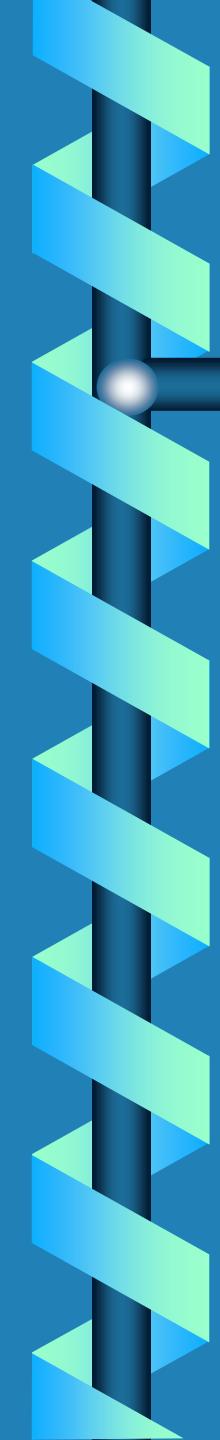




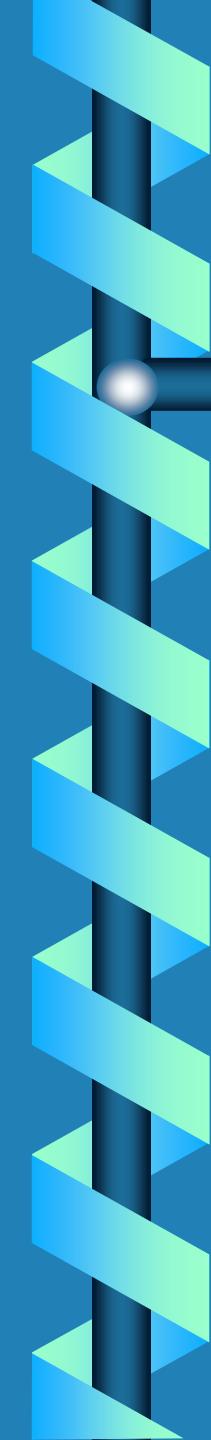
Linguagens de consulta relacionais

Prof. José de J. Pérez-Alcázar



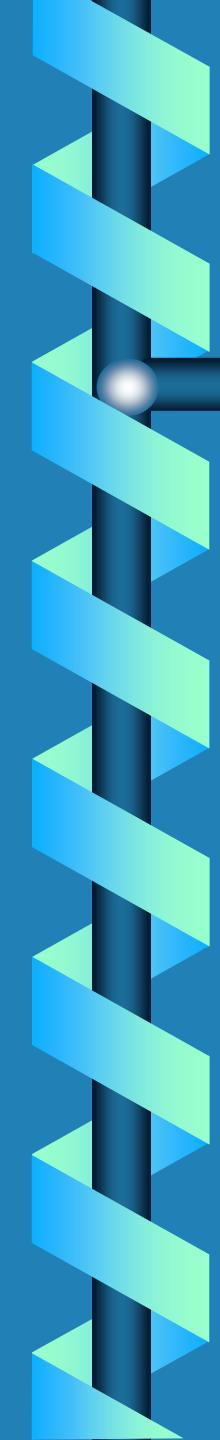
Objetivo

- Apresentar os fundamentos da álgebra relacional, uma das bases das linguagens comerciais atuais



Introdução

- Modelos de dados = componente estático + dinâmico.
- Dinâmico → operações
- Operações (Recuperar, Incluir, Atualizar e Remover) → LC + LMD
- Recuperar → grande parte do interesse do usuário orienta-se em fazer consultas (LC).



