

[MAC0439] Laboratório de Bancos de Dados
Aula 18
Stored Procedures

Kelly Rosa Braghetto

DCC-IME-USP

28 de outubro de 2015

Persistent Stored Modules (SQL/PSM)

- ▶ Cada SGBD oferece um modo diferente para o usuário manter **junto ao esquema do BD** funções ou procedimentos que podem ser usados nas consultas SQL ou em outros comandos SQL
- ▶ Essas funções e procedimentos são escritos em linguagens simples, mas que nos permitem executar dentro do BD operações que não podem ser expressas em SQL
- ▶ O padrão PSM captura os principais conceitos existentes nessas linguagens simples implementadas nos SGBDs

Funções e procedimentos em PSM

Estrutura geral da criação:

```
CREATE PROCEDURE <nome> (<parâmetros>)  
<declarações locais>  
<corpo do procedimento> ;
```

```
CREATE FUNCTION <nome> (<parâmetros>) RETURNS <tipo>  
<declarações locais>  
<corpo da função> ;
```

Funções e procedimentos em PSM

Parâmetros de um procedimento

- ▶ São triplas contendo modo–nome–tipo
- ▶ Modos:
 - ▶ IN – define um parâmetro de entrada
 - ▶ OUT – define um parâmetro de saída
 - ▶ INOUT – define um parâmetro de entrada e saída

Parâmetros de uma função

- ▶ São triplas contendo nome–tipo
- ▶ Um parâmetro de uma função é sempre do tipo “IN”
- ▶ A única forma de obter informações de uma função é por meio de seu valor de retorno

Funções e procedimentos em PSM

Exemplo

```
1) CREATE PROCEDURE Mudanca(  
2)     IN endereco_antigo VARCHAR(255),  
3)     IN endereco_novo VARCHAR(255)  
4) )  
5) UPDATE EstrelaDeCinema  
6) SET endereco = endereco_novo  
7) WHERE endereco = endereco_antigo;
```

- ▶ Um procedimento para mudar o endereço de uma estrela de cinema

Funções e procedimentos em PSM

Alguns comandos simples de PSM

- ▶ Declaração de variáveis locais:
`DECLARE <nome variável> <tipo>;`
- ▶ Atribuição de valores:
`SET <variável> = <expressão>;`
- ▶ Definição de blocos:
`BEGIN ... END;`
- ▶ Devolução do valor de retorno:
`RETURN <expressão>;`

Funções e procedimentos em PSM

Comandos para desvio condicional de fluxo

- ▶ Estrutura:

```
IF <condição> THEN
    <lista de comandos>
{[ ELSEIF <condição> THEN
    <lista de comandos>
  ]}
[ ELSE
    <lista de comandos>
]
END IF;
```

Funções e procedimentos em PSM

Exemplo

- ▶ A função só devolve verdadeiro se o estúdio *e*, no ano *a*, não produziu filme nenhum ou produziu ao menos uma comédia

```
1) CREATE FUNCTION ProdComedia(a INT, e CHAR(15)) RETURNS BOOLEAN
2) IF NOT EXISTS(
3) SELECT * FROM Filme WHERE ano = a AND nome_estudio = e)
4) THEN RETURN TRUE;
5) ELSEIF 1 <=
6) (SELECT COUNT(*) FROM Filme WHERE ano = a AND
      nome_estudio = e AND genero = 'comedia')
7) THEN RETURN TRUE;
8) ELSE RETURN FALSE;
9) END IF;
```


Consultas em PSM

Há várias maneiras de se usar consultas
SELECT-FROM-WHERE em PSM:

- ▶ Subconsultas podem ser usadas em condições ou, de forma geral, em qualquer lugar onde são aceitas em SQL
- ▶ Consultas que devolvem um único valor podem ser usadas no lado direito de comandos de atribuição (SET ...)
- ▶ Um comando de seleção que retorna uma única tupla pode ser usado para atribuir valores a variáveis
- ▶ Consultas podem ser usadas na declaração de cursores

