

Álgebra Relacional

Vanessa Braganholo

vanessa@ic.uff.br

Álgebra Relacional

“Conjunto básico de operações para o modelo relacional”

Expressão da álgebra relacional é uma **sequência de operações**

Permite o cálculo de consultas declaradas com linguagens de alto nível no modelo relacional

Álgebra Relacional

Linguagem procedural

Seis operadores básicos:

- Seleção: σ
- Projeção: π
- Produto cartesiano: $\times$
- União: $\cup$
- Diferença de conjuntos: $-$
- Renomeação: ρ

Os operadores usam uma ou duas relações como entrada e produzem uma nova relação como resultado.

Aula de Hoje

Seleção: σ

Projeção: π

Produto cartesiano: $\times$

Renomeação: ρ

Atribuição (não faz parte do conjunto de operadores básicos da álgebra relacional, mas facilita a escrita de consultas complexas)

Seleção σ

Notação: $\sigma_p(R)$

- p é chamado de **predicado de seleção**

Utilização: $\sigma_p(R) = \{t \mid t \in R \text{ and } p(t)\}$

- p é uma fórmula em cálculo proposicional
- Termos conectados por $\wedge$ (and), $\vee$ (or), $\neg$ (not)
- Cada termo tem a forma:
 - **<atributo> op <atributo>**
 - **<constante>**
- **op** pode ser: $=, \neq, >, \geq, <, \leq$

Exemplo 1 Seleção

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

Empregado

$\sigma_{\text{Salário} < 15000}$ (Empregado)

Exemplo 1 Seleção

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

Empregado

$\sigma_{\text{Salário} < 15000}$ (Empregado)

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000

Empregado'

Exemplo 2 Seleção

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

Empregado

σ Salário < 15000 ^ Nome = 'Daniel' (Empregado)

Exemplo 2 Seleção

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

Empregado

σ Salário < 15000 ^ Nome = 'Daniel' (Empregado)

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000

Empregado'

Projeção π

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

- $A_1, A_2, \dots, A_k$ são nomes de atributos e R é um nome de uma relação
- *Schema* de saída $R'(A_1, A_2, \dots, A_k)$

O resultado é definido como uma relação de **k colunas** obtidas excluindo-se as colunas que não se encontram listadas

Linhas duplicadas **são removidas do resultado**, de modo que as relações sejam **conjuntos**

Exemplo 1 **Projeção**

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000

Empregado

$\pi_{\text{Nome, Salário}}$ (**Empregado**)

Exemplo 1 **Projeção**

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000

Empregado

$\pi_{\text{Nome, Salário}}(\text{Empregado})$

Nome	Salário
Daniel	5000
Marcos	12000

Empregado'

Exemplo 2 **Projeção**

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
8230987	Daniel	5000

Empregado

$\pi_{\text{Nome, Salário}}$ (**Empregado**)

Exemplo 2 Projeção

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
8230987	Daniel	5000

Empregado

$\pi_{\text{Nome, Salário}}(\text{Empregado})$

Nome	Salário
Daniel	5000
Marcos	12000

Empregado'

Notar que linha
duplicada
foi removida do
resultado

Composição de Operações

Difícilmente uma consulta poderá ser expressa usando somente **uma operação**

Expressões podem ser elaboradas por meio da **composição de operações da álgebra relacional**

Exemplo Composição de Operações

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

Empregado

$\pi_{\text{Nome, Salário}}(\sigma_{\text{Salário} < 15000}(\text{Empregado}))$

Exemplo Composição de Operações

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

Empregado

$\pi_{\text{Nome, Salário}}(\sigma_{\text{Salário} < 15000}(\text{Empregado}))$

Exemplo Composição de Operações

SIAPÉ	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

Empregado

$\pi_{\text{Nome, Salário}}(\sigma_{\text{Salário} < 15000}(\text{Empregado}))$

Nome	Salário
Daniel	5000
Marcos	12000

Empregado'

Produto Cartesiano

Notação: $R \times S$

- Utilização: $R \times S = \{t \mid t \in R \text{ and } t \in S\}$
- O resultado de $R(A_1, A_2, \dots, A_n) \times S(B_1, B_2, \dots, B_m)$ é uma relação Q com $n + m$ atributos $Q(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$, nessa ordem

Exemplo Produto Cartesiano

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Empregado

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo

Empregado × Dependente

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
-------	------	---------	-----------	----------

Exemplo Produto Cartesiano

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Empregado

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo

Empregado × Dependente

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Daniel	5000	1234545	Pedro

Exemplo Produto Cartesiano

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Empregado

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo

Empregado × Dependente

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Daniel	5000	1234545	Pedro
1234545	Daniel	5000	1234545	Theo

