

Banco de Dados

# Linguagens relacionais

## Cálculo relacional de tupla

FACOM - UFMS

Vanessa Borges

[vanessa.a.borges@ufms.br](mailto:vanessa.a.borges@ufms.br)

# Linguagens relacionais

- Relembrando:
  - A álgebra apresenta o conjunto mínimo de OPERADORES RELACIONAIS que podem ser combinados para extrair da base de dados, praticamente, todas as informações ali armazenadas (dados e seus relacionamentos)
  - Operações fundamentais da Álgebra Relacional:
    - Seleção (select):  $\sigma$
    - Projeção (project):  $\pi$
    - Produto Cartesiano (cartesian product):  $\times$
    - União (union):  $\cup$
    - Diferença : -
- O cálculo estende (e completa) a potencialidade da álgebra relacional com a introdução dos quantificadores universal (  $\forall$  ) e existencial (  $\exists$  )



# Cálculo relacional

- Linguagem formal para consulta de relações
- **Linguagem não procedimental**

Uma expressão de cálculo especifica **o que deve** ser recuperado em vez de **como** recuperá-lo.

- Isso difere da álgebra relacional, na qual precisamos escrever uma sequência de operações para especificar uma solicitação de recuperação em uma ordem particular da aplicação das operações
- Qualquer recuperação que possa ser especificada na álgebra relacional também pode ser especificada no cálculo e vice-versa



# Cálculo relacional

- Duas categorias de linguagens
  - Cálculo relacional de **tupla** que apresenta uma variação chamada cálculo relacional de **domínio**
  - Operações fundamentais:
    - Projeção
    - Seleção
    - Produto Cartesiano
    - União / Intersecção / Diferença



# Cálculo relacional de tupla

- É baseado na especificação de uma série de **variáveis de tupla**
  - Cada variável de tupla costuma percorrer determinada relação do banco de dados, significando que pode tomar como seu valor qualquer tupla individual dessa relação
- Forma geral:  $\{ t \mid \text{COND}(t) \}$ 
  - **Onde:**
    - $t$  é uma variável de tupla
    - **COND( $t$ )** é uma expressão condicional booleana (avaliada como TRUE ou FALSE)
  - O resultado dessa consulta é o **conjunto de todas as tuplas  $t$  que avaliam COND( $t$ ) como TRUE**



# Cálculo relacional de tupla

- Exemplo:

- Encontrar todos os funcionários cujo salário é maior que R\$50.000,00:

$\{ t \mid \text{FUNCIONARIO}(t) \text{ AND } t.\text{salario} > 50.000 \}$

- Encontrar o NOME e SOBRENOME de todos funcionários cujo salário é maior que R\$50.000,00:

$\{ t.\text{pnome}, t.\text{unome} \mid \text{FUNCIONARIO}(t) \text{ AND } t.\text{salario} > 50.000 \}$

↑  
Conjunto de atributos  
requisitados (variáveis  
livres)

↑  
Relação limite da  
variável de tupla t

↑  
Condição para selecionar  
combinações de tuplas t



# Cálculo relacional de tupla: PROJEÇÃO

- Liste o nome e o salário de todos os funcionários

SQL: **SELECT** **pnome**, **salario** **FROM** **funcionario**;

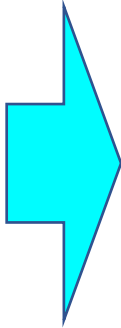
CRT: {**t. pnome**, **t.salario** | **FUNCIONARIO(t)**}

FUNCIONARIO

pnome	minicial	unome	cpf	datanasc	endereco	sexo	salario	cpf_supervisor	dnr
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	12345678	1
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Housto, TX	M	40000	888665555	5
John	B	Smith	12345678	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire, Oak Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
Robert	F	Scott	943775543	2042-06-21	2365 Newcastle Rd, Bellaire, TX	M	58000	888665555	1
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	943775543	4
Vanessa	B	Borg	911887776	1965-01-17	3321 Castle, Spring, TX	NULL	10000	943775543	4
Asdrubal	B	Asd	123456789	1965-01-18	3321 Castle, Spring, TX	M	5000	NULL	4

FUNCIONARIO

pnome	salario
James	55000
Jennifer	43000
Franklin	40000
John	30000
Joyce	25000
Ahmad	25000
Robert	58000
Alicia	25000
Vanessa	10000
Asdrubal	5000



# Cálculo relacional de tupla: SELEÇÃO

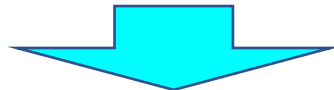
- Liste os funcionários cujo salário é maior ou igual a 50000

SQL: **SELECT \* FROM** funcionario **WHERE** salario >=50000;

**CRT: {t | FUNCIONARIO(t) AND t.salario >= 50000}**

FUNCIONARIO

pnome	minicial	unome	cpf	datanasc	endereco	sexo	salario	cpf_supervisor	dnr
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	12345678	1
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
Robert	F	Scott	943775543	2042-06-21	2365 Newcastle Rd, Bellaire, TX	M	58000	888665555	1
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	943775543	4
Vanessa	B	Borg	911887776	1965-01-17	3321 Castle, Spring, TX	NULL	10000	943775543	4
Asdrubal	B	Asd	123456789	1965-01-18	3321 Castle, Spring, TX	M	5000	NULL	4



FUNCIONARIO

pnome	minicial	unome	cpf	datanasc	endereco	sexo	salario	cpf_supervisor	dnr
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	12345678	1
Robert	F	Scott	943775543	2042-06-21	2365 Newcastle Rd, Bellaire, TX	M	58000	888665555	1



# Cálculo relacional de tupla: SELEÇÃO + PROJEÇÃO

- Liste o nome e o salário dos funcionários com salario maior ou igual a 50000

SQL: **SELECT** **pnome**, **salario** **FROM** **funcionario** **WHERE** **salario** **>=** 50000;

CRT: {**t.pnome**, **t.salario** | **FUNCIONARIO(t)** **AND** **t.salario** **>=** 50000}

