

[MAC0439] Laboratório de Bancos de Dados
Aula 9
Linguagem SQL:
Comandos para a Definição de Esquemas

Kelly Rosa Braghetto

DCC-IME-USP

31 de agosto de 2016

Como se conectar ao seu BD no PostgreSQL da rede Linux

- ▶ Via interface *web*:
 - ▶ Acesse a página <https://phppgadmin.linux.ime.usp.br/>
 - ▶ Para a conexão, use o seu login e senha da rede Linux

- ▶ Via linha de comando (1):
 1. Se conecte via SSH na rede Linux (abra um terminal e digite o comando a seguir):

```
ssh [usuario}@shell.linux.ime.usp.br
```

2. A partir de um máquina da rede Linux, execute o programa `psql` como mostrado abaixo para se conectar ao seu BD:

```
psql -h dionisio
```

Como se conectar ao seu BD no PostgreSQL da rede Linux

- ▶ Via linha de comando (2) – Se você tem o psql instalado na sua máquina, execute o programa como mostrado abaixo para se conectar ao seu BD:

```
psql -h linux.ime.usp.br -U [usuario]
```

Como se conectar ao seu BD no PostgreSQL da rede Linux

- Se você tem o pgAdmin3 instalado na sua máquina, para criar uma nova conexão com o SGBD faça como no exemplo abaixo:

The image shows a screenshot of the 'New Server Registration' dialog box in pgAdmin3. The 'Properties' tab is selected. The fields are filled as follows:

- Name: Rede Linux
- Host: linux.ime.usp.br
- Port: 5432
- Service: (empty)
- Maintenance DB: (dropdown menu showing 'usuario')
- Username: usuario
- Password: (masked with dots)
- Store password: ☒
- Colour: (empty)
- Group: (dropdown menu showing 'Servers')

At the bottom, there are three buttons: 'Ajuda', 'OK', and 'Cancelar'.

Sobre o PgAdmin e o psql

- ▶ Esses programas são clientes de conexão com o PostgreSQL
- ▶ O psql funciona em modo texto, por linha de comando. Ele aceita comandos da linguagem SQL e alguns comandos que são específicos para PostgreSQL
- ▶ O PGAdmin é uma ferramenta gráfica para a administração de BDs mantidos em um servidor PostgreSQL
 - ▶ <http://www.pgadmin.org/>
 - ▶ Oferece interface gráfica para as operações feitas por meio da “porção” DDL (*data definition language*) da SQL
 - ▶ Pode ser instalado localmente em uma máquina
 - ▶ Tem uma versão web (o phpPgAdmin), disponibilizada na rede Linux também

O programa psql

Um modo mais geral do comando psql para estabelecer conexões com BDs é o seguinte:

```
psql -h [HOST] -p [PORTA] -U [NOME USUÁRIO] -d [NOME BD]
```

sendo que

- ▶ [HOST]: nome ou endereço IP da máquina na qual o BD está hospedado
- ▶ [PORTA]: porta do host na qual o PostgreSQL está “ouvindo” requisições (porta padrão: 5432)
- ▶ [NOME USUÁRIO]: nome de um usuário que tenha permissão de acesso ao BD (usuário padrão: login de usuário atualmente conectado à máquina a partir da qual o psql está sendo executado)
- ▶ [NOME BD]: nome do BD ao qual se deseja conectar (nome de BD padrão: o nome de usuário passado para a conexão)

Comandos Úteis do PostgreSQL no psql

- ▶ Para listar todos os BDs:

```
\l
```

- ▶ Para listar as tabelas do BD atual:

```
\dt ou SELECT * FROM pg_catalog.pg_tables
```

- ▶ Para listar o esquema de uma tabela:

```
\d+ nome_tabela
```

- ▶ Para ver outras opções de comandos especiais do psql:

```
\?
```

Obs.: No psql, todo comando deve terminar com um ponto-e-vírgula (;)

SQL – *Structured Query Language*

⇒ Foi criada em 1976

Possui comandos para:

- ▶ Consultas ao BD (com recursos muito parecidos aos da Álgebra Relacional)
- ▶ Modificação do BD (inserção, remoção, alteração)
- ▶ Definição do esquema do BD

“Dialeto” da SQL

A SQL tem vários padrões:

- ▶ **ANSI ¹ SQL** (1986)
- ▶ SQL-89 – inclusão de restrições de integridade
- ▶ **SQL-92** (ou SQL2) – grande atualização da versão anterior
- ▶ **SQL-99** (inicialmente chamada de SQL3) – inclusão de expressões regulares, consultas recursivas, gatilhos, comandos para controle de fluxo, funcionalidades relacionadas à orientação a objetos, etc.
- ▶ SQL-2003, SQL-2006, SQL-2008 – inclusão de funcionalidades relacionadas a XML (entre outras coisas)

Os SGBDs geralmente implementam a ANSI SQL e partes da SQL-92 e SQL-99, além de suas próprias extensões.

¹ANSI – *American National Standards Institute*

Criação de *esquemas*

```
CREATE SCHEMA nome_esquema  
[AUTHORIZATION 'nome_proprietario'];
```

- ▶ *Esquemas* são criados dentro de um BD
- ▶ Um *esquema* funciona como um *namespace*: ele agrupa objetos do BD (tabelas, visões, tipos de dados, funções, etc.) que pertencem a uma mesma aplicação
- ▶ É possível ter dois ou mais objetos com um mesmo nome em um BD contanto que cada um esteja em um esquema diferente
- ▶ É possível definir/acessar objetos em um esquema qualificando o nome dos objetos. Por exemplo, o comando `CREATE TABLE EMPRESA.FUNCIONARIO...` cria a tabela `FUNCIONARIO` no esquema `EMPRESA`

Mais comandos para *esquemas*

- ▶ **DROP SCHEMA** *nome_esquema* [**CASCADE**];
Remove um esquema.
Com a opção **CASCADE**, os objetos definidos dentro do esquema também serão removidos.
- ▶ **ALTER SCHEMA** *nome* **RENAME TO** *novo_nome*;
ALTER SCHEMA *nome* **OWNER TO** *novo_proprietario*;
Altera as informações de um esquema.

No PostgreSQL

- ▶ O esquema padrão chama-se *public*
- ▶ **SHOW search_path**;
Mostra o esquema atualmente em uso.
- ▶ **SET search_path TO** *nome_esquema*;
Define o esquema atualmente em uso.

Declarações simples de tabelas

```
CREATE TABLE nome_tabela  
    [( {nome_coluna    tipo_dados    [{restricao_coluna}]}  
      [{restricao_tabela }]  
    )]
```

Exemplo:

```
CREATE TABLE FUNCIONARIO (  
    Nome            VARCHAR(50) UNIQUE,  
    Cpf             CHAR(11),  
    Sexo            CHAR(1) NOT NULL DEFAULT 'F',  
    Data_nascimento DATE,  
    PRIMARY KEY (Nome)  
);
```

Tipos de dados de atributos

Números inteiros

- ▶ **INTEGER** ou **INT** (no PostgreSQL, ocupa 4 bytes)
- ▶ **SMALLINT** – ocupa geralmente a metade da quantidade de bytes usada por um **INTEGER** (no PostgreSQL, ocupa 2 bytes)

Números reais

- ▶ **FLOAT** ou **REAL** (no PostgreSQL, ocupa 4 bytes)
- ▶ **DOUBLE PRECISION** (no PostgreSQL, ocupa 8 bytes)
- ▶ **DECIMAL(i,j)** ou **DEC(i,j)** ou **NUMERIC(i,j)** – onde i é a *precisão* e indica o total de dígitos decimais, e j é a *escala* e indica o número de dígitos após o ponto decimal.
⇒ O valor padrão para j é 0, mas para i depende do SGBD

Tipos de dados de atributos

Caracteres

- ▶ **CHARACTER(n)** ou **CHAR(n)** – onde n é o número de caracteres, que define o **tamanho fixo** da cadeia
- ▶ **CHAR VARYING** ou **VARCHAR(n)** – onde n é o número **máximo** de caracteres da cadeia
- ▶ **CHARACTER LARGE OBJECT** ou **CLOB** – para grandes cadeias de caracteres de tamanho variável (como documentos).
(No PostgreSQL, esse tipo de dado chama-se **TEXT**)

Na SQL padrão, o tamanho padrão para n é 1. Mas no PostgreSQL, se não especificarmos o valor de n para um atributo do tipo VARCHAR, então ele terá um tamanho ilimitado.

