

4.5. A Álgebra Relacional

A **álgebra relacional** é uma coleção de operações canônicas⁴ que são utilizadas para manipular as relações. Estas operações são utilizadas para selecionar tuplas de relações individuais e para combinar tuplas relacionadas de relações diferentes para especificar uma consulta em um determinado banco de dados. O resultado de cada operação é uma nova relação, a qual também pode ser manipulada pela álgebra relacional.

Todos os exemplos envolvendo álgebra relacional implicam na utilização do banco de dados descrito no apêndice A.

4.5.1. A Operação *Select*

A operação **select** é utilizada para selecionar um subconjunto de tuplas de uma relação, sendo que estas tuplas devem satisfazer uma **condição de seleção**. A forma geral de uma operação **select** é:

$$\sigma_{\langle \text{condição de seleção} \rangle} (\langle \text{nome da relação} \rangle)$$

A letra grega σ é utilizada para representar a operação de seleção; **<condição de seleção>** é uma expressão *booleana* aplicada sobre os atributos da relação e **<nome da relação>** é o nome da relação sobre a qual será aplicada a operação **select**.

Levando em consideração a consulta a seguir:

Encontre os dados dos empregados que ganham menos que \$2.500,00.

$$\text{consulta1} \leftarrow \sigma_{\text{Salario} < 2.500,00} (\text{EMPREGADO})$$

gera a seguinte relação como resultado:

Relação <i>consulta1</i>					
<u>Empregadold</u>	Nome	CNPF	Deptold	SupervisorId	Salario
30303030	Ricardo	33333333	2	10101010	2.300,00
50505050	Renato	55555555	3	20202020	1.300,00

Levando em consideração a consulta a seguir:

Encontre os dados dos dependentes que a relação com o empregado seja filho e do sexo feminino.

$$\text{consulta2} \leftarrow \sigma_{(\text{Relacao} = \text{"Filho"}) \text{ .and. } (\text{sexo} = \text{"Feminino"})} (\text{DEPENDENTE})$$

⁴ Canônico, substantivo masculino, relativo a canônes; conforme aos canônes; direito; código da igreja romana, horas canônicas; coleção de orações para diferentes horas do dia.

gera a seguinte relação como resultado:

Relação consulta2				
<u>Empregadold</u>	<u>Nome</u>	<u>DtNascimento</u>	<u>Relacao</u>	<u>Sexo</u>
30303030	Adreia	01/05/90	Filho	Feminino

As operações relacionais que podem ser aplicadas na operação **select** são:

<, >, ≤, ≥, =, ≠ ou <, >, <=, >=, =, <>

além dos operadores booleanos:

and, or, not. ou **.e., .ou., .não.**

A operação **select** é unária, ou seja, só pode ser aplicada a uma única relação. Não é possível aplicar a operação sobre tuplas de relações distintas.

4.5.2. A Operação Project

A operação **project** seleciona um conjunto determinado de colunas de uma relação. A forma geral de uma operação **project** é:

π <lista de atributos> (<nome da relação>)

A letra grega π representa a operação **project**, <lista de atributos> representa a lista de atributos que o usuário deseja selecionar e <nome da relação> representa a relação sobre a qual a operação **project** será aplicada.

Levando em consideração a consulta a seguir:

Mostre o nome e a data de nascimento de todos os dependentes.

consulta3 ← π Nome, DtNascimento (DEPENDENTE)

gera a seguinte relação como resultado:

Relação consulta3	
<u>Nome</u>	<u>DtNascimento</u>
Jorge	27/12/86
Luiz	18/11/79
Fernanda	14/02/69
Ângelo	10/02/95
Adreia	01/05/90

Outra característica da projeção é que ela elimina tuplas **repetidas**.

4.5.3. Seqüencialidade de Operações

As operações **project** e **select** podem ser utilizadas de forma combinada, permitindo que apenas determinadas colunas de determinadas tuplas possam ser selecionadas.

