

# Banco de Dados



## Cálculo Relacional de Domínio

João Eduardo Ferreira

Osvaldo Kotaro Takai

# Introdução

---

- ❑ É uma linguagem de consulta não-procedimental equivalente em capacidade expressiva ao CRT.
- ❑ Usa variáveis de domínio ao invés de variáveis de tuplas.
- ❑ O CRD influenciou fortemente as linguagens de consulta comerciais, tais como a QBE.

# Definição

---

- Para formar uma relação de grau  $n$ , especifica-se  $n$  variáveis de domínio.

$$\{ x_1, x_2, \dots, x_n \mid P(x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{n+m}) \}$$

- Onde:

- $x_1, x_2, \dots, x_n$  representam as variáveis livres de domínio.
- $P$  é um predicado.

# Definição

---

- Um predicado é uma fórmula atômica composta por:
  1. Uma fórmula atômica  $R(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 
    - $R$  é o nome de uma relação de grau  $N$
    - Cada  $x_i$ ,  $1 \leq i \leq N$ , é uma variável de domínio.
  2. Uma fórmula atômica  $x \text{ op } y$ 
    - $\text{op} \in \{=, <, >, \leq, \geq, \neq\}$  e  $x$  e  $y$  são variáveis de domínio.
  3. Uma fórmula atômica  $x \text{ op } c$  (ou  $c \text{ op } x$ )
    - $\text{op} \in \{=, <, >, \leq, \geq, \neq\}$  e  $x$  e  $y$  são variáveis de domínio.
    - $x$  é uma variável de domínio e  $c$  é um valor constante.

# Avaliação das Fórmulas

---

- ❑ Como em CRT, as fórmulas são avaliadas em valores verdade.
- ❑  $R(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , será TRUE apenas se houver valores de domínio correspondentes a uma tupla de R.
- ❑  $(x \text{ op } y)$  ou  $(x \text{ op } c)$  ou  $(c \text{ op } x)$  será TRUE caso as variáveis de domínio tenham valores que satisfaçam.

# Exemplo 1

- Recuperar a data de aniversário e o endereço do empregado cujo nome é John B. Smith.

$\{ uv \mid (\exists q)(\exists r)(\exists s)(\exists t)(\exists w)(\exists x)(\exists y)(\exists z)$   
(EMPREGADO(qrstuvwxyz) AND  
q='John' AND r='B' AND s='Smith') }

| q        | r     | s       | t          | u         | v          | w    | x       | y         | z    |
|----------|-------|---------|------------|-----------|------------|------|---------|-----------|------|
| PNOME    | MNOME | SNOME   | <u>NSS</u> | DATANASC  | ENDERECO   | SEXO | SALARIO | NSSSUPER  | NDEP |
| John     | B     | Smith   | 123456789  | 09-JAN-55 | R. A, 1    | M    | 3000    | 333445555 | 5    |
| Franklin | T     | Wong    | 333445555  | 08-DEZ-45 | R. B, 2    | M    | 4000    | 888665555 | 5    |
| Alícia   | J     | Zelaya  | 999887777  | 19-JUL-58 | Av. C, 3   | F    | 2500    | 987654321 | 4    |
| Jennifer | S     | Wallace | 987654321  | 20-JUN-31 | Trav. D, 4 | F    | 4300    | 888665555 | 4    |
| Ramesh   | K     | Narayan | 666884444  | 15-SET-52 | R. E, 5    | M    | 3800    | 333445555 | 5    |
| Joyce    | A     | English | 453453453  | 31-JUL-62 | R. F, 6    | F    | 2500    | 333445555 | 5    |
| Ahmad    | V     | Jabbar  | 987987987  | 29-MAR-59 | Av G, 7    | M    | 2500    | 987654321 | 4    |
| James    | E     | Borg    | 888665555  | 10-NOV-27 | Av H, 8    | M    | 5500    | null      | 1    |

# Exemplo 1

---

- ❑ EMPREGADO possui 10 variáveis de domínio; uma para cada atributo.
- ❑ A variável u é o atributo DATANASC e v é ENDERECO.
- ❑ A condição envolve variáveis q (PNOME), r (MNOME) e s (SNOME).
- ❑ Somente é necessário quantificar as variáveis que participam de uma condição; no caso q, r, e s:

$$\{ uv \mid (\exists q)(\exists r)(\exists s) \\ (\text{EMPREGADO}(qrstuvwxyz) \text{ AND} \\ q=\text{'John'} \text{ AND } r=\text{'B'} \text{ AND } s=\text{'Smith'}) \}$$

# Exemplo 1

---

- Notação alternativa usada no QBE:

$\{ uv \mid \text{EMPREGADO}(\text{'John'}, \text{'B'}, \text{'Smith'}, t, u, v, w, x, y, z) \}$



## Exemplo 2

---

- ❑ Encontre todos os empregados cujos salários estejam acima de R\$3.500,00.

$$\{ \text{qrstuvwxyz} \mid (\exists x) \text{EMPREGADO}(\text{qrstuvwxyz}) \text{ AND } x > 3500 \}$$

## Exemplo 3

- Selecione o nome e o endereço dos empregados que trabalham para o departamento de 'Informática'.

