

Objetivos:

- I. Modelo físico;
- II. Restrição de domínio;
- III. Restrição de valor nulo;
- IV. Restrição de valor único;
- V. Conversão de lógico para físico;
- VI. Estrutura do SGBD PostgreSQL;
- VII. Instalar o PostgreSQL e pgAdmin;
- VIII. Acesso ao SGBD usando pgAdmin;
- IX. Acesso ao SGBD usando psql

I. Modelo físico

O modelo físico também é chamado de modelo de implementação. No modelo físico fazemos a implementação física do modelo de banco de dados levando-se em consideração as limitações impostas pelo modelo de SGBD. Alguns exemplos de SGBDs relacionais são PostgreSQL, MySQL, SQL Server e Oracle.

Ainda a nível de modelo relacional devemos especificar as seguintes restrições do atributo - em inglês, constraints:

- Restrição de chave primária;
- Restrição de domínio;
- Restrição de valor nulo;
- Restrição de valor único.

II. Restrição de domínio

Determina que o valor de cada atributo deve ser um valor do domínio especificado. No modelo físico do SGBD este domínio recebe o nome de **tipo de dado** ou **tipo de campo**. A seguir tem-se os tipos de dados comuns a maioria dos SGBDs:

- Integer: aceita valores do conjunto dos números inteiros;
- Real, float e double: aceita valores do conjunto dos números reais;
- Date: aceita valores no formato de datas. Geralmente, especificadas no formato YYYY-MM-DD;
- Datetime ou timestamp: aceita valores no formato de data e horário. Geralmente, especificadas no formato YYYY-MM-DD HH:MM:SS;
- Boolean: aceita somente os valores booleanos True ou False;
- CHAR: aceita qualquer tipo de caractere, ou seja, é o tipo de dado para textos. Geralmente, vem associado a um comprimento, por exemplo, CHAR(5) significa que a célula ocupará **sempre** o espaço de 5 caracteres. Como exemplo:

- O texto “Maria” ocupará 5 caracteres;
 - O texto “Ana” ocupará 5 caracteres. Como foram alocados 5 caracteres e “Ana” possui 3 caracteres, então o espaço de 2 caracteres não será usado;
 - O texto “Renato” ocupará 5 caracteres. Como “Renato” possui 6 caracteres, então será armazenado somente os 5 primeiros caracteres, ou seja, “Renat”.
- VARCHAR: também chamado de “caractere variável”. É semelhante ao tipo CHAR, porém ao definir VARCHAR(5) significa que ele será redimensionado de acordo com o conteúdo até o limite de 5 caracteres. Como exemplo:
 - O texto “Maria” ocupará 5 caracteres;
 - O texto “Ana” ocupará 3 caracteres. Os demais caracteres não serão alocados, pois precisou-se apenas de 3 caracteres;
 - O texto “Renato” ocupará 5 caracteres. Como “Renato” possui 6 caracteres, então será armazenado até o limite especificado de 5 caracteres, ou seja, “Renat”.

No exemplo a seguir a tabela Empregado possui a definição dos tipos de dados das colunas.

Empregado	
idempregado: INTEGER	
nome: VARCHAR(50)	
peso: FLOAT	

Errado: 2.0 é número real e esta coluna só aceita valores inteiros

Errado: abc é texto e esta coluna só aceita valores inteiros

idempregado	nome	peso
1	Ana	50
2.0	123	51.5
abc	1.25	abc

Certo: 123 e 1.25 podem ser interpretados como conjunto de caracteres

Errado: abc é texto e esta coluna só aceita valores reais

III. Restrição de valor nulo

O valor nulo significa ausência de conteúdo. É comum as pessoas pensarem que:

- NULL é zero, porém zero é um valor; ou
- NULL é um texto com zero caracteres, porém um texto com zero caracteres é um texto.

No exemplo a seguir considere que:

- A coluna nome não aceita valores nulos;
- A coluna peso aceita valores nulos.

Empregado	
	idempregado: INTEGER
	nome: VARCHAR(50)
	peso: FLOAT

Certo: vazio significa zero caracteres numa coluna que aceita texto

idempregado	nome	peso
1	Ana	50
2		51.5
3	NULL	NULL

Erro: NULL a coluna nome não aceita nulos

Certo: a coluna peso aceita valores nulos

Na prática NULL é um conteúdo, assim com, 10 e Maria são conteúdos. A diferença é que o valor NULL significa que o conteúdo da célula deverá ser desconsiderado.