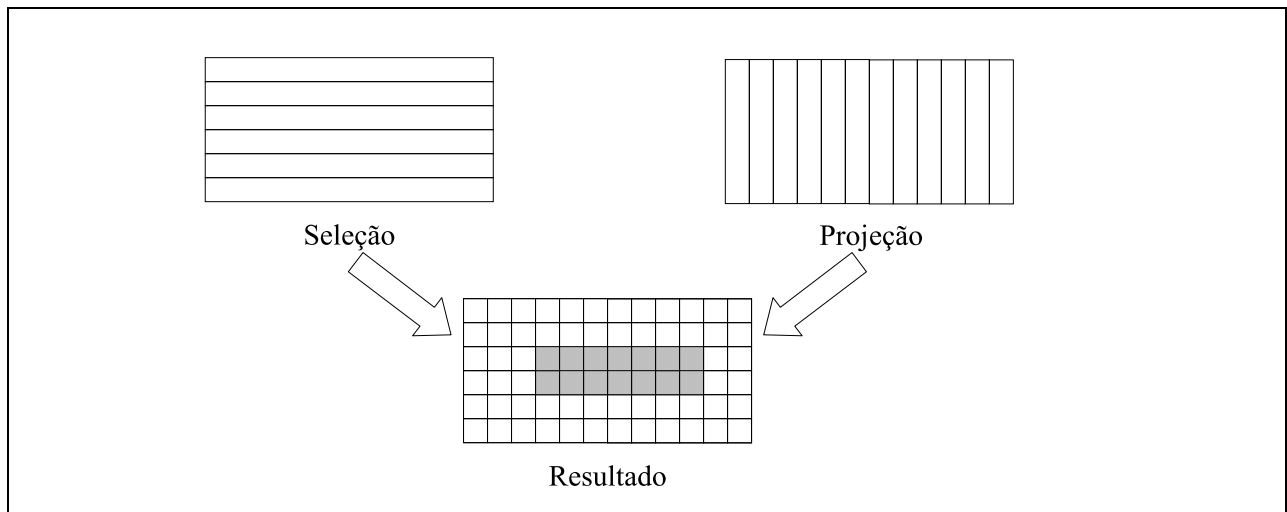


Figura 40 - Resultado da Seqüencialidade

A forma geral de uma operação seqüencializada é:

$$\pi_{\langle \text{lista de atributos} \rangle} (\sigma_{\langle \text{condição de seleção} \rangle} (\langle \text{nome da relação} \rangle))$$

Levando em consideração a consulta a seguir:

Encontre o nome, deptoId e salário dos empregados que ganham menos que \$2.500,00.

$$\text{consulta4} \leftarrow \pi_{\text{Nome, DeptoId, Salario}} (\sigma_{\text{Salario} < 2.500,00} (\text{EMPREGADO}))$$

produz a relação a seguir como resultado:

Relação consulta4		
Nome	DeptoId	Salario
Ricardo	2	2.300,00
Renato	3	1.300,00

A **consulta4** pode ser reescrita da seguinte forma:

$$\text{consulta5} \leftarrow \sigma_{\text{Salario} < 2.500,00} (\text{EMPREGADO})$$

Relação consulta5					
<u>EmpregadoId</u>	Nome	CNPJ	DeptoId	SupervisorId	Salario
30303030	Ricardo	33333333	2	10101010	2.300,00
50505050	Renato	55555555	3	20202020	1.300,00

consulta6 $\leftarrow \pi_{\text{Nome, DeptoId, Salario}}$ (CONSULTA5)

Relação consulta6		
Nome	DeptoId	Salario
Ricardo	2	2.300,00
Renato	3	1.300,00

porém é mais elegante utilizar a forma descrita na **consulta4**.

4.5.4. Operações Matemáticas

Levando em consideração que as relações podem ser tratadas como conjuntos, podemos então aplicar um conjunto de operações matemáticas sobre as mesmas. Estas operações são: **união** (\cup), **intersecção** (\cap) e **diferença** ($-$). Este conjunto de operações não é unário, ou seja, podem ser aplicadas sobre mais de uma tabela, porém, existe a necessidade das tabelas possuírem tuplas exatamente do mesmo tipo.

