

Álgebra Relacional

Carina F. Dorneles
dorneles@inf.ufsc.br

Parte II



Relembrando...

- **Seleção** de linhas, usando condições
 - Seleção - σ
 - **Projeção** de colunas
 - Projeção - π
 - **Junção** de tabelas
 - Produto Cartesiano - \times
 - **Alteração dos nomes** de tabelas e atributos
 - Renomeação - ρ
-

Operadores

- Seleção - σ
 - Projeção - π
 - Produto Cartesiano - \times
 - Renomeação - ρ
 - Junção - \bowtie
 - Diferença - $-$
 - União - \cup
 - Intersecção - \cap
 - Divisão - \div
-

Banco de dados Exemplo



Livro

<u>Codigo</u>	Título	Ano	NrPaginas
LI005	Web e Banco de dados	2013	330
LI670	Introdução a Banco de Dados	2000	500
LI340	Programação C	2012	250
LI003	Algoritmos e Lógica	2000	700

Pessoa

<u>Codigo</u>	Nome	Idade	fone	CodEsposa	Sexo
PE02	Aninha	23	9999.9999	NULL	F
PE10	Paulinho	20	8888.8888	NULL	M
PE87	Juca	34	7777.7777	PE02	M
PE23	Luana	30	6666.6666	NULL	F
PE54	Beto	28	5555.5555	PE23	M

Empréstimo

<u>CodLivro</u>	<u>CodPessoa</u>	<u>Data</u>	<u>Hora</u>	<u>Responsavel</u>
LI005	PE02	10/10/2000	8:00	PE02
LI670	PE02	10/10/2000	8:00	PE02
LI340	PE23	01/11/2000	11:50	NULL
LI003	PE54	20/11/2000	10:00	NULL
LI005	PE10	11/11/2000	14:00	PE10
LI670	PE87	23/05/2001	16:15	PE10

Junção – \bowtie_{θ}

- Junta tuplas das relações, dada uma condição de junção – operação **binária**
- Sintaxe:

$\langle \text{relação}_1 \rangle \bowtie_{\theta} \langle \text{relação}_2 \rangle$

- Onde:
 - $\langle \text{relação}_i \rangle$: nome da relação que se deseja recuperar dados
 - Θ = $\langle \text{condicao de junção} \rangle$, que é uma expressão booleana que envolve literais e valores de atributos da tabela
 - O parâmetro $\langle \text{relação} \rangle$ pode ser outra expressão algébrica, pois uma expressão algébrica retorna uma relação
-

Junção - exemplo

- Q1: Recuperar título e ano dos livros emprestados

Livro

<u>Codigo</u>	<u>Título</u>	<u>Ano</u>	<u>NrPaginas</u>
LI005	Web e Banco de dados	2013	330
LI670	Introdução a Banco de Dados	2000	500
LI340	Programação C	2012	250
LI003	Algoritmos e Lógica	2000	700
LI999	Introdução à Computação	2010	200

Empréstimo

<u>CodLivro</u>	<u>CodPessoa</u>	<u>Data</u>	<u>Hora</u>
LI005	PE02	10/10/2000	8:00
LI670	PE02	10/10/2000	8:00
LI340	PE23	01/11/2000	11:50
LI003	PE54	20/11/2000	10:00
LI005	PE10	11/11/2000	14:00
LI670	PE87	23/05/2001	16:15

Junção - exemplo

- Q1: Recuperar título e ano dos livros emprestados

π titulo, ano (Livro  `codigo = codLivro` Emprestimo)

Junção vs Produto Cartesiano - exemplo

- Q1: Recuperar titulo e ano dos livros emprestados

π titulo, ano (σ codigo = codLivro (Livro \times Emprestimo))

São necessários
três operadores

π titulo, ano (Livro \bowtie codigo = codLivro Emprestimo)