IV. Restrição de valor único

A restrição de valor único ou valores exclusivos não aceita valores repetidos. No exemplo a seguir o atributo nome foi definido para receber valores únicos.

Empregado	
	idempregado: INTEGER
	nome: VARCHAR(50)
	peso: FLOAT

idempregado	nome	peso
1	Ana	50
2	Pedro	51.5
3	Pedro	50

Erro: a coluna nome não aceita valores repetidos

Certo: a coluna peso aceita valores repetidos

V. Conversão de lógico para físico

Aqui utilizaremos o SGBD PostgreSQL, então teremos de converter os diagramas do modelo lógico para cláusulas SQL (Structured Query Language) do PostgreSQL.

O exemplo a seguir mostra o código SQL para criar a tabela Empregado no software brModelo.

Campo selecionado	
Nome	nome
Tipo de campo	VARCHAR(50)
Complemento	not null
Dicionário	
Observação	
Chave primária	Não
Único	Sim
Chave estrangeira	Não
Tabela origem	
Campo origem	()
Excluir	...

Selecione a tabela e clique em DDL (Data Definition Language) para ver a cláusula SQL para criar a tabela

```

/* brModelo: */

CREATE TABLE Empregado (
  idempregado INTEGER PRIMARY KEY,
  nome VARCHAR(50) not null UNIQUE,
  peso FLOAT
);

```

OK (ctrl + enter)

Comando SQL para criar tabela:

Como toda a comunicação com o SGBD se dá através de cláusulas SQL, então teremos de aprender a usar esses comandos para fazer uso do SGBD.

Na linguagem SQL as instruções para o SGBD são dadas por cláusulas estruturadas. A seguir tem-se a estrutura de uma cláusula para criar uma tabela:

```
create table if not exists nomeDaTabela (
    nomeDaColuna tipoDeDado null/not null primary key,
    nomeDaColuna tipoDeDado null/not null unique,
    nomeDaColuna tipoDeDado null/not null
);
```

Explicando a cláusula create table:

- O termo **if not exists** é opcional, dará erro se tentarmos criar uma tabela que já existe, mas ao colocar o termo **if not exists** dará apenas uma mensagem dizendo que a tabela já existe, ou seja, é boa prática usar o termo **if not exists**. No exemplo a seguir é possível ver a diferença do uso do termo **if not exists**:

```
CREATE TABLE empregado (
    idempregado INTEGER PRIMARY KEY,
    nome VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE,
    peso FLOAT
);
```

ERROR: relation "empregado" already exists
SQL state: 42P07

Mensagem de erro a cláusula **não**
foi concluída com sucesso no SGBD

```
CREATE TABLE if not exists empregado (
    idempregado INTEGER PRIMARY KEY,
    nome VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE,
    peso FLOAT
);
```

NOTICE: relation "empregado" already exists,
skipping CREATE TABLE

Query returned successfully in 17 msec.

Mensagem de aviso. Apesar de a cláusula **não**
fazer aquilo que gostaríamos, ela **não** deu erro e
foi concluída com sucesso no SGBD

- nomeDaTabela** precisa ser uma única palavra, sem espaços, cedilhas, acentuação e pontuação, e não pode começar por um dígito numérico. Exemplos de nomes incorretos de tabela:
 - 1empregado**: começa por um dígito numérico;
 - cadastro empregado**: possui um caractere de espaço;
 - cadastro.empregado**: possui um caractere de pontuação;
 - matrícula**: possui um acento;
 - presença**: possui cedilha.
- É obrigatório o par de parênteses após o nome da tabela. Dentro dos parênteses são especificadas as colunas da tabela, não é possível criar uma tabela sem colunas. As colunas são chamadas de atributos da tabela. Cada coluna é especificada da seguinte forma:

- **nomeDaColuna**: precisa ser uma única palavra, sem espaços, cedilhas, acentuação e pontuação, e não pode começar por um dígito numérico, ou seja, as regras para nomear coluna é igual as regras para nomear as tabelas;
- Uma coluna possui as seguintes restrições (constraints, em inglês):
 - ✓ **tipoDeDado**: define os valores que a coluna aceita. Os tipos mais comuns são: integer, float, varchar, boolean e date;
 - ✓ **null** ou **not null**: define se a coluna aceita valores nulos. O valor nulo é um símbolo que indica que a célula não possui conteúdo, não confundir com a célula vazia. A restrição null ou not null é opcional, pois o padrão (default) é aceitar nulo;
 - ✓ **primary key**: define que a coluna é usada para identificar um registro (linha) da tabela. Não podem existir valores repetidos nas colunas que compõem a chave primária. Apesar de não se obrigatório, é boa prática que a tabela tenha chave primária. A tabela pode ter várias colunas compondo a chave primária, porém, é boa prática que a tabela tenha somente uma coluna compondo a chave primária;
 - ✓ **unique**: define que a coluna não aceita valores repetidos. É uma restrição não obrigatória. A tabela pode ter no máximo uma coluna que recebe valores únicos.
- Dentro dos parênteses usamos vírgulas , para separar a definição das colunas.
- As cláusulas são terminadas pelo ponto e vírgula ;.

Comando SQL para excluir tabela:

O comando a seguir exclui a tabela empregado:

```
drop table empregado;
```

Da mesma forma o comando pode ser redigido usando o temo **if exists**. Desta forma, não será exibida uma mensagem de erro se a tabela Empregado não existir no SGBD:

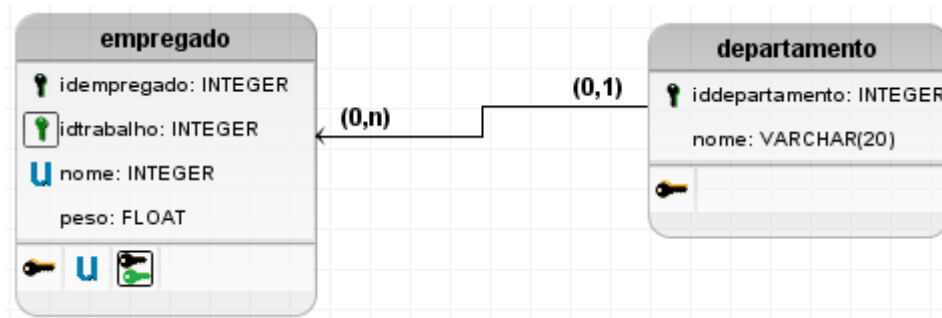
```
drop table if exists empregado;
```

Comando SQL para criar relacionamento entre tabelas:

Os relacionamentos entre as tabelas são criados na linguagem SQL através da referência de chave estrangeira.

O código a seguir possui as cláusulas SQL para criar as tabelas **empregado** e **departamento**. Observe a ordem que as tabelas são excluídas e criadas:

- As tabelas que possuem chave estrangeira precisam ser excluídas antes;
- As tabelas que possuem chave estrangeira precisam ser criadas por último.



É boa prática nomear as tabelas e colunas com letras minúsculas.

```

-- É boa prática primeiro excluir as tabelas
drop table if exists empregado;
drop table if exists departamento;

-- Primeiro tem de criar a tabela referenciada na chave estrangeira
CREATE TABLE if not exists departamento (
    iddepartamento INTEGER PRIMARY KEY,
    nome VARCHAR(20) NOT NULL
);

-- Depois tem de criar a tabela que possui a chave estrangeira
CREATE TABLE if not exists empregado (
    idempregado INTEGER PRIMARY KEY,
    idtrabalho INTEGER NOT NULL,
    nome VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE,
    peso FLOAT,
    CONSTRAINT pk_trabalho
    FOREIGN KEY (idtrabalho)
    REFERENCES departamento (iddepartamento)
);
  
```

No SQL do PostgreSQL os comentários são colocados à direita dos dois traços

O relacionamento entre as tabelas se dá pela chave estrangeira `idtrabalho` que referencia a coluna `iddepartamento` da tabela `departamento`. Na linguagem SQL a ligação é uma restrição (constraint, em inglês) da tabela. O comando SQL a seguir cria a **restrição de chave estrangeira** com o nome de `pk_trabalho`:

```
CONSTRAINT pk_trabalho
```

```
FOREIGN KEY (idtrabalho)
REFERENCES departamento (iddepartamento)
```

