

**INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO**  
Universidade Estadual de Campinas



## Linguagens de Consulta Relacionais

---

Ricardo da Silva Torres

[rtorres@ic.unicamp.br](mailto:rtorres@ic.unicamp.br)

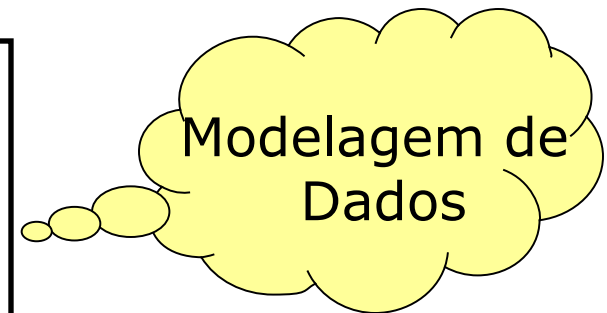
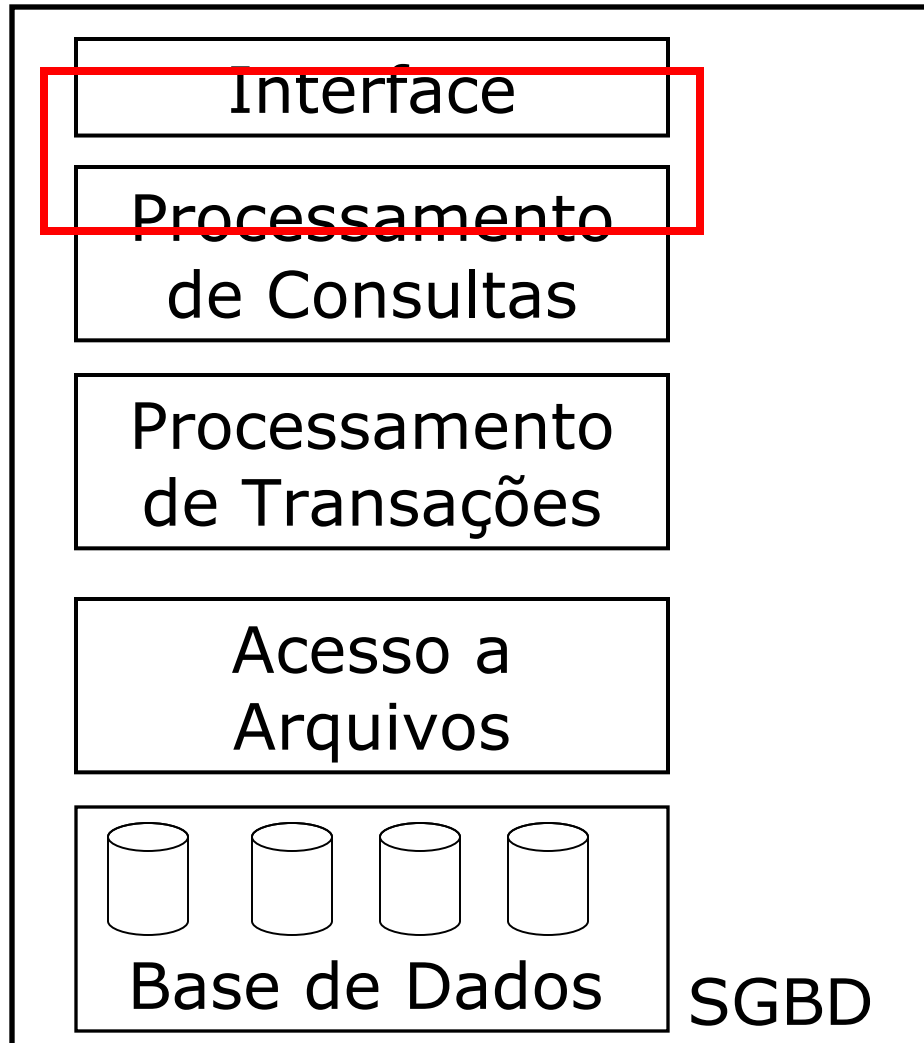
# Tópicos do curso