Funções e procedimentos em PSM

Exemplo

- ▶ Uma consulta com uma única linha de resultado em PSM
- ▶ A cláusula INTO no SELECT faz uma atribuição a uma variável

```
CREATE PROCEDURE AlgumProc(IN nome_estudio CHAR(15))
DECLARE patrimonio_pres INTEGER;
SELECT patrimonio
INTO patrimonio_pres
FROM Estudo, ExecutivoDeCinema
WHERE num_certificado_presidente = num_certificado AND
      Estudo.nome = nome_estudio; ...
```

- ▶ Comando equivalente ao SELECT ... INTO acima:

```
SET patrimonio_pres = (SELECT patrimonio
FROM Estudo, ExecutivoDeCinema
WHERE num_certificado_presidente = num_certificado AND
      Estudo.nome = nome_estudio);
```

Funções e procedimentos em PSM

Laços

- ▶ Estrutura geral:

```
<rótulo do laço>: LOOP  
    <lista de comandos>  
END LOOP;
```

- ▶ Para sair do laço:

```
LEAVE <rótulo do laço>;
```

Funções e procedimentos em PSM

Outros tipos comuns de laços

```
WHILE <condição> DO
    <lista de comandos>
END WHILE;
```

```
REPEAT
    <lista de comandos>
UNTIL <condição>
END REPEAT;
```

Funções e procedimentos em PSM

Exemplo – calcula a média e a variância das durações dos filmes de um estúdio

```
1) CREATE PROCEDURE MediaVariancia(  
2)   IN e CHAR(15),  
3)   OUT media REAL,  
4)   OUT variancia REAL  
   )  
5) DECLARE Not_Found CONDITION FOR SQLSTATE '02000';  
6) DECLARE CursorFilme CURSOR FOR  
   SELECT duracao FROM Filme WHERE nome_estudio = e;  
7) DECLARE novaDuracao INTEGER;  
8) DECLARE contFilme INTEGER;
```

Funções e procedimentos em PSM

Exemplo – calcula a média e a variância das durações dos filmes de um estúdio (continuação)

```
BEGIN
```

```
9) SET media = 0.0;
```

```
10) SET variancia = 0.0;
```

```
11) SET contFilme = 0;
```

```
12) OPEN CursorFilme;
```

```
13) loopFilme: LOOP
```

```
14)     FETCH FROM CursorFilme INTO novaDuracao;
```

```
15)     IF Not_Found THEN LEAVE loopFilme END IF;
```

```
16)     SET contFilme = contFilme + 1;
```

```
17)     SET media = media + novaDuracao;
```

```
18)     SET variancia = variancia + novaDuracao * novaDuracao;
```

```
19) END LOOP;
```

```
20) SET media = media/contFilme;
```

```
21) SET variancia = variancia/contFilme - media * media;
```

```
22) CLOSE CursorFilme;
```

```
END;
```

Funções e procedimentos em PSM

Laços do tipo FOR

- ▶ São usados somente como iteradores para cursores
- ▶ Estrutura geral:

```
FOR <nome do laço> AS <nome do cursor> CURSOR FOR  
    <consulta>  
DO  
    <lista de comandos>  
END FOR;
```

- ▶ O comando FOR facilita a manipulação de cursores, pois elimina a necessidade de se abrir e fechar o cursor, recuperar tuplas e verificar o erro gerado quando o final do curso é alcançado

Funções e procedimentos em PSM

Laços do tipo FOR – Exemplo

```
CREATE PROCEDURE MediaVariancia(  
    IN e CHAR(15), OUT media REAL, OUT variancia REAL)  
DECLARE contFilme INTEGER;  
BEGIN  
    SET media = 0.0; SET variancia = 0.0; SET contFilme = 0;  
    FOR loopFilme AS CursorFilme CURSOR FOR  
        SELECT duracao FROM Filme WHERE nome_estudio = e;  
    DO  
        SET contFilme = contFilme + 1;  
        SET media = media + duracao;  
        SET variancia = variancia + duracao * duracao;  
    END FOR;  
    SET media = media/contFilme;  
    SET variancia = variancia/contFilme - media * media  
END;
```