FUNCIONARIO									
pnome	minicial	unome	cpf	datanasc	endereco	sexo	salario	cpf_supervisor	dnr
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	12345678	1
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Housto, TX	M	40000	888665555	5
John	B	Smith	12345678	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire, Oak Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
Robert	F	Scott	943775543	2042-06-21	2365 Newcastle Rd, Bellaire, TX	M	58000	888665555	1
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	943775543	4
Vanessa	B	Borg	911887776	1965-01-17	3321 Castle, Spring, TX	NULL	10000	943775543	4
Asdrubal	B	Asd	123456789	1965-01-18	3321 Castle, Spring, TX	M	5000	NULL	4



FUNCIONARIO	
pnome	salario
James	55000
Robert	58000

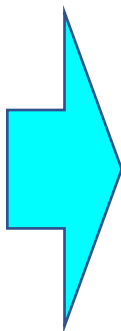


# Cálculo relacional de tupla:

## PRODUTO CARTESIANO

PROJETO			
projnome	projnumero	projlocal	dnum
Projeto 1	1	Bellaire	5
Projeto 2	2	Sugarland	5
Projeto 3	3	Houston	5
Automatizacao	10	Stanford	4
Reorganizacao	20	Houston	1
Novos_Beneficios	30	Stanford	4

DEPARTAMENTO			
dnome	dnumero	cpf_gerente	data_inicio_gerente
Pesquisa	3	333445555	22/05/1988
Administracao	4	987654321	01/01/1995
Sede_administrativa	1	888665555	19/06/1981
Inovacao	7	333445555	30/06/1980
Computacao	5	333445555	30/06/1990



PROJETO X DEPARTAMENTO

projnome	projnumero	projlocal	dnum	dnome	dnumero	cpf_gerente	data_inicio_gerente
Projeto 1	1	Bellaire	5	Pesquisa	3	333445555	22/05/1988
Projeto 1	1	Bellaire	5	Administracao	4	987654321	01/01/1995
Projeto 1	1	Bellaire	5	Sede_administrativa	1	888665555	19/06/1981
Projeto 1	1	Bellaire	5	Inovacao	7	333445555	30/06/1980
Projeto 1	1	Bellaire	5	Computacao	5	333445555	30/06/1990
Projeto 2	2	Sugarland	5	Pesquisa	3	333445555	22/05/1988
Projeto 2	2	Sugarland	5	Administracao	4	987654321	01/01/1995
Projeto 2	2	Sugarland	5	Sede_administrativa	1	888665555	19/06/1981
Projeto 2	2	Sugarland	5	Inovacao	7	333445555	30/06/1980
Projeto 2	2	Sugarland	5	Computacao	5	333445555	30/06/1990
Projeto 3	3	Houston	5	Pesquisa	3	333445555	22/05/1988
Projeto 3	3	Houston	5	Administracao	4	987654321	01/01/1995
Projeto 3	3	Houston	5	Sede_administrativa	1	888665555	19/06/1981
Projeto 3	3	Houston	5	Inovacao	7	333445555	30/06/1980
Projeto 3	3	Houston	5	Computacao	5	333445555	30/06/1990
Automatizacao	10	Stanford	4	Pesquisa	3	333445555	22/05/1988
Automatizacao	10	Stanford	4	Administracao	4	987654321	01/01/1995
Automatizacao	10	Stanford	4	Sede_administrativa	1	888665555	19/06/1981
Automatizacao	10	Stanford	4	Inovacao	7	333445555	30/06/1980
Automatizacao	10	Stanford	4	Computacao	5	333445555	30/06/1990
...	...	...	...	...	...	...	...

PROJETO X DEPARTAMENTO

{t,w | PROJETO(t) AND DEPARTAMENTO(w)}



# Cálculo relacional de tupla: JUNÇÃO

$\{t, w \mid \text{FUNCIONARIO}(t) \text{ AND } ((\exists w) \text{ DEPARTAMENTO}(w) \text{ AND } t.dnr = w.dnumero)\}$

FUNCIONARIO

pnome	cpf	salario	cpf_supervisor	dnr
James	888665555	55000	12345678	1
Jennifer	987654321	43000	888665555	4
Franklin	333445555	40000	888665555	5
John	12345678	30000	333445555	5
Ramesh	666884444	38000	333445555	5
Alicia	999887777	25000	943775543	4
Vanessa	911887776	10000	943775543	4
Asdrubal	123456789	5000	NULL	4

DEPARTAMENTO

dnome	dnumero	cpf_gerente
Pesquisa	3	333445555
Administracao	4	987654321
Sede_administrativa	1	888665555
Inovacao	7	333445555
Computacao	5	333445555



FUNCIONARIO JOIN DEPARTAMENTO

pnome	cpf	salario	cpf_supervisor	dnr	dnome	dnumero	cpf_gerente
James	888665555	55000	12345678	1	Sede_administrativa	1	888665555
Jennifer	987654321	43000	888665555	4	Administracao	4	987654321
Franklin	333445555	40000	888665555	5	Computacao	5	333445555
John	12345678	30000	333445555	5	Computacao	5	333445555
Ramesh	666884444	38000	333445555	5	Computacao	5	333445555
Alicia	999887777	25000	943775543	4	Administracao	4	987654321
Vanessa	911887776	10000	943775543	4	Administracao	4	987654321
Asdrubal	123456789	5000	NULL	4	Administracao	4	987654321