---

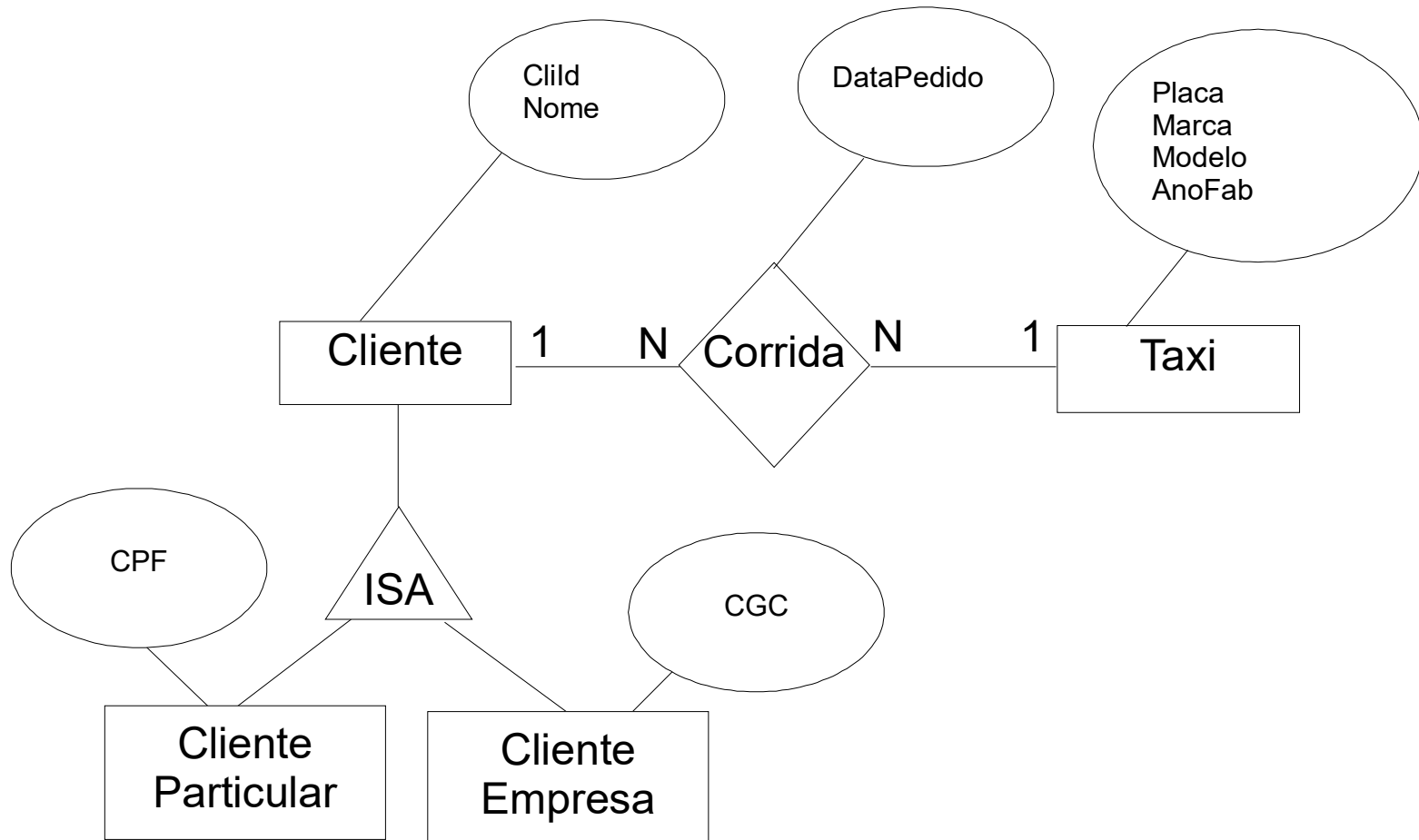
- Introdução – conceitos básicos e arquitetura de SGBD
- Modelagem de Dados (MER)
- Modelo Relacional
- Dependências Funcionais e normalização
- Linguagens de Manipulação de Dados
- Processamento e Otimização de Consultas
- Controle de Concorrência e Recuperação de Dados

# Epitáfio de cmbm - Visão Geral

---



# Esquema Conceitual: DER



# Tabelas

---

## Cliente Particular (CP)

<u>CliId</u>	Nome	CPF
1532	Asdrúbal	448.754.253-65
1755	Doriana	567.387.387-44
1780	Quincas	546.373.762-02



## Cliente Empresa (CE)

<u>CliId</u>	Nome	CGC
1532	Asdrúbal	754.856.965/0001-54
1644	Jepeto	478.652.635/0001-75
1780	Quincas	554.663.996/0001-87
1982	Zandor	736.952.369/0001-23

# Tabelas

---

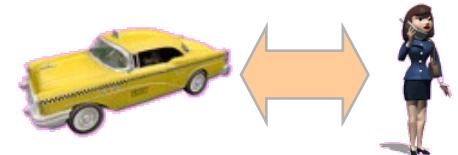
## Táxi (TX)

<u>Placa</u>	Marca	Modelo	AnoFab
DAE6534	Ford	Fiesta	1999
DKL4598	Wolkswagen	Gol	2001
DKL7878	Ford	Fiesta	2001
JDM8776	Wolkswagen	Santana	2002
JJM3692	Chevrolet	Corsa	1999



## Corrida (R1)

<u>ClId</u>	<u>Placa</u>	<u>DataPedido</u>
1755	DAE6534	15/02/2003
1982	JDM8776	18/02/2003



# Consultas

---

- Qual a marca de carro mais requisitada pelos clientes?
- Em que mês do ano mais corridas são feitas?
- Qual o nome dos clientes que trabalham na empresa que mais se utiliza do serviço de táxi?

# Linguagens de Consulta Relacionais

---

- Servem para o usuário requisitar informações ao SGBD
- Linguagens:
  - Álgebra Relacional
  - Cálculo Relacional de Tuplas



# Operacional x Declarativa

---

- Declarativa:

- Quero um misto-quente

- Operacional:

- Quero duas fatias de pão de forma, recheadas com uma fatia de queijo e uma fatia de presunto. Tudo isto bem tostado.