Funções e procedimentos em PSM

Exceções em PSM

- ▶ Um sistema SQL indica condições de erro setando um código (de 5 caracteres) à variável SQLSTATE
- ▶ Exemplos de códigos de erros:
 - ▶ '02000' – nenhuma tupla encontrada (fim de cursor)
 - ▶ '21000' – um SELECT para o qual se esperava apenas uma linha de retorno devolveu mais de uma linha
- ▶ PSM permite a declaração de *exception handlers*, cada um deles associado a um bloco de código
- ▶ Componentes de um *handler*:
 - ▶ Uma lista de condições de exceção (que invocam o *handler* quando geradas)
 - ▶ O código a ser executado quando uma das exceções é gerada
 - ▶ Uma indicação do lugar aonde ir depois que o tratamento tiver sido concluído. Opções: CONTINUE, EXIT, UNDO

Funções e procedimentos em PSM

Exceções em PSM – Exemplo

```
1) CREATE FUNCTION ObtemAno(t VARCHAR(255)) RETURNS INTEGER
2) DECLARE Not_Found CONDITION FOR SQLSTATE '02000' ;
3) DECLARE Too_Many CONDITION FOR SQLSTATE '21000' ;
BEGIN
4)     DECLARE EXIT HANDLER FOR Not_Found, Too_Many
5)         RETURN NULL;
6)     RETURN (SELECT ano FROM Filme WHERE titulo = t ) ;
END;
```

Stored Procedures no PostgreSQL

- ▶ O PostgreSQL não diferencia *procedures* de *functions*
 - ▶ Só existe o comando CREATE FUNCTION
 - ▶ Para criar uma *procedure*, basta criar uma *function* com valor de retorno do tipo VOID
- ▶ Funções são executadas por meio de comandos SQL comuns. Exemplos envolvendo a chamada de uma função func1 que tem um único parâmetro de entrada:
 - ▶ Na cláusula SELECT:
`SELECT func1(atributo1) FROM tabela1;`
 - ▶ Na cláusula FROM:
`SELECT * FROM func1(valor1);`
 - ▶ Na cláusula WHERE:
`SELECT * FROM tabela1 WHERE func1(atributo1) = 42;`

Funções no PostgreSQL

Há 4 tipos de funções no PostgreSQL:

- ▶ Funções escritas puramente em SQL
- ▶ Funções em linguagens procedurais (PL/pgSQL, PL/Tcl, PL/php, PL/Java, etc)
- ▶ Funções internas (round(), now(), abs(), count(), etc).
- ▶ Funções na linguagem C

Veremos alguns exemplos de funções em SQL puro e PL/pgSQL.

PostgreSQL: Funções em SQL “puro”

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION olamundo() RETURNS INT AS
$$
    SELECT 1;
$$ LANGUAGE sql;
```

```
SELECT olamundo();    -- ex. de chamada
```

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION soma_numeros(IN nr1 INT, IN nr2 INT)
RETURNS INT AS
$$
    SELECT $1 + $2;
$$ LANGUAGE sql;
```

```
SELECT soma_numeros(300, 700) AS resposta;    -- ex. de chamada
```

PostgreSQL: Funções em SQL “puro”

- ▶ Usa-se os tipos da SQL para os parâmetros e do valor de retorno (int, varchar, char, time, etc.)
- ▶ Parâmetros podem ser de entrada (IN), saída (OUT) ou entrada e saída (INOUT)
- ▶ Atribuir nomes a parâmetros é opcional; é possível referenciar um parâmetro no corpo da função usando as variáveis posicionais \$1, \$2, ...

