Linguagem SQL - DDL

Base de Dados - 2017/18

Carlos Costa

Linguagem SQL

- Structured Query Language (SQL)
  - SEQUEL
- Linguagem para definir, manipular e questionar uma Base de Dados Relacional.
  - É uma linguagem orientada ao processamento de conjuntos
- 2 sublinguagens principais
  - DDL - Data Definition Language.
  - DML - Data Manipulation Language.
- 1 sublinguagem de controlo BD
  - DCL – Data Control Language

2

deti

SQL - Versões

- 1986 (SQL-86 e SQL-87)
  - Publicado pela ANSI e ratificado pela ISO.
- 1989 (SQL-89)
- 1992 (SQL-92)
  - conhecido como SQL2.
- 1999 (SQL:1999)
  - conhecido como SQL 3.
  - inclui expressões regulares, queries recursivas, triggers, tipos não escalares, procedimentos, funcionalidades orientadas a objectos, etc.
- 2003 (SQL:2003)
  - Inclui suporte a XML e colunas com numeração automática.
- 2006 (SQL:2006)
  - Define formas de interacção SQL-XML: como importar e armazenar XML em BD SQL, XQuery, etc.
- 2008
- 2011

3

deti

SQL - SQL Server

- Vamos utilizar, como ferramenta de trabalho, a versão SQL Server (>=2012)

Transact-SQL

"Microsoft SQL Server team has extended the ANSI definition with several enhancements and new commands, and has left out a few commands because SQL Server implemented them differently. The result is Transact-SQL, or T-SQL — the dialect of SQL understood by SQL Server"

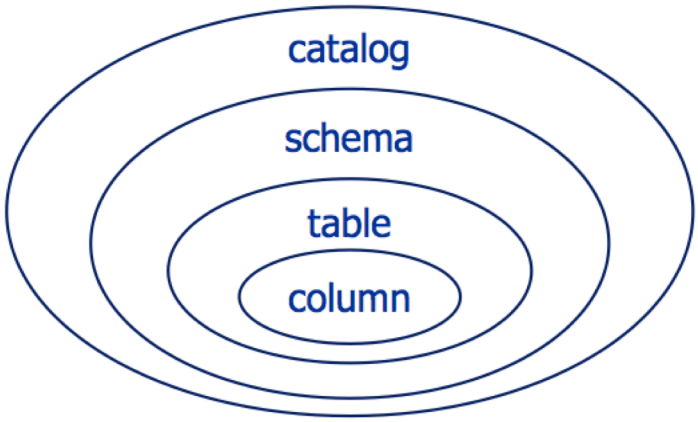
"Missing from T-SQL are very few ANSI SQL commands, primarily because Microsoft implemented the functionality in other ways."

Microsoft® SQL Server® 2008 Bible

4

deti

SQL - Hierarquia de Objectos

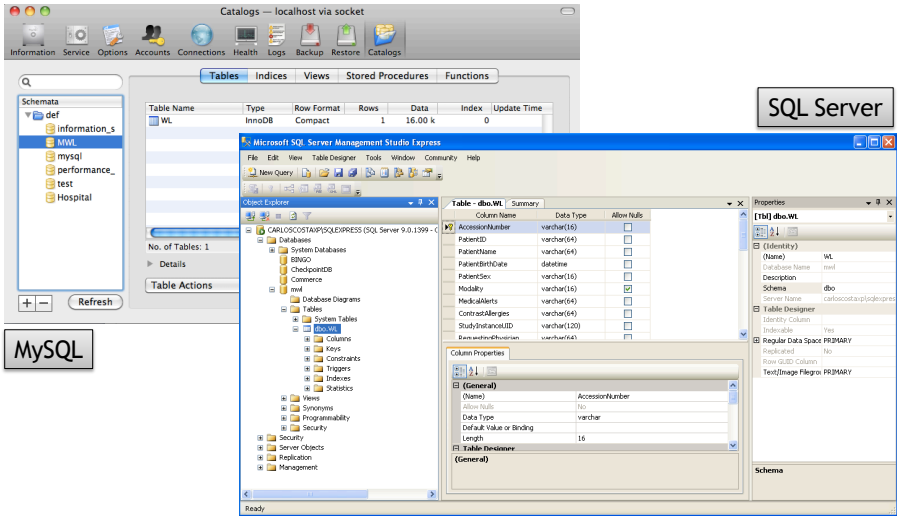


Mas há mais elementos como, por exemplo, triggers, vistas, índices, stored procedures, funções, etc.