# Álgebra Relacional

---

- Linguagem procedural
- Seis operadores básicos
  - seleção
  - projeção
  - união
  - diferença de conjuntos
  - produto cartesiano
  - renomeação
- Entradas: Relação
- Saídas: Relação

# Operação de Projeção

---

- Copia a relação dada como argumento, deixando alguns atributos (colunas) de lado.
- Notação:

$$\pi_{A_1, A_2, \dots, A_k} (R)$$

- $A_1, \dots, A_k$  : atributos da relação R
- Resultado: relação com as  $k$  colunas selecionadas
- Duplicatas são removidas

# Projeção

---

$$\pi_{\text{Marca, Modelo}}(\text{TX})$$

<u>Placa</u>	Marca	Modelo	AnoFab
DAE6534	Ford	Fiesta	1999
DKL4598	Wolksvagen	Gol	2001
DKL7878	Ford	Fiesta	2001
JDM8776	Wolksvagen	Santana	2002
JJM3692	Chevrolet	Corsa	1999

# Projeção

---

$\pi_{\text{Marca, Modelo}}(\text{TX})$

<u>Placa</u>	Marca	Modelo	AnoFab
DAE6534	Ford	Fiesta	1999
DKL4598	Wolksvagen	Gol	2001
DKL7878	Ford	Fiesta	2001
JDM8776	Wolksvagen	Santana	2002
JJM3692	Chevrolet	Corsa	1999

# Projeção

---

$$\pi_{\text{Marca, Modelo}}(\text{TX})$$

Marca	Modelo
Ford	Fiesta
Wolksvagen	Gol
Ford	Fiesta
Wolksvagen	Santana
Chevrolet	Corsa

# Projeção

---

$$\pi_{\text{Marca, Modelo}}(\text{TX})$$

Marca	Modelo
Ford	Fiesta
Wolksvagen	Gol
Ford	Fiesta
Wolksvagen	Santana
Chevrolet	Corsa

# Projeção

---

$$\pi_{\text{Marca, Modelo}}(\text{TX})$$

Marca	Modelo
Ford	Fiesta
Wolksvagen	Gol
Wolksvagen	Santana
Chevrolet	Corsa



# Projeção Tabela Cliente Particular

---

$\pi_{\text{CliId, Nome}}(\text{CP})$

<u>CliId</u>	Nome	CPF
1532	Asdrúbal	448.754.253-65
1755	Doriana	567.387.387-44
1780	Quincas	546.373.762-02



**C1**

<u>CliId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

# Projeção Tabela Cliente Particular

---

<u>CliId</u>	Nome	CGC
1532	Asdrúbal	754.856.965/0001-54
1644	Jepeto	478.652.635/0001-75
1780	Quincas	554.663.996/0001-87
1982	Zandor	736.952.369/0001-23



**C2**

$\pi_{\text{CliId, Nome}}(\text{CE})$

<u>CliId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1780	Quincas
1982	Zandor

# Propriedades da operação de projeção

---

- O número de tuplas na relação resultado  $\pi_{\langle \text{lista} \rangle} (R)$  é sempre menor ou igual ao número de tuplas em  $R$ .
- Se lista inclui chave, o número de tuplas é o mesmo
- $\pi_{\langle \text{lista 1} \rangle} (\pi_{\langle \text{lista 2} \rangle} (R)) = \pi_{\langle \text{lista 1} \rangle} (R)$ , caso  $\langle \text{lista 2} \rangle$  contenha os atributos de  $\langle \text{lista 1} \rangle$

# Operação de Seleção

---

- Seleciona tuplas (linhas) que satisfazem um dado predicado (uma condição lógica) nos valores dos atributos
- Notação:  $\sigma_p(R)$
- $P$ : predicado de seleção
  - Constituído por termos ligados por:  $\wedge$  (**e**),  $\vee$  (**ou**),  $\neg$  (**não**)
  - Termo:
    - $\langle \text{atributo} \rangle \text{ op } \langle \text{atributo} \rangle$
    - $\langle \text{atributo} \rangle \text{ op } \langle \text{constante} \rangle$
    - $\text{op}$  pode ser:  $=, \neq, >, \geq, <$  ou  $\leq$
  - **Seletividade** da condição: fração de tuplas selecionadas

# Seleção

---

$$\sigma_{\text{AnoFab} > 2000}(\text{TX})$$

<u>Placa</u>	Marca	Modelo	AnoFab
DAE6534	Ford	Fiesta	1999
DKL4598	Wolksvagen	Gol	2001
DKL7878	Ford	Fiesta	2001
JDM8776	Wolksvagen	Santana	2002
JJM3692	Chevrolet	Corsa	1999

# Seleção

---

$$\sigma_{\text{AnoFab} > 2000}(\text{TX})$$

<u>Placa</u>	Marca	Modelo	AnoFab
DAE6534	Ford	Fiesta	1999
DKL4598	Wolksvagen	Gol	2001
DKL7878	Ford	Fiesta	2001
JDM8776	Wolksvagen	Santana	2002
JJM3692	Chevrolet	Corsa	1999