PostgreSQL: Funções em SQL “puro”

- ▶ Podemos passar como parâmetro uma tupla de uma tabela; nesse caso, o tipo do parâmetro é o próprio nome da tabela
- ▶ É possível gerar tuplas por meio da cláusula **ROW**

```
CREATE TEMP TABLE Empregados (  
    nome TEXT, salario NUMERIC, idade INTEGER, baia POINT);  
  
INSERT INTO empregados VALUES('João',2200,21,point('(1,1)'));  
INSERT INTO empregados VALUES('José',4200,30,point('(2,1)'));  
  
CREATE FUNCTION dobrar_salario(emp Empregados) RETURNS NUMERIC AS $$  
    SELECT emp.salario * 2 AS salario;  
$$ LANGUAGE SQL;  
  
SELECT nome, dobrar_salario(empregados.*) AS salario_sonhado  
FROM empregados WHERE nome = 'João';  
-- ou  
SELECT nome, dobrar_salario(ROW(nome, salario*1.1, idade, baia))  
    AS salario_sonhado FROM empregados;
```

PostgreSQL: Funções em SQL “puro”

- ▶ Uma função também pode retornar um tipo composto (tupla)

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION novo_empregado()
RETURNS empregados AS $$
    SELECT TEXT 'Nenhum' AS nome, 1000.0 AS salario,
           25 AS idade, POINT '(2,2)' AS baia;
$$ LANGUAGE SQL;
-- ou
CREATE OR REPLACE FUNCTION novo_empregado()
RETURNS empregados AS $$
    SELECT ROW('Nenhum', 1000.0, 25, '(2,2)')::empregados;
$$ LANGUAGE SQL;

-- Chamar assim:
SELECT novo_empregado();
-- ou
SELECT * FROM novo_empregado();
```


PostgreSQL: Funções em SQL “puro”

```
CREATE TEMP TABLE teste (testeid INT, testesubid INT,  
                           testename text);  
INSERT INTO teste VALUES (1, 1, 'João');  
INSERT INTO teste VALUES (1, 2, 'José');  
INSERT INTO teste VALUES (2, 1, 'Maria');  
  
CREATE FUNCTION getteste(INT) RETURNS teste AS $$  
    SELECT * FROM teste WHERE testeid = $1;  
$$ LANGUAGE SQL;  
SELECT *, UPPER(testename) FROM getteste(1) AS t1;
```

- ▶ Tabelas temporárias (TEMP) são removidas pelo SGBD quando a conexão com o BD é encerrada
- ▶ A chamada à função pode aparecer na cláusula FROM de uma consulta
- ▶ É importante ressaltar que getteste devolve uma só tupla!

PostgreSQL: Funções em SQL “puro”

```
CREATE FUNCTION getteste(INT) RETURNS SETOF teste AS $$  
    SELECT * FROM teste WHERE testeid = $1;  
$$ LANGUAGE SQL;
```

```
SELECT * FROM getteste(1) AS t1;
```

- ▶ O construtor **SETOF** permite definir um tipo de dado que é um conjunto de tuplas
- ▶ Essa nova implementação de `getteste` pode devolver mais de uma tupla!

PostgreSQL: Funções em SQL “puro”

- ▶ Funções em SQL podem ser declaradas com parâmetros e valor de retorno de tipos polimórficos – **anyelement** e **anyarray**.

```
CREATE FUNCTION constroi_matriz(anyelement, anyelement)
RETURNS anyarray AS $$
    SELECT ARRAY[$1, $2];
$$ LANGUAGE SQL;
```

```
SELECT constroi_matriz(1, 2) AS intarray,
       constroi_matriz('a'::text, 'b') AS textarray;
```

```
CREATE FUNCTION eh_maior(anyelement, anyelement)
RETURNS BOOLEAN AS $$
    SELECT $1 > $2;
$$ LANGUAGE SQL;
```

```
SELECT eh_maior(1, 2);
```

PostgreSQL: Funções em PL/pgSQL

- ▶ Em funções da PL/pgSQL, é possível criar variáveis e blocos que definem diferentes escopos para as variáveis

```
CREATE FUNCTION func_escopo() RETURNS INTEGER AS $$
DECLARE
    quantidade INTEGER := 30;
BEGIN
    RAISE NOTICE 'Aqui a quantidade é %', quantidade; -- qtde = 30
    quantidade := 50;
    -- Criar um sub-bloco
    DECLARE
        quantidade INTEGER := 80;
    BEGIN
        RAISE NOTICE 'Aqui a quantidade é %', quantidade; -- qtde = 80
    END;
    RAISE NOTICE 'Aqui a quantidade é %', quantidade; -- qtde = 50
    RETURN quantidade;
END; $$ LANGUAGE plpgsql;