5

deti

SQL - catalog, schema e database



O significado destes termos varia de acordo com SGBD

SQL Server: database_name . schema_name . table_name

6

deti

SQL – Notas introdutórias

- SQL utiliza...

  tabela, linha e coluna (table, row and column)

  ... para designar os termos formais:

  relação, tuplo e atributo do modelo relacional

- Cada instrução SQL termina com um ponto e vírgula (“;”)
- Comentar um linha “--”
- Comentar um bloco de instruções /* ... */

7

deti

SQL - Data Definition Language (DDL)

- Permite definir várias entidades da BD
- Utilizada para especificar a informação acerca de cada relação:
  - O esquema de cada relação.
  - O domínio de valores associados com cada atributo.
  - Restrições de integridade
  - O conjunto de índices a manter para cada relação
  - ...
- Notas importantes:
  - Há comandos não disponíveis em alguns SGBD...
  - Devemos consultar o manual do SGBD para uma sintaxe mais completa dos comandos.

8

deti

Criar e Eliminar uma Base de Dados

- Criar uma base de dados

```
CREATE DATABASE dbname;
```

dbname - nome da base de dados a criar

```
CREATE DATABASE COMPANY;
```

- Eliminar uma base de dados

```
DROP DATABASE dbname;
```

dbname - nome da base de dados a eliminar

```
DROP DATABASE COMPANY;
```

9

deti

Schema

- Schema é um "namespace" que agrupa tabelas e outros elementos pertencentes à mesma aplicação.
- Criar um Schema

```
CREATE SCHEMA schemaname [AUTHORIZATION username];
```

```
CREATE SCHEMA COMPANY AUTHORIZATION 'CCosta';
```

- Eliminar um Schema

```
DROP SCHEMA schemaname;
```

```
DROP SCHEMA COMPANY;
```

10

MySQL - sinónimo de "CREATE DATABASE" !

deti

SQL – Tipo de Dados

- Tipos de dados básicos:
  - Numbers
  - Characters, strings
  - Date e time
  - Binary objects
- Os tipos de dados podem variar de acordo com o SGDB!
- Recomendação: Utilizar, na medida do possível, tipos de dados compatíveis com o standard.
  - Aumenta a portabilidade da solução...

11

deti

SQL – Tipos de dados (SQL:1999)

- Numeric
  - NUMERIC(p,s) e.g. 300.00
  - DECIMAL(p,s)
  - INTEGER (alias: INT) e.g. 32767
  - SMALLINT small integers
  - FLOAT(p) e.g. -1E+03
  - REAL (for short floats) DOUBLE (for long floats)
- String
  - CHARACTER(n) (fixed length)
  - CHARACTER (variable lenght)
  - CHARACTER VARYING(n) (alias: VARCHAR(n))
  - CLOB (Character Large Object, e.g., for large text)
- Date
  - DATE e.g. '1993-01-02'
  - TIME e.g. '13:14:15'
  - TIMESTAMP e.g. '1993-01-02 13:14:15.000001'
- Binary
  - BIT[(n)] e.g. B'01000100'
  - BLOB[(n)] e.g. X'49FE' (Binary Large Objects, e.g., for multimedia)
- Boolean
  - Boolean

Listagem não exaustiva...

12

deti

SQL – Tipo de Dados

Alguns mais utilizados...

- char(n)
  - cadeia de caracteres de tamanho fixo n
- varchar(n)
  - cadeia de caracteres com tamanho máximo n
- int
  - números inteiros (4 bytes)
- numeric(precisão, escala)
  - números reais "sem limite" de tamanho
- date e time
  - data e hora
- boolean*
  - valores booleanos

13

* Não existe em SQL Server

deti

SQL Server – Tipos de Dados

Numeric Data Types

Data Type	Description	Length
`int`	Stores integer values ranging from -2,147,483,648 to 2,147,483,647	4 bytes
`tinyint`	Stores integer values ranging from 0 to 255	1 byte
`smallint`	Stores integer values ranging from -32,768 to 32,767	2 bytes
`bigint`	Stores integer values ranging from -2^{53} to $2^{53}-1$	8 bytes
`money`	Stores monetary values ranging from -922,337,203,685,477.5808 to 922,337,203,685,477.5807	8 bytes
`smallmoney`	Stores monetary values ranging from -214,748.3648 to 214,748.3647	4 bytes
`decimal(p,s)`	Stores decimal values of precision *p* and scale *s*. The maximum precision is 38 digits	5–17 bytes
`numeric(p,s)`	Functionally equivalent to decimal	5–17 bytes
`float(n)`	Stores floating point values with precision of 7 digits (when *n*=24) or 15 digits (when *n*=53)	4 bytes (when *n*=24) or 8 bytes (when *n*=53)
`real`	Functionally equivalent to float(24)	4 bytes

14

deti

SQL Server- Tipos de Dados (cont.)

