  (seta para a esquerda).

$\text{VEIC\_2019} \leftarrow \sigma_{\text{ano} = 2019}(\text{veiculo})$

$\text{RESULTADO} \leftarrow \pi_{\text{placa}, \text{modelo}}(\text{VEIC\_2019})$

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

- Às vezes, é mais simples desmembrar uma sequência complexa de operações especificando relações de resultado intermediário que escrever uma única expressão da álgebra relacional.

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Como alternativa, podemos explicitamente mostrar a sequência de operações, dando um nome a cada relação intermediária, e usando o **operador de atribuição**, indicado por  $\leftarrow$  (seta para a esquerda).

$VEIC\_2019 \leftarrow \sigma_{ano = 2019}(veiculo)$

$RESULTADO \leftarrow \pi_{placa, modelo}(VEIC\_2019)$

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



**VEIC\_2019**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

- Às vezes, é mais simples desmembrar uma sequência complexa de operações especificando relações de resultado intermediário que escrever uma única expressão da álgebra relacional.

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Como alternativa, podemos explicitamente mostrar a sequência de operações, dando um nome a cada relação intermediária, e usando o **operador de atribuição**, indicado por  $\leftarrow$  (seta para a esquerda).

$VEIC\_2019 \leftarrow \sigma_{ano = 2019}(veiculo)$

$RESULTADO \leftarrow \pi_{placa, modelo}(VEIC\_2019)$

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



**VEIC\_2019**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



**RESULTADO**

<u>placa</u>	modelo
DKL7878	HB20
JJM3692	Onix

- Às vezes, é mais simples desmembrar uma sequência complexa de operações especificando relações de resultado intermediário que escrever uma única expressão da álgebra relacional.

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Também podemos usar a técnica para **renomear os atributos** nas relações intermediárias e de resultado.
  - Isso pode ser útil em conexão com operações mais complexas, como **UNIÃO** e **JUNÇÃO**, conforme veremos mais a frente.
- Para renomear os atributos em uma relação, simplesmente listamos os novos nomes de atributo entre parênteses, como no exemplo abaixo:

$TEMP \leftarrow \sigma_{ano = 2019}(veiculo)$   
 $R(id, modelo) \leftarrow \pi_{placa, modelo}(TEMP)$

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Também podemos usar a técnica para **renomear os atributos** nas relações intermediárias e de resultado.
  - Isso pode ser útil em conexão com operações mais complexas, como **UNIÃO** e **JUNÇÃO**, conforme veremos mais a frente.
- Para renomear os atributos em uma relação, simplesmente listamos os novos nomes de atributo entre parênteses, como no exemplo abaixo:

$TEMP \leftarrow \sigma_{ano = 2019}(veiculo)$

$R(id, modelo) \leftarrow \pi_{placa, modelo}(TEMP)$

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



**TEMP**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Também podemos usar a técnica para **renomear os atributos** nas relações intermediárias e de resultado.
  - Isso pode ser útil em conexão com operações mais complexas, como **UNIÃO** e **JUNÇÃO**, conforme veremos mais a frente.
- Para renomear os atributos em uma relação, simplesmente listamos os novos nomes de atributo entre parênteses, como no exemplo abaixo:

$TEMP \leftarrow \sigma_{ano = 2019}(veiculo)$   
 $R(id, modelo) \leftarrow \pi_{placa, modelo}(TEMP)$

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



**TEMP**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



**R**

<u>id</u>	modelo
DKL7878	HB20
JJM3692	Onix

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Também podemos usar a técnica para **renomear os atributos** nas relações intermediárias e de resultado.
  - Isso pode ser útil em conexão com operações mais complexas, como **UNIÃO** e **JUNÇÃO**, conforme veremos mais a frente.
- Para renomear os atributos em uma relação, simplesmente listamos os novos nomes de atributo entre parênteses, como no exemplo abaixo:

$TEMP \leftarrow \sigma_{ano = 2019}(veiculo)$   
 $R(\underline{id}, modelo) \leftarrow \pi_{\underline{placa}, modelo}(TEMP)$

O nome do atributo **placa** foi renomeado para **id** na relação resultante da operação.

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



**TEMP**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



**R**

<u>id</u>	modelo
DKL7878	HB20
JJM3692	Onix

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Também podemos usar a técnica para **renomear os atributos** nas relações intermediárias e de resultado.
  - Isso pode ser útil em conexão com operações mais complexas, como **UNIÃO** e **JUNÇÃO**, conforme veremos mais a frente.
- Para renomear os atributos em uma relação, simplesmente listamos os novos nomes de atributo entre parênteses, como no exemplo abaixo:

$TEMP \leftarrow \sigma_{ano = 2019}(veiculo)$   
 $R(id, modelo) \leftarrow \pi_{placa, modelo}(TEMP)$

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



**TEMP**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DKL7878	Hyundai	HB20	2019
JJM3692	Chevrolet	Onix	2019



**R**

<u>id</u>	modelo
DKL7878	HB20
JJM3692	Onix

Já o atributo **modelo**  
foi mantido com o  
mesmo nome.



# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação **RENOMEAR**

---

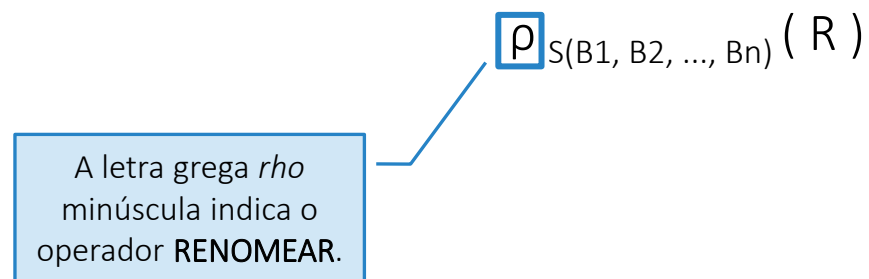
- Podemos, também, definir uma operação **RENOMEAR** formal como um operador unário.
  - Esse operador pode renomear o nome da relação, os nomes de atributo, ou ambos.
- A operação **RENOMEAR** geral, quando aplicada a uma relação **R** de grau  $n$ , é indicada por:

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

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação **RENAMEAR**

- Podemos, também, definir uma operação **RENAMEAR** formal como um operador unário.
  - Esse operador pode renomear o nome da relação, os nomes de atributo, ou ambos.
- A operação **RENAMEAR** geral, quando aplicada a uma relação **R** de grau  $n$ , é indicada por:



The diagram shows the notation for the RENAMEAR operation:  $\rho_{S(B_1, B_2, \dots, B_n)}(R)$ . A blue box with a pointer line contains the text: "A letra grega *rho* minúscula indica o operador **RENAMEAR**."

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

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação **RENOMEAR**

- Podemos, também, definir uma operação **RENOMEAR** formal como um operador unário.
  - Esse operador pode renomear o nome da relação, os nomes de atributo, ou ambos.
- A operação **RENOMEAR** geral, quando aplicada a uma relação **R** de grau  $n$ , é indicada por:

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

Entre parênteses, é especificada uma relação **R** sobre a qual a operação será realizada.

A relação **R** costuma ser uma **expressão da álgebra relacional**, cujo resultado é uma relação. A mais simples expressão desse tipo é apenas o nome de uma relação de banco de dados.

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação **RENOMEAR**

- Podemos, também, definir uma operação **RENOMEAR** formal como um operador unário.
  - Esse operador pode renomear o nome da relação, os nomes de atributo, ou ambos.
- A operação **RENOMEAR** geral, quando aplicada a uma relação **R** de grau  $n$ , é indicada por:

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

$S$  é o nome da nova relação e  $B_1, B_2, \dots, B_n$ , são os novos nomes de atributo.

Se os atributos de  $R$  são  $(A_1, A_2, \dots, A_n)$ , nessa ordem, então cada  $A_i$  é renomeado como  $B_i$ .

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação **RENOMEAR**

---

- Podemos, também, definir uma operação **RENOMEAR** formal como um operador unário.
  - Esse operador pode renomear o nome da relação, os nomes de atributo, ou ambos.
- A operação **RENOMEAR** geral, quando aplicada a uma relação **R** de grau  $n$ , é indicada por:

$$\rho_{S(B1, B2, \dots, Bn)}(R)$$

- A operação **RENOMEAR** também pode ser utilizada das seguintes formas:
  - Renomear apenas a relação, mantendo os nomes dos atributos:  
 $\rho_S(R)$
  - Renomear apenas os atributos da relação, mantendo o nome da relação caso houver:  
 $\rho_{(B1, B2, \dots, Bn)}(R)$

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Exemplos de uso da operação RENAMEAR:

Considerando a relação:

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021

Temos os seguintes resultados para cada uma das operações RENAMEAR descritas abaixo:

$\rho_{\text{carros}(\text{codigo, montadora, modelo, ano})}(\text{veiculos})$	$\rho_{\text{carros}}(\text{veiculos})$	$\rho_{(\text{codigo, montadora, modelo, ano})}(\text{veiculos})$																																																
<div><b>carros</b><table><tr><th><u>codigo</u></th><th>montadora</th><th>modelo</th><th>ano</th></tr><tr><td>DAE6534</td><td>Ford</td><td>Ecosport</td><td>2018</td></tr><tr><td>DKL4598</td><td>Volskswagen</td><td>Polo</td><td>2020</td></tr><tr><td>JDM8774</td><td>Volskswagen</td><td>T-Cross</td><td>2021</td></tr></table></div>	<u>codigo</u>	montadora	modelo	ano	DAE6534	Ford	Ecosport	2018	DKL4598	Volskswagen	Polo	2020	JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021	<div><b>carros</b><table><tr><th><u>placa</u></th><th>marca</th><th>modelo</th><th>ano</th></tr><tr><td>DAE6534</td><td>Ford</td><td>Ecosport</td><td>2018</td></tr><tr><td>DKL4598</td><td>Volskswagen</td><td>Polo</td><td>2020</td></tr><tr><td>JDM8774</td><td>Volskswagen</td><td>T-Cross</td><td>2021</td></tr></table></div>	<u>placa</u>	marca	modelo	ano	DAE6534	Ford	Ecosport	2018	DKL4598	Volskswagen	Polo	2020	JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021	<div><b>veiculos</b><table><tr><th><u>codigo</u></th><th>montadora</th><th>modelo</th><th>ano</th></tr><tr><td>DAE6534</td><td>Ford</td><td>Ecosport</td><td>2018</td></tr><tr><td>DKL4598</td><td>Volskswagen</td><td>Polo</td><td>2020</td></tr><tr><td>JDM8774</td><td>Volskswagen</td><td>T-Cross</td><td>2021</td></tr></table></div>	<u>codigo</u>	montadora	modelo	ano	DAE6534	Ford	Ecosport	2018	DKL4598	Volskswagen	Polo	2020	JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021
<u>codigo</u>	montadora	modelo	ano																																															
DAE6534	Ford	Ecosport	2018																																															
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020																																															
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021																																															
<u>placa</u>	marca	modelo	ano																																															
DAE6534	Ford	Ecosport	2018																																															
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020																																															
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021																																															
<u>codigo</u>	montadora	modelo	ano																																															
DAE6534	Ford	Ecosport	2018																																															
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020																																															
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021																																															