Estas operações podem ser definidas da seguinte forma:

- **união** - o resultado desta operação representada por $R \cup S$ é uma relação **T** que inclui todas as tuplas que se encontram em **R** e todas as tuplas que se encontram em **S**;
- **intersecção** - o resultado desta operação representada por $R \cap S$ é uma relação **T** que inclui as tuplas que se encontram em **R** e em **S** ao mesmo tempo;
- **diferença** - o resultado desta operação representada por $R - S$ é uma relação **T** que inclui todas as tuplas que estão em **R** mas não estão em **S**.

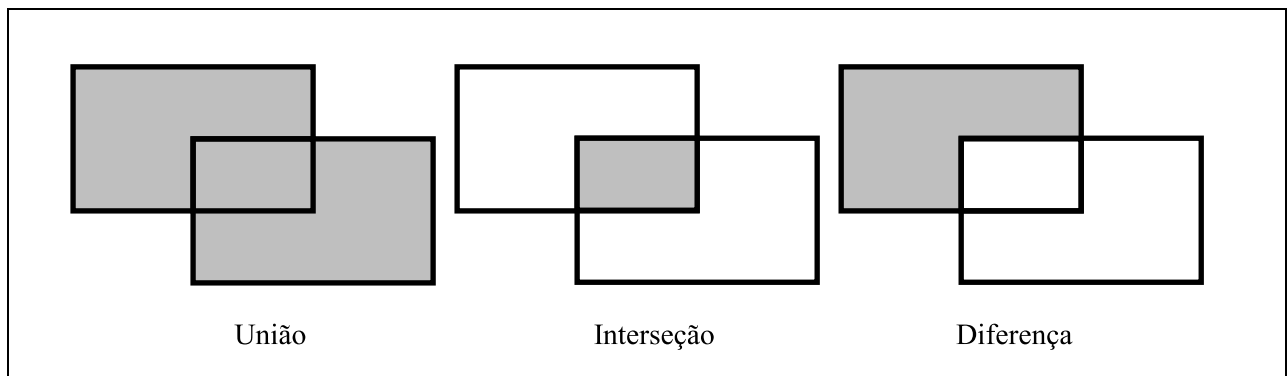


Figura 41 - Representação Tradicional

Leve em consideração a seguinte consulta:

Selecione o id dos empregados que trabalham no departamento número 2 ou que supervisionam empregados que trabalham no departamento número 2.

Vamos primeiro selecionar todos os funcionários que trabalham no departamento número 2.

consulta7 $\leftarrow \sigma_{\text{DeptoId} = 2}$ (EMPREGADO)

Relação consulta7					
<u>EmpregadoId</u>	Nome	CNPJ	DeptoId	SupervisorId	Salário
20202020	Fernando	22222222	2	10101010	2.500,00
30303030	Ricardo	33333333	2	10101010	2.300,00
40404040	Jorge	44444444	2	20202020	4.200,00

Vamos agora selecionar os id dos supervisores dos empregados que trabalham no departamento número 2.

consulta8 $\leftarrow \pi_{\text{SupervisorId}}$ (CONSULTA7)

Relação consulta8
SupervisorId
10101010
20202020

Vamos projetar apenas o id dos empregados selecionados:

consulta9 $\leftarrow \pi_{\text{EmpregadoId}}$ (CONSULTA7)

Relação consulta9
<u>EmpregadoId</u>
20202020
30303030
40404040

E por fim, vamos unir as duas relações, obtendo o resultado final.

consulta10 $\leftarrow \text{CONSULTA8} \cup \text{CONSULTA9}$

Relação consulta10
<u>EmpregadoId</u>
20202020
30303030
40404040
10101010

Leve em consideração a próxima consulta:

Selecione o id dos empregados que desenvolvem algum projeto e que trabalham no departamento número 2;

Vamos primeiro selecionar todos os empregados que trabalham em um projeto.

consulta11 $\leftarrow \pi_{\text{EmpregadoId}}(\text{EMP_PROJ})$

Relação consulta11
<u>EmpregadoId</u>
20202020
30303030
40404040
50505050

Vamos agora selecionar todos os empregados que trabalham no departamento 2.