Introdução

□ Contribuições do Codd →

- **criação de um modelo simples mas poderoso de representar a informação**
- **Definição de duas linguagens formais → bases das linguagens de consulta existentes (linguagens não procedimentais - declarativos)**

LINGUAGENS DE CONSULTA RELACIONAIS

FORMAIS

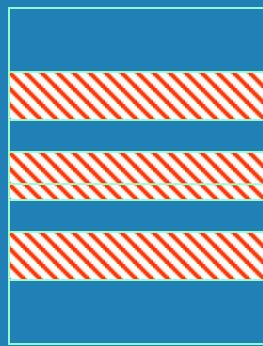
**ÁLGEBRA
CÁLCULO**

**TUPLAS
DOMINIOS**

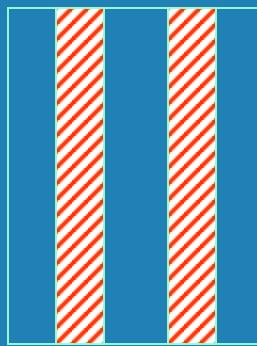
COMERCIAIS

**SQL
QUEL
QBE**

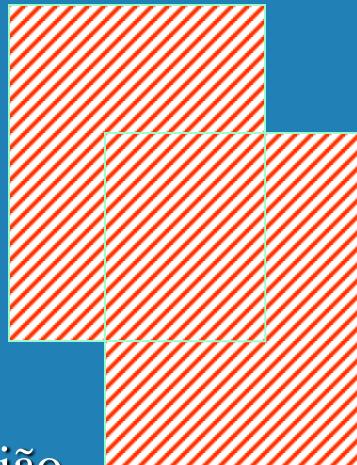
ÁLGEBRA RELACIONAL (RESUMO)



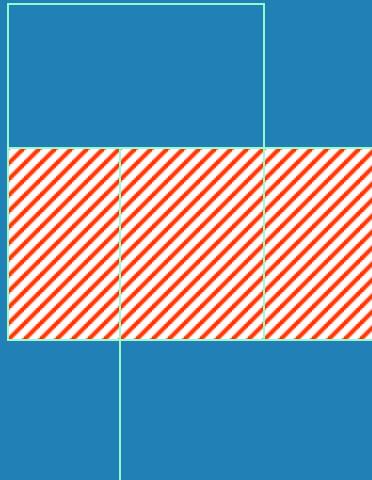
Seleção



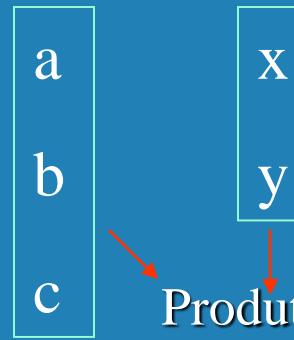
Projeção



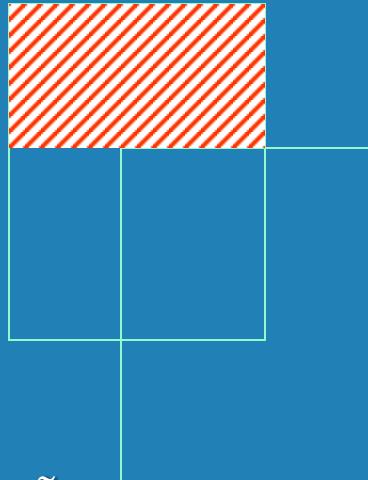
União



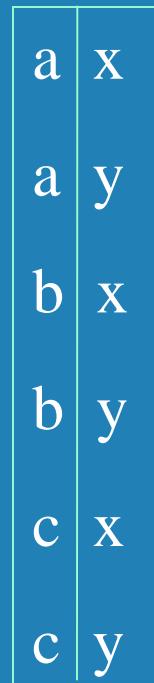
interseção



Produto



Diferença



ÁLGEBRA RELACIONAL (RESUMO)