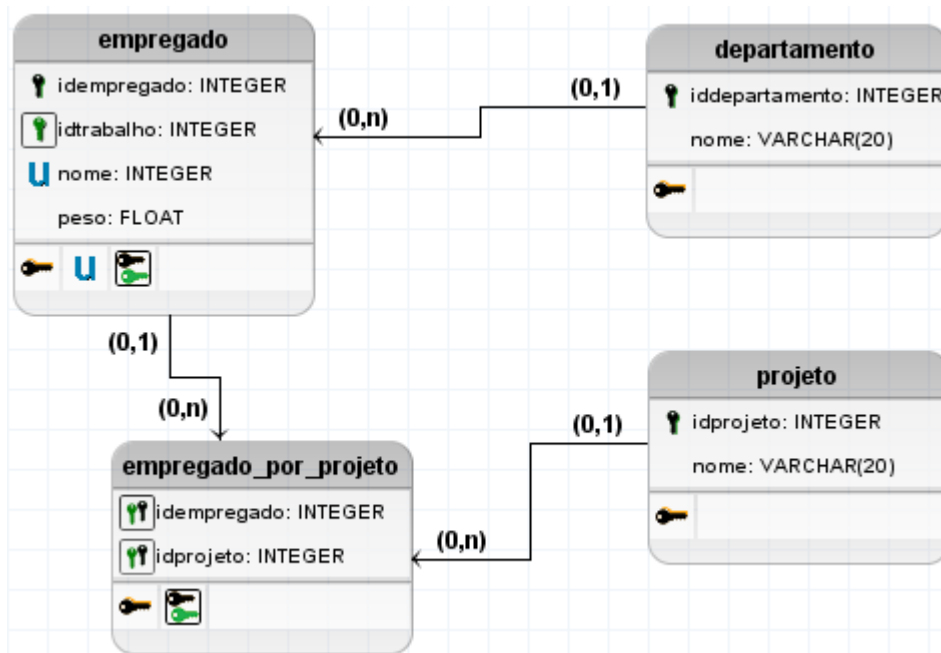
O SGBD se encarrega de dar um nome a restrição caso não seja especificado, como no exemplo a seguir:

```
FOREIGN KEY (idtrabalho)
REFERENCES departamento (iddepartamento)
```

A chave estrangeira pode ser definida também na definição da coluna idtrabalho:

```
CREATE TABLE if not exists empregado (
    idempregado INTEGER PRIMARY KEY,
    idtrabalho INTEGER NOT NULL REFERENCES departamento (iddepartamento),
    nome VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE,
    peso FLOAT
);
```

No exemplo a seguir a tabela [empregado_por_projeto](#) possui a chave primária composta. Além disso, a chave primária também é chave estrangeira.



```
-- Observe a ordem que as tabelas são excluídas
drop table if exists empregado;
drop table if exists departamento;
drop table if exists empregado_por_projeto;
drop table if exists empregado;
drop table if exists departamento;
```

```
drop table if exists projeto;

CREATE TABLE if not exists departamento (
    iddepartamento INTEGER PRIMARY KEY,
    nome VARCHAR(20) NOT NULL
);

CREATE TABLE if not exists projeto (
    idprojeto INTEGER PRIMARY KEY,
    nome VARCHAR(20) NOT NULL
);

CREATE TABLE if not exists empregado (
    idempregado INTEGER PRIMARY KEY,
    idtrabalho integer not null,
    nome VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE,
    peso FLOAT,
    FOREIGN KEY (idtrabalho)
    REFERENCES departamento (iddepartamento)
);

CREATE TABLE if not exists empregado_por_projeto (
    idempregado INTEGER,
    idprojeto INTEGER,
    PRIMARY KEY(idempregado,idprojeto),
    CONSTRAINT pk_empregado
    FOREIGN KEY (idempregado)
    REFERENCES empregado (idempregado),
    CONSTRAINT pk_projeto
    FOREIGN KEY (idprojeto)
    REFERENCES projeto (idprojeto)
);
```

A chave primária composta precisa ser criada como restrição da tabela: **PRIMARY KEY(idempregado,idprojeto)**.

Para mais detalhes de como criar tabelas no SGBD PostgreSQL consulte <https://www.postgresql.org/docs/current/sql-createtable.html>

VI. Estrutura do SGBD PostgreSQL

O SGBD não possui uma interface de acesso para o usuário, na verdade ele responde numa porta de rede do sistema operacional, ou seja, ele funciona como serviço.