# Seleção

---

$$\sigma_{\text{AnoFab} > 2000}(\text{TX})$$

<u>Placa</u>	Marca	Modelo	AnoFab
DKL4598	Wolksvagen	Gol	2001
DKL7878	Ford	Fiesta	2001
JDM8776	Wolksvagen	Santana	2002

# Propriedades da operação de seleção

---

- A operação  $\sigma_{\langle \text{condição de seleção} \rangle}(R)$  produz relação com mesmo esquema
- **É comutativa:**  
$$\sigma_{\langle \text{condição 1} \rangle}(\sigma_{\langle \text{condição 2} \rangle}(R)) = \sigma_{\langle \text{condição 2} \rangle}(\sigma_{\langle \text{condição 1} \rangle}(R))$$
- Cascatas de seleções em **qualquer** ordem:  
$$\begin{aligned} &\sigma_{\langle \text{condição 1} \rangle}(\sigma_{\langle \text{condição 2} \rangle}(\sigma_{\langle \text{condição 3} \rangle}(R))) \\ &= \sigma_{\langle \text{condição 2} \rangle}(\sigma_{\langle \text{condição 3} \rangle}(\sigma_{\langle \text{condição 1} \rangle}(R))) \end{aligned}$$
- Cascatas de seleções = uma seleção com conjunção de condições:  
$$\begin{aligned} &\sigma_{\langle \text{condição 1} \rangle}(\sigma_{\langle \text{condição 2} \rangle}(\sigma_{\langle \text{condição 3} \rangle}(R))) \\ &= \sigma_{\langle \text{condição 1} \rangle \text{ AND } \langle \text{condição 2} \rangle \text{ AND } \langle \text{condição 3} \rangle}(R) \end{aligned}$$



# Operações de Conjuntos

---

- União, Interseção e Diferença
- Relações precisam ser compatíveis quanto à união
  - $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$  e  $S(B_1, B_2, \dots, B_n)$
  - Relações com mesmo grau (mesmo número de atributos)
  - $\text{dom}(A_i) = \text{dom}(B_i), 1 \leq i \leq n$
- A relação resultante tem os nomes dos atributos da primeira relação

# Operações de Conjuntos

---

- $R \cup S$ :

- relação que contém as tuplas que estão em  $R$ , em  $S$  ou em ambas

- $R \cap S$ :

- Relação que contém as tuplas que estão em ambas  $R$  e  $S$

- $R - S$ :

- Relação que contém as tuplas que estão em  $R$  e que não estão em  $S$

# União

---

$$C1 \cup C2$$

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1780	Quincas
1982	Zandor

# União

---

$$C1 \cup C2$$

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1780	Quincas
1982	Zandor

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

# União

---

$$C1 \cup C2$$

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1780	Quincas
1982	Zandor

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1755	Doriana
1780	Quincas
1982	Zandor

# Interseção

---

$$C1 \cap C2$$

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1780	Quincas
1982	Zandor

# Interseção

---

$$C1 \cap C2$$

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1780	Quincas
1982	Zandor

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal

# Interseção

---

$$C1 \cap C2$$

<u>CliId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>CliId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1780	Quincas
1982	Zandor

<u>CliId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1780	Quincas



# Diferença de Conjuntos

---

C1 - C2

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1780	Quincas
1982	Zandor

# Diferença de Conjuntos

---

C1 - C2

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1780	Quincas
1982	Zandor

<u>ClId</u>	Nome
-------------	------

# Diferença de Conjuntos

---

C1 - C2

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1780	Quincas
1982	Zandor

<u>ClId</u>	Nome
1755	Doriana

# Diferença de Conjuntos

---

C1 - C2

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1780	Quincas
1982	Zandor

<u>ClId</u>	Nome
1755	Doriana

# Diferença de Conjuntos

---

$C1 - C2$

<u>cliId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>cliId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1644	Jepeto
1780	Quincas
1982	Zandor

<u>cliId</u>	Nome
1755	Doriana

# Operações de Conjuntos: propriedades

---

○ União e interseção são comutativas:

- $\mathbf{R \cup S = S \cup R, e R \cap S = S \cap R}$

○ E associativas:

- $\mathbf{R \cup (S \cup T) = (R \cup S) \cup T, e (R \cap S) \cap T = R \cap (S \cap T)}$

○ Diferença não é comutativa

$$\mathbf{R - S \neq S - R}$$

# Produto Cartesiano

---

- Permite combinar informações de duas relações

$$C1 \times R1$$

<u>ClId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>ClId</u>	<u>Placa</u>	<u>DataPedido</u>
1755	DAE6534	15/02/2003
1982	JDM8776	18/02/2003

# Produto Cartesiano

---

$$C1 \times R1$$

<u>cliId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>cliId</u>	<u>Placa</u>	<u>DataPedido</u>
1755	DAE6534	15/02/2003
1982	JDM8776	18/02/2003

(cliId)	Nome	(cliId)	Placa	DataPedido
1532	Asdrúbal	1755	DAE6534	15/02/2003
1532	Asdrúbal	1982	JDM8776	18/02/2003



# Produto Cartesiano

---

$$C1 \times R1$$

<u>CliId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>ClId</u>	<u>Placa</u>	<u>DataPedido</u>
1755	DAE6534	15/02/2003
1982	JDM8776	18/02/2003