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação **RENOMEAR**

- Em SQL, uma única consulta costuma representar uma expressão complexa da álgebra relacional.
  - A renomeação em SQL é obtida por apelidos usando **AS**:

- Exemplo 1:

Dada a relação (tabela) **veiculos** abaixo:

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021

A operação:

$\rho_{c(\text{codigo, montadora, modelo, ano})}(\text{veiculos})$

Corresponde à seguinte consulta SQL:

```
SELECT c.placa AS codigo, c.marca AS montadora, c.modelo, c.ano
FROM   veiculos AS c;
```

# Álgebra relacional

## Sequência de operações e operação RENAMEAR

- Em SQL, uma única consulta costuma representar uma expressão complexa da álgebra relacional.
  - A renomeação em SQL é obtida por apelidos usando **AS**:

- Exemplo 2:

Dada a relação (tabela) **veiculos** abaixo:

**veiculos**

<u>placa</u>	marca	modelo	ano
DAE6534	Ford	Ecosport	2018
DKL4598	Volskswagen	Polo	2020
JDM8774	Volskswagen	T-Cross	2021

A operação:

$\rho_{(\text{codigo, montadora, modelo})}(\pi_{\text{placa, marca, modelo}}(\sigma_{\text{ano} \geq 2020}(\rho_c(\text{veiculos}))))$

Corresponde à seguinte consulta SQL:

```
SELECT c.placa AS codigo, c.marca AS montadora, c.modelo
FROM   veiculos AS c
WHERE  c.ano >= 2020;
```



# Álgebra relacional

Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

---

- Várias operações de teoria de conjuntos são usadas para mesclar os elementos de dois conjuntos de diversas maneiras, incluindo **UNIÃO**, **INTERSEÇÃO** e **DIFERENÇA DE CONJUNTO** (também chama **SUBTRAÇÃO** ou **EXCEÇÃO**).
  - Essas operações são binárias, ou seja, cada uma é aplicada a dois conjuntos de tuplas.
- Quando essas operações são adaptadas aos bancos de dados relacionais, as duas relações sobre as quais qualquer uma dessas três operações são aplicadas precisam ter o mesmo **tipo de tuplas**.
  - Essa condição é chamada de **compatibilidade de união** ou **compatibilidade de tipo**.
- Duas relações  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$  e  $S(B_1, B_2, \dots, B_n)$  são consideradas **compatíveis na união** (ou **compatíveis no tipo**) se tiverem o mesmo grau  $n$  e se o domínio de  $A_i$  é igual ao domínio de  $B_i$  para  $1 \leq i \leq n$ .
  - Isso significa que as duas relações têm o mesmo número de atributos e cada par correspondente de atributos tem o mesmo domínio.

# Álgebra relacional

Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

---

- Exemplo de duas relações **compatíveis** na união:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	documento	curso
20191010023	Nathaniel Natal	16947446040	Medicina
20191020013	Chloe Lins	43824951053	Medicina
20201010021	Helena Frois	90801573092	Física

**professores**

<u>registro</u>	nome	documento	formacao
50072	Patrícia Figueiredo	55307020074	Medicina
23007	Cátia Varela	98696136080	Medicina
37131	Hélder Franca	78871206088	Química
66356	Ezequiel Souto	42715858078	Estatística
59580	Leah Ponte	62918596027	Química

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

- Exemplo de duas relações **compatíveis** na união:

Ambas as relações possuem grau 4, ou seja, ambas possuem 4 atributos.

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	documento	curso
20191010023	Nathaniel Natal	16947446040	Medicina
20191020013	Chloe Lins	43824951053	Medicina
20201010021	Helena Frois	90801573092	Física

**professores**

<u>registro</u>	nome	documento	formacao
50072	Patrícia Figueiredo	55307020074	Medicina
23007	Cátia Varela	98696136080	Medicina
37131	Hélder Franca	78871206088	Química
66356	Ezequiel Souto	42715858078	Estatística
59580	Leah Ponte	62918596027	Química

# Álgebra relacional

Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

- Exemplo de duas relações **compatíveis** na união:

Ambas as relações possuem grau 4, ou seja, ambas possuem 4 atributos.

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	documento	curso
20191010023	Nathaniel Natal	16947446040	Medicina
20191020013	Chloe Lins	43824951053	Medicina
20201010021	Helena Frois	90801573092	Física

**professores**

<u>registro</u>	nome	documento	formacao
50072	Patrícia Figueiredo	55307020074	Medicina
23007	Cátia Varela	98696136080	Medicina
37131	Hélder Franca	78871206088	Química
66356	Ezequiel Souto	42715858078	Estatística
59580	Leah Ponte	62918596027	Química

text

text

text

text

text

text

text

text

Considerando os domínios indicados para cada atributo das relações, cada par correspondente de atributos tem o mesmo domínio.