Tipos de dados de atributos

Caracteres – considerações importantes:

- ▶ Cadeias de caracteres literais devem ser delimitadas por aspas simples (apóstrofes), como em 'MAC0439'.
- ▶ Caracteres em SQL são *case sensitive*. Portanto, 'MAC439' $\neq$ 'mac439'.

Mas as palavras reservadas da SQL são *case insensitive*, ou seja, podemos usar CREATE TABLE ou cREaTe TaBlE de forma indistinta.

Tipos de dados de atributos

Caracteres – considerações importantes:

- ▶ Se um atributo é declarado como CHAR(10), em toda tupla o valor para esse atributo será uma cadeia de 10 caracteres. Portanto, se atribuirmos o literal 'MAC0439', o valor que será armazenado será o 'MAC0439 ' (ou seja, serão acrescentados 3 espaços em branco no final da cadeia de caracteres).
- ▶ Geralmente, os espaços em branco no final da cadeia são desconsiderados quando dois atributos do tipo CHAR(n) são comparados, ou quando um atributo desse tipo é convertido para um outro tipo de cadeia de caracteres.
- ▶ Já na comparação de atributos do tipo VARCHAR(n), os espaços em branco no final da cadeia são sim considerados.

Tipos de dados de atributos

Datas e horários

- ▶ **DATE** – exemplo: '2004-10-23' (formato que é sempre válido: YYYY-MM-DD)
- ▶ **TIME** – exemplo: '22:45:17' (formato HH:MM:SS)
- ▶ **TIMESTAMP** – incluem os campos DATE e TIME e mais posições para frações decimais de segundos. Exemplo: '2014-08-20 15:43:34.827022'

Os tipos TIME e TIMESTAMP podem ter também um qualificador WITH TIME ZONE.

Ex. de valor para um atributo do tipo TIMESTAMP WITH TIME ZONE: '2014-08-20 15:43:34.827022-03'

Tipos de dados de atributos

Datas e horários (continuação)

- ▶ **INTERVAL** – especifica um valor usado para incrementar ou decrementar o valor absoluto de uma data, hora ou *timestamp*. Um intervalo é qualificado para ser YEAR-MONTH, DAY-TIME ou uma mistura dos dois. Exemplos:
 - ▶ INTERVAL '1-2' – intervalo de 1 ano e 2 meses
 - ▶ INTERVAL '3 4:05:06' – intervalo de 3 dias, 4 horas, 5 minutos e 6 segundos
 - ▶ INTERVAL '1-2 3 4:05:06' – os dois acima juntos

Podemos considerar que os tipos para data e hora em SQL são essencialmente cadeias de caracteres com um formato especial. No PostgreSQL, a função `now()` fornece a data e hora atual do sistema.

Tipos de dados de atributos

Booleano

- ▶ **BOOLEAN** – admite os valores **TRUE**, **FALSE** ou **UNKNOWN** (para o espanto do George Boole!)

Observações:

- ▶ O valor **UNKNOWN** pode resultar de operações de comparação envolvendo o valor **NULL**; veremos detalhes disso em aulas futuras.

Tipos de dados de atributos

Cadeia de bits

- ▶ **BIT(n)** – cadeia de bits de tamanho fixo n
- ▶ **BIT VARYING(n)** – cadeia de bits com tamanho máximo n
- ▶ **BINARY LARGE OBJECT** ou **BLOB** – para grandes cadeias de bits de tamanho variável (como imagens)

No PostgreSQL:

- ▶ O único tipo de dados para bits implementado é o **BYTEA**, que equivale ao BLOB do SQL padrão.