consulta12 $\leftarrow \pi_{\text{EmpregadoId}}(\sigma_{\text{DeptoId} = 2}(\text{EMPREGADO}))$

Relação consulta12
<u>EmpregadoId</u>
20202020
30303030
40404040

Obtemos então todo o id dos empregados que trabalham no departamento 2 e que desenvolvem algum projeto.

consulta13 $\leftarrow \text{CONSULTA11} \cap \text{CONSULTA12}$

Relação consulta13
<u>EmpregadoId</u>
20202020
30303030
40404040

Leve em consideração a seguinte consulta:

Selecione o id dos empregados que não desenvolvem projetos;

consulta14 $\leftarrow \pi_{\text{EmpregadoId}}(\text{EMP_PROJ})$

Relação consulta14
<u>EmpregadoId</u>
20202020
30303030
40404040
50505050

consulta15 $\leftarrow \pi_{\text{EmpregadoId}}$ (EMPREGADO)

Relação consulta15
<u>EmpregadoId</u>
10101010
20202020
30303030
40404040
50505050

consulta16 \leftarrow CONSULTA15 $-$ CONSULTA14

Relação consulta16
<u>EmpregadoId</u>
10101010

4.5.5. Produto Cartesiano

O **produto cartesiano** é uma operação binária que combina todas as tuplas de duas relações. Diferente da operação **união**, o **produto cartesiano** não exige que as tuplas das relações possuam exatamente o mesmo tipo. O **produto cartesiano** permite então a consulta entre relações relacionadas utilizando uma condição de seleção apropriada. O resultado de um **produto cartesiano** é uma nova relação formada pela combinação das tuplas das relações sobre as quais se aplicou a operação.

O formato geral do **produto cartesiano** entre duas relações **R** e **S** é:

R X S

Leve em consideração a seguinte consulta:

Encontre os nomes dos empregados e o nome do departamento onde trabalha.

consulta17 ← EMPREGADO X DEPTO

Relação consulta17								
EmpregadoId	Nome	CNPJ	Empregado. DeptId	SupervisorId	Salario	Depto. DeptId	Depto. Nome	GerenteId
10101010	João Luiz	11111111	1	<i>NULO</i>	3.000,00	1	Contabil	10101010
10101010	João Luiz	11111111	1	<i>NULO</i>	3.000,00	2	Civil	30303030
10101010	João Luiz	11111111	1	<i>NULO</i>	3.000,00	3	Mecânica	20202020
20202020	Fernando	22222222	2	10101010	2.500,00	1	Contabil	10101010
20202020	Fernando	22222222	2	10101010	2.500,00	2	Civil	30303030
20202020	Fernando	22222222	2	10101010	2.500,00	3	Mecânica	20202020
30303030	Ricardo	33333333	2	10101010	2.300,00	1	Contabil	10101010
30303030	Ricardo	33333333	2	10101010	2.300,00	2	Civil	30303030
30303030	Ricardo	33333333	2	10101010	2.300,00	3	Mecânica	20202020
40404040	Jorge	44444444	2	20202020	4.200,00	1	Contabil	10101010
40404040	Jorge	44444444	2	20202020	4.200,00	2	Civil	30303030
40404040	Jorge	44444444	2	20202020	4.200,00	3	Mecânica	20202020
50505050	Renato	55555555	3	20202020	1.300,00	1	Contabil	10101010
50505050	Renato	55555555	3	20202020	1.300,00	2	Civil	30303030
50505050	Renato	55555555	3	20202020	1.300,00	3	Mecânica	20202020

Vamos agora selecionar as tuplas resultantes que estão devidamente relacionadas que são as que possuem o mesmo valor em Empregado.DeptoId e Depto.DeptoId e projetar o nome do empregado e o nome do departamento

consulta18 ← $\pi_{\text{Empregado.nome, Depto.Nome}} (\sigma_{(\text{Empregado.DeptoId} = \text{Depto.DeptoId})} (\text{CONSULTA17}))$