Junção

a1	b1
a2	b1
a3	b2

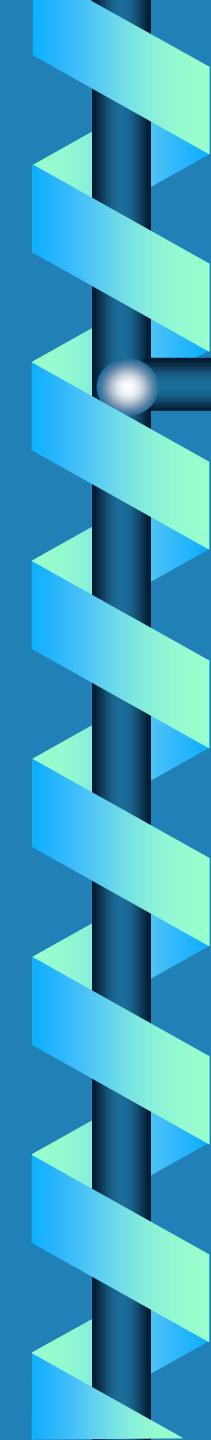
b1	c1
b2	c2
b3	c3

a1	b1	c1
a2	b1	c1
a3	b2	c2

Divisão

a	x
a	y
a	z
b	x

x
z



OPERAÇÕES TRADICIONAIS DE CONJUNTOS

União, interseção, diferença e produto cartesiano (binárias)

Relações (A e B) devem ser compatíveis (exceção X), isto é:

- mesmo grau (n)
- Domínio(atributo i de A) = Domínio(atributo i de B) para $1 \leq i \leq n$.

Garante operações fechadas.

Conveniência no caso da união, interseção e diferença → esquema resultante = esquema primeiro operando

OPERAÇÕES TRADICIONAIS DE CONJUNTOS

UNIÃO

A e B relações, $A \text{ UNION } B = \{ t / t \in A \vee t \in B \}$ **$(A \cup B)$**

Exemplo (Veja esquema):

A = Conjunto de fornecedores de São Paulo

B = Conjunto de fornecedores do produto P1

A UNION B = Conjunto de fornecedores que moram em São Paulo ou fornecem o produto P1 (ou ambos).

DIFERENÇA

A e B relações, $A \text{ MINUS } B = \{ t / t \in A \wedge t \notin B \}$ **$(A - B)$**

Exemplo:

□ A MINUS B = Conjunto de fornecedores que moram em São Paulo e não fornecem a peça P1. **B MINUS A?**

OPERAÇÕES TRADICIONAIS DE CONJUNTOS

INTERSECÇÃO

A e B relações, $A \text{ INTERSECT } B = A \text{ MINUS } (A \text{ MINUS } B)$

$$= \{ T / T \in A \wedge T \in B \} \quad (A \cap B)$$

Exemplo: $A \text{ INTERSECT } B = \text{Conjunto de fornecedores que moram em São Paulo e fornecem o produto P1.}$

Nomes de atributos para relações derivadas.

Regra do nome único = Nenhuma relação têm dois atributos com o mesmo nome

- Um atributo pode ser referenciado pelo nome (sem qualificação) ou pelo nome qualificado (nome_relação.nome_atributo) no caso de ambigüidade.

PRODUTO CARTESIANO

A e B relações, A TIMES B = { t / t = concatenação de a \in A \wedge b \in B }
(A \times B)

Concatenação de a = (a₁, ..., a_m) e b = (b_{m+1}, ..., b_{m+n}) = (a₁, ..., a_m, b_{m+1},
Exemplo: ..., b_{m+n})

A = Conjunto de Nos. de fornecedores

B = Conjunto de Nos. de Produtos

A TIMES B = Conjunto de pares de Nos. fornecedores/Nos. Produtos

Resultado da operação TIMES \longrightarrow nomes de atributos qualificados

OPERAÇÕES TRADICIONAIS DE CONJUNTOS

Exemplo:

Sejam A (X#), B (Y#) e D (X#, Y#) relações

C = A TIMES B tem atributos (X#, Y#)

→ C TIMES D tem atributos (A.X#, B.Y#, D.X#, D.Y#)

Nomes qualificados devem ser únicos.

