

[MAC0313] Introdução aos Sistemas de Bancos de Dados

Aula 15 Linguagem SQL (Parte 2)

Consultas Básicas e Consultas Envolvendo Múltiplas Relações

10 de outubro de 2019
Prof^a Kelly Rosa Braghetto

(Adaptação dos slides do prof. Jeffrey Ullman, da *Stanford University*)

Comandos

Select-From-Where

SELECT <lista de atributos>
FROM <lista de tabelas>
WHERE <condição>

Exemplo para a aula

- ◆ As consultas SQL serão baseadas no seguinte esquema de BD:

Refrigerante(nome, fabricante)

Lanchonete(nome, endereco, cnpj)

Cliente(nome, endereco, telefone)

Apreciador(nome_cliente, nome_refri)

Vendedor(nome_lanch, nome_refri, preco)

Frequentador(nome_cliente, nome_lanch)

Exemplo

- ◆ Usando `Refrigerante(nome, fabricante)`, quais “refris” são feitos por *Cola-Coca* ?

```
SELECT nome  
FROM Refrigerante  
WHERE fabricante = 'Cola-Coca';
```

Resultado da consulta

nome
Fanfa
Kuaif
Sprife
...

A resposta é uma relação com um único atributo, **nome**, e tuplas com o nome de cada refrigerante produzido pela *Cola-Coca*.

“Processamento” de uma consulta sobre uma única relação

- ◆ Começa com a relação na cláusula FROM.
- ◆ Aplica-se a seleção indicada na cláusula WHERE.
- ◆ Aplica-se a projeção indicada pela cláusula SELECT.

Semântica operacional - visão geral

- ◆ Processamento de uma consulta:
 - ▶ Considere que há uma *variável-tupla* percorrendo cada tupla da relação mencionada na cláusula FROM.
 - ▶ Verifique se a tupla “atual” satisfaz a cláusula WHERE.
 - ▶ Se sim, compute os atributos ou expressões da cláusula SELECT usando os componentes dessa tupla.

Semântica operacional

nome	fabricante
Fanfa	Cola-Cola

Verifica se
 $t.\text{fabricante} = \text{'Cola-Coca'}$

Se sim, inclui
 $t.\text{nome}$ no resultado

A variável-tupla t
percorre todas as
tuplas

```
SELECT nome  
FROM Refrigerante  
WHERE fabricante = 'Cola-Coca';
```

O * em cláusulas SELECT

- ◆ Quando há apenas uma relação na cláusula FROM, um * na cláusula SELECT equivale a “todos os atributos dessa relação”.
- ◆ Exemplo:
Usando Refrigerante(nome, fabricante)

```
SELECT *  
FROM Refrigerante  
WHERE fabricante = 'Cola-Coca';
```

Resultado da consulta

nome	fabricante
Fanfa	Cola-Coca
Kuaif	Cola-Coca
Sprife	Cola-Coca
.

Agora, o resultado possui todos os atributos de Refrigerante.

Renomeando atributos

- ◆ Para modificar os nomes dos atributos no resultado, use **“AS <novo nome>”** para renomear um atributo.

- ◆ Exemplo:

usando Refrigerante(nome, fabricante)

```
SELECT nome AS refri, fabricante  
FROM Refrigerante  
WHERE fabricante = 'Cola-Coca';
```

Resultado da consulta

refri	fabricante
Fanfa	Cola-Coca
Kuaif	Cola-Coca
Sprife	Cola-Coca
.

Expressões em cláusulas SELECT

◆ Atributos, constantes e funções podem aparecer como elementos na cláusula SELECT.

◆ Exemplo:

Usando `Venda(nome_lanch, nome_refri, preco)`

```
SELECT nome_lanch, nome_refri,  
preço*0.22 AS preco_em_euros  
FROM Venda;
```

Resultado da consulta

nome_lanch	nome_refri	preco_em_euros
Sujinhos	Fanfa	1,1
Bar do Zé	Sprife	1,3
...