Character String Data Types

Data Type	Description	Length
char(n)	Stores *n* characters	*n* bytes (where *n* is in the range of 1–8,000)
nchar(n)	Stores *n* Unicode characters	2*n* bytes (where *n* is in the range of 1–4,000)
varchar(n)	Stores approximately *n* characters	Actual string length +2 bytes (where *n* is in the range of 1–8,000)
varchar(max)	Stores up to $2^{31}-1$ characters	Actual string length +2 bytes
nvarchar(n)	Stores approximately *n* characters	2*n*(actual string length) +2 bytes (where *n* is in the range of 1–4,000)
nvarchar(max)	Stores up to $((2^{31}-1)/2)-2$ characters	2*n*(actual string length) +2 bytes

Binary Data Types

Data Type	Description	Length
bit	Stores a single bit of data	1 byte per 8 bit columns in a table
binary(n)	Stores *n* bytes of binary data	*n* bytes (where *n* is in the range of 1–8,000)
varbinary(n)	Stores approximately *n* bytes of binary data	Actual length +2 bytes (where *n* is in the range of 1–8,000)
varbinary(max)	Stores up to $2^{31}-1$ bytes of binary data	Actual length +2 bytes

15

deti

SQL Server- Tipos de Dados (cont.)

Date and Time Data Types

Data Type	Description	Length	Example
date	Stores dates between January 1, 0001, and December 31, 9999	3 bytes	2008-01-15
datetime	Stores dates and times between January 1, 1753, and December 31, 9999, with an accuracy of 3.33 milliseconds	8 bytes	2008-01-15 09:42:16.142
datetime2	Stores date and times between January 1, 0001, and December 31, 9999, with an accuracy of 100 nanoseconds	6–8 bytes	2008-01-15 09:42:16.1420221
datetimeoffset	Stores date and times with the same precision as datetime2 and also includes an offset from Universal Time Coordinated (UTC) (also known as Greenwich Mean Time)	8-10 bytes	2008-01-15 09:42:16.1420221 +05:00
smalldatetime	Stores dates and times between January 1, 1900, and June 6, 2079, with an accuracy of 1 minute (the seconds are always listed as ":00")	4 bytes	2008-01-15 09:42:00
time	Stores times with an accuracy of 100 nanoseconds	3–5 bytes	09:42:16.1420221

16

Listagem não exaustiva. Há outros tipo como o cursor, sql_variant, table, xml, …

deti

SQL – Definição de Domínio

- O comando create domain permite definir novos tipos de dados.
- Um domain pode conter um valor de defeito (default) e restrições do tipo not null e check.

CREATE DOMAIN domainname

```
Criação...
CREATE DOMAIN compsalary INTEGER
       NOT NULL CHECK (compsalary > 475);

Utilização...
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   ...
   Salary              compsalary,
   ...);
```

Nota: Não disponível em SQL SERVER.

17

deti

SQL – Definição de Novo Tipo

- Como alternativa ao domain, podemos criar só um novo tipo (alias) com o comando create type.

CREATE Type... em SQL SERVER

```
Criação...
CREATE TYPE SSN FROM varchar(9) NOT NULL;

Utilização...
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   ...
   Ssn                 SSN,
   ...);
```

- Nota: Em geral, é mais limitado que o create domain.

18

deti

DDL - Criar uma Tabela

```
CREATE TABLE tbname ( A1 D1, A2 D2, …, An Dn,
                      (integrity-constraint1),
                      ...
                      (integrity-constraintK) );
```

tbname - nome da relação (tabela)

```
CREATE TABLE COMPANY.EMPLOYEE (...)
CREATE TABLE EMPLOYEE (...)
```

COMPANY - nome do schema

A1 D1, A2 D2, ..., An Dn
A1...An – Atributos da relação
D1...Dn – Domínio dos atributos

Restrições de Integridade
integrity-constraint1,
...,
integrity-constraintN

deti

Criar uma Tabela (exemplo)

CREATE TABLE...
definindo atributos e respectivo domínio.

```
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   Fname              VARCHAR(15),
   Minit              CHAR,
   Lname              VARCHAR(15),
   Ssn                CHAR(9),
   Bdate              DATE,
   Address            VARCHAR(30),
   Sex                CHAR,
   Salary             DECIMAL(10,2),
   Super_ssn          CHAR(9),
   Dno                INT);
```

20

deti

Atributos - Valores por Omissão

- Podem ser definidos valores por omissão para cada coluna
  - utilizando o termo "default"