R TIMES R ?

→ RENAME R AS S ou $\rho_S(R)$

RENAME R AS S(B1, B2, ..., Bn) ou $\rho_{S(B1, B2, ..., Bn)}(R)$

Associatividade

UNION, INTERSECT e TIMES → $(A \phi B) \phi C = A \phi (B \phi C)$

OPERAÇÕES FUNDAMENTAIS

Seleção ou restrição (σ) → Extrai tuplas especificadas de uma relação

Sintaxe de Date $R \text{ WHERE } R.X \phi R.Y$

ϕ operador relacional ($=, \neq, >, \geq$, etc.)

X e Y pertencem ao mesmo domínio e ϕ deve ser válido nele.

$$\sigma_{R.X \phi R.Y} R = \{ t / t.x \phi t.y \}$$

outra possibilidade $R \text{ WHERE } R.X \phi \text{cte.}$

O operador de seleção permite só uma única condição. Entretanto:

1. $R \text{ WHERE } C1 \text{ AND } C2 \iff (R \text{ WHERE } C1) \text{ INTERSECT } (R \text{ WHERE } C2)$
2. $R \text{ WHERE } C1 \text{ OR } C2 \iff (R \text{ WHERE } C1) \text{ UNION } (R \text{ WHERE } C2)$
3. $R \text{ WHERE NOT } C \iff R \text{ MINUS } (R \text{ WHERE } C)$

Se R for uma expressão arbitaria não é possível qualificar. (Exemplos)

OPERAÇÕES FUNDAMENTAIS

Projeção (Π)

Sintaxe do Date

$R(X, Y, \dots, Z) = \{ (x, y, \dots, z) / \exists t \in R \text{ com } t.X = x \wedge t.Y = y \wedge \dots \wedge t.Z = z \}$

$\Pi_{X, Y, \dots, Z} R$

Tuplas duplicadas são eliminadas

Ordem dos atributos é importante \rightarrow **Permite permutar os atributos dentro de uma relação**

Qualificação não muda.

Veja exemplo.

OPERAÇÕES FUNDAMENTAIS

JUNÇÃO

- **junção_** ϕ de A, sobre o atributo X, com B, sobre o atributo Y
 $= \{ t / t = \text{Concatenação de } a \in A \wedge b \in B \wedge a.X \ \phi \ b.Y \}$
 $= (A \times B) \text{ WHERE } A.X \ \phi \ B.Y \quad \text{JOIN } \phi$
a.X e b.Y devem pertencer ao mesmo domínio
e ϕ deve ser definido neste domínio

Exemplo: F JOIN P **F. CIDADE > P. CIDADE**

F JOIN P

Se $\phi \longleftrightarrow \text{``}=\text{''}$ \rightarrow 'equijoint'

Se no equijoin um dos atributos for eliminado → Junção natural
É a junção mais útil. A \bowtie B

A JOIN B Para todo atributo com nome não qualificado comum a A e B o domínio de ambos também deve ser igual.

OPERAÇÕES FUNDAMENTAIS

- Sejam $A(X_1, X_2, \dots, X_m, Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$ e $B(Y_1, Y_2, \dots, Y_n, Z_1, Z_2, \dots, Z_p)$



é igual $(A \times B) (A.X_1, \dots, A.X_m, A.Y_1, \dots, A.Y_n, Z_1, \dots, Z_p)$

WHERE $A.Y_1 = B.Y_1 \wedge$

... \wedge

$A.Y_n = B.Y_n$

A junção é associativa

Veja exemplo

OPERAÇÕES FUNDAMENTAIS

Divisão

- Apropriada para consultas que incluem a frase “para todos”
- Seja A a relação dividendo de grau $m+n$ e
- Seja B a relação divisor de grau n, o resultado de A **DIVIDE BY** B ($A \div B$) é uma relação de grau m.
- Domínio(atributo $m+i$ de A) = Domínio(atributo i de B) para $1 \leq i \leq n$