Exemplo: Constantes como expressões

Usando `Apreciador(nome_cliente, nome_refri)`:

```
SELECT nome_cliente,  
       'aprecia Fanfa' AS descricao  
FROM   Appreciador  
WHERE  nome_refri = 'Fanfa';
```

Resultado da consulta

cliente	descricao
Sally	aprecia Fanfa
Fred	aprecia Fanfa
...	...

Condições complexas para a cláusula WHERE

- ◆ Operadores booleanos AND, OR, NOT.
- ◆ Comparações =, <>, <, >, <=, >=.
- ◆ E muitos outros operadores que produzem valores booleanos como resultado.

Exemplo: Condição “complexa”

- ◆ Usando `Venda(nome_lanch, nome_refri, preco)`, encontre o preço cobrado no *Sujinhos* pela *Fanfa*:

```
SELECT preco
FROM Venda
WHERE nome_lanch = 'Sujinhos'
      AND nome_refri = 'Fanfa';
```

Busca de padrões em cadeias de caracteres

- ◆ Uma condição pode comparar uma *string* com um padrão (~ expressão regular) usando:
 - ◆ <Atributo> **LIKE** <padrão> ou <Atributo> **NOT LIKE** <padrão>
- ◆ *Padrão* é uma *string* contendo caracteres especiais:
 - ◆ '%' “casa” com qualquer *string*
 - ◆ '_' “casa” com qualquer (um) caractere

Exemplo: LIKE

◆ Usando

Cliente(nome, endereço, telefone),
encontre os clientes com DDD de *São Paulo*:

```
SELECT nome  
FROM Cliente  
WHERE telefone LIKE '(11)%';
```

Exemplo(2): LIKE

◆ Usando

Cliente(nome, endereço, telefone),
encontre os clientes com 'Silva' no
sobrenome:

```
SELECT nome  
FROM Cliente  
WHERE nome LIKE '% Silva%';
```

Exemplo(3): LIKE

◆ Usando

Cliente(nome, endereço, telefone),
encontre os clientes cujo primeiro nome
tem 3 letras:

```
SELECT nome  
FROM Cliente  
WHERE nome LIKE '___ %';
```

Caracteres especiais em expressões com o LIKE

- ◆ Para usar '%' ou o '_' em um padrão sem que eles exerçam a função de caractere especial, é preciso fazer o “*scape*” deles.
- ◆ A SQL nos permite usar qualquer caractere como *scape*.
- ◆ **Exemplo:** padrão que “casa” o valor do atributo *s* com uma *string* iniciada e finalizada por '%'

s LIKE 'x%%x%' ESCAPE 'x'

Comparação de *strings*, datas e horários

- ◆ Também podemos usar os operadores $>$, $>=$, $<$ e $<=$ para comparar *strings*, datas e horários.
- ◆ Quando comparamos *strings* com o $<$, por exemplo, estamos perguntando se uma *string* precede a outra na ordem lexicográfica.
- ◆ **Exemplos:**
'facada' $<$ 'farpa' e 'bar' $<$ 'barganha'

Qual é o resultado da consulta a seguir?

- ◆ A partir da relação Venda a seguir:

nome_lanch	nome_refri	preco
Sujinhos	Fanfa	NULL

```
SELECT nome_lanch FROM Venda  
WHERE preco < 2.00 OR preco >= 2.00;
```

Comparando NULL com outros valores

- ◆ Tuplas em relações SQL podem ter o NULL como valor para um ou mais de seus atributos.
- ◆ A lógica das condições em SQL é uma lógica ternária: **TRUE, FALSE, UNKNOWN**.
- ◆ Comparar qualquer valor (incluindo o próprio NULL) com NULL resulta em **UNKNOWN**.
- ◆ Uma tupla é incluída no conjunto resposta de uma consulta se e somente se a cláusula WHERE é **TRUE** .