(CliId)	Nome	(ClId)	Placa	DataPedido
1532	Asdrúbal	1755	DAE6534	15/02/2003
1532	Asdrúbal	1982	JDM8776	18/02/2003
1755	Doriana	1755	DAE6534	15/02/2003
1755	Doriana	1982	JDM8776	18/02/2003

# Produto Cartesiano

---

$$C1 \times R1$$

<u>CliId</u>	Nome
1532	Asdrúbal
1755	Doriana
1780	Quincas

<u>CliId</u>	<u>Placa</u>	<u>DataPedido</u>
1755	DAE6534	15/02/2003
1982	JDM8776	18/02/2003

(CliId)	Nome	(CliId)	Placa	DataPedido
1532	Asdrúbal	1755	DAE6534	15/02/2003
1532	Asdrúbal	1982	JDM8776	18/02/2003
1755	Doriana	1755	DAE6534	15/02/2003
1755	Doriana	1982	JDM8776	18/02/2003
1780	Quincas	1755	DAE6534	15/02/2003
1780	Quincas	1982	JDM8776	18/02/2003

# Junção

---

$C1 \bowtie_{C1.CliId < R1.CliId} R1$

(CliId)	Nome	(CliId)	Placa	DataPedido
1532	Asdrúbal	1755	DAE6534	15/02/2003
1532	Asdrúbal	1982	JDM8776	18/02/2003
1755	Doriana	1755	DAE6534	15/02/2003
1755	Doriana	1982	JDM8776	18/02/2003
1780	Quincas	1755	DAE6534	15/02/2003
1780	Quincas	1982	JDM8776	18/02/2003

# Junção

---

$C1 \bowtie_{C1.CliId < R1.CliId} R1$

(CliId)	Nome	(CliId)	Placa	DataPedido
1532	Asdrúbal	1755	DAE6534	15/02/2003
1532	Asdrúbal	1982	JDM8776	18/02/2003
1755	Doriana	1755	DAE6534	15/02/2003
1755	Doriana	1982	JDM8776	18/02/2003
1780	Quincas	1755	DAE6534	15/02/2003
1780	Quincas	1982	JDM8776	18/02/2003

# Junção

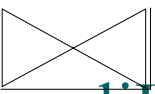
---

$C1 \bowtie_{C1.CliId < R1.CliId} R1$

(CliId)	Nome	(CliId)	Placa	DataPedido
1532	Asdrúbal	1755	DAE6534	15/02/2003
1532	Asdrúbal	1982	JDM8776	18/02/2003
1755	Doriana	1982	JDM8776	18/02/2003
1780	Quincas	1982	JDM8776	18/02/2003

# Equi-Junção

---

C1  R1  
liId

(CliId)	Nome	(CliId)	Placa	DataPedido
1532	Asdrúbal	1755	DAE6534	15/02/2003
1532	Asdrúbal	1982	JDM8776	18/02/2003
1755	Doriana	1755	DAE6534	15/02/2003
1755	Doriana	1982	JDM8776	18/02/2003
1780	Quincas	1755	DAE6534	15/02/2003
1780	Quincas	1982	JDM8776	18/02/2003

# Equi-Junção

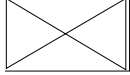
---

$C1 \bowtie_{\text{CliId}} R1$

(CliId)	Nome	(CliId)	Placa	DataPedido
1532	Asdrúbal	1755	DAE6534	15/02/2003
1532	Asdrúbal	1982	JDM8776	18/02/2003
1755	Doriana	1755	DAE6534	15/02/2003
1755	Doriana	1982	JDM8776	18/02/2003
1780	Quincas	1755	DAE6534	15/02/2003
1780	Quincas	1982	JDM8776	18/02/2003

# Equi-Junção

---

C1  R1  
CliId

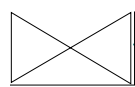
(CliId)	Nome	(CliId)	Placa	DataPedido
1755	Doriana	1755	DAE6534	15/02/2003



# Equi-Junção (Junção Natural)

---

C1  CliId R1

C1  R1

CliId	Nome	Placa	DataPedido
1755	Doriana	DAE6534	15/02/2003

# Junção

---

- Se nenhuma combinação de tuplas satisfaz a condição de junção, o resultado da junção é uma relação vazia (com zero tuplas)
- R tem  $n_R$  tuplas e S tem  $n_S$  tuplas
  - Operação de junção terá entre 0 e  $n_R \times n_S$  tuplas
- **Seletividade** de junção: número de tuplas esperado no resultado da junção dividido pelo tamanho máximo ( $n_R \times n_S$ )

# Renomeação

---

$$\rho(\text{FR}, \sigma_{\text{Marca}=\text{'Ford'}} \text{TX})$$

TX

<u>Placa</u>	Marca	Modelo	AnoFab
DAE6534	Ford	Fiesta	1999
DKL4598	Wolksvagen	Gol	2001
DKL7878	Ford	Fiesta	2001
JDM8776	Wolksvagen	Santana	2002
JJM3692	Chevrolet	Corsa	1999