Exemplo Produto Cartesiano

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Empregado

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo

Empregado × Dependente

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Daniel	5000	1234545	Pedro
1234545	Daniel	5000	1234545	Theo
5423341	Marcos	12000	1234545	Pedro

Exemplo Produto Cartesiano

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Empregado

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo

Empregado × Dependente

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Daniel	5000	1234545	Pedro
1234545	Daniel	5000	1234545	Theo
5423341	Marcos	12000	1234545	Pedro
5423341	Marcos	12000	1234545	Theo

Exemplo Produto Cartesiano

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Empregado

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo

Empregado × Dependente

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Daniel	5000	1234545	Pedro
1234545	Daniel	5000	1234545	Theo
5423341	Marcos	12000	1234545	Pedro
5423341	Marcos	12000	1234545	Theo
1487415	Lucia	15000	1234545	Pedro

Exemplo Produto Cartesiano

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Empregado

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo

Empregado × Dependente

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Daniel	5000	1234545	Pedro
1234545	Daniel	5000	1234545	Theo
5423341	Marcos	12000	1234545	Pedro
5423341	Marcos	12000	1234545	Theo
1487415	Lucia	15000	1234545	Pedro
1487415	Lucia	15000	1234545	Theo

Produto Cartesiano

Operação é mais útil quando associamos condições de seleção
Por exemplo, para retornar os dados dos empregados e de seus dependentes

Exemplo Produto Cartesiano

Empregado

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo

$$\sigma_{\text{Empregado.SIAPE} = \text{Dependente.Emp_SIAPE}}(\text{Empregado} \times \text{Dependente})$$

Exemplo Produto Cartesiano

Empregado

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo

$\sigma_{\text{Empregado.SIAPE} = \text{Dependente.Emp_SIAPE}}$ (Empregado $\times$ Dependente)

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Daniel	5000	1234545	Pedro
1234545	Daniel	5000	1234545	Theo
5423341	Marcos	12000	1234545	Pedro
5423341	Marcos	12000	1234545	Theo
1487415	Lucia	15000	1234545	Pedro
1487415	Lucia	15000	1234545	Theo

Exemplo Produto Cartesiano

Empregado

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo

$\sigma_{\text{Empregado.SIAPE} = \text{Dependente.Emp_SIAPE}}$ (Empregado $\times$ Dependente)

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Daniel	5000	1234545	Pedro
1234545	Daniel	5000	1234545	Theo
5423341	Marcos	12000	1234545	Pedro
5423341	Marcos	12000	1234545	Theo
1487415	Lucia	15000	1234545	Pedro
1487415	Lucia	15000	1234545	Theo

Exemplo Produto Cartesiano

Empregado

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo

$\sigma_{\text{Empregado.SIAPE} = \text{Dependente.Emp_SIAPE}}$ (Empregado $\times$ Dependente)

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Daniel	5000	1234545	Pedro
1234545	Daniel	5000	1234545	Theo
5423341	Marcos	12000	1234545	Pedro
5423341	Marcos	12000	1234545	Theo
1487415	Lucia	15000	1234545	Pedro
1487415	Lucia	15000	1234545	Theo

Exemplo Produto Cartesiano

Empregado

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo

$\sigma_{\text{Empregado.SIAPE} = \text{Dependente.Emp_SIAPE}}(\text{Empregado} \times \text{Dependente})$

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Daniel	5000	1234545	Pedro
1234545	Daniel	5000	1234545	Theo

Renomeação ρ

Notação: $\rho_x(E)$

- retorna a expressão **E** sob o nome **X**

Se uma expressão de álgebra relacional **E** tiver aridade **n**: $\rho_{x(A1, A2, \dots, An)}(E)$

- retorna o resultado da expressão E com o nome x, e com os atributos renomeados para A1, A2, ..., An.

Permite nomear e, portanto, referir-se aos resultados das expressões de álgebra relacional.

