[MAC0313] Introdução aos Sistemas de Bancos de Dados

Aula 16
Linguagem SQL (Parte 2)

Consultas Básicas e Consultas Envolvendo Múltiplas Relações

05 de outubro de 2017

Profª 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

Verifica se é *Cola-Coca*

Se sim, inclui t.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*0.28 AS preco_em_euros
  FROM Venda;
```

Resultado da consulta

nome_lanch	nome_refri	preco_em_euros
Sujinhos	Fanfa	161,65
Bar do Zé	Sprife	145,48
...	...	...

Exemplo: Constantes como expressões

Usando Apreciador(nome_cliente, nome_refri):

```
SELECT nome_cliente,
       'aprecia Fanfa' AS descricao
FROM Apreciador
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 = ½.
- AND = MIN; OR = MAX, NOT(*x*) = 1-*x*.
- Exemplo:

TRUE AND (FALSE OR NOT(UNKNOWN)) =
MIN(1, MAX(0, (1 - ½))) =

MIN(1, MAX(0, ½)) = MIN(1, ½) = ½.

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;
```

UNKNOWN UNKNOWN

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 meio excluído*

    p OR NOT *p* = TRUE

  - Quando *p* = UNKNOWN, o lado esquerdo é MAX(½, (1 – ½)) = ½ != 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 refris apreciados por pelo menos uma pessoa que frequenta a lanchonete Sujinhos.

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

Semântica formal

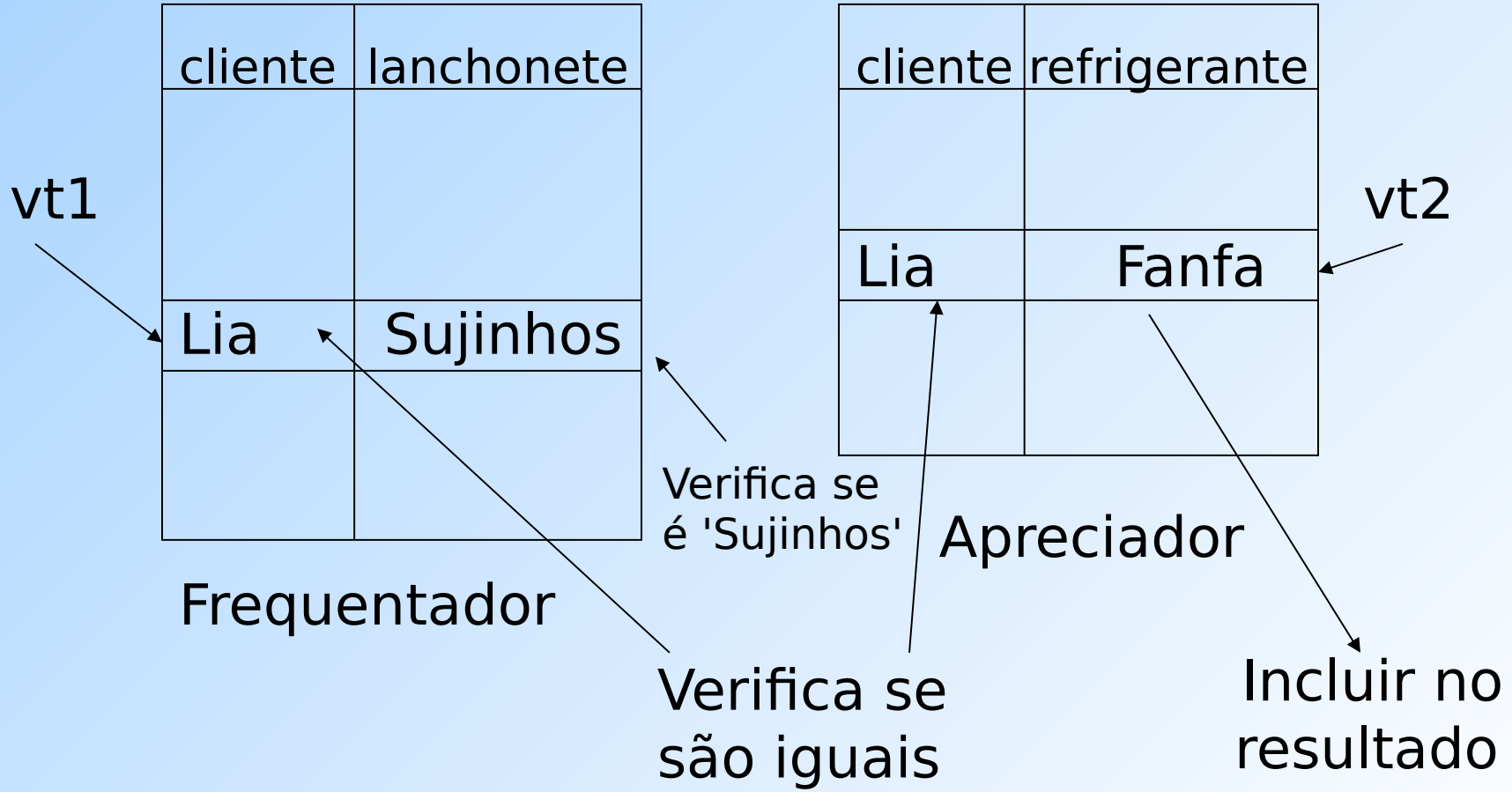
- Quase a mesma que a das consultas sobre uma única relação:
  1. Comece com o produto cartesiano de todas as relações da cláusula FROM.
  2. Aplique a condição de seleção da cláusula WHERE.
  3. Projete sobre a lista de atributos e expressões da cláusula SELECT.

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, acrescente 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.e., (*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 refris apreciados por pelo menos uma pessoa que frequenta o *Sujinhos*.

Clientes que frequentam o *Sujinhos*

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

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 servem *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 Apreciador
               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
FROM R
WHERE b IN (SELECT b FROM S);
```

Laço sobre as tuplas de 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!

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

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.

Operador de "diferente" da SQL

O operador ANY

- ***x* = ANY(<subconsulta>)** 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* >= ANY(<subconsulta>)** 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* <> ALL(<subconsulta>)** 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.
- "<>" pode ser substituído por qualquer operador de comparação.
- Exemplo: ***x* >= ALL(<subconsulta>)** 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(<u>nroAluno</u>, nomeAluno, formação, nivel, idade)

Curso(<u>nome</u>, horario, sala, idProf)

Matriculado(<u>nroAluno, nomeCurso</u>)

Professor(<u>idProf</u>, 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