$\{ qsv \mid (\exists z) (\exists l) (\exists m) (EMPREGADO(qrstuvwxyz)$   
AND DEPARTAMENTO(lmno) AND  
 $l = \text{'Pesquisa'} \text{ AND } m = z) \}$

| DEPENDENTE     |                |           |            |
|----------------|----------------|-----------|------------|
| l              | m              | n         | o          |
| DNOME          | <u>DNÚMERO</u> | SNNGER    | DATINICGER |
| Pesquisa       | 5              | 333445555 | 22-MAI-78  |
| Administrativo | 4              | 987654321 | 01-JAN-85  |
| Gerencial      | 1              | 888665555 | 19-JUN-71  |

# Exemplo 4

- Encontre o nome dos empregados que não tenham dependentes.

$\{ qs \mid (\exists t) (\text{EMPREGADO}(qrstuvwxyz) \text{ and } (\text{not}(\exists l)(\text{DEPENDENTE}(lmno) \text{ and } t=l))) \}$

| EMPREGADO |       |       |            |          |          |      |         |          |      |
|-----------|-------|-------|------------|----------|----------|------|---------|----------|------|
| q         | r     | s     | t          | u        | v        | w    | x       | y        | z    |
| PNOME     | MNOME | SNOME | <u>NSS</u> | DATANASC | ENDERECO | SEXO | SALARIO | NSSSUPER | NDEP |

| DEPENDENTE |                |      |         |         |
|------------|----------------|------|---------|---------|
| l          | m              | n    | o       | p       |
| NSSEMP     | NOMEDEPENDENTE | SEXO | DATANIV | RELACAO |

## Exemplo 4

---

- A consulta pode ser redefinida utilizando o quantificador universal:

$$\{ qs \mid (\exists t) (\text{EMPREGADO}(qrstuvwxyz) \text{ AND } (\forall l)(\text{NOT DEPENDENTE}(lmno) \text{ OR } t \neq l) ) \}$$

- Ou

$$\{ qs \mid (\exists t) (\text{EMPREGADO}(qrstuvwxyz) \text{ AND } (\forall l)(\text{DEPENDENTE}(lmno) \Rightarrow t \neq l) ) \}$$

# Exemplo 5

- Encontre os nomes dos empregados que trabalham em todos os projetos controlados pelo departamento de número 5.

$$\{ qs \mid (\exists t) ( \text{EMPREGADO}(qrstuvwxyz) \text{ AND } \\ (\forall b)( (\text{PROJETO}(abcd) \text{ AND } d=5) \Rightarrow \\ \text{TRABALHA-EM}(tbm) ) ) \}$$

| EMPREGADO |       |       |            |          |          |      |         |          |      |
|-----------|-------|-------|------------|----------|----------|------|---------|----------|------|
| q         | r     | s     | t          | u        | v        | w    | x       | y        | z    |
| PNOME     | MNOME | SNOME | <u>NSS</u> | DATANASC | ENDERECO | SEXO | SALARIO | NSSSUPER | NDEP |

| PROJETO |                |              |      | TRABALHA-EM |      |       |
|---------|----------------|--------------|------|-------------|------|-------|
| a       | b              | c            | d    | l           | m    | n     |
| PNOME   | <u>PNÚMERO</u> | PLOCALIZAÇÃO | DNUM | NSSEMP      | PNRO | HORAS |

# Expressões Seguras

---

- Uma expressão em CRD é dita segura se:
  - Todos os valores que aparecem nas tuplas da expressão são valores dentro do domínio da mesma.
  - Todas as fórmulas  $(\exists x)(P(x))$  são verdadeira se, e somente se, existir um valor  $x$  no domínio de  $P$  tal que  $P(x)$  seja verdadeiro.
  - Todas as fórmulas  $(\forall x)(P(x))$  são verdadeiras se, e somente se,  $P(x)$  for verdadeiro para todos os valores de  $x$  dentro do domínio de  $P$ .
- As proposições acima garantem que possamos testar todas as fórmulas “existe um” e “para todo” sem a necessidade de testar todas as suas infinitas possibilidades de ocorrência.

# Questões

---

- ❑ Refaça as consultas de álgebra relacional utilizando cálculo de domínio.

Sugestão: Utilize o WinRDBI para validar as consultas (<http://www.eas.asu.edu/~winrdbi/>).