SELECT func_escopo();
```

PostgreSQL: Funções em PL/pgSQL

- ▶ Há diferentes formas de se referenciar a parâmetros

```
CREATE FUNCTION func1(VARCHAR, INT) RETURNS INT AS $$  
DECLARE  
    param1 ALIAS FOR $1;    param2 ALIAS FOR $2;  
BEGIN  
    RETURN length(param1) + param2;  
END; $$ LANGUAGE plpgsql;
```

```
CREATE FUNCTION func2(param1 VARCHAR, param2 INT) RETURNS INT AS $$  
BEGIN  
    RETURN length(param1) + param2;  
END; $$ LANGUAGE plpgsql;
```

```
CREATE FUNCTION func3(VARCHAR, INT) RETURNS INT AS $$  
BEGIN  
    RETURN length($1) + $2;  
END; $$ LANGUAGE plpgsql;
```

PostgreSQL: Funções em PL/pgSQL

- ▶ Exemplo de uso do operador de concatenação de valores – ||

```
CREATE FUNCTION concat_atrib_selecionados(tupla nome_da_tabela)
RETURNS text AS $$
BEGIN
    RETURN tupla.a1 || tupla.a3 || tupla.a5 || tupla.a7;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

PostgreSQL: Funções em PL/pgSQL

- ▶ Quando o tipo do retorno de uma função PL/pgSQL é declarado como um tipo polimórfico (anyelement ou anyarray), o parâmetro especial \$0 é criado; seu tipo de dado é o “tipo de fato” do retorno da função

```
CREATE FUNCTION somar_tres_valores(v1 anyelement,  
                                   v2 anyelement, v3 anyelement)  
RETURNS anyelement AS $$  
DECLARE  
    resultado ALIAS FOR $0;  
BEGIN  
    resultado := v1 + v2 + v3;  
    RETURN resultado;  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;  
  
SELECT somar_tres_valores(10,20,30);
```

PostgreSQL: Funções em PL/pgSQL

- ▶ nome_tabela%ROWTYPE – permite criar uma variável do tipo tupla, com a estrutura de uma tupla de nome_tabela
- ▶ Também pode-se usar nome_tabela.nome_coluna.%TYPE, para pegar o tipo de uma coluna

```
CREATE FUNCTION mesclar_campos(t_linha nome_tabela)
RETURNS text AS $$
DECLARE
    t2_linha nome_tabela2%ROWTYPE;
BEGIN
    SELECT * INTO t2_linha FROM nome_tabela2 WHERE ... ;
    RETURN t_linha.f1 || t2_linha.f3 || t_linha.f5 || t2_linha.f7;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

SELECT mesclar_campos(t.*) FROM nome_tabela t WHERE ... ;
```


PostgreSQL: Funções em PL/pgSQL

- ▶ Funções às vezes são criadas para controlar a manipulação dos dados

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION data_ctl(opcao CHAR, vdata DATE, vhora TIME)
RETURNS CHAR(10) AS $$
DECLARE
    retorno CHAR(10);
BEGIN
    IF opcao = 'I' THEN
        INSERT INTO datas (data, hora) VALUES (vdata, vhora);
        retorno := 'INSERT';
    ELSIF opcao = 'U' THEN
        UPDATE datas SET data = vdata, hora = vhora WHERE data='1995-11-01';
        retorno := 'UPDATE';
    ELSIF opcao = 'D' THEN
        DELETE FROM datas WHERE data = vdata;
        retorno := 'DELETE';
    ELSE
        retorno := 'NENHUMA';
    END IF;
    RETURN retorno;
END; $$ LANGUAGE plpgsql;
```

PostgreSQL: Funções em PL/pgSQL

- ▶ FOR ... LOOP – manipulação de cursores (semelhante à PSM)
- ▶ SETOF – para retornar conjunto de valores

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION nome_empregado(NUMERIC)
RETURNS SETOF TEXT AS $$
DECLARE
    registro RECORD;
    sal ALIAS FOR $1;
BEGIN
    FOR registro IN SELECT * FROM empregados
                    WHERE salario >= sal LOOP
        RETURN NEXT registro.nome;
    END LOOP;
    RETURN;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
SELECT * FROM nome_empregado (2200);
```