Um serviço é um software que só pode ser acessado por um endereço de internet HTTP, ou seja, mesmo que o SGBD esteja instalado no próprio computador, será necessário usar o endereço `http://localhost:5432` para acessar o SGBD.

Curiosidades sobre domínios:

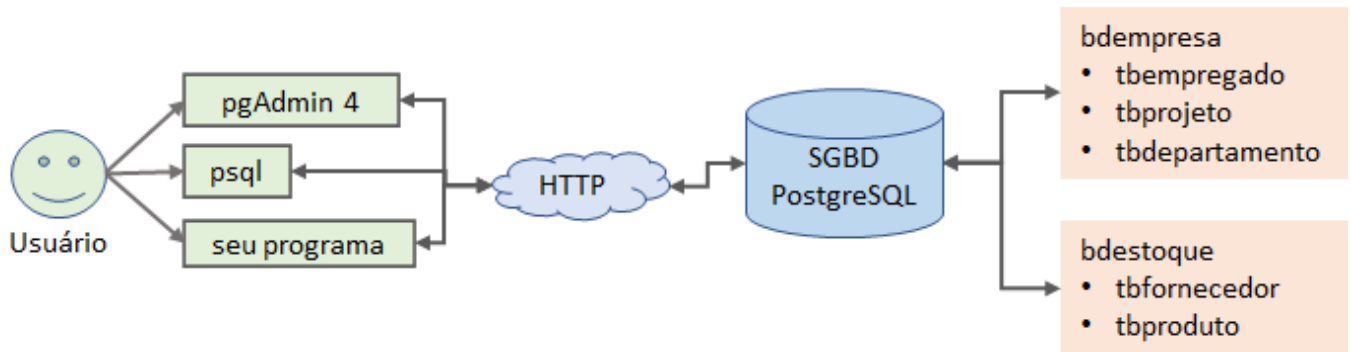
- google.com é um nome de domínio de rede que é mapeado para um endereço IP (Internet Protocol), ou seja, o que existe na prática é o endereço IP. O nome de domínio existe para facilitar a memorização do endereço;
- localhost é o nome de domínio para o próprio computador;
- localhost é o nome de domínio para o endereço IP 127.0.0.1;

Curiosidades sobre portas:

- O sistema operacional possui 65536 (2^{16}) portas de rede que são acessadas através do protocolo de internet HTTP, por exemplo, o SGBD PostgreSQL normalmente responde na `http://localhost:5432`. Em outras palavras, o software SGBD PostgreSQL será executado ao fazer uma requisição HTTP para `localhost:5432`;
- O seu computador pode ter até 65536 (2^{16}) softwares rodando em portas;
- Um software que responde numa porta é chamado de software que funciona “como serviço”;
- Um software que funciona como serviço só é executado quando existe a requisição, ou seja, nos outros momentos ele está “dormindo”.

Um software que funciona como serviço não tem uma interface gráfica, então precisaremos de algum software para fazer a comunicação com o SGBD PostgreSQL. A figura a seguir ilustra o caminho do usuário até o SGBD, podemos usar os softwares pgAdmin 4 (ambiente gráfico), psql (linha de comando) e as rotinas que codificaremos nos nossos programas para fazer a interface entre nós e o PostgreSQL.

Na representação bdempesa e bdestoque são BDs e tbempregado, tbprojeto, tbdepartamento, tbfornecedor e tbproduto são tabelas. Toda tabela precisa estar dentro de um BD. Os BDs são criados e acessados pelo SGBD, ou seja, não podemos manipular os BDs sem o SGBD.



VII. Instalar o PostgreSQL e pgAdmin

Para fazer a interface com o SGBD utilizaremos, preferencialmente, o software pgAdmin 4. Podemos baixar o PostgreSQL juntamente com o pgAdmin 4 e psql acessando <https://www.enterprisedb.com/downloads/postgres-postgresql-downloads>.

Antes de prosseguir é importante descobrir se o seu computador possui Windows de 32 ou 64 bits e fazer o download da versão correta do PostgreSQL. Acesse <https://support.microsoft.com/pt-br/windows/qual-versão-do-sistema-operacional-microsoft-windows-estou-usando-628bec99-476a-2c13-5296-9dd081cdd808> para saber como descobrir a versão do seu Windows.