OPERAÇÕES FUNDAMENTAIS

- Sejam os m primeiros atributos de A → atributo composto X
- Sejam os n últimos atributos de A → atributo composto Y

→ Relação $A = (X, Y)$

$B = (Y)$

A DIVIDE BY B = C = {x / x ∈ A. X ∧ ∀ y ∈ B. Y (X, Y) ∈ A}

Exemplo

Exercícios

- Quais são os nomes dos fornecedores que fornecem a peça P2? →

((FP WHERE P# = 'P2') JOIN F) [FNAME]

$\pi_{Fname}((\sigma_{F\#=P2'}FP) \bowtie F)$

- Quais são os nomes dos fornecedores que fornecem pelo menos uma peça vermelha? →

((P WHERE COR = 'Vermelho') (P#) JOIN FP) (F#)

JOIN F) [FNAME]

$\pi_{Fname}(\pi_{F\#}(\pi_{P\#}(\sigma_{Cor='vermelho'}P) \bowtie FP) \bowtie F)$

Exercícios

- Quais são os códigos dos fornecedores que fornecem pelo menos todas as peças fornecidas pelo fornecedor F2? 
FP [F#, P#] DIVIDIDE BY (FP WHERE F# = 'F2') [P#]
$$\pi_{F\#,P\#}(FP) \div \pi_{P\#}(\sigma_{F\#=F2}FP)$$
- Quais são os nomes dos fornecedores que não fornecem a peça P2? 
((F [F#] MINUS (FP WHERE P# = 'P2') [F#] JOIN F) [FNAME])
$$\pi_{Fnome}((\pi_{F\#}F - \pi_{F\#}(\sigma_{P\#=P2}FP)) \Join F)$$

COMENTARIOS

- As oito operações não constituem o conjunto mínimo → todas simplificam sua utilização.
- Parece que álgebra serve só para “recuperação de dados.”
Não é o caso → objetivo fundamental da álgebra é permitir a definição de expressões (utilizadas para vários propósitos)
 - Definir o alcance de uma atualização;
 - Definir dados virtuais;
 - Definir direitos de acesso;
 - Definir restrições de integridade; entre outros.

COMENTARIOS

- Base conveniente para otimização. Ex:

(F JOIN FP) WHERE P# = 'P1' → (F JOIN (FP WHERE P# = 'P1')

Transf.

Alguns operadores relacionais adicionais

□ Extensão

Toma uma relação especificada e - cria uma nova relação semelhante à original mas com um atributo adicional, cujos valores obtém-se avaliando alguma expressão Ex:
EXTEND P ADD (PESO * 454) AS PESOGRS.

□ Totalização [Funções agregadas]

Average, sum, max, min, count, etc.

Exemplo

SUMMARIZE FP GROUPBY (P#) ADD SUM (QUANT) AS QUANTTOTAL

Produz ao se avaliar, uma relação com cabeçalho (P#, QUANTTOTAL)

SUMMARIZE <Termo> GROUPBY (<lista-de-atributos>)

ADD < cálculo-de-agregados> AS < atributo>

<atributos de agrupamento> \sum <cálculo de agregados> (R)

Outros exemplos :

**(SUMMARIZE FP GROUPBY (P#) ADD SUM (QUANT) AS QUANTTOTAL,
AVG (QUANT) AS QUANTMEDIA)**

$\rho R(P#, QUANTTOTAL, QUANTMEDIA) (P# \sum SUM QUANT, AVG QUANT (FP))$

Remessas (FP)

F#	P#	QUANTIDADE
F1	P1	450
F1	P2	700
F1	P3	430
F2	P1	300
F2	P2	400
F2	P3	200

Fornecedores (F)

F#	FNOME	STATUS	CIDADE
F1	José	20	Campinas
F2	Paulo	10	São Paulo
F3	João	30	Rio de Janeiro

Pecas ou Produtos (P)