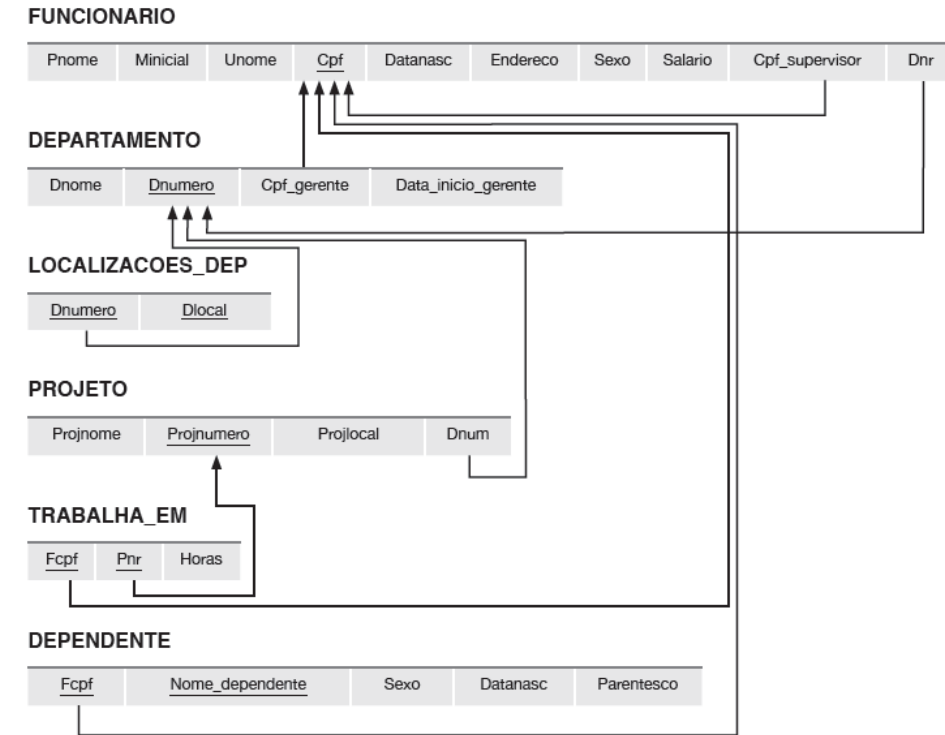
SQL:

**SELECT \* FROM funcionario  
INNER JOIN departamento ON (dnr= dnumero);**

# Cálculo relacional de tupla: AUTO RELACIONAMENTO

Para cada funcionário recupere o nome completo do funcionário e do seu supervisor imediato

{f.Pnome, f.Unome, s.Pnome, s.Unome |  
**FUNCIONARIO(f) AND** ( $\exists$ s) **FUNCIONARIO(s)**  
**AND** f.cpf\_supervisor=s.cpf}



# Cálculo relacional de tupla: UNIÃO

ALUNO

Pn	Un
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

PROFESSOR

Pnome	Unome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

U

=

ALUNO U PROFESSOR

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

ALUNO U PROFESSOR  
{t | ALUNO(t) OR PROFESSOR(t)}



# Cálculo relacional de tupla: INTERSECÇÃO

ALUNO

Pn	Un
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

∩

PROFESSOR

Pnome	Unome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

=

ALUNO ∩ PROFESSOR

Pn	Un
Susana	Yao
Ronaldo	Lima

ALUNO ∩ PROFESSOR  
 $\{t \mid \text{ALUNO}(t) \text{ AND } \text{PROFESSOR}(t)\}$



# Cálculo relacional de tupla: DIFERENÇA

ALUNO

Pn	Un
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

PROFESSOR

Pnome	Unome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

ALUNO - PROFESSOR

Pn	Un
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

ALUNO - PROFESSOR

$\{t \mid \text{ALUNO}(t) \text{ AND NOT PROFESSOR}(t)\}$



# Cálculo relacional de tupla: DIFERENÇA

PROFESSOR

Pnome	Unome
João	Silva
Ricardo	Braga
Susana	Yao
Francisco	Leme
Ronaldo	Lima

ALUNO

Pn	Un
Susana	Yao
Ronaldo	Lima
José	Gonçalves
Barbara	Pires
Ana	Tavares
Jonas	Wang
Ernesto	Gilberto

-

=

PROFESSOR - ALUNO

Pn	Un
João	Silva
Ricardo	Braga
Francisco	Leme

PROFESSOR - ALUNO

$\{t \mid \text{PROFESSOR}(t) \text{ AND NOT ALUNO}(t)\}$





# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR EXISTENCIAL

- O quantificador existencial  $\exists$  : uma fórmula  $(\exists t)(F)$  será **VERDADEIRA** se **existir alguma** tupla que faça **F VERDADEIRA**
- Exemplo:
  - Recupere os nomes e os endereços de todos os funcionários que trabalham para o departamento 'Engenharia'.

{t.nome, t.endereço | FUNCIONARIO(t)

**AND** ( $\exists d$ ) (**DEPARTAMENTO(d)** **AND** d.nome='Engenharia' **AND** d.numero=t.dnr)}



# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR EXISTENCIAL

- Exemplo:
  - Recupere os nomes e os endereços de todos os funcionários que trabalham para o departamento 'Engenharia'.

$\{t.\text{nome}, t.\text{endereço} \mid \text{FUNCIONARIO}(t) \text{ AND } (\exists d) (\text{DEPARTAMENTO}(d) \text{ AND } d.\text{nome} = \text{'Engenharia'} \text{ AND } d.\text{numero} = t.\text{dnr})\}$

**VERDADEIRO**                      **FALSO**                      **VERDADEIRO**

FUNCIONARIO

Id	pnome	endereço	...	dnr
1163	Claudia	Rua A	...	1
1164	Jorge	Rua B	...	3
1165	Moacir	Rua C	...	4
1167	Caio	Rua D	...	3

DEPARTAMENTO

dnome	dnumero	...
Informática	1	...
Engenharia	3	...
Recursos Humanos	4	...



# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR EXISTENCIAL

- Exemplo:
  - Recupere os nomes e os endereços de todos os funcionários que trabalham para o departamento 'Engenharia'.

$\{t.\text{nome}, t.\text{endereço} \mid \text{FUNCIONARIO}(t) \text{ AND } (\exists d) (\text{DEPARTAMENTO}(d) \text{ AND } d.\text{nome} = \text{'Engenharia'} \text{ AND } d.\text{numero} = t.\text{dnr})\}$

**VERDADEIRO**                      **VERDADEIRO**                      **VERDADEIRO**

**FUNCIONARIO**

<u>Id</u>	pnome	endereço	...	dnr
1163	Claudia	Rua A	...	1
1164	Jorge	Rua B	...	3
1165	Moacir	Rua C	...	4
1167	Caio	Rua D	...	3

**DEPARTAMENTO**

dnome	dnumero	...
Informática	1	...
Engenharia	3	...
Recursos Humanos	4	...



# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR EXISTENCIAL

- Exemplo:
  - Recupere os nomes e os endereços de todos os funcionários que trabalham para o departamento 'Engenharia'.

{t.nome, t.endereço | FUNCIONARIO(**t**)

AND ( $\exists$ **d**) (DEPARTAMENTO(**d**) AND **d.nome**='Engenharia' AND **d.numero**=**t.dnr**)}

FUNCIONARIO

Id	pnome	endereço	...	dnr
1163	Claudia	Rua A	...	1
1164	Jorge	Rua B	...	3
1165	Moacir	Rua C	...	4
1167	Caio	Rua D	...	3

DEPARTAMENTO

dnome	dnumero	...
Informática	1	...
Engenharia	3	...
Recursos Humanos	4	...

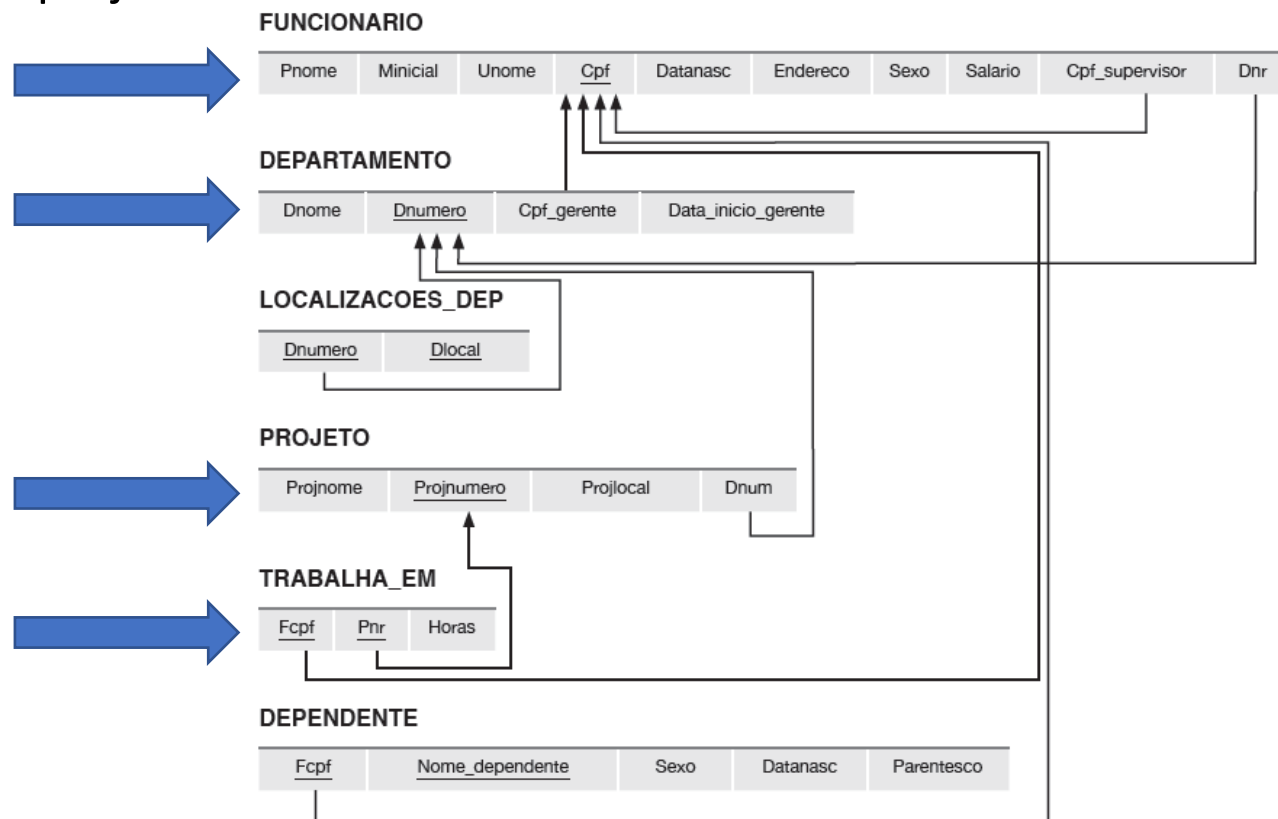


dnome	endereço
Jorge	Rua B
Caio	Rua D



# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR EXISTENCIAL

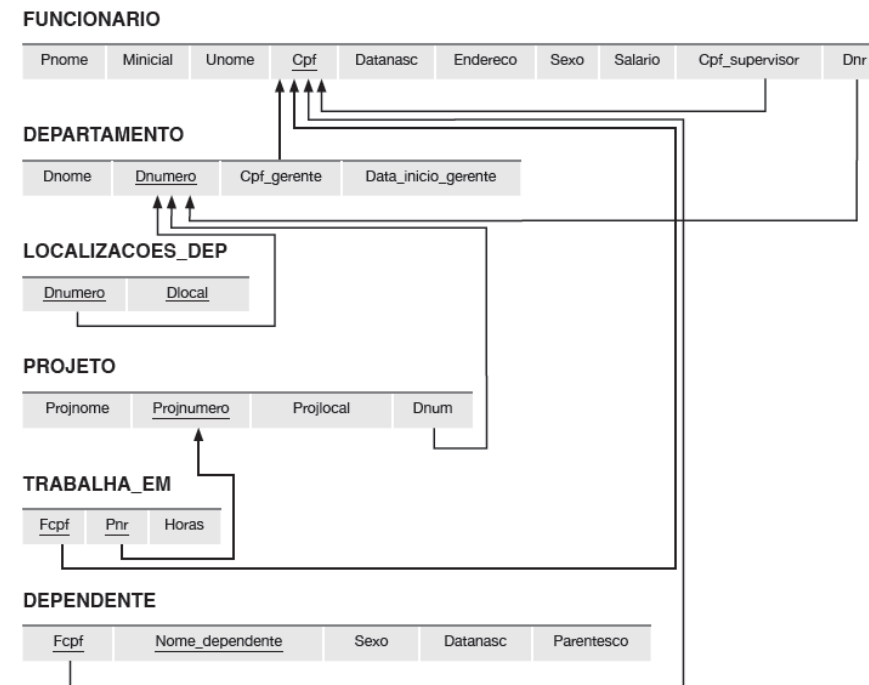
- Exemplo:
  - Retorne o identificador dos **PROJETOS** que envolvam um **FUNCIONÁRIO** cujo último nome seja Silva. Esse funcionário pode, **ou** **TRABALHAR** no projetos **ou** ser gerente do **DEPARTAMENTO** que controla esse projeto



# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR EXISTENCIAL

- Exemplo:
  - Retorne o identificador dos PROJETOS que envolvam um FUNCIONÁRIO cujo último nome seja Silva. Esse funcionário pode, ou TRABALHAR no projetos ou ser gerente do DEPARTAMENTO que controla esse projeto

```
{p.projnumero | PROJETO(p) AND (  
    (Silva que trabalha no projeto)  
OR  
    (Silva que é gerente do departamento que controla o projeto)  
)}
```

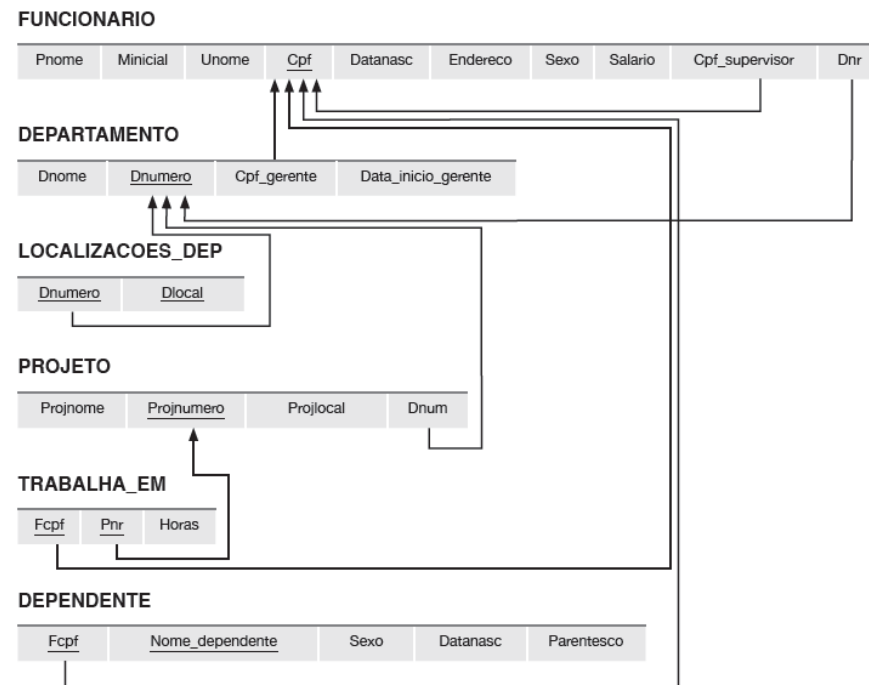


# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR EXISTENCIAL

- Exemplo:

- Retorne o identificador dos PROJETOS que envolvam um FUNCIONÁRIO cujo último nome seja Silva. Esse funcionário pode, ou TRABALHAR no projetos ou ser gerente do DEPARTAMENTO que controla esse projeto

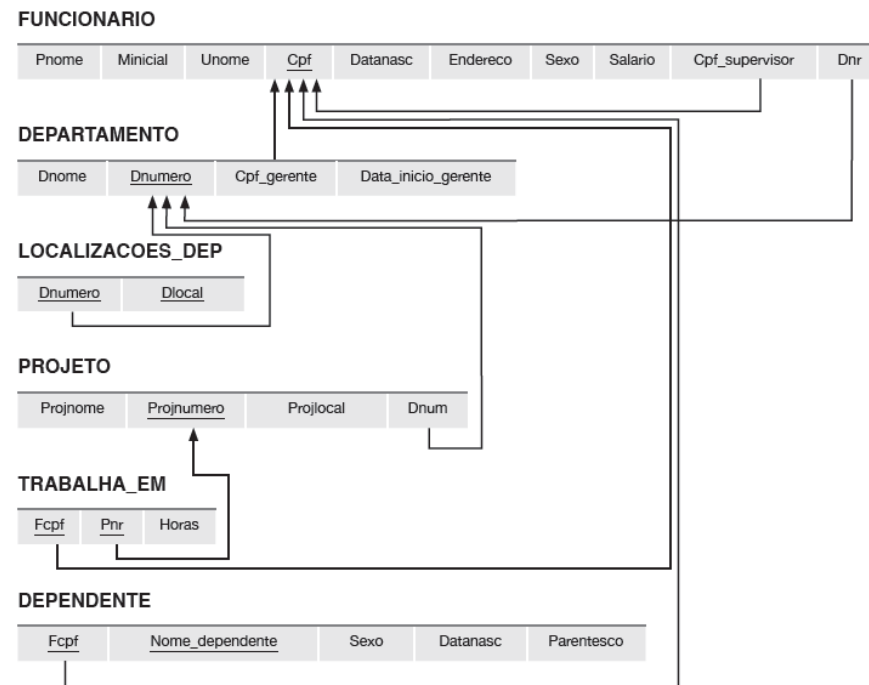
```
{ p.projnumero | PROJETO(p) AND (  
  ((∃f)(∃t) FUNCIONARIO (f) AND TRABALHA_EM (t) AND t.pnr=p.projnumero  
  AND f.unome='Silva' AND f.cpf=t.fcpf)  
OR  
  (  
    Silva que é gerente do departamento que controla o projeto  
  )  
)}
```



# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR EXISTENCIAL

- Exemplo:
  - Retorne o identificador dos PROJETOS que envolvam um FUNCIONÁRIO cujo último nome seja Silva. Esse funcionário pode, ou TRABALHAR no projetos ou ser gerente do DEPARTAMENTO que controla esse projeto

```
{ p.projnumero | PROJETO(p) AND (  
  ((∃f)(∃t) FUNCIONARIO (f) AND TRABALHA_EM (t) AND t.pnr=p.projnumero  
  AND f.unome='Silva' AND f.cpf=t.fcpf)  
  OR  
  ((∃m)(∃d) FUNCIONARIO (m) AND DEPARTAMENTO (d) AND  
  p.dnum=d.dnumero AND d.cpf_gerente=m.cpf AND m.unome='Silva')  
)}
```