São necessários
dois operadores

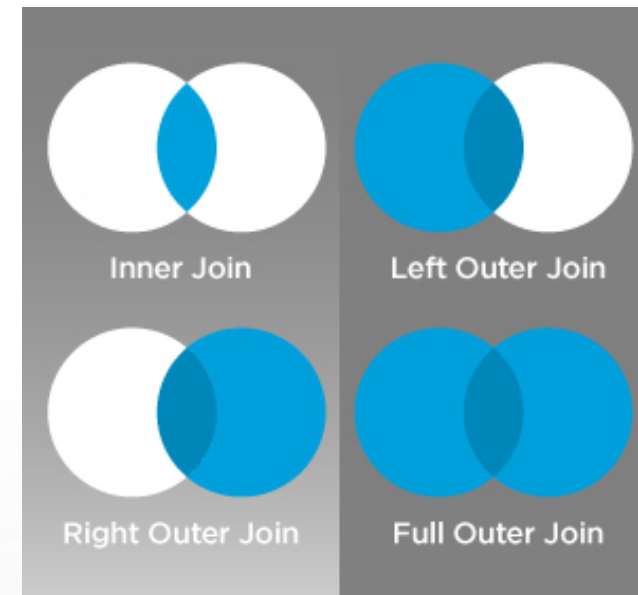
Tipos de Junção

- Inner Join

- [Inner] Join \bowtie_{θ}
- Natural Join \bowtie

- Outer Join

- Left [Outer] Join \bowtie_{\leftarrow}
- Right [Outer] Join \bowtie_{\rightarrow}
- Full [Outer] Join $\bowtie_{\overline{}}$



Junção natural – ⋈

- **Junta** tuplas das relações, pela igualdade dos valores de atributos de mesmo nome – operação **binária**
- Sintaxe:

`<relação_1> ⋈ <relação_2>`

- Onde:
 - `<relação_i>`: **nome da relação** que se deseja recuperar dados
 - O parâmetro `<relação>` **pode ser outra expressão algébrica**, pois uma expressão algébrica retorna uma relação
-

Junção natural - exemplo

- Q1: Recuperar título e ano dos livros emprestados

Livro

<u>CodLivro</u>	Título	Ano	NrPaginas
LI005	Web e Banco de dados	2013	330
LI670	Introdução a Banco de Dados	2000	500
LI340	Programação C	2012	250
LI003	Algoritmos e Lógica	2000	700
LI999	Introdução à Computação	2010	200

Empréstimo

<u>CodLivro</u>	<u>CodPessoa</u>	<u>Data</u>	<u>Hora</u>
LI005	PE02	10/10/2000	8:00
LI670	PE02	10/10/2000	8:00
LI340	PE23	01/11/2000	11:50
LI003	PE54	20/11/2000	10:00
LI005	PE10	11/11/2000	14:00
LI670	PE87	23/05/2001	16:15

Junção natural - exemplo

- Q1: Recuperar título e ano dos livros emprestados

Atributos de mesmo nome

Livro

<u>CodLivro</u>	Título	Ano	NrPaginas
LI005	Web e Banco de dados	2013	330
LI670	Introdução a Banco de Dados	2000	500
LI340	Programação C	2012	250
LI003	Algoritmos e Lógica	2000	700
LI999	Introdução à Computação	2010	200

Empréstimo

<u>CodLivro</u>	<u>CodPessoa</u>	<u>Data</u>	<u>Hora</u>
LI005	PE02	10/10/2000	8:00
LI670	PE02	10/10/2000	8:00
LI340	PE23	01/11/2000	11:50
LI003	PE54	20/11/2000	10:00
LI005	PE10	11/11/2000	14:00
LI670	PE87	23/05/2001	16:15

Junção natural - exemplo

- Q1: Recuperar título e ano dos livros emprestados

π titulo, ano (Livro \bowtie Emprestimo)

Junção natural - exemplo

- Q1: Recuperar titulo e ano dos livros emprestados

π titulo, ano (Livro  Empréstimo)

Usará como **condição de junção** a igualdade entre os **atributos de mesmo nome**



Junção natural - exemplo

- Q1: Recuperar titulo e ano dos livros emprestados

Se as tabelas tiverem mais de um atributo de mesmo nome, todos serão considerados

mesmo nome



INNER JOIN

- Recupera tuplas que satisfaçam a condição de junção
- No caso do Natural join, a condição de junção é dada pela igualdade dos valores de atributos de mesmo nome
 - Q2: Livros emprestados:

Livro

<u>Codig o</u>	Título	Ano	NrPaginas
LI005	Web e Banco de dados	2013	330
LI670	Introdução a Banco de Dados	2000	500
LI340	Programação C	2012	250
LI003	Algoritmos e Lógica	2000	700
LI888	Computação e Engenharia	20112	1050
LI777	Arquitetura de Computadores	2000	890
LI999	Introdução à Computação	2010	200