P#	PNOME	COR	PESO	CIDADE
P1	Porca	Vermelho	12.0	Rio de Janeiro
P2	Pino	Verde	17.0	São Paulo
P3	Parafuso	Azul	17.0	Campinas
P4	Tubo	Vermelho	19.0	Campinas

Exercício 1

Remessas (FP)

Fornecedores (F)

F#	FNOME	STATUS	CIDADE
F1	José	20	Campinas
F2	Paulo	10	São Paulo
F3	João	30	Rio de Janeiro

F#	P#	QUANTIDADE
F1	P1	450
F1	P2	700
F1	P3	430
F2	P1	300
F2	P2	400
F2	P3	200

Pecas ou Produtos (P)

P#	PNOME	COR	PESO	CIDADE
P1	Porca	Vermelho	12.0	Rio de Janeiro
P2	Pino	Verde	17.0	São Paulo
P3	Parafuso	Azul	17.0	Campinas
P4	Tubo	Vermelho	19.0	Campinas



Exercício 2

Remessas (FP)

Fornecedores (F)

F#	FNOME	STATUS	CIDADE
F1	José	20	Campinas
F2	Paulo	10	São Paulo
F3	João	30	Rio de Janeiro

Peças ou Produtos (P)

P#	PNOME	COR	PESO	CIDADE
P1	Porca	Vermelho	12.0	Rio de Janeiro
P2	Pino	Verde	17.0	São Paulo
P3	Parafuso	Azul	17.0	Campinas
P4	Tubo	Vermelho	19.0	Campinas

F#	P#	QUANTIDADE
F1	P1	450
F1	P2	700
F1	P3	430
F2	P1	300
F2	P2	400
F2	P3	200



Exercício 3 Quais são os códigos dos fornecedores que fornecem pelo menos todas as peças fornecidas pelo fornecedor F2?

Remessas (FP)

F#	P#	QUANTIDADE
		450
F1	P1	700
F1	P3	430
F2	P1	300
F2	P2	400
F2	P3	200

F#	P#
F1	P1
F1	P2
F1	P3
F2	P1
F2	P2
F2	P3

Dividendo

P#
P1
P2
P3

Divisor



Resultado

F#
F1
F2



Exercício 4 Quais são os nomes dos fornecedores que não fornecem a peça P2?

Fornecedores (F)

F#	FNOME	STATUS	CIDADE
F1	José	20	Campinas
F2	Paulo	10	São Paulo
F3	João	30	Rio de Janeiro

Remessas (FP)

F#	P#	QUANTIDADE
F1	P1	450
F1	P2	700
F1	P3	430
F2	P1	300
F2	P2	400
F2	P3	200

Pecas ou Produtos (P)

P#	PNOME	COR	PESO	CIDADE
P1	Porca	Vermelho	12.0	Rio de Janeiro
P2	Pino	Verde	17.0	São Paulo
P3	Parafuso	Azul	17.0	Campinas
P4	Tubo	Vermelho	19.0	Campinas

P

P#	PNOME	COR	PESO	CIDADE
P1	Porca	Vermelho	12.0	Rio de Janeiro
P2	Pino	Verde	17.0	São Paulo
P3	Parafuso	Azul	17.0	Campinas
P4	Tubo	Vermelho	19.0	Campinas

P WHERE CIDADE = "Campinas"

P#	PNOME	COR	PESO	CIDADE
P3	Parafuso	Azul	17.0	Campinas
P4	Tubo	Vermelho	19.0	Campinas

P

P#	PNOME	COR	PESO	CIDADE
P1	Porca	Vermelho	12.0	Rio de Janeiro
P2	Pino	Verde	17.0	São Paulo
P3	Parafuso	Azul	17.0	Campinas
P4	Tubo	Vermelho	19.0	Campinas