Lógica ternária (ou *trivalente*)

- ◆ Para entender como o **AND**, **OR** e o **NOT** funcionam na lógica ternária, pense que TRUE = 1, FALSE = 0 e UNKNOWN = $\frac{1}{2}$.
- ◆ AND = MIN; OR = MAX, NOT(x) = 1-x.
- ◆ Exemplo:

$$\begin{aligned} \text{TRUE AND (FALSE OR NOT(UNKNOWN))} &= \\ \text{MIN(1, MAX(0, (1 - } \frac{1}{2} \text{)))} &= \\ \text{MIN(1, MAX(0, } \frac{1}{2} \text{))} &= \text{MIN(1, } \frac{1}{2} \text{)} = \frac{1}{2}. \end{aligned}$$

Um exemplo surpreendente

- ◆ A partir da relação Venda a seguir:

nome_lanch	nome_refri	preco
Sujinhos	Fanfa	NULL

```
SELECT nome_lanch FROM Venda
WHERE preco < 2.00 OR preco >= 2.00;
```

Diagram illustrating the evaluation of the WHERE clause conditions:

- The condition `preco < 2.00` is evaluated as UNKNOWN.
- The condition `preco >= 2.00` is evaluated as UNKNOWN.
- The overall condition `preco < 2.00 OR preco >= 2.00` is evaluated as UNKNOWN.

Resultado: nenhuma tupla é selecionada!

Razão: Leis para a lógica binária != Leis para a lógica ternária

- ◆ Algumas leis comuns, como a comutatividade do AND, valem na lógica ternária.
- ◆ Mas outras **não valem**
 - ▶ Exemplo: *lei do terceiro excluído*
 $p \text{ OR NOT } p = \text{TRUE}$
 - ▶ Quando $p = \text{UNKNOWN}$, o lado esquerdo é $\text{MAX}(\frac{1}{2}, (1 - \frac{1}{2})) = \frac{1}{2} \neq 1$.

Ordenação do resultado de uma consulta

- ◆ É possível ordenar as tuplas da relação resultante de uma consulta por meio da cláusula

ORDER BY <lista de atributos> [ASC | DESC]

- ◆ A ordenação ascendente (ASC) é a padrão

- ◆ Exemplos:

```
SELECT * FROM Cliente ORDER BY  
nome, telefone;
```

ou

```
SELECT * FROM Cliente ORDER BY nome DESC;
```

Consultas envolvendo múltiplas relações

- ◆ Consultas interessantes frequentemente combinam dados de mais de uma relação.
- ◆ Podemos considerar várias relações em uma consulta listando-as na cláusula FROM.
- ◆ Para distinguir atributos de relações diferentes que possuem o mesmo nome: “<relação>.<atributo>” .

Exemplo: junção de duas relações

- ◆ Usando a relação `Apreciador(nome_cliente, nome_refri)` e `Frequentador(nome_cliente, nome_lanch)`, encontre os refrigerantes apreciados por pelo menos uma pessoa que frequenta a lanchonete Sujinhos.

```
SELECT nome_refri
FROM Appreciador, Frequentador
WHERE nome_lanch = 'Sujinhos' AND
Frequentador.nome_cliente =
Appreciador.nome_cliente;
```