Permite referir-se a **uma relação por mais de um nome**

Exemplo 1 Renomeação

Empregado

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

ρ Emp(mat, prim_nome, valor)(Empregado)

Emp

mat	prim_nome	valor
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

Exemplo 2 Renomeação

Empregado

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

ρ_{Emp} (Empregado)

Emp

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

Exemplo 3 Renomeação

Empregado

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

$\rho_{\text{Emp10}} (\sigma_{\text{Salário} > 10000} (\text{Empregado}))$

Emp10

SIAPE	Nome	Salário
5423341	Marcos	12000
4352342	Luiz	20000

Exemplo 4 Renomeação

Empregado

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo
5423341	Joaquim

ρ EmpDependentes ($\sigma_{\text{Empregado.SIAPE} = \text{Dependente.Emp_SIAPE}}$
(Empregado $\times$ Dependente))

EmpDependentes

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Daniel	5000	1234545	Pedro
1234545	Daniel	5000	1234545	Theo
5423341	Marcos	12000	5423341	Joaquim

Operação de Atribuição

A operação atribuição ($\leftarrow$) fornece uma maneira conveniente de expressar **consultas complexas**

Representação de uma expressão como um programa sequencial

- Uma série de atribuições

A atribuição precisa sempre ser feita para uma variável de relação temporária.

- $R \leftarrow (W \times S)$
- $Y \leftarrow \sigma_{A=1}(R)$

Exemplo Atribuição

Empregado

SIAPE	Nome	Salário
1234545	Daniel	5000
5423341	Marcos	12000
1487415	Lucia	15000

Dependente

Emp_SIAPE	Nome_dep
1234545	Pedro
1234545	Theo
5423341	Joaquim

- $A \leftarrow (\text{Empregado} \times \text{Dependente})$
- $B \leftarrow \sigma_{\text{Empregado.SIAPE} = \text{Dependente.Emp_SIAPE}} (A)$
- $C \leftarrow \sigma_{\text{Salário} > 10000} (B)$

SIAPE	Nome	Salário	Emp_SIAPE	Nome_dep
5423341	Marcos	12000	5423341	Joaquim

Exercícios

Podem ser feitos no papel

Podem ser feitos usando a ferramenta RELAX

<https://dbis-uibk.github.io/relax/landing>



Ferramenta RELAX



RelaX - relational algebra calculator

calculates any relational algebra statement like $(\sigma_{a > 42} (A)) \bowtie (\pi_{a,b} (B))$ on a set of relations.

Get Started

Ferramenta RELAX

Select DB (UIBK - R,...)

Álgebra Relacional

SQL

Editor de Grupo

R

a number

b string

c string

S

b string

d number

T

b string

d number

π σ ρ $\leftarrow$ $\rightarrow$ τ γ $\wedge$ $\vee$ $\neg$ $=$ $\neq$ $\geq$ $\leq$ $\cap$ $\cup$ $\div$ $-$ $\times$ $\bowtie$ $\bowtie$
 $\bowtie$ $\bowtie$ $\bowtie$ $\bowtie$ $\triangleright$ $=$ $--$ $/*$ $\{\}$ $\boxplus$ $\boxminus$ $\boxtimes$

1 Digite sua consulta aqui

Atalhos do teclado:

executar declaração: [CTRL]+[RETURN]

executar seleção: [CTRL]+[SHIFT]+[RETURN]

autocompletar: [CTRL]+[SPACE]

▶ Executar consulta

Download

Histórico

Ferramenta RELAX

Carregue um Dataset

- Diversos
 - [Database Systems The Complete Book - Exercise 2.4.1](#)
 - [Database Systems The Complete Book - Exercise 2.4.3](#)
 - [Kemper Datenbanksysteme](#)
 - [UIBK - KursDB](#)
 - [UIBK - R, S, T](#)
 - [Wikipedia - Relational algebra \(en\)](#)
- [Universidade de Ciências Aplicadas de Düsseldorf](#)
 - [DBS1 MovieDB](#)
 - [DBS1 Student Course Enroll](#)
 - [Fahrradmanufaktur](#)
- [OTH Regensburg](#)
 - [Webshop](#)
- [Universidade de Ciências Aplicadas de Karlsruhe](#)
 - [Silberschatz - UniversityDB](#)
 - [Silberschatz - UniversityDB \(de\)](#)
- [University of Innsbruck](#)
 - [PS Datenbanksysteme WS2014/15, Blatt 4](#)
 - [UIBK - PS Database Systems - Exercise Sheet 5 \(Pizza\)](#)
- [University of Saarland](#)
 - [IMDB-sample](#)
 - [PhotoDB](#)

Ferramenta RELAX

Caso o BD do slide anterior não esteja disponível, use a seguinte opção alternativa

Clique em Create new dataset

Create your own dataset

You can create your own dataset and share it with others. Learn more about it in the [Maintainer Tutorial](#)

Create new dataset

 add new relation

```
-- this is an example
group: nameOfTheNewGroup
3
4{
a: string, b: number
example, 42
}
```

Apague esse conteúdo

 preview

 add new relation

your query goes here ...