CREATE com default ...

```
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   Fname               VARCHAR(15),
   ...
   Salary              DECIMAL(10,2)     DEFAULT 0,
   ...
   Dno                 INT);
```

21

deti

Restrições de Integridade

- **check** *(P)*
  - impor uma regra a um atributo
- **not null**
  - atributo não pode ser null
- **primary key** (*A1, ..., An)*
  - definir chave primária
- **unique** (*A1, ..., An)*
  - chaves candidatas não primárias
- **foreign key**
  - definir chave estrangeira

As restrições podem ser de:

- coluna - referem-se a apenas uma coluna e são descritas em frente à coluna
- tabela - referem-se a mais do que a uma coluna e ficam separadas da definição das colunas

22

deti

Restrição CHECK

Restrição CHECK na coluna...

```
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   ...
   Salary              DECIMAL(10,2)     CHECK (Salary > 12),
   ...);
```

Restrição CHECK na tabela...

```
CREATE TABLE DEPARTMENT (
   ...
   Dept_create_date     DATE             NOT NULL,
   Mgr_start_date       DATE,
   ...
   CHECK (Dept_create_date <= Mgr_start_date);
```

Restrição aplicada a cada atributo referenciado sempre que um tuplo é introduzido ou modificado.

23

deti

Restrição PRIMARY KEY

- Só podemos definir uma chave primária na tabela.
  - Por definição, a chave primária não pode conter valores repetidos ou nulos.

Restrição PRIMARY KEY na coluna...

```
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   ...
   Ssn                 CHAR(9)              PRIMARY KEY,
   ...);
```

Restrição PRIMARY KEY na tabela...
(obrigatório se PK for composta por mais do que um atributo)

```
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   ...
   Ssn                 CHAR(9),
   ...
   PRIMARY KEY (Ssn));
```

deti

Restrição UNIQUE

- Utilizada para as chaves candidatas alternativas.
  - Não pode conter valores repetidos mas pode ter valores null.

Restrição UNIQUE na coluna...

```
CREATE TABLE DEPARTMENT (
   Dname              VARCHAR(15)  UNIQUE   NOT NULL,
   Dnumber            INT                   NOT NULL,
   PRIMARY KEY (Dnumber),
   ... );
```

Restrição UNIQUE na tabela...

```
CREATE TABLE DEPARTMENT (
   Dname              VARCHAR(15)           NOT NULL,
   Dnumber            INT                   NOT NULL,
   PRIMARY KEY (Dnumber),
   UNIQUE (Dname), ... );
```

deti

Restrição FOREIGN KEY

- Utilizada para declarar chaves estrangeiras.
- Uma chave estrangeira deve referenciar uma chave primária ou única.

Restrição FOREIGN KEY na coluna...

```
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   ...
   Super_ssn    CHAR(9)  REFERENCES EMPLOYEE(Ssn),
   Dno          INT      REFERENCES DEPARTMENT(Dnumber)  NOT NULL,
   ...);
```

Restrição FOREIGN KEY na tabela...

```
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   ...
   Ssn          CHAR(9),
   Dno          INT                          NOT NULL,
   ...
   FOREIGN KEY (Super_ssn) REFERENCES EMPLOYEE(Ssn),
   FOREIGN KEY (Dno) REFERENCES DEPARTMENT(Dnumber) );
```

deti

Restrição FOREIGN KEY

Integridade Referencial

- Pode haver uma violação quando são inseridos ou eliminados tuplos ou quando os atributos chave estrangeira ou primária são modificados, resultando numa rejeição da operação.
- Podemos definir as seguintes ações alternativas: "on delete" e "on update", com as seguintes opções:
  - restrict - não deixa efetuar a operação
  - cascade - apaga os registos associados (delete) ou altera a chave estrangeira (update)
  - set null - a chave estrangeira passa a null.
  - set default - a chave estrangeira passa a ter o valor por omissão.

27

deti

Restrição FOREIGN KEY

Integridade Referencial

Restrição FOREIGN KEY

```
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   ...
   Ssn         CHAR(9),
   Dno         INT                          NOT NULL,
   ...
   FOREIGN KEY (Super_ssn) REFERENCES EMPLOYEE(Ssn)
               ON DELETE SET NULL   ON UPDATE CASCADE,
   FOREIGN KEY (Dno) REFERENCES DEPARTMENT(Dnumber)
               ON DELETE SET DEFAULT ON UPDATE CASCADE);
```

Se o tuplo do supervisor é eliminado, a coluna Super_ssn dos supervisionados passa automaticamente a Null.

Se o Ssn do supervisor é atualizado, a coluna Super_ssn dos supervisionados é atualizada em cascata.