Semântica formal

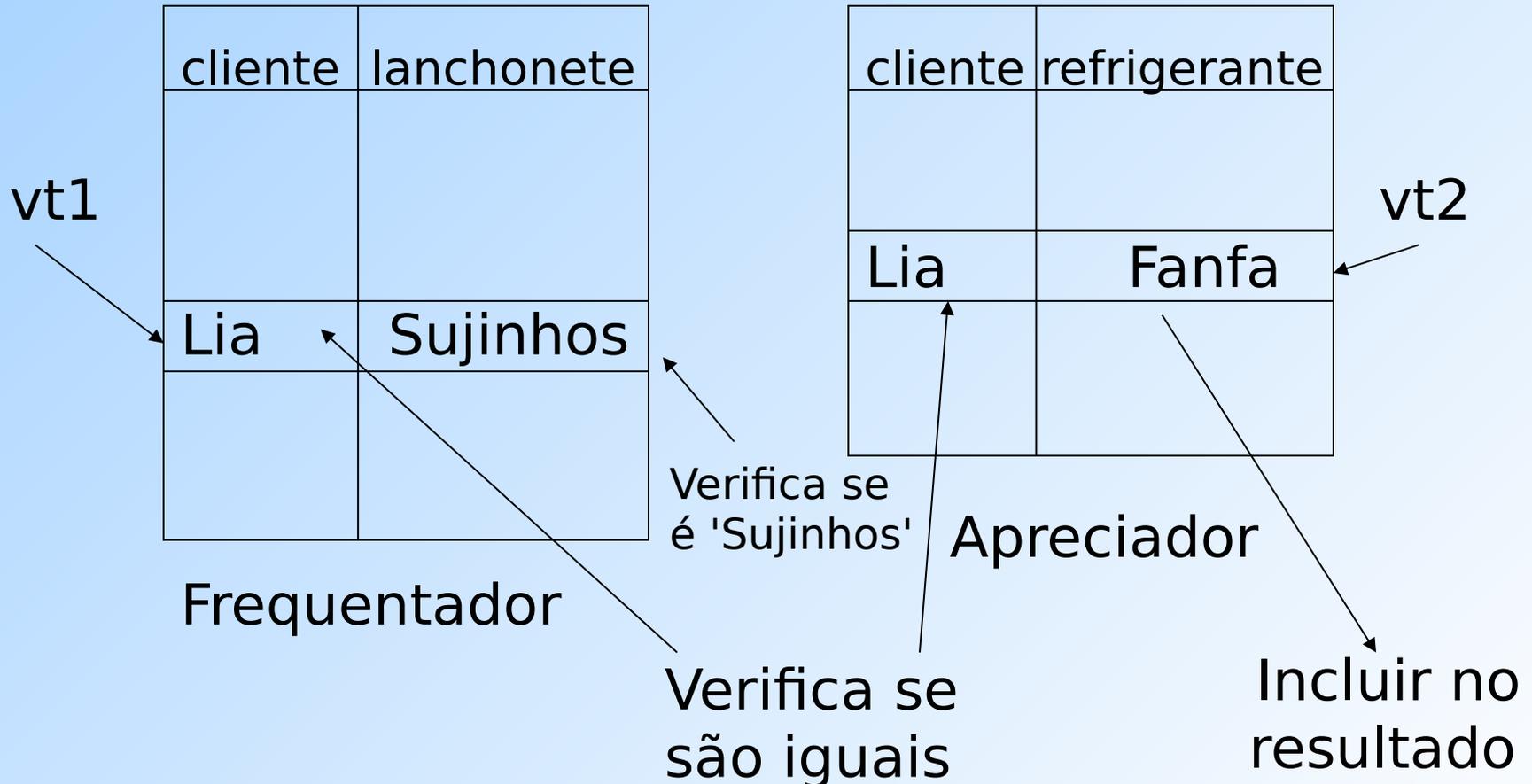
- ◆ Quase a mesma que a das consultas sobre uma única relação:
 1. Comece com o produto cartesiano de todas as relações da cláusula FROM.
 2. Aplique a condição de seleção da cláusula WHERE.
 3. Projete sobre a lista de atributos e expressões da cláusula SELECT.

Semântica operacional

- ◆ Imagine uma variável-tupla para cada relação na cláusula FROM.
 - ◆ Essas variáveis visitam cada combinação possível de tuplas, uma de cada relação.
- ◆ Se as variáveis-tuplas apontam para tuplas que satisfazem a cláusula WHERE, envie essas tuplas para a cláusula SELECT.

Exemplo

```
SELECT nome_refri
FROM Apreciador, Frequentador
WHERE nome_lanch = 'Sujinhos' AND
Frequentador.nome_cliente = Apreciador.nome_cliente;
```



Variáveis-tuplas explícitas

- ◆ Às vezes, uma consulta precisa usar duas cópias de uma mesma relação.
- ◆ Para diferenciar as cópias, acrescenta-se o nome de uma variável-tupla na frente do nome da relação na cláusula FROM.
- ◆ É sempre possível renomear uma relação desta forma (mesmo quando isso não é indispensável para a consulta).