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

- Exemplo de duas relações **não compatíveis** na união:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	documento	curso
20191010023	Nathaniel Natal	16947446040	Medicina
20191020013	Chloe Lins	43824951053	Medicina
20201010021	Helena Frois	90801573092	Física

**professores**

<u>registro</u>	nome	departamento_id	dedicacao
50072	Patrícia Figueiredo	2	20
23007	Cátia Varela	2	20
37131	Hélder Franca	5	40
66356	Ezequiel Souto	1	40
59580	Leah Ponte	5	20

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

- Exemplo de duas relações **não compatíveis** na união:

Ambas as relações possuem grau 4, ou seja, ambas possuem 4 atributos.

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	documento	curso
20191010023	Nathaniel Natal	16947446040	Medicina
20191020013	Chloe Lins	43824951053	Medicina
20201010021	Helena Frois	90801573092	Física

**professores**

<u>registro</u>	nome	departamento_id	dedicacao
50072	Patrícia Figueiredo	2	20
23007	Cátia Varela	2	20
37131	Hélder Franca	5	40
66356	Ezequiel Souto	1	40
59580	Leah Ponte	5	20

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

- Exemplo de duas relações **não compatíveis** na união:

Ambas as relações possuem grau 4, ou seja, ambas possuem 4 atributos.

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	documento	curso
20191010023	Nathaniel Natal	16947446040	Medicina
20191020013	Chloe Lins	43824951053	Medicina
20201010021	Helena Frois	90801573092	Física

text

text

text

text

**professores**

<u>registro</u>	nome	departamento_id	dedicacao
50072	Patrícia Figueiredo	2	20
23007	Cátia Varela	2	20
37131	Hélder Franca	5	40
66356	Ezequiel Souto	1	40
59580	Leah Ponte	5	20

text

text

int

int

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

- Exemplo de duas relações **não compatíveis** na união:

Ambas as relações possuem grau 4, ou seja, ambas possuem 4 atributos.

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	documento	curso
20191010023	Nathaniel Natal	16947446040	Medicina
20191020013	Chloe Lins	43824951053	Medicina
20201010021	Helena Frois	90801573092	Física

text

text

text

text

**professores**

<u>registro</u>	nome	departamento_id	dedicacao
50072	Patrícia Figueiredo	2	20
23007	Cátia Varela	2	20
37131	Hélder Franca	5	40
66356	Ezequiel Souto	1	40
59580	Leah Ponte	5	20

text

text

int

int

O domínio do atributo **alunos.documento**, que é do tipo **text**, é diferente do domínio do atributo **professores.departamento\_id**, que é do tipo **int**.



# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

- Exemplo de duas relações **não compatíveis** na união:

Ambas as relações possuem grau 4, ou seja, ambas possuem 4 atributos.

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	documento	curso
20191010023	Nathaniel Natal	16947446040	Medicina
20191020013	Chloe Lins	43824951053	Medicina
20201010021	Helena Frois	90801573092	Física

text

text

text

text

O domínio do atributo **alunos.documento**, que é do tipo **text**, é diferente do domínio do atributo **professores.departamento\_id**, que é do tipo **int**.

**professores**

<u>registro</u>	nome	departamento_id	dedicacao
50072	Patrícia Figueiredo	2	20
23007	Cátia Varela	2	20
37131	Hélder Franca	5	40
66356	Ezequiel Souto	1	40
59580	Leah Ponte	5	20

text

text

int

int

O domínio do atributo **alunos.curso**, que é do tipo **text**, é diferente do domínio do atributo **professores.dedicacao**, que é do tipo **int**.

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

---

- Podemos definir as três operações **UNIÃO**, **INTERSEÇÃO** e **DIFERENÇA DE CONJUNTO** sobre duas relações compatíveis na união,  $R$  e  $S$ , como segue:
  - **UNIÃO**
    - O resultado dessa operação, indicado por  $R \cup S$ , é uma relação que inclui todas as tuplas que estão em  $R$  ou em  $S$  ou tanto em  $R$  quanto em  $S$ . As tuplas duplicadas são eliminadas.
  - **INTERSEÇÃO**
    - O resultado dessa operação, indicado por  $R \cap S$ , é uma relação que inclui todas as tuplas que estão tanto em  $R$  quanto em  $S$ .
  - **DIFERENÇA DE CONJUNTO** (ou **SUBTRAÇÃO**)
    - O resultado dessa operação, indicado por  $R - S$ , é uma relação que inclui todas as tuplas que estão em  $R$ , mas não em  $S$ .
- **Observação:**
  - Vamos adotar a convenção de que a relação resultante terá os mesmos nomes de atributo da primeira relação  $R$ .
  - Sempre é possível renomear os atributos no resultado usando o operador de renomeação.

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

---

Considerando as relações (compatíveis na união):

**alunos**

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

**professores**

nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

Considerando as relações (compatíveis na união):

**alunos**

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

**professores**

nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

Exemplo 1 (UNIÃO):

A operação: **alunos**  $\cup$  **professores**

Resulta em:

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto
João	Silva
Ricardo	Braga
Francisco	Leme

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

Considerando as relações (compatíveis na união):

alunos	
nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

professores	
nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

### Exemplo 1 (UNIÃO):

A operação:  $\text{alunos} \cup \text{professores}$

Resulta em:

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto
João	Silva
Ricardo	Braga
Francisco	Leme

Observe que as tuplas duplicadas aparecem uma única vez na relação resultante da operação de união.