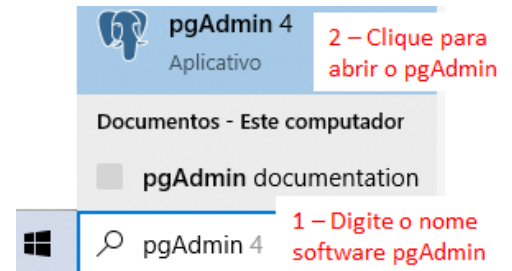
Durante o processo de instalação do SGBD PostgreSQL será criado um usuário administrador de nome `postgres`, recomenda-se que você coloque a senha **123** para evitar esquecer.

PostgreSQL Version	Linux x86-64	Linux x86-32	Mac OS X	Windows x86-64	Windows x86-32
				64 bits	32 bits
15.1	postgresql.org	postgresql.org			Not supported
14.6	postgresql.org	postgresql.org			Not supported
13.9	postgresql.org	postgresql.org			Not supported
12.13	postgresql.org	postgresql.org			Not supported
11.18	postgresql.org	postgresql.org			Not supported
9.6.24*					

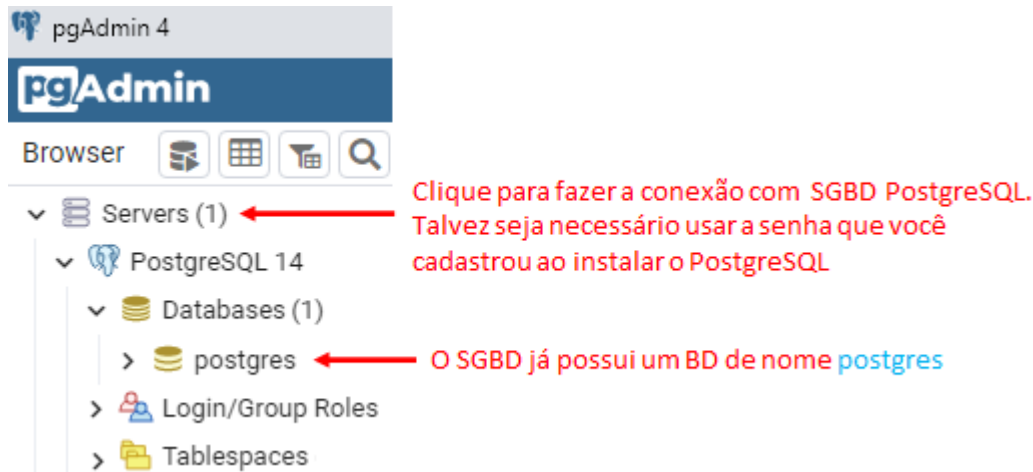
VIII. Acesso ao SGBD usando pgAdmin

Geralmente não é criado um ícone do pgAdmin, então é só usar o campo de pesquisa do Windows para localizar o pgAdmin 4.

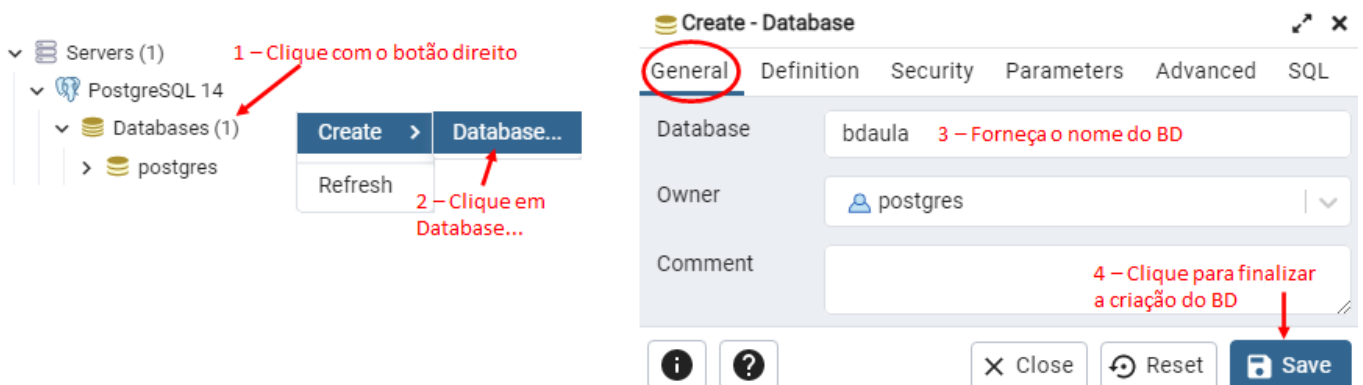
Demora-se cerca de 1 minuto para inicializar o pgAdmin 4.