Tipos de dados no PostgreSQL

Para mais informações sobre os tipos de dados no PostgreSQL 9.5:
<http://www.postgresql.org/docs/9.5/static/datatype.html>

Criação de domínios

É possível declarar um novo domínio e usar o seu nome como especificação para um atributo.

Exemplo:

```
CREATE DOMAIN TIPO_CPF AS CHAR(11);
```

```
CREATE TABLE FUNCIONARIO (  
    Nome          VARCHAR(50),  
    Cpf           TIPO_CPF,  
    Casado        BOOLEAN,  
    Salario       DECIMAL(10,2),  
    ...  
);
```

Restrições e valores padrão para colunas

Restrição contra valores nulos – cláusula **NOT NULL**

- ▶ Define que uma coluna não pode receber o valor NULL
- ▶ É especificada de forma implícita para colunas que fazem parte da chave primária da tabela

Valor padrão – cláusula **DEFAULT**

- ▶ Define um valor que será atribuído à coluna em uma nova tupla sempre que o valor para essa coluna não for fornecido
- ▶ Se uma coluna não possuir a restrição de NOT NULL e nenhum valor padrão for definido para ela, então o valor NULL será usado como padrão

Restrições para colunas

Restrição de verificação – cláusula **CHECK**

- Restringe os valores que uma coluna pode assumir

Exemplo:

```
CREATE TABLE FUNCIONARIO (  
    Nome          VARCHAR(50) NOT NULL,  
    Cpf           TIPO_CPF    NOT NULL,  
    Salario       DECIMAL(10,2) NOT NULL  
                CHECK (Salario > 650 AND Salario < 50000),  
    Idade         INT CHECK (Idade >= 18 AND Idade <= 120),  
    Casado        BOOLEAN NOT NULL DEFAULT FALSE,  
    Cpf_supervisor TIPO_CPF DEFAULT '12345678901'  
);
```

Restrições para tabelas

Restrição de verificação – cláusula **CHECK**

- ▶ Restringe os valores que um ou mais atributos da tabela podem assumir

Exemplo:

```
CREATE TABLE FUNCIONARIO (  
    Nome          VARCHAR(50) NOT NULL,  
    Cpf           TIPO_CPF    NOT NULL,  
    Salario       DECIMAL(10,2) NOT NULL  
                    CHECK (Salario > 650 AND Salario < 50000),  
    Idade         INT CHECK (Idade >= 18 AND Idade <= 120),  
    CHECK (idade < 65 OR salario > 10000)  
);
```

O último CHECK implementa a restrição de que todo funcionário com 65 ou mais anos deve receber um salário maior que 10000.

Restrições de chave

Restrição de chave primária – cláusula **PRIMARY KEY**

- ▶ Especifica uma ou mais colunas que compõem a chave primária da tabela
- ▶ Se a chave primária tiver uma única coluna, a cláusula pode aparecer como uma *restrição de coluna* na definição da tabela
- ▶ Para chaves com uma ou mais colunas, usa-se uma cláusula de *restrição de tabela*

Lembrete: sobre uma chave primária, sempre é imposta uma restrição de NOT NULL.

Restrições de chave

Exemplo:

```
CREATE TABLE DEPARTAMENTO (  
    Dnumero    INT PRIMARY KEY,  
    Dnome      VARCHAR(30) NOT NULL  
);
```

```
CREATE TABLE LOCALIZACAO_DEP (  
    Dnumero    INT NOT NULL,  
    Dlocal     VARCHAR(15) NOT NULL,  
    PRIMARY KEY(Dnumero,Dlocal),  
);
```

Restrições de chave

Restrição de chave secundária – cláusula **UNIQUE**

- ▶ Especifica uma ou mais colunas que compõem uma chave secundária (= alternativa) da tabela
- ▶ Se a chave secundária tiver uma única coluna, a cláusula pode aparecer como uma *restrição de coluna* na definição da tabela
- ▶ Para chaves secundárias com uma ou mais colunas, usa-se uma cláusula de *restrição de tabela*
- ▶ Diferentemente do que ocorre com a chave primária, uma coluna da chave secundária pode receber valores NULL