Relação consulta18	
Nome	Depto.Nome
João Luiz	Contabil
Fernando	Civil
Ricardo	Civil
Jorge	Civil
Renato	Mecânica

Outro exemplo:

Encontre os id dos empregados que desenvolvem projetos em Campina.;

consulta19 ← EMP_PROJ X PROJETO

Relação consulta19					
Empregadoid	Emp_Proj.ProjetoId	Hora	Projeto.ProjetoId	Nome	Localizacao
20202020	5	10	5	Financeiro 1	São Paulo
20202020	5	10	10	Motor 3	Rio Claro
20202020	5	10	20	Prédio Central	Campinas
20202020	10	25	5	Financeiro 1	São Paulo
20202020	10	25	10	Motor 3	Rio Claro
20202020	10	25	20	Prédio Central	Campinas
30303030	5	35	5	Financeiro 1	São Paulo
30303030	5	35	10	Motor 3	Rio Claro
30303030	5	35	20	Prédio Central	Campinas
40404040	20	50	5	Financeiro 1	São Paulo
40404040	20	50	10	Motor 3	Rio Claro
40404040	20	50	20	Prédio Central	Campinas
50505050	20	35	5	Financeiro 1	São Paulo
50505050	20	35	10	Motor 3	Rio Claro
50505050	20	35	20	Prédio Central	Campinas

Vamos agora selecionar as tuplas resultantes que estão devidamente relacionadas que são as que possuem o mesmo valor em Projeto.ProjetoId e Emp_Proj.ProjetoId e cuja localização seja 'Campinas'.

consulta20 ← $\pi_{\text{Empregadoid}} (\sigma_{(\text{Projeto.ProjetoId} = \text{Emp_Proj.ProjetoId}) \text{ .and. } (\text{localizacao} = \text{'Campinas'})} (\text{CONSULTA19}))$

Relação consulta20
Empregadoid
40404040
50505050

4.5.6. Operação Rename

A operação rename é uma operação unária que permite dar um novo nome a uma relação, aos atributos ou ambos. É representado pela letra grega ρ (ro)

O formato geral da **operação rename** para renomear uma relação é:

$$\rho_{\langle \text{novoo nome da relação} \rangle} (A_1, A_2, \dots, A_n) \quad (\langle \text{nome da relação} \rangle)$$

ou

$$\rho_{\langle \text{novoo nome da relação} \rangle} (\langle \text{nome da relação} \rangle)$$

ou

$$\rho_{(B_1, B_2, \dots, B_n)} (\langle \text{nome da relação} \rangle)$$

A primeira expressão renomeia tanto a relação quanto seus atributos, a segunda renomeia somente a relação e a terceira renomeia somente os atributos. Se os atributos da relação forem (A_1, A_2, \dots, A_n) nesta ordem, então cada A_i é renomeado como B_i .

Leve em consideração a consulta a seguir:

Encontre o nome dos empregados e o nome do seu respectivo supervisor;

$$\text{consulta21} \leftarrow \pi_{\text{emp.Nome, sup.Nome}} (\sigma_{(\text{emp.EmpregadoId}=\text{sup.SupervisorId})} (\rho_{\text{emp}} (\text{Empregado}) \times \rho_{\text{sup}} (\text{Empregado})))$$

Relação Consulta21	
emp.Nome	sup.Nome
Fernando	João Luiz
Ricardo	João Luiz
Jorge	Fernando
Renato	Fernando

4.5.7. Junção Natural

Frequentemente é desejável simplificar certas consultas que exijam um produto cartesiano. Tipicamente, uma consulta em um produto cartesiano envolve uma seleção de operações sobre o resultado do produto cartesiano. A junção natural (*Natural Join*) é uma operação binária que nos permite combinar certas relações em um produto cartesiano dentro de uma operação. Isto é representado pelo símbolo de "Join" \bowtie . As operações de junção natural formam um produto cartesiano de seus dois argumentos, promovem uma seleção obedecendo à equivalência dos atributos que aparecem em ambas as relações e, finalmente removem os atributos em duplicidade. Devido ao critério de igualdade é também chamada de **junção interna** (*Inner Join*). A forma geral da operação **junção natural** entre duas relações **R** e **S** é a seguinte:

$$R \bowtie S$$

Que equivale a

$$\pi_{R \cup S} (\sigma_{(R.A1 = S.A1 \text{ e. } R.A2 = S.A2 \dots R.AN = S.AN)}^{(R \times S)})$$