28

deti

Restrições - atribuição de nome

- Imaginando que queremos alterar uma restrição de uma tabela... Como referenciá-la?
- Nestas situações temos de "baptizar" a restrição com um nome próprio.

Restrições com nome...

```
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   ...
   ...
   CONSTRAINT EMPPK
     PRIMARY KEY (Ssn),
   CONSTRAINT EMPSUPERFK
     FOREIGN KEY (Super_ssn) REFERENCES EMPLOYEE(Ssn)
                 ON DELETE SET NULL   ON UPDATE CASCADE,
   CONSTRAINT EMPDEPTFK
     FOREIGN KEY (Dno) REFERENCES DEPARTMENT(Dnumber)
                 ON DELETE SET DEFAULT ON UPDATE CASCADE);
```

deti

Tabela - Drop

- O comando drop table remove da base de dados toda a informação sobre a tabela e os dados (tuplos).

Eliminar a tabela EMPLOYEE

```
DROP TABLE EMPLOYEE;
```

- Caso haja violação de restrições de integridade referencial, a operação é rejeitada.
- No entanto, a opção CASCADE* permite eliminar a tabela e os elementos referenciados na restrição.

Eliminar a tabela EMPLOYEE com opção CASCADE

```
DROP TABLE EMPLOYEE CASCADE;
```

30

* Não está disponível em SQL Server. Solução: eliminar primeiro o constraint.

deti

Tabela - Alter

- O comando alter table é utilizado para modificar o esquema da tabela ou restrições existentes.
- Adicionar atributos à tabela:

```
ALTER TABLE tablename ADD Attribute Domain
```

```
ALTER TABLE EMPLOYEE ADD nofiscal INT;
```

  - Todos os tuplos existentes ficam com valor null no novo atributo.

- Adicionar restrições à tabela:

```
ALTER TABLE tablename ADD CONSTRAINT name theconstraint
```

```
ALTER TABLE EMPLOYEE ADD CONSTRAINT salarymin CHECK (Salary >475);
```

deti

Tabela - Alter

- Eliminar atributos da tabela:

```
ALTER TABLE tablename DROP COLUMN attributename
```

```
ALTER TABLE EMPLOYEE DROP COLUMN nofiscal;
```

- Eliminar restrições da tabela:

```
ALTER TABLE tablename DROP CONSTRAINT name
```

```
ALTER TABLE EMPLOYEE DROP CONSTRAINT salarymin;
```

- Alterar um atributo de uma tabela:

```
ALTER TABLE tablename ALTER Attribute Domain
```

```
ALTER TABLE EMPLOYEE ALTER COLUMN noFiscal CHAR(9);
```