Exemplo: auto-junção

- ◆ A partir de `Refrigerante(nome_refri, fabricante)`, encontre todos os pares de refri feitos por um mesmo fabricante. Restrições:
 - ▶ Não produza pares como *(Fanfa, Fanfa)*.
 - ▶ Produza pares em ordem alfabética, p. ex. *(Fanfa, Sprife)*, mas não *(Sprife, Fanfa)*.

```
SELECT r1.nome, r2.nome
FROM Refrigerante r1, Refrigerante r2
WHERE r1.fabricante = r2.fabricante
      AND r1.nome < r2.nome;
```

Subconsultas

- ◆ Um comando SELECT-FROM-WHERE parentizado (= *subconsulta*) pode ser usado em diferentes lugares de uma consulta, incluindo nas cláusulas FROM e WHERE.
- ◆ **Exemplo:** no lugar de uma relação na cláusula FROM, nós podemos usar uma subconsulta, e então consultar o seu resultado.
 - ▶ Para isso, faz-se necessário o uso de uma variável-tupla para nomear as tuplas do resultado.

Exemplo: uma subconsulta no FROM

- ◆ Encontre os refrigerantes apreciados por pelo menos uma pessoa que frequenta o *Sujinhos*.

```
SELECT nome_refri
FROM Apreciador, (SELECT nome_cliente
                  FROM Frequentador WHERE
                  nome_lanch = 'Sujinhos') SC
WHERE Apreciador.nome_cliente =
      SC.nome_cliente;
```

Clientes que frequentam o *Sujinhos*



Subconsultas que devolvem uma tupla

- ◆ Se uma subconsulta garantidamente produz uma única tupla, então a subconsulta pode ser usada como um valor.
 - ▶ Geralmente, a tupla tem um único componente (atributo).
 - ▶ Um erro é gerado em tempo de execução se não há nenhuma tupla no resultado da subconsulta ou se o resultado contém mais do que uma tupla.

Exemplo: subconsulta com tupla única

- ◆ Usando `Venda(nome_lanch, nome_refri, preco)`, encontre as lanchonetes que vendem *Fanfa* pelo mesmo preço que o *Sujinhos* cobra pela *Sprife*.
- ◆ A combinação de duas consultas certamente resolve a questão:
 1. Encontre o preço da *Sprife* no *Sujinhos*.
 2. Encontre as lanchonetes que vendem *Fanfa* por esse preço.

Solução com consulta + subconsulta

```
SELECT nome_lanch
```

```
FROM Venda
```

```
WHERE nome_refri = 'Fanfa' AND
```

```
preco = (SELECT preco
```

```
FROM Venda
```

```
WHERE nome_lanch = 'Sujinhos'
```

```
AND nome_refri = 'Sprife');
```

Preço da
Sprife no
Sujinhos



O operador IN

- ◆ A expressão

<tupla> IN (<subconsulta>)

é verdadeira se e somente se a tupla é membro da relação produzida pela subconsulta.

- ◆ Oposto:

<tupla> NOT IN (<subconsulta>)

- ◆ Expressões com IN podem aparecer na cláusula WHERE.

Exemplo: IN

- ◆ Usando `Refrigerante(nome, fabricante)` e `Apreciador(nome_cliente, nome_refri)`, encontre o nome e o fabricante de cada refri que o *Fred* gosta.

```
SELECT *  
FROM Refrigerante  
WHERE nome IN (SELECT nome_refri  
                FROM Appreciador  
                WHERE nome_cliente = 'Fred');
```

Conjunto de
refris que o
Fred gosta



Estas consultas são equivalentes?

```
SELECT a
FROM R, S
WHERE R.b = S.b;
```

a	b
1	2
3	4

R

b	c
2	5
2	6

S

```
SELECT a
FROM R
WHERE b IN (SELECT b FROM S);
```

IN é um predicado sobre as tuplas de R

```
SELECT a      Laço sobre as tuplas de S  
FROM R  
WHERE b IN (SELECT b FROM S);
```

Laço sobre
as tuplas de R

a	b
1	2
3	4

R

b	c
2	5
2	6

S

(1,2) satisfaz
a condição;
1 aparece uma
vez no resultado.