Se os atributos das relações não forem equivalentes é necessário especificar que atributos devem ser comparados através de uma condição. Neste caso dizemos que é apenas **junção**. A forma geral da operação **junção** onde os atributos não são equivalentes entre duas tabelas **R** e **S** é a seguinte:

$$R \bowtie_{\langle \text{condição de junção} \rangle} S$$

Leve em consideração a consulta a seguir:

Encontre todos os empregados que desenvolvem projetos em Campinas;

$$\text{consulta22} \leftarrow \text{EMP_PROJ} \bowtie_{\text{Emp_Proj.ProjetoId} = \text{Projeto.ProjetoId}} \text{PROJETO}$$

Relação consulta22				
<u>EmpregadoId</u>	<u>ProjetoId</u>	Nome	Número	Localizacao
20202020	5	Financeiro 1	5	São Paulo
20202020	10	Motor 3	10	Rio Claro
30303030	5	Financeiro 1	5	São Paulo
40404040	20	Prédio Central	20	Campinas
50505050	20	Prédio Central	20	Campinas




$$\text{Consulta23} \leftarrow \sigma_{\text{localização} = \text{'Campinas'}} (\text{CONSULTA22})$$

Relação consulta20				
<u>EmpregadoId</u>	<u>ProjetoId</u>	Nome	Número	Localizacao
40404040	20	Prédio Central	20	Campinas
50505050	20	Prédio Central	20	Campinas

4.5.8. Junção Externa

A operação de junção externa é uma extensão da operação de junção para tratar informações omitidas.

Além de trazer as tuplas que possuem um correspondente a junção externa também inclui no resultado tuplas que não possuem uma correspondente na outra relação. Estas tuplas que não possuem relação podem estar tanto na relação da direta, esquerda ou ambas por isto são de três tipos:

- Junção Externa a Esquerda (*Left Outer Join*) 
- Junção Externa a Direita (*Right Outer Join*) 
- Junção Externa Total (*Full Outer Join*) 

Leve em consideração a consulta a seguir:

Mostre os nomes de todos os empregados e as horas que tem em cada projeto. Mesmo que o empregado não esteja em nenhum projeto mostre o seu nome.

Consulta24 \leftarrow EMPREGADO  EMPREGADO.EMPREGADOLID = EMP_PROJ.EMPREGADOLID EMP_PROJ

Relação Consulta24								
<u>Empregado.</u> <u>Empregadoid</u>	Nome	CNPJ	Deptoid	SupervisorId	Salario	<u>Emp_Proj.</u> <u>Empregadoid</u>	<u>Projetoid</u>	Horas
10101010	João Luiz	11111111	1	NULO	3.000,00	NULO	NULO	NULO
20202020	Fernando	22222222	2	10101010	2.500,00	20202020	5	10
20202020	Fernando	22222222	2	10101010	2.500,00	20202020	10	25
30303030	Ricardo	33333333	2	10101010	2.300,00	30303030	5	35
40404040	Jorge	44444444	2	20202020	4.200,00	40404040	20	50
50505050	Renato	55555555	3	20202020	1.300,00	50505050	20	35

Obs.: Repare o Empregado João Luiz de Id 10101010 não esta em nenhum projeto, mas faz parte da consulta e os atributos que não possuem relação com ele em EMP_PROJ recebem nulo.

Finalizando a consulta temos:

Consulta25 \leftarrow $\pi_{\text{Nome,horas}}$ (Consulta21)

Relação Consulta24	
Nome	Horas
João Luiz	NULO
Fernando	10
Fernando	25
Ricardo	35
Jorge	50
Renato	35