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

Considerando as relações (compatíveis na união):

**alunos**

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

**professores**

nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

Exemplo 2 (INTERSEÇÃO):

A operação:  $\text{alunos} \cap \text{professores}$

Resulta em:

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

Considerando as relações (compatíveis na união):

**alunos**

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

**professores**

nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

Exemplo 3 (DIFERENÇA):

A operação: alunos – professores

Resulta em:

nome	sobrenome
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

---

Considerando as relações (compatíveis na união):

**alunos**

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

**professores**

nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

**Exemplo 4 (DIFERENÇA):**

A operação: **professores** – **alunos**

Resulta em:

nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Francisco	Leme



# Álgebra relacional

Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

---

- Algumas propriedades:
  - Tanto **UNIÃO** quanto **INTERSEÇÃO** são *operações comutativas*, ou seja:
    - $R \cup S = S \cup R$
    - $R \cap S = S \cap R$
  - Tanto **UNIÃO** quanto **INTERSEÇÃO** podem ser tratadas como operações  $n$ -árias, aplicáveis a qualquer quantidade de relações, pois ambas também são *operações associativas*, ou seja:
    - $R \cup (S \cup T) = (R \cup S) \cup T$
    - $R \cap (S \cap T) = (R \cap S) \cap T$
  - A operação **DIFERENÇA (SUBTRAÇÃO)** *não é comutativa*, ou seja, em geral:
    - $R - S \neq S - R$
  - A operação **INTERSEÇÃO** pode ser expressa em termos de união e diferença de conjunto da seguinte forma:
    - $R \cap S = ((R \cup S) - (R - S)) - (S - R)$

# Álgebra relacional

Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

---

- Em SQL, existem três operações:
  - **UNION**
    - Que corresponde à operação de UNIÃO.
  - **INTERSECT**
    - Que corresponde à operação de INTERSEÇÃO.
  - **EXCEPT**
    - Que corresponde à operação de DIFERENÇA DE CONJUNTO.
- Além disso, existem operações de multiconjunto, ou seja, que não eliminam duplicatas:
  - **UNION ALL**
  - **INTERSECT ALL**
  - **EXCEPT ALL**

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

Considerando as tabelas:

**alunos**

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

**professores**

nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

Exemplo 1 (UNION):

A operação: alunos  $\cup$  professores

Corresponde à seguinte consulta em SQL:

```
SELECT * FROM alunos
UNION
SELECT * FROM professores;
```

Que resulta em:

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto
João	Silva
Ricardo	Braga
Francisco	Leme

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

Considerando as tabelas:

**alunos**

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

**professores**

nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

### Exemplo 1 (UNION):

A operação:  $\text{alunos} \cup \text{professores}$

Corresponde à seguinte consulta em SQL:

```
SELECT * FROM alunos
UNION
SELECT * FROM professores;
```

Que resulta em:

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto
João	Silva
Ricardo	Braga
Francisco	Leme

Observe que o operador **UNION** da SQL é uma operação sobre conjuntos. Portanto, linhas duplicadas são removidas do resultado.

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

Considerando as tabelas:

**alunos**

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

**professores**

nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

Exemplo 2 (UNION ALL):

A operação: alunos  $\cup$  professores

Corresponde à seguinte consulta em SQL:

```
SELECT * FROM alunos
UNION ALL
SELECT * FROM professores;
```

Que resulta em:

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

Considerando as tabelas:

**alunos**

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

**professores**

nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

### Exemplo 2 (UNION ALL):

A operação: alunos  $\cup$  professores

Corresponde à seguinte consulta em SQL:

```
SELECT * FROM alunos
UNION ALL
SELECT * FROM professores;
```

Que resulta em:

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

Observe que o operador **UNION ALL** da SQL é uma operação sobre multiconjuntos. Dessa forma, linhas duplicadas **não são removidas** resultado.

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

Considerando as tabelas:

**alunos**

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

**professores**

nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

Exemplo 3 (INTERSECT):

A operação:  $\text{alunos} \cap \text{professores}$

Corresponde à seguinte consulta em SQL:

```
SELECT * FROM alunos
INTERSECT
SELECT * FROM professores;
```

Que resulta em:

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima

# Álgebra relacional

## Operações de álgebra relacional com base na teoria dos conjuntos

Considerando as tabelas:

**alunos**

nome	sobrenome
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

**professores**

nome	sobrenome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

Exemplo 4 (EXCEPT):

A operação: alunos – professores

Corresponde à seguinte consulta em SQL:

```
SELECT * FROM alunos  
EXCEPT  
SELECT * FROM professores;
```

Que resulta em:

nome	sobrenome
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto



# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

---

- A operação **PRODUTO CARTESIANO** é uma operação de conjunto binária que produz novas tuplas combinando cada tupla de uma relação com cada tupla da outra relação.
  - Esta operação é também conhecida como **PRODUTO CRUZADO** ou **JUNÇÃO CRUZADA**.
- Diferente das operações de conjunto descritas anteriormente, as relações sobre as quais a operação de **PRODUTO CARTESIANO** é aplicada **não** precisam ser compatíveis na união.
- A operação **PRODUTO CARTESIANO** é indicada pelo símbolo  $\times$ , como apresentado abaixo:

$$R \times S$$

- Em geral, o resultado do produto cartesiano  $R(A_1, A_2, \dots, A_n) \times S(B_1, B_2, \dots, B_m)$  é:
  - Uma relação  $Q$  com grau  $n + m$  atributos, ou seja, o número de atributos é igual à soma do número de atributos de  $R$  e  $S$ .
  - A relação  $Q$ , resultante da operação, tem a forma  $Q(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$ , nesta ordem.
  - A relação  $Q$ , resultante da operação, tem uma tupla para cada combinação de tuplas – uma de  $R$  e uma de  $S$ .
    - Logo, se  $R$  tem  $n_R$  tuplas (indicado como  $|R| = n_R$ ) e  $S$  tem  $n_S$  tuplas, então  $R \times S$  terá  $n_R \cdot n_S$  tuplas.