Empréstimo

<u>CodLivr o</u>	<u>CodPessoa</u>	<u>Data</u>	<u>Hora</u>
LI005	PE02	10/10/2000	8:00
LI670	PE02	10/10/2000	8:00
LI340	PE23	01/11/2000	11:50
LI003	PE54	20/11/2000	10:00
LI005	PE10	11/11/2000	14:00
LI670	PE87	23/05/2001	16:15

INNER JOIN

- Recupera tuplas que satisfaçam a condição de junção
- No caso do Natural join, a condição de junção é dada pela igualdade dos valores de atributos de mesmo nome
 - Q2: Livros emprestados:

Livro

<u>codigo</u>	Título	Ano	NrPaginas
LI005	Web e Banco de dados	2013	330
LI670	Introdução a Banco de Dados	2000	500
LI340	Programação C	2012	250
LI003	Algoritmos e Lógica	2000	700
LI835	Computação e Engenharia	2011	1050
LI777	Arquitetura de Computadores	2000	890
LI999	Introdução à Computação	2010	200

Empréstimo

<u>CodLivro</u>	<u>CodPessoa</u>	<u>Data</u>	<u>Hora</u>
LI005	PE02	10/10/2000	8:00
LI670	PE02	10/10/2000	8:00
LI340	PE23	01/11/2000	11:50
LI003	PE54	20/11/2000	10:00
LI005	PE10	11/11/2000	14:00
LI670	PE87	23/05/2001	16:15




Não estarão no resultado do INNER JOIN
pois a condição para junção seria `codigo=codlivro`

Junção Externa

- Algumas vezes, também é necessário saber **quais as tuplas que não satisfazem a condição**
 - Q3: **titulo de todos os livros e datas** de empréstimo daqueles que foram **emprestados**

Título	Data_Emprestimo
Web e Banco de dados	10/10/2000
Web e Banco de dados	11/11/2000
Introdução a Banco de Dados	10/10/2000
Introdução a Banco de Dados	23/05/2001
Programação C	01/11/2000
Algoritmos e Lógica	20/11/2000
Computação e Engenharia	NULL
Arquitetura de Computadores	NULL
Introdução à Computação	NULL

Junção Externa

- Outer Join
 - Left [Outer] Join 
 - Right [Outer] Join 
 - Full [Outer] Join 
-

LEFT [OUTER] JOIN


- Obtém como resultado uma relação que possui:
 - as tuplas que obedecem a condição de junção
 - as tuplas da relação à esquerda do operador que não estão na relação à direita
- Sintaxe:

`<relação_1>  <relação_2>`

- Onde:
 - `<relação_i>`: nome da relação que se deseja recuperar dados
-

LEFT JOIN - Exemplo

- Q3: titulo de todos os livros e datas de empréstimo daqueles que foram emprestados

π titulo, data (Livro  Emprestimo)

Título	Data_Emprestimo
Web e Banco de dados	10/10/2000
Web e Banco de dados	11/11/2000
Introdução a Banco de Dados	10/10/2000
Introdução a Banco de Dados	23/05/2001
Programação C	01/11/2000
Algoritmos e Lógica	20/11/2000
Computação e Engenharia	NULL
Arquitetura de Computadores	NULL
Introdução à Computação	NULL

RIGHT [OUTER] JOIN θ

- Obtém como resultado uma relação que possui:
 - as tuplas que obedecem a condição de junção
 - as tuplas da relação à direita do operador que não estão na relação à esquerda
- Sintaxe:

`<relação_1>  <relação_2>`
 θ

- Onde:
 - `<relação_i>`: nome da relação que se deseja recuperar dados
-

RIGHT JOIN - Exemplo

- Q3: titulo de todos os livros e datas de empréstimo daqueles que foram emprestados

π titulo, data (Emprestimo \bowtie `codigo = codLivro` Livro)

Título	Data_Emprestimo
Web e Banco de dados	10/10/2000
Web e Banco de dados	11/11/2000
Introdução a Banco de Dados	10/10/2000
Introdução a Banco de Dados	23/05/2001
Programação C	01/11/2000
Algoritmos e Lógica	20/11/2000
Computação e Engenharia	NULL
Arquitetura de Computadores	NULL
Introdução à Computação	NULL

FULL [OUTER] JOIN

- Obtém como resultado uma relação que possui:
 - as tuplas que obedecem a condição de junção
 - as tuplas da relação à direita do operador que não estão na relação à esquerda
 - as tuplas da relação à esquerda do operador que não estão na relação à direita
- Sintaxe:

`<relação_1>  <relação_2>`

- Onde:
 - `<relação_i>`: nome da relação que se deseja recuperar dados
-

FULL JOIN - Exemplo

- Q3: Datas de empréstimos e nomes dos responsáveis. Aqueles empréstimos sem responsáveis, e pessoas não responsabilizadas por empréstimos também devem aparecer no resultado

Livro


<u>CodLivro</u>	<u>CodPessoa</u>	<u>Data</u>	<u>Hora</u>	<u>Responsavel</u>
LI005	PE02	10/10/2000	8:00	PE02
LI670	PE02	10/10/2000	8:00	PE02
LI340	PE23	01/11/2000	11:50	NULL
LI003	PE54	20/11/2000	10:00	NULL
LI005	PE10	11/11/2000	14:00	PE10
LI670	PE87	23/05/2001	16:15	PE10

Pessoa

<u>Codig o</u>	Nome	Idad e	fone	CodEsposa	Sexo
PE02	Aninha	23	9999.9999	NULL	F
PE10	Paulinho	20	8888.8888	NULL	M
PE87	Juca	34	7777.7777	PE02	M
PE23	Luana	30	6666.6666	NULL	F
PE54	Beto	28	5555.5555	PE23	M


FULL JOIN - Exemplo

- Q3: Datas de empréstimos e nomes dos responsáveis. Aqueles empréstimos sem responsáveis, e pessoas não responsabilizadas por empréstimos também devem aparecer no resultado

π data, nome (emprestimo  codigo = responsavel pessoa)

FULL JOIN - Exemplo

- Q3: Datas de empréstimos e nomes dos responsáveis. Aqueles empréstimos sem responsáveis, e pessoas não responsabilizadas por empréstimos também devem aparecer no resultado

π data, nome (emprestimo  codigo = responsavel pessoa)

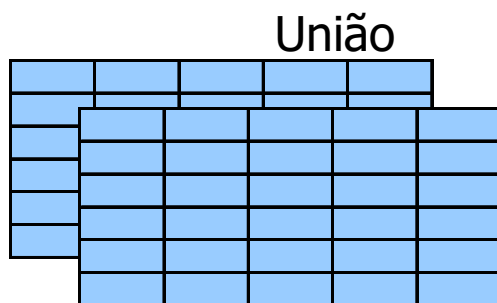
<u>Data</u>	<u>Nome</u>
10/10/2000	Aninha
10/10/2000	Aninha
01/11/2000	NULL
20/11/2000	NULL
11/11/2000	Paulinho
23/05/2001	Pauinho
NULL	Juca
NULL	Luana
NULL	Beto

empréstimos sem responsáveis

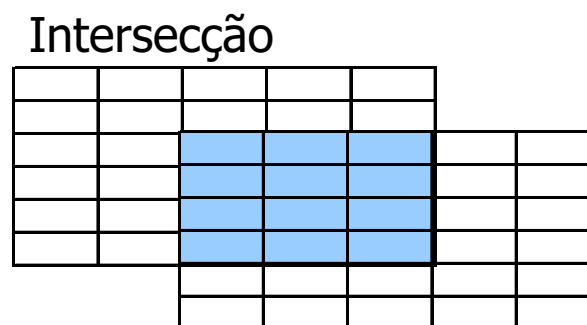
pessoas não responsabilizadas por empréstimos

União, Intersecção, Diferença e Divisão

União



Intersecção



Diferença



Divisão

A	Y
A	Z
B	Z
C	Y

 \div

Y
Z

 \rightarrow

A

Tabelas resultantes não tem tuplas duplicadas

União, Intersecção e Diferença

- Operam somente em **relações compatíveis**
 - Devem ter o **mesmo número de atributos**
 - O **tipo** da n-ésima coluna da primeira relação **deve ser igual** ao tipo da n-ésima coluna da segunda relação.
-

União, Intersecção e Diferença

- Operam somente em **relações compatíveis**
 - Devem ter o **mesmo número de atributos**
 - O **tipo** da n-ésima coluna da primeira relação **deve ser igual** ao tipo da n-ésima coluna da segunda relação.