Restrições de chave

Exemplo:

```
CREATE TABLE DEPARTAMENTO (  
    Dnumero    INT PRIMARY KEY,  
    Dnome      VARCHAR(30) NOT NULL UNIQUE  
);
```

ou

```
CREATE TABLE DEPARTAMENTO (  
    Dnumero    INT,  
    Dnome      VARCHAR(30) NOT NULL,  
    PRIMARY KEY(Dnumero),  
    UNIQUE(Dnome)  
);
```

Restrições de integridade referencial

Cláusula **FOREIGN KEY**

- ▶ Especifica uma chave estrangeira
- ▶ Oferece diferentes opções de ações para o tratamento das violações de integridade referencial causadas por operações de inserção, remoção e alteração:
 - ▶ opção **RESTRICT** (padrão) – rejeita a operação de atualização que causará uma violação
 - ▶ opção **SET NULL** – atribuirá NULL à chave estrangeira que ficar sem sua “referência”
 - ▶ opção **SET DEFAULT** – atribuirá um valor padrão à chave estrangeira que ficar sem sua “referência”
 - ▶ opção **CASCADE** – propaga a alteração feita na chave referenciada para as linhas que a referenciam
- ▶ As ações acima devem ser qualificadas com as cláusulas **ON DELETE** ou **ON UPDATE**

Restrições de integridade referencial

Exemplo:

```
CREATE TABLE FUNCIONARIO (  
    Nome          VARCHAR(50) NOT NULL,  
    Cpf           CHAR(11) PRIMARY KEY,  
    Salario       DECIMAL(10,2)          );
```

```
CREATE TABLE DEPARTAMENTO (  
    Dnumero       INT PRIMARY KEY,  
    Dnome         VARCHAR(30) NOT NULL UNIQUE,  
    Cpf_gerente   CHAR(11) NOT NULL DEFAULT '12345678901',  
    FOREIGN KEY(Cpf_gerente) REFERENCES FUNCIONARIO(Cpf)  
        ON DELETE SET DEFAULT ON UPDATE CASCADE      );
```

```
CREATE TABLE LOCALIZACAO_DEP (  
    Dnumero       INT NOT NULL,  
    Dlocal        VARCHAR(15) NOT NULL,  
    PRIMARY KEY(Dnumero,Dlocal),  
    FOREIGN KEY(Dnumero) REFERENCES DEPARTAMENTO(Dnumero)  
        ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE          );
```

Nomeando restrições

Com a cláusula **CONSTRAINT**, é possível atribuir nomes às restrições.

Exemplo:

```
CREATE TABLE FUNCIONARIO (  
    Nome          VARCHAR(50) NOT NULL,  
    Cpf           CHAR(11),  
    Salario       DECIMAL(10,2),  
    CONSTRAINT CHPFUNC  
        PRIMARY KEY(Cpf)                );
```

```
CREATE TABLE DEPARTAMENTO (  
    Dnumero       INT,  
    Dnome         VARCHAR(30) NOT NULL,  
    Cpf_gerente   CHAR(11) NOT NULL DEFAULT '12345678901',  
    CONSTRAINT CHPDEP  
        PRIMARY KEY(Dnumero),  
    CONSTRAINT CHSDEP  
        UNIQUE(Dnome),  
    CONSTRAINT CHEGERDEP  
        FOREIGN KEY(Cpf_gerente) REFERENCES FUNCIONARIO(Cpf)  
        ON DELETE SET DEFAULT ON UPDATE CASCADE    );
```

Remoção de tabelas

DROP TABLE nome_tabela [**CASCADE** | **RESTRICT**];

- ▶ Com a opção **CASCADE** – remove também os objetos que dependem da tabela removida (ex.: views, restrições de chave estrangeira, índices).
- ▶ Com a opção **RESTRICT** (padrão) – impede que a tabela seja removida caso haja no BD objetos que dependam dela

Exemplo:

```
DROP TABLE FUNCIONARIO;
```

Inserção de dados – comando básico

Para testar os comandos de definição vistos nesta aula, insira dados no seu BD:

```
INSERT INTO nome_tabela [(coluna1, coluna2, ...)]  
                        VALUES (valor1,valor2,...);
```