deti

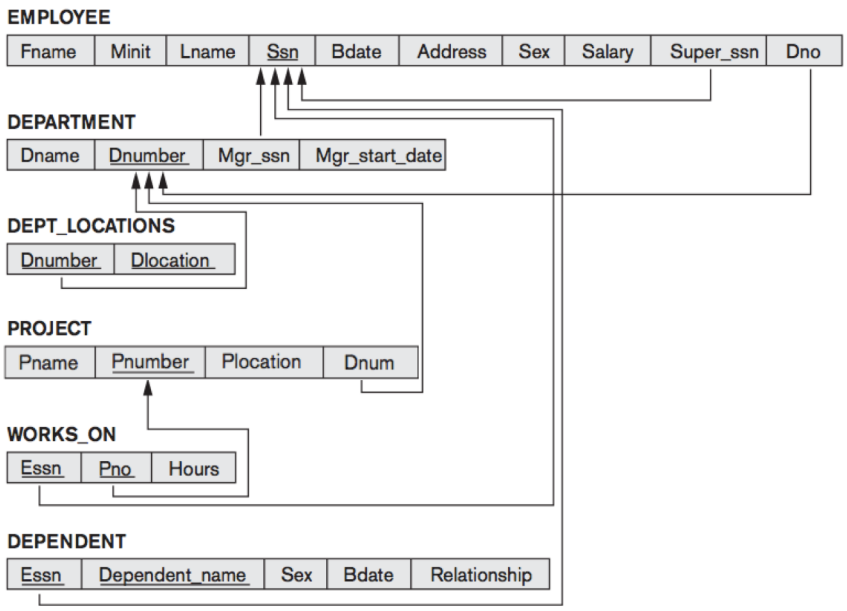
SQL DDL – Caso de Estudo

Empresa

33

deti

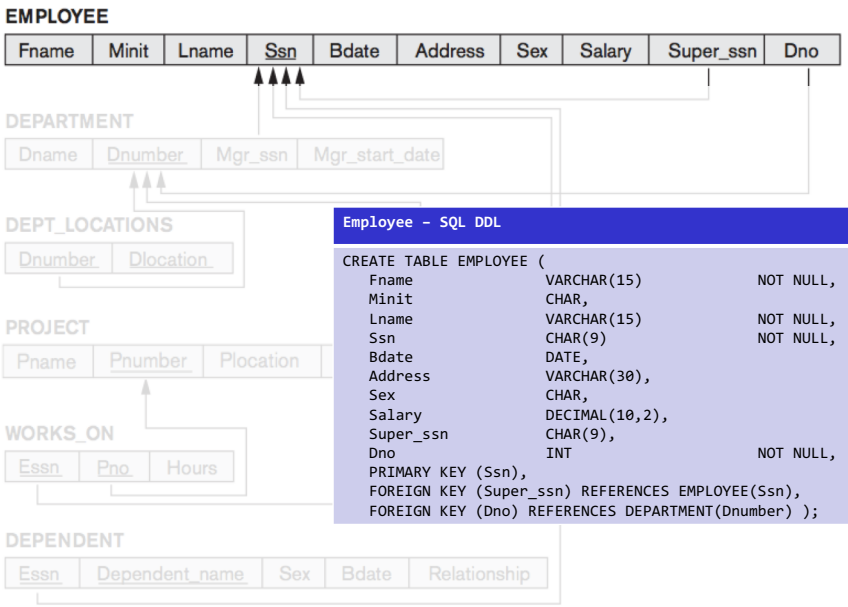
Esquema Relacional da BD da Empresa



34

deti

Empresa - Criação da Relação EMPLOYEE



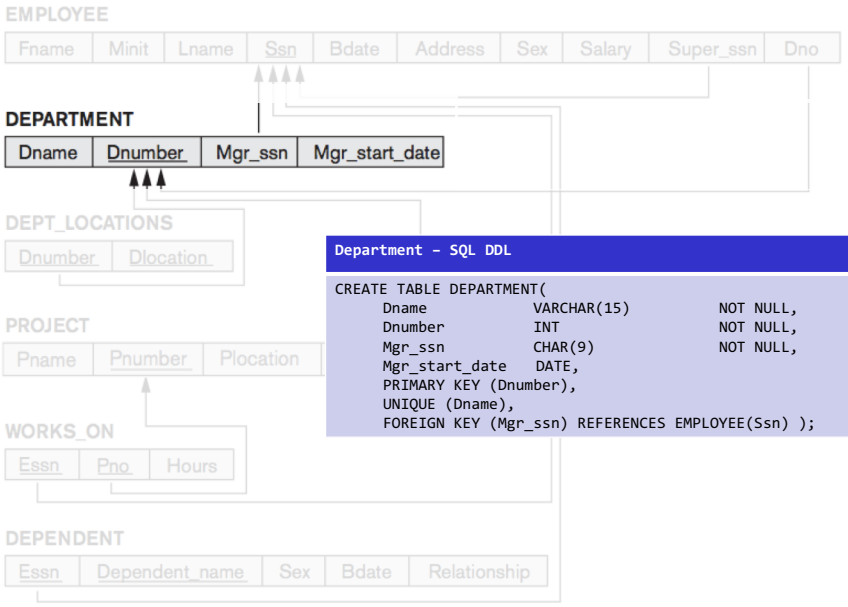
Employee – SQL DDL

```
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   Fname              VARCHAR(15)            NOT NULL,
   Minit              CHAR,
   Lname              VARCHAR(15)            NOT NULL,
   Ssn                CHAR(9)                NOT NULL,
   Bdate              DATE,
   Address            VARCHAR(30),
   Sex                CHAR,
   Salary             DECIMAL(10,2),
   Super_ssn          CHAR(9),
   Dno                INT                    NOT NULL,
   PRIMARY KEY (Ssn),
   FOREIGN KEY (Super_ssn) REFERENCES EMPLOYEE(Ssn),
   FOREIGN KEY (Dno) REFERENCES DEPARTMENT(Dnumber) );
```

35

deti

Empresa - Criação da Relação DEPARTMENT



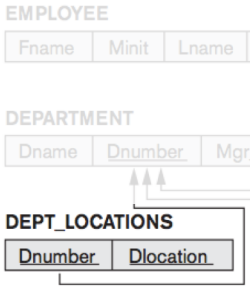
Department – SQL DDL

```
CREATE TABLE DEPARTMENT(
      Dname            VARCHAR(15)          NOT NULL,
      Dnumber          INT                  NOT NULL,
      Mgr_ssn          CHAR(9)              NOT NULL,
      Mgr_start_date   DATE,
      PRIMARY KEY (Dnumber),
      UNIQUE (Dname),
      FOREIGN KEY (Mgr_ssn) REFERENCES EMPLOYEE(Ssn) );
```