Após abrir o pgAdmin 4 você terá de fornecer a senha usada na instalação do PostgreSQL.



Apesar de já existir um BD de nome **postgres**. Siga os passos a seguir para criar o BD de nome **bdaula**.



Toda a comunicação com o SGBD ocorre através de comandos SQL. A figura a seguir mostra os passos para acessarmos o ambiente para digitar e enviar os comandos SQL para o SGBD. Lembre-se que o pgAdmin é apenas um software que faz a interface com o SGBD, então as cláusulas SQL serão enviadas ao SGBD e a resposta será exibida pelo pgAdmin.

The screenshot shows the pgAdmin interface with the following annotations:

- 1** – Clique com o botão direito (Right-click on the 'public' schema in the left pane).
- 2** – Clique com o botão esquerdo para ter acesso ao painel Query Editor (Left-click on the 'Query Tool' option in the context menu).
- 3** – O painel Query Editor está disponível por BD. Aqui está indicando que o Query Editor enviará as cláusulas para o bdaula (The Query Editor panel is available by BD. Here it is indicating that the Query Editor will send the clauses to bdaula).
- 4** – Toda conexão com o SGBD requer usuário e senha. O nome do usuário atual é postgres conectado localmente (Every connection with the SGBD requires a user and password. The current user name is postgres connected locally).
- 5** – O painel Query Editor é o local onde digitamos nossas cláusulas SQL. Como exemplo aqui temos a cláusula para criar a tabela tbpessoa (The Query Editor panel is the place where we type our SQL clauses. As an example here we have the clause to create the tbpessoa table).
- 6** – Clique para enviar o comando SQL para o SGBD (Click to send the SQL command to the SGBD).
- 7** – A resposta do SGBD estará na aba Data Output ou Messages (The response from the SGBD will be in the Data Output or Messages tab).
- 8** – Expandir para ver as tabelas do BD (Expand to see the tables of the BD).

The SQL code in the Query Editor is:

```
1 create table if not exists tbpessoa (
2     idpessoa integer primary key,
3     nome varchar(30) not null
4 );
```

The Messages tab shows the response: "CREATE TABLE Query returned successfully in 42 msec."

IX. Acesso ao SGBD usando psql

O ambiente de linha de comandos psql também não possui um ícone no desktop do computador, então precisamos usar o campo de pesquisa do Windows.

The screenshot shows the Windows search results for 'psql'. The search bar contains 'psql'. The results show 'SQL Shell (psql)' as the best match. The annotations are:

- 1** – Digite o nome do software (Type the name of the software).
- 2** – Clique para abrir o psql (Click to open psql).

A seguir é mostrado como é feita a conexão no PostgreSQL pelo psql. Normalmente o SGBD PostgreSQL é instalado na porta 5432 do computador e durante a instalação foi criado um usuário de nome postgres com a senha que você colocou durante a instalação - lembre-se que foi sugerida a senha 123. Pelo ambiente do psql temos de fornecer todos os parâmetros de conexão ao BD. Pressione <Enter> para usar as sugestões indicados entre colchetes:

```
SQL Shell (psql)
Server [localhost]:
Database [postgres]: bdaula
Port [5432]:
Username [postgres]:
Password for user postgres:
psql (14.2)
WARNING: Console code page (850) differs from Windows code page (1252)
Type "help" for help.
bdaula=# create table if not exists tbpessoa (
bdaula(# idpessoa integer primary key,
bdaula(# nome varchar(30) not null
bdaula(# );
NOTICE: relation "tbpessoa" already exists, skipping
CREATE TABLE
bdaula=#
```

3 – Janela do psql

4 – Pressione <Enter> para se conectar no PostgreSQL da máquina localhost

5 – Forneça o nome de um BD que exista no PostgreSQL da máquina localhost

6 – Indique a porta que está o PostgreSQL ou pressione <Enter> para se conectar na porta 5432

7 – Indique o usuário ou pressione <Enter> para se conectar usando o usuário postgres