# Renomeação

---

$$\rho(\text{FR}, \sigma_{\text{Marca}=\text{'Ford'}} \text{TX})$$

**FR**

<u>Placa</u>	Marca	Modelo	AnoFab
DAE6534	Ford	Fiesta	1999
DKL7878	Ford	Fiesta	2001

# Renomeação

---

- Seja  $D(\text{numfd}, \text{nomed}, \text{par})$  uma relação
  - $\rho \ D_1(\text{numfd}, \text{nomed1}, \text{par1}) \ (D)$
  - $D_1(\text{numfd}, \text{nomed1}, \text{par1}) \leftarrow D$

# Conjunto Completo de Operadores

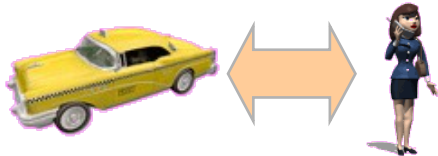
---

- $\{\pi, \sigma, \cup, -, \times\}$ 
  - Qualquer outro operador pode ser expresso através dos operadores deste conjunto
    - $R \cap S = (R \cup S) - ((R - S) \cup (S - R))$
    - $R \bowtie_{\text{condição}} S = \sigma_{\text{condição}}(R \times S)$

# Divisão

---

- Encontre clientes que tenham andado em todos os táxis da Marca Ford



## Tabela adicional Corrida (R2)

<u>ClId</u>	<u>Placa</u>	<u>DataPedido</u>
1532	DAE6534	15/02/2003
1532	DKL4586	17/02/2003
1644	DKL7878	10/01/2003
1644	JDM8776	18/02/2003
1780	JJM3692	08/01/2003
1982	DAE6534	15/01/2003
1982	DKL4598	26/01/2003
1982	DKL7878	01/02/2003



## Táxi (FR)

<u>Placa</u>	<u>Marca</u>	<u>Modelo</u>	<u>AnoFab</u>
DAE6534	Ford	Fiesta	1999
DKL7878	Ford	Fiesta	2001

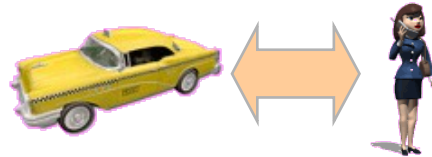


# Divisão

---

CIId	Placa
1532	DAE6534
1532	DKL4586
1644	DKL7878
1644	JDM8776
1780	JJM3692
1982	DAE6534
1982	DKL4598
1982	DKL7878

$$\rho(\text{SR2}, \pi_{\text{CIId}, \text{Placa}}(\text{R2}))$$



$$\rho(\text{SFR}, \pi_{\text{Placa}}(\text{FR}))$$



Placa
DAE6534
DKL7878

# Divisão

---

## SR2 / SFR

ClId	Placa
1532	DAE6534
1532	DKL4586
1644	DKL7878
1644	JDM8776
1780	JJM3692
1982	DAE6534
1982	DKL4598
1982	DKL7878

Placa
DAE6534
DKL7878

# Divisão

---

SR2 / SFR

CIId	Placa
1532	DAE6534
1532	DKL4586
1644	DKL7878
1644	JDM8776
1780	JJM3692
1982	DAE6534
1982	DKL4598
1982	DKL7878

Placa
DAE6534
DKL7878

?

CIId
------

# Divisão

---

## SR2 / SFR

CIId	Placa
1532	DAE6534
1532	DKL4586
<b>1644</b>	<b>DKL7878</b>
<b>1644</b>	<b>JDM8776</b>
1780	JJM3692
1982	DAE6534
1982	DKL4598
1982	DKL7878

Placa
DAE6534
DKL7878

?

CIId
------

# Divisão

---

## SR2 / SFR

CIId	Placa
1532	DAE6534
1532	DKL4586
1644	DKL7878
1644	JDM8776
<b>1780</b>	<b>JJM3692</b>
1982	DAE6534
1982	DKL4598
1982	DKL7878

Placa
DAE6534
DKL7878

?

?

CIId
------

# Divisão

---

## SR2 / SFR

CIId	Placa
1532	DAE6534
1532	DKL4586
1644	DKL7878
1644	JDM8776
1780	JJM3692
<b>1982</b>	<b>DAE6534</b>
<b>1982</b>	<b>DKL4598</b>
<b>1982</b>	<b>DKL7878</b>

Placa
DAE6534
DKL7878

CIId
1982

# Exercícios

---

- Implemente o operador de divisão usando os operadores de projeção, produto cartesiano e de diferença

# Exercícios

---

- F(numfd, nomef)
- D(numfd, nomed, par)

F	
numfd	nomef
01	F1
02	F2
03	F3
04	F4

D		
numfd	nomed	par
01	Alice	filha
02	Alice	esposa
02	Clara	filha
03	José	filho



# Exercícios

---

- Quais os nomes e parentescos de todos os dependentes?
  - $\pi_{\text{nome}, \text{par}} (D)$
- Quais funcionários possuem dependentes filhas?
  - $\pi_{\text{numfd}} (\sigma_{\text{par}='filha'} (D))$
- Quais funcionários não possuem dependentes?
  - $\pi_{\text{numfd}} (F) - \pi_{\text{numfd}} (D)$