P WHERE CIDADE = "Campinas" OR PESO < 17.0

P#	PNOME	COR	PESO	CIDADE
P1	Porca	Vermelho	12.0	Rio de Janeiro
P3	Parafuso	Azul	17.0	Campinas
P4	Tubo	Vermelho	19.0	Campinas

P#	PNOME	COR	PESO	CIDADE
P1	Porca	Vermelho	12.0	Rio de Janeiro
P2	Pino	Verde	17.0	São Paulo
P3	Parafuso	Azul	17.0	Campinas
P4	Tubo	Vermelho	19.0	Campinas

$P[PNAME, CIDADE, P#, COR]$

PNOME	CIDADE	P#	COR
Porca	Rio de Janeiro	P1	Vermelho
Pino	São Paulo	P2	Verde
Parafuso	Campinas	P3	Azul
Tubo	Campinas	P4	Vermelho

$P[CIDADE]$

CIDADE
Rio de Janeiro
São Paulo
Campinas

F JOIN P

F.CIDADE > P.CIDADE

Fornecedores (F)

F#	FNOME	STATUS	CIDADE
F1	José	20	Campinas
F2	Paulo	10	São Paulo
F3	João	30	Rio de Janeiro

?

Pecas ou Produtos (P)

P#	PNOME	COR	PESO	CIDADE
P1	Porca	Vermelho	12.0	Rio de Janeiro
P2	Pino	Verde	17.0	São Paulo
P3	Parafuso	Azul	17.0	Campinas
P4	Tubo	Vermelho	19.0	Campinas

F JOIN P

F.CIDADE > P.CIDADE

F#	FNOME	STATUS	F.CIDADE	P#	PNOME	COR	PESO	P.CIDADE
F2	Paulo	10	São Paulo	P1	Porca	Vermelho	12.0	Rio de Janeiro
F2	Paulo	10	São Paulo	P3	Parafuso	Azul	17.0	Campinas
F2	Paulo	10	São Paulo	P4	Tubo	Vermelho	19.0	Campinas
F3	João	30	Rio de Janeiro	P3	Parafuso	Azul	17.0	Campinas
F3	João	30	Rio de Janeiro	P4	Tubo	Vermelho	19.0	Campinas



F

F#	FNOME	STATUS	CIDADE
F1	José	20	Campinas
F2	Paulo	10	São Paulo
F3	João	30	Rio de Janeiro

FP

F#	P#	QUANTIDADE
F1	P1	450
F1	P2	700
F1	P3	430
F2	P1	300
F2	P2	400
F2	P3	200

?

F JOIN FP

F#	FNOME	STATUS	CIDADE	P#	QUANTIDADE
F1	José	20	Campinas	P1	450
F1	José	20	Campinas	P2	700
F1	José	20	Campinas	P3	430
F2	Paulo	10	São Paulo	P1	300
F2	Paulo	10	São Paulo	P2	400
F2	Paulo	10	São Paulo	P3	200

Exemplos de divisão

DIVIDIENDO

F#	P#
F1	P1
F1	P2
F1	P3
F1	P4
F1	P5
F1	P6

F2	P1
F2	P2
F3	P2
F4	P2
F4	P4
F4	P5

P#
P1
P2
P3
P4
P5
P6

DIVISORES

P#
P2
P4

P#
P1

RESULTADOS

F#
F1

F#
F1
F4

F#
F1
F2

SUMMARIZE FP GROUPBY (P#) ADD SUM (QUANT) AS QUANTTOTAL

Remessas (FP)

F#	P#	QUANTIDADE
F1	P1	450
F2		300
F1	P2	700
F2		400
F1	P3	430
F2		200

P#	QUANTTOTAL
P1	750
P2	1100
P3	630



OPERADORES RELACIONAIS

- JOIN → Tuplas que não casam são eliminadas do resultado, tuplas como atributos null também são eliminadas
 - LEFT OUTER JOIN Ex: F LEFT OUTER JOIN FP
 - RIGHT OUTER JOIN
 - FULL OUTER JOIN