36

deti

Empresa - Criação da Relação DEP_LOCATIONS



Dept_Locations - SQL DDL

```
CREATE TABLE DEPT_LOCATIONS(
      Dnumber          INT                 NOT NULL,
      Dlocation        VARCHAR(15)         NOT NULL,
      PRIMARY KEY (Dnumber, Dlocation),
      FOREIGN KEY (Dnumber) REFERENCES DEPARTMENT(Dnumber) );
```

37

deti

Empresa - Criação da Relação PROJECT

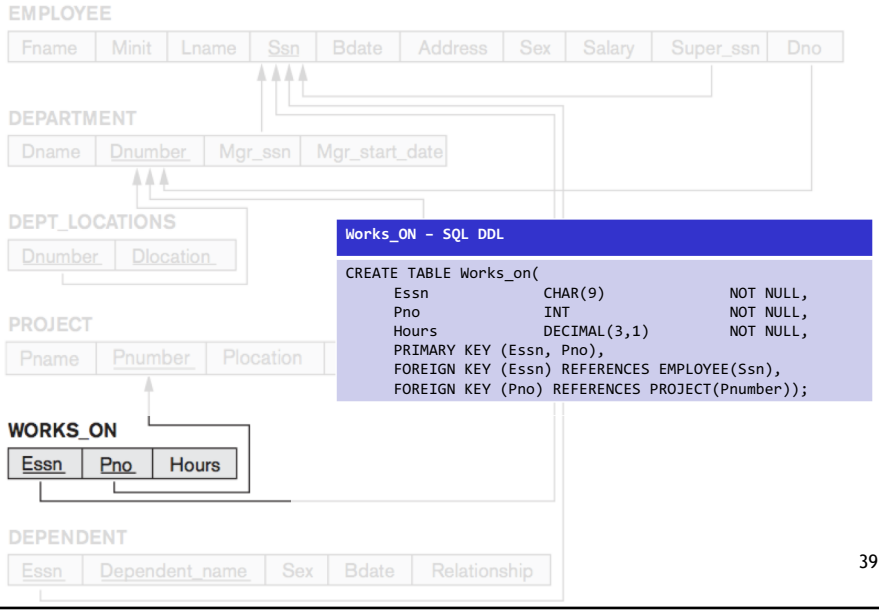
Project - SQL DDL

```
CREATE TABLE Project(
      Pname            VARCHAR(15)          NOT NULL,
      Pnumber          INT                  NOT NULL,
      Plocation        VARCHAR(15),
      Dnum             INT                  NOT NULL,
      PRIMARY KEY (Pnumber),
      UNIQUE (Pname),
      FOREIGN KEY (Dnum) REFERENCES DEPARTMENT(Dnumber));
```

38

deti

Empresa - Criação da Relação WORKS_ON



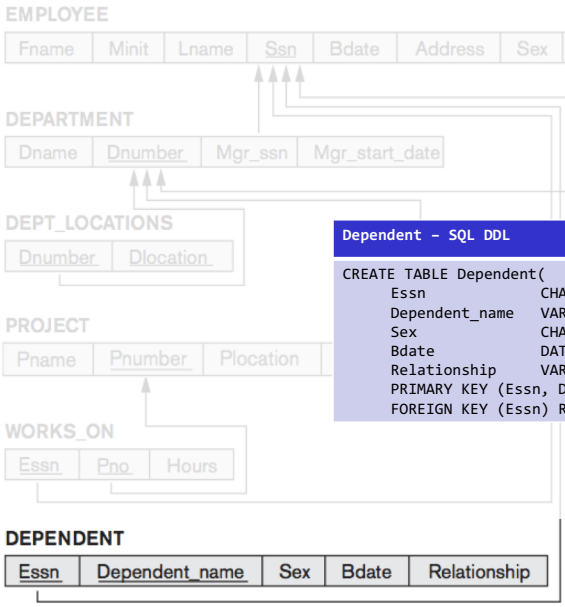
Works_ON - SQL DDL

```
CREATE TABLE Works_on(
      Essn              CHAR(9)              NOT NULL,
      Pno               INT                  NOT NULL,
      Hours             DECIMAL(3,1)         NOT NULL,
      PRIMARY KEY (Essn, Pno),
      FOREIGN KEY (Essn) REFERENCES EMPLOYEE(Ssn),
      FOREIGN KEY (Pno) REFERENCES PROJECT(Pnumber));
```