Esta consulta “pareia” tuplas de R e S

```
SELECT a  
FROM R, S  
WHERE R.b = S.b;
```

Laço duplo sobre
as tuplas de R e S

a	b
1	2
3	4

R

b	c
2	5
2	6

S

(1,2) com (2,5) e
(1,2) com (2,6) -
as duas combinações
satisfazem a
condição;
1 é incluído na
resposta 2 vezes!

A SQL só remove tuplas duplicadas da resposta em alguns casos que veremos nas próximas aulas.

O operador EXISTS

- ◆ A expressão

EXISTS(<subconsulta>)

é verdadeira se e somente se o resultado da subconsulta não é vazio.

- ◆ **Exemplo:** A partir de **Refrigerante(nome, fabricante)**, encontre os refris que são os únicos fabricados por seus fabricantes.

Exemplo: EXISTS

```
SELECT nome  
FROM Refrigerante r1  
WHERE NOT EXISTS (
```

Observe a regra do escopo:
fabricante se refere à
relação na cláusula FROM
mais próxima que possua
o atributo.

Conjunto de
refris com o
mesmo
fabricante de
r1, mas que
não é o mesmo
refri que r1.

```
SELECT *  
FROM Refrigerante  
WHERE fabricante =  
      r1.fabricante AND  
nome <> r1.nome );
```

Operador de
“diferente”
da SQL

O operador ANY

- ◆ **$x = \text{ANY}(\langle \text{subconsulta} \rangle)$** é uma condição booleana que é verdadeira sse x é igual a pelo menos uma tupla no resultado do subconjunto.
 - ◆ “=” pode ser substituído por qualquer operador de comparação.
- ◆ **Exemplo: $x \geq \text{ANY}(\langle \text{subconsulta} \rangle)$** significa que x não é sozinha a menor tupla produzida pela subconsulta.
 - ◆ Observe que as tuplas resultantes na subconsulta precisam possuir um único componente (coluna).

O operador ALL

- ◆ $x \langle \rangle \mathbf{ALL}(\langle \mathbf{subconsulta} \rangle)$ é verdadeira sse para toda tupla t no resultado da subconsulta, x não é igual a t .
 - ◆ Ou seja, x não está no resultado da subconsulta.
- ◆ “ $\langle \rangle$ ” pode ser substituído por qualquer operador de comparação.
- ◆ **Exemplo:** $x \geq \mathbf{ALL}(\langle \mathbf{subconsulta} \rangle)$ significa que não há no resultado da subconsulta tupla maior do que x .

Exemplo: ALL

- ◆ A partir de Venda(nome_lanch, nome_refri, preco), encontre o(s) refri(s) vendidos pelo maior preço.

```
SELECT nome_refri  
FROM Venda  
WHERE preco >= ALL (  
    SELECT preco  
    FROM Venda );
```

preco de Venda mais "externo" não pode ser menor do que qualquer outro preco.

Exercícios

Aluno(nroAluno, nomeAluno, formação, nível, idade)

Curso(nome, horario, sala, idProf)

Matriculado(nroAluno, nomeCurso)

Professor(idProf, nomeProf, idDepto)

- 1) Encontre os nomes de todos os cursos que são ministrados na sala *R128*.
- 2) Encontre o nome de todos os Juniores (nível = *JR*) que estão matriculados em um curso ministrado por *Ivana Teach*.
- 3) Encontre os nomes de todos os alunos que estão matriculados em dois cursos que são ministrados no mesmo horário.
- 4) Encontre os nomes dos alunos matriculados em nenhum curso.
- 5) Encontre o nome do(s) aluno(s) mais velho(s) matriculado(s) em um curso ministrado pelo *Ivana Teach*.
- 6) Encontre os nomes dos professores que ministram cursos em todas as salas em que algum curso é ministrado.

Referências bibliográficas

- ◆ *A First Course in Database Systems*,
Ullman e Widom. 1997.
Capítulo 5
- ◆ *Database Systems - The Complete Book*,
Garcia-Molina, Ullman e Widom. 2002.
Capítulo 6
- ◆ *Sistemas de Bancos de Dados* (6ª edição),
Elmasri e Navathe. 2010.
Capítulos 4 e 5