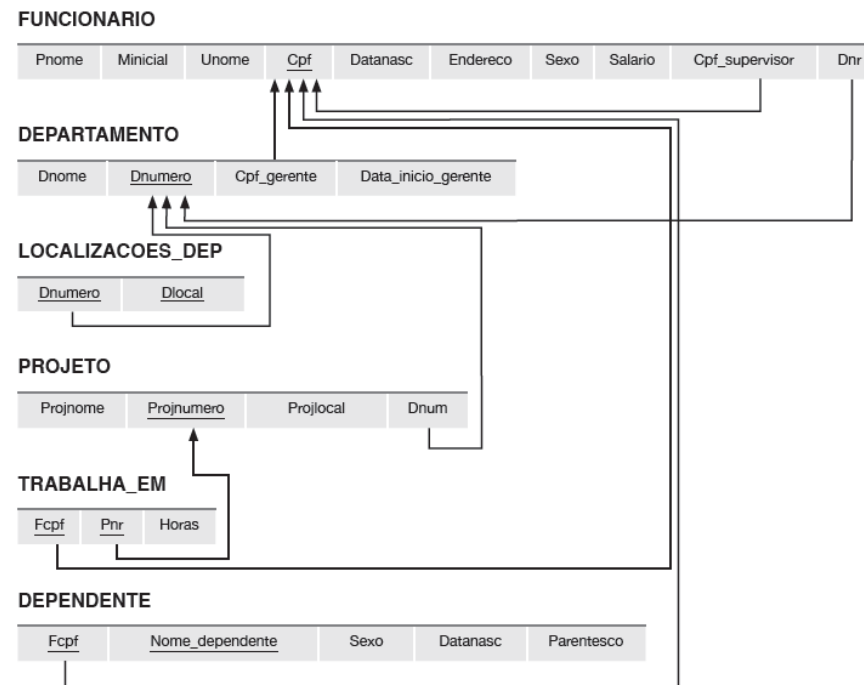
# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR UNIVERSAL

- O quantificador universal  $\forall$  : uma fórmula  $(\forall t)(F)$  será **VERDADEIRA** se **toda** tupla que puder ser associada a **t** em **F** for substituída por **t** e **F** for **VERDADEIRA** para cada uma dessas substituições

Exemplo:

**Encontre o nome dos departamentos que controlam  
TODOS os projetos localizados em Stanford**

$\{d.dnome \mid \text{DEPARTAMENTO}(d) \textbf{ AND } ($   
 $(\forall p)(\text{NOT}(\text{PROJETO}(p)) \textbf{ OR NOT}(p.\text{projlocal}=\text{'Stanford'}) \textbf{ OR}$   
 $p.dnum=d.dnumero \textbf{ )}\}$



# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR UNIVERSAL

- Exemplo:

- Encontre o nome dos departamentos que controlam TODOS os projetos localizados em Stanford

$\{d.dnome \mid \text{DEPARTAMENTO}(d) \text{ AND } (\forall p)(\text{NOT}(\text{PROJETO}(p)) \text{ OR NOT}(p.projlocal='Stanford') \text{ OR } p.dnum=d.dnumero) \}$

DEPARTAMENTO

<u>dnumero</u>	dnome	...
1	Administração	...
2	Computação	...
3	Engenharia	...
4	Pesquisa	...

PROJETO

<u>projnumero</u>	projlocal	dnum
1	Stanford	2
2	Sugarland	3
3	Stanford	2
4	Houston	4

OR			
A	B	C	Resultado
F	F	F	F
V	...	...	V
...	V	...	V
...	...	V	V

Teste para dnumero=1

- p.projnumero 1 → NOT(TRUE); NOT(TRUE); FALSE → FALSE OR FALSE OR FALSE → **FALSE**
- p.projnumero 2 → NOT(TRUE); NOT(FALSE); FALSE → FALSE OR TRUE OR FALSE → **TRUE**
- p.projnumero 3 → NOT(TRUE); NOT(TRUE); FALSE → FALSE OR FALSE OR FALSE → **FALSE**
- p.projnumero 4 → NOT(TRUE); NOT(FALSE); FALSE → FALSE OR TRUE OR FALSE → **TRUE**



# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR UNIVERSAL

- Exemplo:

- Encontre o nome dos departamentos que controlam TODOS os projetos localizados em Stanford

$\{d.dnome \mid \text{DEPARTAMENTO}(d) \text{ AND } ($

$(\forall p)(\text{NOT}(\text{PROJETO}(p)) \text{ OR NOT}(p.projlocal='Stanford') \text{ OR } p.dnum=d.dnumero )\}$

DEPARTAMENTO

<u>dnumero</u>	dnome	...
1	Administração	...
2	Computação	...
3	Engenharia	...
4	Pesquisa	...

PROJETO

<u>projnumero</u>	projlocal	dnum
1	Stanford	2
2	Sugarland	3
3	Stanford	2
4	Houston	4

Teste para dnumero=1

- p.projnumero 1  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR FALSE OR FALSE} \rightarrow \text{FALSE}$
- p.projnumero 2  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{FALSE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR TRUE OR FALSE} \rightarrow \text{TRUE}$
- p.projnumero 3  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR FALSE OR FALSE} \rightarrow \text{FALSE}$
- p.projnumero 4  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{FALSE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR TRUE OR FALSE} \rightarrow \text{TRUE}$

O quantificador é FALSE e o departamento Administração não entra na resposta



# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR UNIVERSAL

- Exemplo:

- Encontre o nome dos departamentos que controlam TODOS os projetos localizados em Stanford

$\{d.dnome \mid \text{DEPARTAMENTO}(d) \text{ AND } ($

$(\forall p)(\text{NOT}(\text{PROJETO}(p)) \text{ OR NOT}(p.\text{projlocal}=\text{'Stanford'}) \text{ OR } p.\text{dnum}=d.\text{dnumero} )\}$

DEPARTAMENTO

<u>dnumero</u>	dnome	...
1	Administração	...
2	Computação	...
3	Engenharia	...
4	Pesquisa	...