39

deti

Empresa - Criação da Relação DEPENDENT



Dependent - SQL DDL

```
CREATE TABLE Dependent(
      Essn              CHAR(9)              NOT NULL,
      Dependent_name    VARCHAR(15)          NOT NULL,
      Sex               CHAR,
      Bdate             DATE,
      Relationship      VARCHAR(8),
      PRIMARY KEY (Essn, Dependent_name),
      FOREIGN KEY (Essn) REFERENCES EMPLOYEE(Ssn));
```

40

deti

Empresa DDL - Considerações Práticas

EXEMPLO: Employee, Department and Foreign Keys

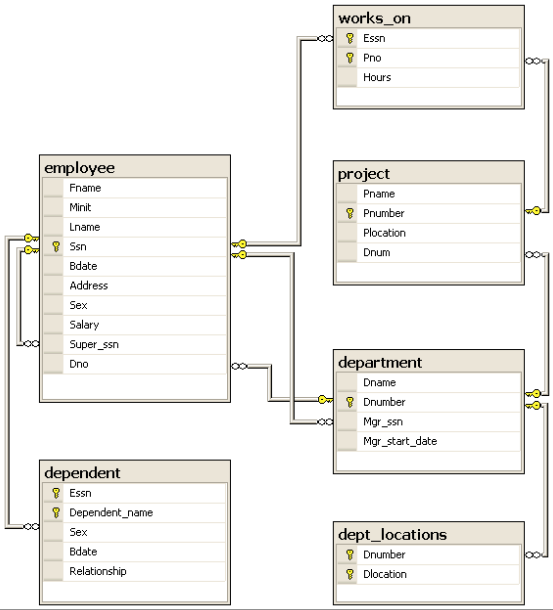
```
CREATE TABLE EMPLOYEE (
   Ssn                CHAR(9)                NOT NULL,
   Super_ssn          CHAR(9),
   Dno                INT                    NOT NULL,
   ...
   PRIMARY KEY (Ssn),
   FOREIGN KEY (Super_ssn) REFERENCES EMPLOYEE(Ssn));

CREATE TABLE DEPARTMENT(
   Dnumber          INT                    NOT NULL,
   ...
   PRIMARY KEY (Dnumber),
   ...);

ALTER TABLE EMPLOYEE
          ADD CONSTRAINT EMPDEPTFK FOREIGN KEY (Dno) REFERENCES DEPARTMENT(Dnumber);
ALTER TABLE DEPARTMENT
          ADD CONSTRAINT DEPTMGRFK FOREIGN KEY (Mgr_ssn) REFERENCES EMPLOYEE(Ssn);
```

- Na prática só podemos criar restrições de integridade referencial, com recurso a chaves estrangeiras, quando temos as duas relações criadas.
- Assim, devemos começar por criar cada umas das relações (tabelas) e só depois definir as restrições.
  - Ou pelo menos uma delas...

41

deti

SQL Server - Database Diagram



42

deti

A Seguir?

Data Operations – Relational Algebra

r

A	B
α	1
α	2
β	1

s

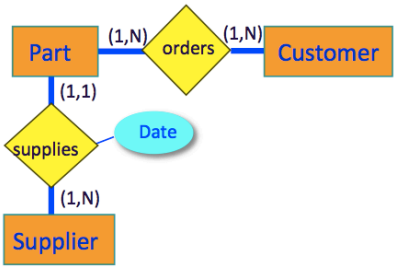
A	B
α	2
β	3

r ∪ s

A	B
α	1
α	2
β	1
β	3

Query syntax
SELECT <desired attributes>
FROM <one or more tables>
WHERE<predicate holds for selected tuple>
GROUP BY <key columns, aggregations>
HAVING <predicate holds for selected group>
ORDER BY <columns to sort>

The E/R Model (Conceptual Model)



SQL – Describe Database Schema

```
CREATE TABLE DEPARTMENT
( Dname          VARCHAR(15)    NOT NULL,
  Dnumber        INT            NOT NULL,
  Mgr_ssn        CHAR(9)        NOT NULL,
  Mgr_start_date DATE,
PRIMARY KEY (Dnumber),
UNIQUE (Dname),
FOREIGN KEY (Mgr_ssn) REFERENCES EMPLOYEE(Ssn) );
```

The Relational Schema

Part (Name,Description,Part#)
Supplier (Name, Addr)
Customer (Name, Addr)
Supplies (Name,Part#, Date)
Orders (Name,Part#)

43

deti

Resumo

- Introdução ao SQL
- SQL DDL
  - Definição de dados (relações)
  - Definição de tipos de dados
  - Definição de restrições de integridade
- Caso de Estudo

44