# Exercícios

---

- Dê os nomes dos funcionários que possuem algum dependente.
  - $\pi_{\text{nomef}} (F \mid X \mid D)$
- Dê o nome de cada funcionário que possui uma dependente chamada Alice.
  - $\pi_{\text{nomef}} (F \mid X \mid (\sigma_{\text{named}='Alice'} (D)))$

# Exercícios

---

- Quais funcionários possuem mais de um dependente?
  - $\rho_{D_1}(\text{numfd}, \text{nomed1}, \text{par1}) (D)$
  - $\rho_{D_2}(\text{numfd}, \text{nomed2}, \text{par2}) (D)$
  - $\pi_{\text{numfd}} ((\sigma_{\text{nomed1} \neq \text{nomed2}} (D_1 \mid X \mid D_2)))$
- Quais funcionários possuem exatamente um dependente?
  - $\text{Exercicio7} \leftarrow \pi_{\text{numfd}} (D) - \pi_{\text{numfd}} (\sigma_{\text{nomed1} \neq \text{nomed2}} (D_1 \mid X \mid D_2))$
- Quais funcionários não têm Alice como dependente (isto é, nenhuma dependente chamada Alice)?
  - $\pi_{\text{numfd}} (D) - \pi_{\text{numfd}} (\sigma_{\text{nomed} = \text{'Alice'}} (D))$
- Para cada funcionário que tem uma dependente chamada Alice, dê o número do funcionário e o nome dos outros dependentes, se houver.
  - $\pi_{\text{numfd}, \text{nomed2}} (\sigma_{\text{nomed2} \neq \text{'Alice'}} (\sigma_{\text{nomed1} = \text{'Alice'}} (D_1 \mid X \mid D_2)))$
- Dê os nomes dos funcionários que possuem exatamente um dependente.
  - $\pi_{\text{nomef}} (F \mid X \mid \text{Exercicio7})$

# Cálculo Relacional

---

- Mesmo poder de expressão da Álgebra Relacional
- Linguagem de consulta não-procedural
  - Não se define conjunto de operações
- Expressão do cálculo relacional de tuplas:
  - $\{t \mid F(t)\}$ , conjunto de tuplas  $t$  tal que  $F(t)$  é verdadeiro
  - $F(t)$  é uma condição lógica

# Cálculo Relacional - Exemplo

---

- Dê o nome de funcionários cujo salário é maior que R\$50.000:
  - $\{t.NOME \mid \text{FUNCIONÁRIO}(t) \text{ AND } t.SALÁRIO > 50000\}$
  - $\{t.NOME \mid t \in \text{FUNCIONÁRIO} \wedge t.SALÁRIO > 50000\}$

# Cálculo Relacional - Exemplos

---

- União:  $R \cup S$ 
  - $\{t \mid t \in R \text{ or } t \in S\}$
- Interseção:  $R \cap S$ 
  - $\{t \mid t \in R \text{ and } t \in S\}$
- Diferença:  $R - S$ 
  - $\{t \mid t \in R \text{ and not } t \in S\}$
- Produto Cartesiano:  $R \times S$ 
  - $\{t, s \mid t \in R \text{ and } s \in S\}$

# Cálculo Relacional - Exemplos

---

- Projeção de R nas colunas  $c$  e  $d$ :  $\pi_{c,d}(R)$ 
  - $\{t.c, t.d \mid t \in R\}$
- Seleção:  $\sigma_F(R)$ 
  - $\{t \mid t \in R \text{ and } F\}$
- Junção: onde  $F = a \text{ op. } b$ 
  - $\{t, s \mid t \in R \text{ and } s \in S \text{ and } t.a \text{ op. } s.b\}$

# Quantificadores Existencial e Universal

---

## ○ $\exists s \in S (F(s))$

- Existe pelo menos uma tupla  $s$  pertencente a  $S$  tal que a fórmula  $F(s)$  é verdadeira
- $\exists s \in S (s.\text{nome} = \text{'Paulo'})$

## ○ $\forall s \in S (F(s))$

- Para toda tupla  $s$  pertencente a  $S$  a fórmula  $F(s)$  é verdadeira.
- $\forall s \in S (s.\text{salário} > 1000)$

## ○ Equivalências

- $(\forall x) (P(x)) \equiv \text{not } (\exists x) (\text{not } (P(x)))$
- $(\exists x) (P(x)) \equiv \text{not } (\forall x) (\text{not } (P(x)))$



# Observações

---

- Variável presa (*bound*)
  - $\exists s \in S (...)$
  - $\forall s \in S (...)$
- Variável livre
  - $\{t \mid F(t)\}$
- Exemplo: quais funcionários não possuem dependentes?
  - $\{t.\text{numfd} \mid t \in F \text{ and not } \exists s \in D (t.\text{numfd} = s.\text{numfd})\}$

# Exercícios

---

- F(numfd, nomef)
- D(numfd, nomed, par)