PROJETO

<u>projnumero</u>	projlocal	dnum
1	Stanford	2
2	Sugarland	3
3	Stanford	2
4	Houston	4

Teste para dnumero=2

- p.projnumero 1  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{TRUE} \rightarrow \text{FALSE OR FALSE OR TRUE} \rightarrow \text{TRUE}$
- p.projnumero 2  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{FALSE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR TRUE OR FALSE} \rightarrow \text{TRUE}$
- p.projnumero 3  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{TRUE} \rightarrow \text{FALSE OR FALSE OR TRUE} \rightarrow \text{TRUE}$
- p.projnumero 4  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{FALSE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR TRUE OR FALSE} \rightarrow \text{TRUE}$



# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR UNIVERSAL

- Exemplo:

- Encontre o nome dos departamentos que controlam TODOS os projetos localizados em Stanford

$\{d.dnome \mid \text{DEPARTAMENTO}(d) \text{ AND } ($

$(\forall p)(\text{NOT}(\text{PROJETO}(p)) \text{ OR NOT}(p.projlocal='Stanford') \text{ OR } p.dnum=d.dnumero )\}$

DEPARTAMENTO

<u>dnumero</u>	dnome	...
1	Administração	...
2	Computação	...
3	Engenharia	...
4	Pesquisa	...

PROJETO

<u>projnumero</u>	projlocal	dnum
1	Stanford	2
2	Sugarland	3
3	Stanford	2
4	Houston	4

Teste para dnumero=2

- p.projnumero 1  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{TRUE} \rightarrow \text{FALSE OR FALSE OR TRUE} \rightarrow \text{TRUE}$
- p.projnumero 2  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{FALSE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR TRUE OR FALSE} \rightarrow \text{TRUE}$
- p.projnumero 3  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{TRUE} \rightarrow \text{FALSE OR FALSE OR TRUE} \rightarrow \text{TRUE}$
- p.projnumero 4  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{FALSE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR TRUE OR FALSE} \rightarrow \text{TRUE}$

O quantificador é TRUE e o departamento Computação entra na resposta



# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR UNIVERSAL

- Exemplo:

- Encontre o nome dos departamentos que controlam TODOS os projetos localizados em Stanford

$\{d.dnome \mid \text{DEPARTAMENTO}(d) \text{ AND } ($

$(\forall p)(\text{NOT}(\text{PROJETO}(p)) \text{ OR NOT}(p.projlocal='Stanford') \text{ OR } p.dnum=d.dnumero )\}$

DEPARTAMENTO

<u>dnumero</u>	dnome	...
1	Administração	...
2	Computação	...
3	Engenharia	...
4	Pesquisa	...

PROJETO

<u>projnumero</u>	projlocal	dnum
1	Stanford	2
2	Sugarland	3
3	Stanford	2
4	Houston	4

Teste para dnumero=3

- p.projnumero 1  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR FALSE OR FALSE} \rightarrow \text{FALSE}$
- p.projnumero 2  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{FALSE}); \text{TRUE} \rightarrow \text{FALSE OR TRUE OR FALSE} \rightarrow \text{TRUE}$
- p.projnumero 3  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR FALSE OR FALSE} \rightarrow \text{FALSE}$
- p.projnumero 4  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{FALSE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR TRUE OR FALSE} \rightarrow \text{TRUE}$



# Cálculo relacional de tupla: QUANTIFICADOR UNIVERSAL

- Exemplo:

- Encontre o nome dos departamentos que controlam TODOS os projetos localizados em Stanford

$\{d.dnome \mid \text{DEPARTAMENTO}(d) \text{ AND } ($

$(\forall p)(\text{NOT}(\text{PROJETO}(p)) \text{ OR NOT}(p.projlocal='Stanford') \text{ OR } p.dnum=d.dnumero )\}$

DEPARTAMENTO

<u>dnumero</u>	dnome	...
1	Administração	...
2	Computação	...
3	Engenharia	...
4	Pesquisa	...

PROJETO

<u>projnumero</u>	projlocal	dnum
1	Stanford	2
2	Sugarland	3
3	Stanford	2
4	Houston	4

Teste para dnumero=3

- p.projnumero 1  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR FALSE OR FALSE} \rightarrow \text{FALSE}$
- p.projnumero 2  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{FALSE}); \text{TRUE} \rightarrow \text{FALSE OR TRUE OR FALSE} \rightarrow \text{TRUE}$
- p.projnumero 3  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR FALSE OR FALSE} \rightarrow \text{FALSE}$
- p.projnumero 4  $\rightarrow \text{NOT}(\text{TRUE}); \text{NOT}(\text{FALSE}); \text{FALSE} \rightarrow \text{FALSE OR TRUE OR FALSE} \rightarrow \text{TRUE}$

O quantificador é FALSE e o departamento Engenharia não entra na resposta



# Transformando quantificadores

- É possível transformar um **quantificador universal** em um **quantificador existencial**, e vice-versa, para obter uma expressão equivalente.
- Uma transformação geral pode ser descrita informalmente da seguinte forma:
  - Transformar um tipo de quantificador no outro com a negação (precedida por NOT);
  - AND e OR substituem um ao outro
  - Uma fórmula negada torna-se não negada; e uma fórmula não negada torna-se negada.