Livro

<u>CodLiv</u>	Título	Ano	NrPaginas
LI005	Web e Banco de dados	2013	330
LI670	Introdução a Banco de Dados	2000	500
LI340	Programação C	2012	250

Revista

<u>CodRev</u>	Nome	Ano	NrPaginas
RE005	IEEE Computer	2013	100
RE670	SIGMOD Record	2013	90
RE340	Very Large Databases	2013	85

União, Intersecção e Diferença

- Operam somente em **relações compatíveis**
 - Devem ter o **mesmo número de atributos**
 - O **tipo** da n-ésima coluna da primeira relação **deve ser igual** ao tipo da n-ésima coluna da segunda relação.

Livro

<u>CodLiv</u>	Título	Ano	NrPaginas
LI005	Web e Banco de dados	2013	330
LI670	Introdução a Banco de Dados	2000	500
LI340	Programação C	2012	250

1	2	3	4
---	---	---	---

Revista

<u>CodRev</u>	Nome	Ano	NrPaginas
RE005	IEEE Computer	2013	100
RE670	SIGMOD Record	2013	90
RE340	Very Large Databases	2013	85

1	2	3	4
---	---	---	---

União, Intersecção e Diferença

- Operam somente em **relações compatíveis**
 - Devem ter o **mesmo número de atributos**
 - O **tipo** da n-ésima coluna da primeira relação **deve ser igual** ao tipo da n-ésima coluna da segunda relação.

Livro

<u>CodLiv</u>	Título	Ano	NrPaginas
LI005	Web e Banco de dados	2013	330
LI670	Introdução a Banco de Dados	2000	500
LI340	Programação C	2012	250

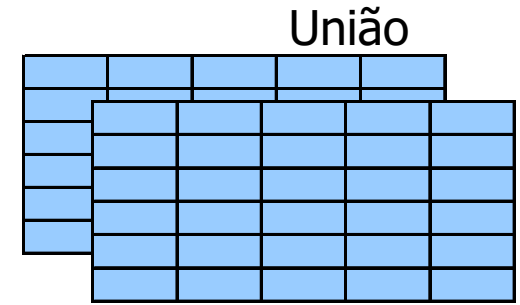
int	varchar	year	int
-----	---------	------	-----

Revista

<u>CodRev</u>	Nome	Ano	NrPaginas
RE005	IEEE Computer	2013	100
RE670	SIGMOD Record	2013	90
RE340	Very Large Databases	2013	85

int	varchar	year	int
-----	---------	------	-----

União - U



- Produz como resultado uma relação que possui todas as tuplas das duas relações – operador **binário**.
- Sintaxe

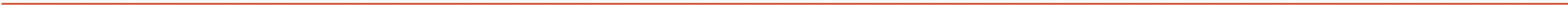
$$\langle \text{relação}_1 \rangle \cup \langle \text{relação}_2 \rangle$$

- O parâmetro $\langle \text{relação} \rangle$ **pode ser outra expressão algébrica**, pois uma expressão algébrica retorna uma relação
-

União - exemplo

- Q4: Recuperar os dados de todos os livros e revistas

livro \cup revista



União - exemplo

- Q4: Recuperar os dados de todos os livros e revistas

livro \cup revista

Livro

<u>CodLiv</u>	Título	Ano	NrPaginas
LI005	Web e Banco de dados	2013	330
LI670	Introdução a Banco de Dados	2000	500
LI340	Programação C	2012	250

Revista

<u>CodRev</u>	Nome	Ano	NrPaginas
RE005	IEEE Computer	2013	100
RE670	SIGMOD Record	2013	90
RE340	Very Large Databases	2013	85

\cup

=

<u>CodLiv</u>	Título	Ano	NrPaginas
LI005	Web e Banco de dados	2013	330
LI670	Introdução a Banco de Dados	2000	500
LI340	Programação C	2012	250
RE005	IEEE Computer	2013	100
RE670	SIGMOD Record	2013	90
RE340	Very Large Databases	2013	85

Intersecção - \cap

Intersecção

The diagram illustrates the intersection of two sets. It consists of a 5x5 grid of white squares. Overlaid on this grid is a 3x3 grid of blue squares. The blue squares are located in the center of the white grid, representing the intersection of the two sets.