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

---

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

### **alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

### **cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

O resultado da operação **alunos** × **cursos** é:

<u>matricula</u>	nome	curso_id	id	nome
12628	Susana Yao	400	100	Matemática Computacional
12628	Susana Yao	400	200	Sistemas de Informação
12628	Susana Yao	400	300	Ciência da Computação
12628	Susana Yao	400	400	Engenharia da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	100	Matemática Computacional
73158	Ronaldo Lima	100	200	Sistemas de Informação
73158	Ronaldo Lima	100	300	Ciência da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	400	Engenharia da Computação
88983	Barbara Pires	400	100	Matemática Computacional
88983	Barbara Pires	400	200	Sistemas de Informação
88983	Barbara Pires	400	300	Ciência da Computação
88983	Barbara Pires	400	400	Engenharia da Computação

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

O resultado da operação **alunos × cursos** é:

<u>matricula</u>	nome	curso_id	<u>id</u>	nome
12628	Susana Yao	400	100	Matemática Computacional
12628	Susana Yao	400	200	Sistemas de Informação
12628	Susana Yao	400	300	Ciência da Computação
12628	Susana Yao	400	400	Engenharia da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	100	Matemática Computacional
73158	Ronaldo Lima	100	200	Sistemas de Informação
73158	Ronaldo Lima	100	300	Ciência da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	400	Engenharia da Computação
88983	Barbara Pires	400	100	Matemática Computacional
88983	Barbara Pires	400	200	Sistemas de Informação
88983	Barbara Pires	400	300	Ciência da Computação
88983	Barbara Pires	400	400	Engenharia da Computação

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

O resultado da operação **alunos** × **cursos** é:

<u>matricula</u>	nome	curso_id	id	nome
12628	Susana Yao	400	100	Matemática Computacional
12628	Susana Yao	400	200	Sistemas de Informação
12628	Susana Yao	400	300	Ciência da Computação
12628	Susana Yao	400	400	Engenharia da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	100	Matemática Computacional
73158	Ronaldo Lima	100	200	Sistemas de Informação
73158	Ronaldo Lima	100	300	Ciência da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	400	Engenharia da Computação
88983	Barbara Pires	400	100	Matemática Computacional
88983	Barbara Pires	400	200	Sistemas de Informação
88983	Barbara Pires	400	300	Ciência da Computação
88983	Barbara Pires	400	400	Engenharia da Computação

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

O resultado da operação **alunos** × **cursos** é:

<u>matricula</u>	nome	curso_id	id	nome
12628	Susana Yao	400	100	Matemática Computacional
12628	Susana Yao	400	200	Sistemas de Informação
12628	Susana Yao	400	300	Ciência da Computação
12628	Susana Yao	400	400	Engenharia da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	100	Matemática Computacional
73158	Ronaldo Lima	100	200	Sistemas de Informação
73158	Ronaldo Lima	100	300	Ciência da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	400	Engenharia da Computação
88983	Barbara Pires	400	100	Matemática Computacional
88983	Barbara Pires	400	200	Sistemas de Informação
88983	Barbara Pires	400	300	Ciência da Computação
88983	Barbara Pires	400	400	Engenharia da Computação

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

O resultado da operação **alunos × cursos** é:

<u>matricula</u>	nome	curso_id	<u>id</u>	nome
12628	Susana Yao	400	100	Matemática Computacional
12628	Susana Yao	400	200	Sistemas de Informação
12628	Susana Yao	400	300	Ciência da Computação
12628	Susana Yao	400	400	Engenharia da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	100	Matemática Computacional
73158	Ronaldo Lima	100	200	Sistemas de Informação
73158	Ronaldo Lima	100	300	Ciência da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	400	Engenharia da Computação
88983	Barbara Pires	400	100	Matemática Computacional
88983	Barbara Pires	400	200	Sistemas de Informação
88983	Barbara Pires	400	300	Ciência da Computação
88983	Barbara Pires	400	400	Engenharia da Computação

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

O resultado da operação **alunos × cursos** é:

matricula	nome	curso_id	id	nome
12628	Susana Yao	400	100	Matemática Computacional
12628	Susana Yao	400	200	Sistemas de Informação
12628	Susana Yao	400	300	Ciência da Computação
12628	Susana Yao	400	400	Engenharia da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	100	Matemática Computacional
73158	Ronaldo Lima	100	200	Sistemas de Informação
73158	Ronaldo Lima	100	300	Ciência da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	400	Engenharia da Computação
88983	Barbara Pires	400	100	Matemática Computacional
88983	Barbara Pires	400	200	Sistemas de Informação
88983	Barbara Pires	400	300	Ciência da Computação
88983	Barbara Pires	400	400	Engenharia da Computação



# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

O resultado da operação **alunos × cursos** é:

matricula	nome	curso_id	id	nome
12628	Susana Yao	400	100	Matemática Computacional
12628	Susana Yao	400	200	Sistemas de Informação
12628	Susana Yao	400	300	Ciência da Computação
12628	Susana Yao	400	400	Engenharia da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	100	Matemática Computacional
73158	Ronaldo Lima	100	200	Sistemas de Informação
73158	Ronaldo Lima	100	300	Ciência da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	400	Engenharia da Computação
88983	Barbara Pires	400	100	Matemática Computacional
88983	Barbara Pires	400	200	Sistemas de Informação
88983	Barbara Pires	400	300	Ciência da Computação
88983	Barbara Pires	400	400	Engenharia da Computação

A operação **PRODUTO CARTESIANO** aplicada isoladamente não tem significado.