- Exemplos:

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

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

$$(\forall x) (P(x) \text{ AND } Q(x)) \equiv \text{NOT } (\exists x) (\text{NOT } (P(x)) \text{ OR } \text{NOT } (Q(x)))$$

$$(\forall x) (P(x) \text{ OR } Q(x)) \equiv \text{NOT } (\exists x) (\text{NOT } (P(x)) \text{ AND } \text{NOT } (Q(x)))$$

$$(\exists x) (P(x) \text{ OR } Q(x)) \equiv \text{NOT } (\forall x) (\text{NOT } (P(x)) \text{ AND } \text{NOT } (Q(x)))$$

$$(\exists x) (P(x) \text{ AND } Q(x)) \equiv \text{NOT } (\forall x) (\text{NOT } (P(x)) \text{ OR } \text{NOT } (Q(x)))$$





# Transformando quantificadores

Exemplo:

- **Encontre o nome dos departamentos que controlam TODOS os projetos localizados em Stanford**

$\{d.dnome \mid \text{DEPARTAMENTO}(d) \text{ AND } (\forall p)(\text{NOT}(\text{PROJETO}(p)) \text{ OR NOT}(p.projlocal='Stanford') \text{ OR } p.dnum=d.dnumero )\}$

**Equivale a:**

$\{d.dnome \mid \text{DEPARTAMENTO}(d) \text{ AND } \text{NOT } (\exists p) (\text{PROJETO}(p) \text{ AND } p.projlocal='Stanford' \text{ AND NOT}(p.dnum=d.dnumero) )\}$





Banco de Dados

---

# Linguagens relacionais

## Cálculo relacional de domínio



FACOM - UFMS

---

Vanessa Borges

[vanessa.a.borges@ufms.br](mailto:vanessa.a.borges@ufms.br)

# Cálculo relacional de DOMÍNIO

O cálculo de domínio difere do cálculo de tupla no **tipo das variáveis** usadas nas fórmulas: em vez de ter variáveis percorrendo as tuplas, elas o fazem por valores isolados dos domínios de atributos.

- $\{x_1, x_2, \dots, x_n \mid \text{COND}(x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{n+m})\}$ 
  - $x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{n+m}$ : são variáveis de domínio que percorrem os domínios dos atributos
  - **COND**: é uma condição ou fórmula
- De forma simplificada pode-se remover as vírgulas da lista de variáveis
- Para relações de **grau n** precisamos ter **n variáveis de domínio**.
- Pode-se utilizar os quantificadores **existencial** ( $\exists$ ) e **universal** ( $\forall$ ) do cálculo relacional de tupla.



# Cálculo relacional de DOMÍNIO

- Exemplo: Listar a **data de nascimento** e o **endereço** do funcionário cujo **nome** é 'João B Silva'.

FUNCIONARIO

pnome	minicial	unome	cpf	datanasc	endereco	sexo	salario	cpf_supervisor	dnr
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	12345678	1
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Housto, TX	M	40000	888665555	5
João	B	Silva	12345678	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5

Uma variável para cada domínio do atributo

**q**      **r**      **s**      **t**      **u**      **v**      **w**      **x**      **y**      **z**

$\{u, v \mid (\exists q) (\exists r) (\exists s) (\exists t) (\exists w) (\exists x) (\exists y) (\exists z) (\text{FUNCIONARIO}(q,r,s,t,u,v,w,x,y,z) \text{ AND } q='Jo\tilde{a}o' \text{ AND } r='B' \text{ AND } s='Silva')\}$

Simplificação:

$\{u, v \mid (\exists q) (\exists r) (\exists s) (\text{FUNCIONARIO}(q,r,s,t,u,v,w,x,y,z) \text{ AND } q='Jo\tilde{a}o' \text{ AND } r='B' \text{ AND } s='Silva')\}$

ou

$\{u, v \mid (\exists q) (\exists r) (\exists s) (\text{FUNCIONARIO}(qrstuvwxyz) \text{ AND } q='Jo\tilde{a}o' \text{ AND } r='B' \text{ AND } s='Silva')\}$



# Cálculo relacional de DOMÍNIO

- Exemplo: Listar os **nomes** dos **gerentes** que têm pelo menos um **dependente**

pnome	minicial	unome	cpf	datanasc	endereco	sexo	salario	cpf_supervisor	dnr
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	12345678	1
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Housto, TX	M	40000	888665555	5

q            r        s        t            u                    v            w        x            y        z

dnome	cpf_gerente	data_inicio_gerente	dnumero
Pesquisa	333445555	22/05/1988	3
Administracao	987654321	01/01/1995	4
Sede_administrativa	888665555	19/06/1981	1

h                    i                    j                    k

fcpf	nome dependente	sexo	datanasc	parentesco
333445555	Alice	F	05/04/1986	FILHA
333445555	Theodore	M	25/10/1983	FILHO
333445555	Joy	F	03/05/1958	CONJUGE
987654321	Michael	M	04/01/1988	FILHO
888665555	Alice	F	30/12/1988	FILHA
888665555	Elizabeth	F	05/05/1967	CONJUGE

l                    m                    n        o                    p

$\{q, s \mid (\exists t)(\exists i)(\exists l)(\text{FUNCIONARIO}(qrstuvwxyz) \text{ AND } \text{DEPARTAMENTO}(hijk) \text{ AND } \text{DEPENDENTE}(lmnop) \text{ AND } t=i \text{ AND } l=t)\}$

# Cálculo relacional de DOMÍNIO

- Exemplo: Listar o nome dos funcionários que **não possuem dependentes**

FUNCIONARIO

pnome	minicial	unome	cpf	datanasc	endereço	sexo	salario	cpf_supervisor	dnr
James	E	Borg	1	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1
Jennifer	S	Wallace	2	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	1	4
Franklin	T	Wong	3	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	1	5

q

r

s

t

u

v

w

x

y

z

DEPENDENTE

fcpf	nome dependente	sexo	datanasc	parentesco
3	Alice	F	05/04/1986	FILHA
3	Theodore	M	25/10/1983	FILHO
3	Joy	F	03/05/1958	CONJUGE
2	Michael	M	04/01/1988	FILHO

l

m

n

o

p

$\{q, s \mid (\exists t)(\text{FUNCIONARIO}(qrstuvwxyz) \text{ AND } (\text{NOT } (\exists l) \text{ DEPENDENTE}(lmnop) \text{ AND } t=l))\}$

$\{q, s \mid (\exists t)(\text{FUNCIONARIO}(qrstuvwxyz) \text{ AND } ((\forall l) \text{ NOT DEPENDENTE}(lmnop) \text{ OR } \text{NOT}(t=l)))\}$



# Resumo