keyboard shortcuts:

execute statement: [CTRL]+[RETURN]

execute selection: [CTRL]+[SHIFT]

autocomplete: [CTRL]+[SPACE]

 preview

- Baixe o arquivo movies.txt que está disponível no Classroom
- Copie o conteúdo dele
- Cole o conteúdo nessa tela

Criar Dataset

83	16, 15, direction
84	17, 16, direction
85	18, 17, direction
86	16, 18, direction
87	19, 19, direction
88	20, 20, direction
89	

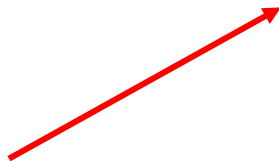
 preview

Clique em preview

Criar Dataset



Universidade Federal Fluminense [use group in editor](#)



Clique use group in editor

Criar Dataset

Select DB (Universidade Federal F...

Movies

Movie_ID number

Title string

ReleaseDate string

Genre_ID number

Budget number

OpeningWeek number

Profit number

Runtime number

Certificate number

SequelOf number

Distribution string

Relational Algebra

SQL

Group Editor

π σ ρ $\leftarrow$ $\rightarrow$ τ γ $\wedge$ $\vee$ $\neg$ $=$ $\neq$



1 your query goes here ...

keyboard shortcuts:

execute statement: [CT

execute selection: [CT

autocomplete: [CT

Clique na aba Relational Algebra

Exercícios

```
// tabela de filmes
Movies (Movie ID, Title, ReleaseDate, Genre_ID, Budget,
OpeningWeek,
        Profit, Runtime, Certificate, SequelOf, Distribution)
    (Genre_ID) referencia Genres
    (SequelOf) referencia Movies
//tabela de gêneros
Genres (Genre ID, Name)
//tabela de pessoas
Persons (Person ID, Firstname, Lastname)
//tabela de pessoas que atuam nos filmes
PersonsMovies (Person ID, Movie ID, Role)
    (Person_ID) referencia Persons
    (Movie_ID) referencia Movies
```

Dicas de uso da ferramenta

RELAX

A ferramenta é sensível a maiúsculas e minúsculas
Strings (textos) devem ser informadas com aspas simples

Exercícios

- 1 – Faça uma consulta que retorna os títulos (Title) de todos os filmes
- 2 – Faça uma consulta que retorna os títulos (Title) e as datas de lançamento (ReleaseDate) de todos os filmes
- 3 – Faça uma consulta que retorna todos os filmes que lucraram (Profit) mais do que 500.000.000
- 4 – Faça uma consulta que retorna o título e data de lançamento dos filmes distribuídos (Distribution) pela 'Universal Studios' (**notar que a ordem das operações importa**)
- 5 – Faça uma consulta que retorna o orçamento (Budget) e o título dos filmes que tiveram mais de 500.000.000 de lucro e que foram distribuídos pela 'Walt Disney Studios'
- 6 – Faça uma consulta que retorna os títulos e a duração (Runtime) dos filmes que possuem mais de 130 minutos de duração e que foram distribuídos pela 'Paramount Pictures'

Exercícios

7 – Faça uma consulta que retorna os títulos (Title) e os nomes dos gêneros (Genres) de todos os filmes

8 – Faça uma consulta que retorna o Firstname, Lastname das pessoas (Persons) e o papel (Role) que elas desempenharam em algum filme

9 – Repita a consulta 8, agora adicionando na resposta também o título do filme

10 – Faça uma consulta que retorna o título, gênero, orçamento (Budget) e lucro (Profit) dos filmes que lucraram mais de 500.000.000

11 – Repita a consulta 10, mas agora retornando os nomes das colunas da resposta em português (título, gênero, orçamento e lucro)

IMPORTANTE: Na ferramenta RELAX, a renomeação de colunas é feita com o operador $\leftarrow$ para mapear os novos nomes das colunas.

Exemplo: ρ titulo $\leftarrow$ Title

Exercícios

12 – Faça uma consulta que retorna os títulos dos filmes que possuem sequencia. A consulta deve retornar o título do filme e o título da sequencia numa coluna chamada `sequence_title`

Note que essa consulta usa a tabela `Movies` 2 vezes, e para possibilitar isso, o segundo uso deve ser renomeado

```
Movies (Movie ID, Title, ReleaseDate, Genre_ID,  
Budget, OpeningWeek, Profit, Runtime, Certificate,  
SequelOf,
```

```
Distribution)
```

```
(Genre_ID) referencia Genres
```

```
(SequelOf) referencia Movies
```

Perguntas?

Vanessa Braganholo

vanessa@ic.uff.br