Alguma das linhas geradas, aparentemente, não fazem sentido, já que estão associando alunos com cursos dos quais eles não pertencem.

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

Apenas as linhas que combinam os alunos com seus respectivos cursos fazem sentido.

Dessa forma, a operação **PRODUTO CARTESIANO** é mais útil quando seguida por uma seleção que combina valores de atributos vindos das relações componentes.

A operação **PRODUTO CARTESIANO** aplicada isoladamente não tem significado.

Alguma das linhas geradas, aparentemente, não fazem sentido, já que estão associando alunos com cursos dos quais eles não pertencem.

O resultado da operação **alunos × cursos** é:

matricula	nome	curso_id	id	nome
12628	Susana Yao	400	100	Matemática Computacional
12628	Susana Yao	400	200	Sistemas de Informação
12628	Susana Yao	400	300	Ciência da Computação
12628	Susana Yao	400	400	Engenharia da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	100	Matemática Computacional
73158	Ronaldo Lima	100	200	Sistemas de Informação
73158	Ronaldo Lima	100	300	Ciência da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	400	Engenharia da Computação
88983	Barbara Pires	400	100	Matemática Computacional
88983	Barbara Pires	400	200	Sistemas de Informação
88983	Barbara Pires	400	300	Ciência da Computação
88983	Barbara Pires	400	400	Engenharia da Computação

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

Suponha que queiramos obter uma lista nomes dos alunos seguidos pelos nomes dos seus respectivos cursos. Para isso, podemos fazer da seguinte forma:

$$\rho_{(\text{aluno}, \text{curso})} ( \pi_{\text{alunos.nome}, \text{cursos.nome}} ( \sigma_{\text{alunos.curso\_id} = \text{cursos.id}} ( \text{alunos} \times \text{cursos} ) ) )$$

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

Suponha que queiramos obter uma lista nomes dos alunos seguidos pelos nomes dos seus respectivos cursos. Para isso, podemos fazer da seguinte forma:

$\rho_{(\text{aluno}, \text{curso})} ( \pi_{\text{alunos.nome}, \text{cursos.nome}} ( \sigma_{\text{alunos.curso\_id} = \text{cursos.id}} ( \text{alunos} \times \text{cursos} ) ) )$

<u>matricula</u>	nome	curso_id	id	nome
12628	Susana Yao	400	100	Matemática Computacional
12628	Susana Yao	400	200	Sistemas de Informação
12628	Susana Yao	400	300	Ciência da Computação
12628	Susana Yao	400	400	Engenharia da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	100	Matemática Computacional
73158	Ronaldo Lima	100	200	Sistemas de Informação
73158	Ronaldo Lima	100	300	Ciência da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	400	Engenharia da Computação
88983	Barbara Pires	400	100	Matemática Computacional
88983	Barbara Pires	400	200	Sistemas de Informação
88983	Barbara Pires	400	300	Ciência da Computação
88983	Barbara Pires	400	400	Engenharia da Computação

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

Suponha que queiramos obter uma lista nomes dos alunos seguidos pelos nomes dos seus respectivos cursos. Para isso, podemos fazer da seguinte forma:

$\rho_{(\text{aluno}, \text{curso})} ( \pi_{\text{alunos.nome}, \text{cursos.nome}} ( \sigma_{\text{alunos.curso\_id} = \text{cursos.id}} ( \text{alunos} \times \text{cursos} ) ) )$

matricula	nome	curso_id	id	nome
12628	Susana Yao	400	100	Matemática Computacional
12628	Susana Yao	400	200	Sistemas de Informação
12628	Susana Yao	400	300	Ciência da Computação
12628	Susana Yao	400	400	Engenharia da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	100	Matemática Computacional
73158	Ronaldo Lima	100	200	Sistemas de Informação
73158	Ronaldo Lima	100	300	Ciência da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	400	Engenharia da Computação
88983	Barbara Pires	400	100	Matemática Computacional
88983	Barbara Pires	400	200	Sistemas de Informação
88983	Barbara Pires	400	300	Ciência da Computação
88983	Barbara Pires	400	400	Engenharia da Computação

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

Suponha que queiramos obter uma lista nomes dos alunos seguidos pelos nomes dos seus respectivos cursos. Para isso, podemos fazer da seguinte forma:

$\rho_{(aluno, curso)} ( \pi_{alunos.nome, cursos.nome} ( \sigma_{alunos.curso\_id = cursos.id} ( alunos \times cursos ) ) )$

<u>matricula</u>	nome	curso_id	id	nome
12628	Susana Yao	400	400	Engenharia da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	100	Matemática Computacional
88983	Barbara Pires	400	400	Engenharia da Computação

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

Suponha que queiramos obter uma lista nomes dos alunos seguidos pelos nomes dos seus respectivos cursos. Para isso, podemos fazer da seguinte forma:

$\rho_{(aluno, curso)} ( \pi_{alunos.nome, cursos.nome} ( \sigma_{alunos.curso\_id = cursos.id} ( alunos \times cursos ) ) )$

matricula	nome	curso_id	id	nome
12628	Susana Yao	400	400	Engenharia da Computação
73158	Ronaldo Lima	100	100	Matemática Computacional
88983	Barbara Pires	400	400	Engenharia da Computação

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

Suponha que queiramos obter uma lista nomes dos alunos seguidos pelos nomes dos seus respectivos cursos. Para isso, podemos fazer da seguinte forma:

$\rho_{(aluno, curso)} ( \pi_{alunos.nome, cursos.nome} ( \sigma_{alunos.curso\_id = cursos.id} ( alunos \times cursos ) ) )$

nome	nome
Susana Yao	Engenharia da Computação
Ronaldo Lima	Matemática Computacional
Barbara Pires	Engenharia da Computação



# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

- Exemplos de uso da operação PRODUTO CARTESIANO:

Dada as relações:

**alunos**

<u>matricula</u>	nome	curso_id
12628	Susana Yao	400
73158	Ronaldo Lima	100
88983	Barbara Pires	400

**cursos**

<u>id</u>	nome
100	Matemática Computacional
200	Sistemas de Informação
300	Ciência da Computação
400	Engenharia da Computação

Suponha que queiramos obter uma lista nomes dos alunos seguidos pelos nomes dos seus respectivos cursos. Para isso, podemos fazer da seguinte forma:

$\rho_{(aluno, curso)} ( \pi_{alunos.nome, cursos.nome} ( \sigma_{alunos.curso\_id = cursos.id} ( alunos \times cursos ) ) )$

aluno	curso
Susana Yao	Engenharia da Computação
Ronaldo Lima	Matemática Computacional
Barbara Pires	Engenharia da Computação

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

---

- Em SQL, a operação de **PRODUTO CARTESIANO** pode ser realizada especificando duas ou mais tabelas na cláusula ***FROM***.

- Exemplo 1:

A operação a seguir:

alunos  $\times$  cursos

Corresponderia à seguinte consulta SQL:

```
SELECT *  
FROM   alunos, cursos;
```

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

---

- Em SQL, a operação de **PRODUTO CARTESIANO** pode ser realizada especificando duas ou mais tabelas na cláusula **FROM**.

- Exemplo 2:

A operação a seguir:

$$\rho_{(aluno, curso)} ( \pi_{alunos.nome, cursos.nome} ( \sigma_{alunos.curso\_id = cursos.id} ( alunos \times cursos ) ) )$$

Corresponderia à seguinte consulta SQL:

```
SELECT alunos.nome AS aluno, cursos.nome AS curso
FROM    alunos, cursos
WHERE   alunos.curso_id = cursos.id;
```

# Álgebra relacional

## Operação de PRODUTO CARTESIANO

---

- A sequência de **PRODUTO CARTESIANO** seguida por **SELEÇÃO** é muito utilizada para combinar tuplas relacionadas de duas relações.
  - Devido a isso, uma operação especial, chamada **JUNÇÃO**, foi criada para especificar essa sequência de operações como uma única operação.
- Discutiremos as operações de **JUNÇÃO** a seguir.

# Álgebra relacional

## Conjunto mínimo de operações

---

- O conjunto e operações visto até aqui forma a base para a definição de outras operações.
- Entretanto, do ponto de vista do poder de expressão da linguagem de consulta, nem todas operações são necessárias.
  - Como é conhecido da álgebra de conjuntos, a operação de interseção pode ser definida a partir de:

$$R \cap S = ((R \cup S) - (R - S)) - (S - R)$$

- Quando se definiu a álgebra relacional, procurou-se traçar um compromisso entre a simplicidade da linguagem e a facilidade em expressar consultas na linguagem.
  - Se a linguagem fosse mínima, sem operações definíveis a partir de outras, alguns padrões de consulta que aparecem frequentemente na prática poderiam exigir consultas complexas e difíceis de escrever.
  - Por outro lado, se muitas operações redundantes fossem definidas, a linguagem ficaria grande e difícil de entender.
- As linguagens teóricas, ou seja, a álgebra relacional e o cálculo relacional, têm poucas operações redundantes.
  - Já a SQL é uma linguagem complexa, com muitas construções redundantes.

# Álgebra relacional

## Resumo das operações básicas

OPERAÇÃO	FINALIDADE	NOTAÇÃO
SELEÇÃO	Seleciona todas as tuplas que satisfazem a condição de seleção de uma relação $R$ .	$\sigma_{\text{condição}}(R)$
PROJEÇÃO	Produz uma nova relação com apenas alguns dos atributos de $R$ e remove tuplas duplicadas.	$\pi_{\text{atributos}}(R)$
RENOMEAR	A partir de uma relação $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ produz uma nova relação $S(B_1, B_2, \dots, B_n)$ contendo as mesmas tuplas em $R$ .	$\rho_{S(B_1, B_2, \dots, B_n)}(R)$
UNIÃO	Produz uma relação que inclui todas as tuplas em $R_1$ ou $R_2$ ou tanto $R_1$ quanto $R_2$ . As relações $R_1$ e $R_2$ precisam ser compatíveis na união.	$R_1 \cup R_2$
INTERSEÇÃO	Produz uma relação que inclui todas as tuplas em $R_1$ e também em $R_2$ . As relações $R_1$ e $R_2$ precisam ser compatíveis na união.	$R_1 \cap R_2$
DIFERENÇA	Produz uma relação que inclui todas as tuplas em $R_1$ que não estão em $R_2$ . As relações $R_1$ e $R_2$ precisam ser compatíveis na união.	$R_1 - R_2$
PRODUTO CARTESIANO	Produz uma relação que tem os atributos de $R_1$ e $R_2$ e inclui como tuplas todas as possíveis combinações de tuplas de $R_1$ e $R_2$ .	$R_1 \times R_2$

# Dúvidas?

---

**André L. Maravilha**

andre.maravilha@cefetmg.br  
<https://andremaravilha.github.io/>