- ▶ Insere uma linha na tabela *nome_tabela*
- ▶ Quando a ordem das colunas não é especificada no comando, os valores são atribuídos de acordo com a ordem em que as colunas foram criadas na tabela
- ▶ Se os valores passados para o comando não satisfazem as restrições definidas sobre a tabela, a linha não é inserida no BD

Inserção de dados – comando básico

Exemplo:

```
INSERT INTO FUNCIONARIO(Nome, Cpf, salario)
      VALUES ('Fernando Pessoa', '12345678901', 4532.99);
INSERT INTO FUNCIONARIO(Nome, Cpf, salario)
      VALUES ('Clarice Lispector', '12782392989', 1238.23);
INSERT INTO FUNCIONARIO(Nome, Cpf, salario)
      VALUES ('Carlos Drummond', '11728237928', 23919.00);

INSERT INTO DEPARTAMENTO(Dnumero, Dnome, Cpf_gerente)
      VALUES (1, 'Contabilidade', '11728237928');
INSERT INTO DEPARTAMENTO(Dnumero, Dnome)
      VALUES (2, 'Recursos Humanos');

INSERT INTO LOCALIZACAO_DEP VALUES (1,'Rua do Matao');
INSERT INTO LOCALIZACAO_DEP VALUES (1,'Reitoria');
```

Alteração de esquemas – modificando colunas

ALTER TABLE nome_tabela **ADD** [COLUMN] nome_coluna
tipo_dado [restrições];

- ▶ Adiciona uma nova coluna em uma tabela

Exemplo:

```
ALTER TABLE Funcionario ADD COLUMN Sexo CHAR(1) DEFAULT 'F';
```

ALTER TABLE nome_tabela **DROP** [COLUMN] nome_coluna
[RESTRICT | CASCADE];

- ▶ Remove uma coluna em uma tabela. Se a opção CASCADE for usada, todas as restrições e *views* que referenciam a coluna serão removidas.

Exemplo:

```
ALTER TABLE Departamento DROP COLUMN Cpf_gerente CASCADE;
```

Alteração de esquemas – modificando a cláusula *default*

ALTER TABLE nome__tabela **ALTER [COLUMN]** nome__coluna
DROP DEFAULT;

- ▶ Remove a cláusula *default* de uma coluna

Exemplo:

```
ALTER TABLE Funcionario ALTER COLUMN Sexo DROP DEFAULT;
```

ALTER TABLE nome__tabela **ALTER [COLUMN]** nome__coluna
SET DEFAULT valor;

- ▶ Define uma nova cláusula *default* para uma coluna

Exemplo:

```
ALTER TABLE Funcionario ALTER COLUMN Sexo SET DEFAULT 'M';
```

Alteração de esquemas – modificando restrições nomeadas

ALTER TABLE nome__tabela **DROP CONSTRAINT**
nome__restrição;

- ▶ Remove uma restrição nomeada

Exemplo:

```
ALTER TABLE Departamento DROP CONSTRAINT CHSDEP;
```

ALTER TABLE nome__tabela **ADD CONSTRAINT**
[nome__restricao] restrição;

- ▶ Define uma nova restrição para a tabela (que pode ser nomeada ou não)

Exemplo:

```
ALTER TABLE Departamento ADD CONSTRAINT CHSDEP  
UNIQUE(Dnome);
```

Referências Bibliográficas

- ▶ *Sistemas de Bancos de Dados* (6ª edição), Elmasri e Navathe. Pearson, 2010.
Capítulo 3
- ▶ *A First Course in Database Systems* (1ª edição), Ullman e Widom. Prentice Hall, 1997.
Capítulo 6
- ▶ Manual dos comandos do PostgreSQL (versão 9.5)
<http://www.postgresql.org/docs/9.5/static/sql-commands.html>

Cenas dos próximos capítulos...

Mais sobre SQL

- ▶ Recuperação de dados
- ▶ Inserção, alteração e remoção de dados