- Produz como resultado uma relação que possui todas as tuplas que são comuns às duas relações – operador **binário**.
- Sintaxe

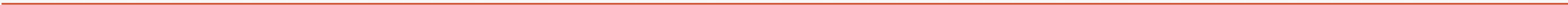
$$\langle \text{rela\c{c}\~{a}\~{o}}_1 \rangle \cap \langle \text{rela\c{c}\~{a}\~{o}}_2 \rangle$$

- O parâmetro <relação> **pode ser outra expressão algébrica**, pois uma expressão algébrica retorna uma relação

Intersecção - exemplo

- Q4: Recuperar os dados de todos os livros e revistas

livro \cap revista



Intersecção - exemplo

- Q4: Recuperar os dados de todos os livros e revistas

livro \cap revista

Livro

<u>CodLiv</u>	Título	Ano	NrPaginas
LI005	Web e Banco de dados	2013	330
LI670	Introdução a Banco de Dados	2000	500
LI340	Programação C	2012	250

Revista

<u>CodRev</u>	Nome	Ano	NrPaginas
RE005	IEEE Computer	2013	100
RE670	SIGMOD Record	2013	90
RE340	Very Large Databases	2013	85

\cap

=

<u>CodLiv</u>	Título	Ano	NrPaginas
---------------	--------	-----	-----------

Não há dados em comum nas duas tabelas

Intersecção - exemplo

- Q4: Recuperar dados dos funcionários que são clientes

$$\left(\pi_{\text{nome, CPF}} (\text{funcionário}) \right) \cap \left(\pi_{\text{nome, CPF}} (\text{cliente}) \right)$$

Funcionário

Nome	CPF
Joana	99999999-9
Pedro	88888888-8
Nuno	77777777-7

\cap

Cliente

Nome	CPF
Joana	99999999-9
Pedro	66666666-6
Nuno	77777777-7

$=$

Nome	CPF
Joana	99999999-9
Nuno	77777777-7

Diferença

Diferença - $-$

- Produz como resultado uma relação que possui todas as tuplas que estão na primeira relação e não estão na segunda relação— operador **binário**.
- Sintaxe

`<relação_1> - <relação_2>`

- O parâmetro `<relação>` **pode ser outra expressão algébrica**, pois uma expressão algébrica retorna uma relação

Diferença - exemplo

- Q4: Recuperar nomes dos funcionários que não são clientes

$$\left(\pi_{\text{nome, CPF}}(\text{funcionário}) \right) - \left(\pi_{\text{nome, CPF}}(\text{cliente}) \right)$$

Funcionário

Nome	CPF
Joana	99999999-9
Pedro	88888888-8
Nuno	77777777-7

—

Cliente

Nome	CPF
Joana	99999999-9
Pedro	66666666-6
Nuno	77777777-7

=

Nome	CPF
Pedro	88888888-8

Divisão

A	Y
A	Z
B	Z
C	Y

 \div

Y
Z

 \longrightarrow

A

Divisão - \div

- Retorna as tuplas de um atributo x, em um par $\langle x, y \rangle$ da primeira relação que está associado com todas as tuplas de um atributo y da segunda relação
- Sintaxe

$$\langle \text{relação}_1 \rangle \div \langle \text{relação}_2 \rangle$$

- O parâmetro $\langle \text{relação} \rangle$ **pode ser outra expressão algébrica**, pois uma expressão algébrica retorna uma relação
-

Divisão - exemplo

- Q4: Recuperar nomes dos funcionários que estão associados a todas as tarefas

$$\left(\pi_{\text{nome}, \text{codTarefa}} (\mathbf{execucao}) \right) \div \left(\pi_{\text{codTarefa}} (\mathbf{tarefa}) \right)$$

Divisão - exemplo

- Q4: Recuperar nomes dos funcionários que estão associados a todas as tarefas

$$\left(\pi_{\text{nome}, \text{codTarefa}} (\mathbf{execucao}) \right) \div \left(\pi_{\text{codTarefa}} (\mathbf{tarefa}) \right)$$

Execução

Nome	codTarefa
Joana	1
Joana	2
Joana	3
Pedro	2
Pedro	3
Nuno	1
Nuno	3

÷

Tarefa

codTarefa
1
2
3

Divisão - exemplo

- Q4: Recuperar nomes dos funcionários que estão associados a todas as tarefas

$$\left(\pi_{\text{nome}, \text{codTarefa}} (\text{execucao}) \right) \div \left(\pi_{\text{codTarefa}} (\text{tarefa}) \right)$$

Execução

Nome	codTarefa
Joana	1
Joana	2
Joana	3
Pedro	2
Pedro	3
Nuno	1
Nuno	3

÷

Tarefa

codTarefa
1
2
3

=

Nome
Joana