	F
numfd	nomef
01	F1
02	F2
03	F3
04	F4

	D	
numfd	nomed	par
01	Alice	filha
02	Alice	esposa
02	Clara	filha
03	José	filho

# Exercícios

---

- Quais os nomes e parentescos de todos os dependentes?
  - $\pi_{\text{nomed,par}} (D)$
- Quais funcionários possuem dependentes filhas?
  - $\pi_{\text{numfd}} (\sigma_{\text{par}='filha'} (D))$
- Quais funcionários não possuem dependentes?
  - $\pi_{\text{numfd}} (F) - \pi_{\text{numfd}} (D)$

# Exercícios

---

- Quais os nomes e parentescos de todos os dependentes?
  - $\pi_{\text{nomed,par}} (D)$
  - $\{t.\text{nomed}, t.\text{par} \mid t \in D\}$
- Quais funcionários possuem dependentes filhas?
  - $\pi_{\text{numfd}} (\sigma_{\text{par}=\text{'filha'}} (D))$
  - $\{t.\text{numfd} \mid t \in D \text{ and } t.\text{par} = \text{'filha'}\}$
- Quais funcionários não possuem dependentes?
  - $\pi_{\text{numfd}} (F) - \pi_{\text{numfd}} (D)$
  - $\{t.\text{numfd} \mid t \in F \text{ and not } \exists s \in D (t.\text{numfd} = s.\text{numfd})\}$

# Exercícios

---

- Dê os nomes dos funcionários que possuem algum dependente.
  - $\pi_{\text{nomef}} (F \mid X \mid D)$
- Dê o nome de cada funcionário que possui uma dependente chamada Alice.
  - $\pi_{\text{nomef}} (F \mid X \mid (\sigma_{\text{nomed}='Alice'} (D)))$

# Exercícios

---

- Dê os nomes dos funcionários que possuem algum dependente.
  - $\pi_{\text{nomef}} (F \mid X \mid D)$
  - $\{t.\text{nomef} \mid t \in F \text{ and } \exists s \in D (t.\text{numfd} = s.\text{numfd})\}$
- Dê o nome de cada funcionário que possui uma dependente chamada Alice.
  - $\pi_{\text{nomef}} (F \mid X \mid (\sigma_{\text{nomed}='Alice'} (D)))$
  - $\{t.\text{nomef} \mid t \in F \text{ and } \exists s \in D (t.\text{numfd} = s.\text{numfd} \text{ and } s.\text{nomed} = 'Alice')\}$

# Exercícios

---

- Quais funcionários possuem mais de um dependente?
  - $\rho_{D_1}(\text{numfd}, \text{nomed1}, \text{par1}) (D)$
  - $\rho_{D_2}(\text{numfd}, \text{nomed2}, \text{par2}) (D)$
  - $\pi_{\text{numfd}} ((\sigma_{\text{nomed1} \neq \text{nomed2}} (D_1 \mid X \mid D_2)))$
- Quais funcionários possuem exatamente um dependente?
  - $\text{Exercicio7} \leftarrow \pi_{\text{numfd}} (D) - \pi_{\text{numfd}} (\sigma_{\text{nomed1} \neq \text{nomed2}} (D_1 \mid X \mid D_2))$
- Quais funcionários não têm Alice como dependente (isto é, nenhuma dependente chamada Alice)?
  - $\pi_{\text{numfd}} (D) - \pi_{\text{numfd}} (\sigma_{\text{nomed} = \text{'Alice'}} (D))$
- Para cada funcionário que tem uma dependente chamada Alice, dê o número do funcionário e o nome dos outros dependentes, se houver.
  - $\pi_{\text{numfd}, \text{nomed2}} (\sigma_{\text{nomed2} \neq \text{'Alice'}} (\sigma_{\text{nomed1} = \text{'Alice'}} (D_1 \mid X \mid D_2)))$
- Dê os nomes dos funcionários que possuem exatamente um dependente.
  - $\pi_{\text{numfd}} (F \mid X \mid \text{Exercicio7})$

# Cenas do próximo capítulo...

---

- Exercícios, exercícios, exercícios...
- Linguagem **SQL (Structured Query Language)**
  - SELECT** <lista de atributos>
  - FROM** <lista de relações>
  - WHERE** <condições>
- Quais funcionários possuem dependentes filhas?
  - $\pi_{\text{numfd}} (\sigma_{\text{par}=\text{'filha'}} (D))$
  - $\{t.\text{numfd} \mid t \in D \text{ and } t.\text{par} = \text{'filha'}\}$
  - **SELECT** numfd
  - FROM** D
  - WHERE** D.par = 'filha'



# Resumo da aula...

---

## ○ Álgebra Relacional

- Operações Básicas:
  - Seleção (  $\sigma$  ): Selecciona um subconjunto de linhas da relação.
  - Projeção (  $\pi$  ): Elimina colunas não desejadas da relação.
  - Operações de conjuntos (  $\cup$ ,  $-$ ,  $\times$  )
- Operações Adicionais:
  - Interseção, junção, divisão, renomeação

## ○ Cálculo Relacional de Tuplas

- $\{t \mid F(t)\}$ , conjunto de tuplas  $t$  tal que  $F(t)$  é verdadeiro
- $F(t)$  é uma condição lógica