PostgreSQL: Funções em PL/pgSQL

- ▶ SETOF de um tipo composto – para retornar conjuntos de registros

```
CREATE TYPE salario_por_idade AS (idade INT, salario NUMERIC);
```

```
CREATE FUNCTION obtem_salarios()  
RETURNS SETOF salario_por_idade AS $$  
DECLARE  
    registro RECORD;  
BEGIN  
    FOR registro IN SELECT idade, AVG(salario)  
                    FROM empregados GROUP BY idade LOOP  
        RETURN NEXT registro;  
    END LOOP;  
    RETURN;  
END $$ LANGUAGE plpgsql;  
  
select * from obtem_salarios();
```

PostgreSQL: Funções em PL/pgSQL

- ▶ É possível usar RETURN QUERY para devolver conjuntos de registros sem usar cursores

```
CREATE TYPE salario_por_idade AS (idade INT, salario NUMERIC);
```

```
CREATE FUNCTION obtem_salarios2()  
RETURNS SETOF salario_por_idade AS $$  
BEGIN  
    RETURN QUERY  
        SELECT idade, AVG(salario)  
        FROM empregados GROUP BY idade;  
END  
$$ LANGUAGE plpgsql;  
  
select * from obtem_salarios2();
```

PostgreSQL: Funções em PL/pgSQL

Exemplo 1 de uso de laços sem cursores

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION ContaAteDez() RETURNS SETOF INT AS $$  
DECLARE  
    contador INT := 0;  
BEGIN  
    LOOP  
        IF contador < 10 THEN  
            contador := contador + 1;  
            RETURN NEXT contador;  
        ELSE  
            EXIT; -- sai do laço  
        END IF;  
    END LOOP;  
    RETURN;  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

PostgreSQL: Funções em PL/pgSQL

Exemplo 2 de uso de laços sem cursores

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION ContaAteDez2()  
RETURNS SETOF INT AS $$  
DECLARE  
    contador INT := 0;  
BEGIN  
    LOOP  
        contador := contador + 1;  
        RETURN NEXT contador;  
  
        EXIT WHEN contador = 10; -- sai do laço  
    END LOOP;  
    RETURN;  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

PostgreSQL: Funções em PL/pgSQL

Exemplo de tratamento de exceções

```
CREATE TABLE Departamento(cod INT PRIMARY KEY, nome VARCHAR(20));
CREATE TABLE Funcionario(nome VARCHAR(30) PRIMARY KEY,
                           cod_dept INT REFERENCES Departamento(cod));

CREATE OR REPLACE FUNCTION insereFunc(nome_func VARCHAR(30), cod_dept INT)
RETURNS VOID AS $$
BEGIN
    BEGIN -- Comeca bloco de tratamento de excecoes
        INSERT INTO Funcionario VALUES (nome_func, cod_dept);

        EXCEPTION WHEN SQLSTATE '23503' THEN
            BEGIN
                RAISE NOTICE '0 departamento informado para o func. nao existe!';
                RETURN; -- encerra a execucao da funcao
            END;
    END;
    RAISE NOTICE '0 func. foi inserido com sucesso!';
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

Referências Bibliográficas

- ▶ Exemplos de funções em PostgreSQL extraídos de:
PostgreSQL Prático –
http://pt.wikibooks.org/wiki/PostgreSQL_Prático
- ▶ Documentação do PL/PgSQL – <http://www.postgresql.org/docs/9.3/static/plpgsql.html>
- ▶ Lista de códigos de erro para SQLSTATE no PostgreSQL:
<http://www.postgresql.org/docs/9.3/static/errcodes-appendix.html>
- ▶ *Database Systems – A Complete Book* (2ª edição), Garcia-Molina, Ullman e Widom, 2002. – Capítulo 8