8 – Digite a senha e pressione <Enter>

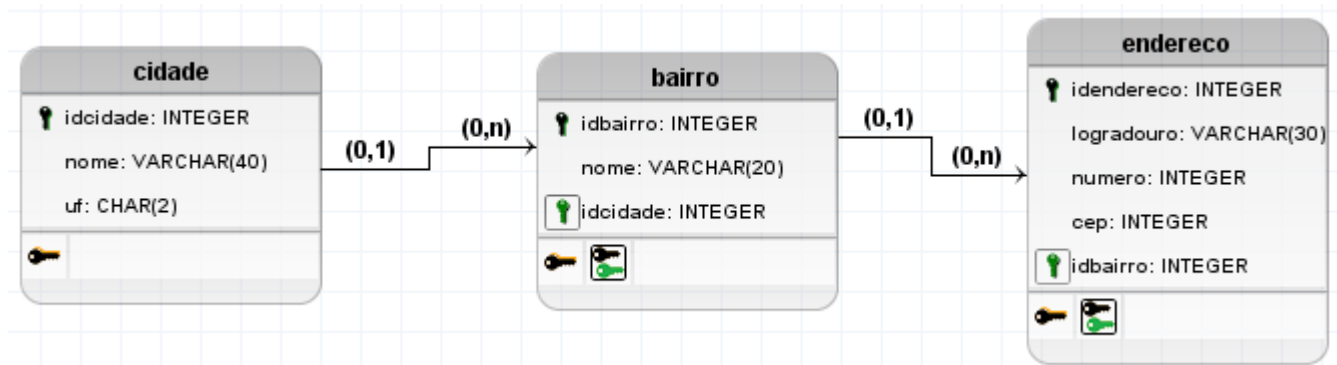
9 – Os comandos SQL serão processados no BD bdaula

10 – O comando SQL termina no ponto e vírgula

11 – Resposta do SGBD

Exercícios

Exercício 1: Fazer as cláusulas SQL para excluir as tabelas a seguir.



Exercício 2: Fazer as cláusulas SQL para criar as tabelas do Exercício 1. Considere os seguintes requisitos:

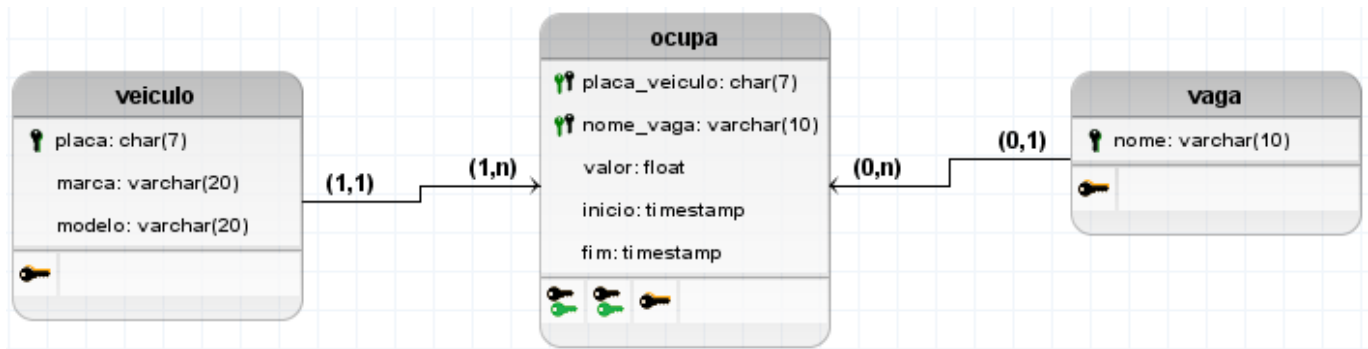
- Os atributos nome e UF são obrigatórios na tabela cidade;
- Os atributos idcidade e nome são obrigatórios na tabela bairro.

Exercício 3: Fazer a cláusula SQL para criar a tabela tarefa. Considere que:

- Uma tarefa pode ser formada por subtarefas.



Exercício 4: Fazer as cláusulas SQL para criar as tabelas do modelo lógico a seguir.



Exercício 5: Fazer as cláusulas SQL para criar as tabelas do modelo lógico a seguir. Considere que todo imóvel precisa ter um proprietário.

