

Exemplos de Vistas

- ▶ Considere-se a vista (com o nome todosOsConsumidores) contendo os nomes das agências e seus clientes.

```
CREATE VIEW todosOsClientes As
```

```
  ΠnomeBalcao, nomeCliente(temConta ⋈ conta)  
  ∪ ΠnomeBalcao, nomeCliente(temEmprestimo ⋈ emprestimo)
```

- ▶ Pode-se assim encontrar todos os clientes da agência de Penacova através de:

```
ΠnomeBalcao(σnomeBalcao='Penacova'(todosOsClientes))
```

149 / 299

Linguagem de Definição de Dados (DDL)

Linguagem para especificar a informação acerca de cada relação, incluindo:

- ▶ 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.
- ▶ Informação de segurança e autorização para cada relação.
- ▶ As estruturas de armazenamento físico em disco de cada relação.

151 / 299

SQL

- ▶ Linguagem de Definição dos Dados
 - ▶ Tipos em SQL
 - ▶ Manipular Tabelas (relações)
 - ▶ Integridade e Segurança
- ▶ Linguagem de Manipulação dos Dados
 - ▶ Estrutura básica
 - ▶ Operações com conjuntos
 - ▶ Funções de agregação
 - ▶ Valores nulos
 - ▶ Junções
 - ▶ Sub-consultas embebidas
 - ▶ Relações derivadas
 - ▶ Vistas
 - ▶ Modificação da Base de Dados
- ▶ Embedded SQL

150 / 299

Tipos em SQL

- ▶ `char(n)`: cadeia de caracteres de comprimento fixo n .
- ▶ `varchar(n)`: cadeia de caracteres de comprimento variável, com o máximo n especificado pelo utilizador.
- ▶ `int`: inteiro (um subconjunto finito dos inteiros, dependente da máquina).
- ▶ `smallint`: inteiro pequeno (um subconjunto do tipo `int`).
- ▶ `numeric(p, d)`: número de **vírgula fixa**, com de p dígitos no total e com d casas decimais.
- ▶ `real`, `double precision`: Números de **vírgula flutuante**, com precisão dependente da máquina.
- ▶ `float(n)`: número de vírgula flutuante, com um mínimo de precisão de n dígitos.

Os valores “nulos” (NULL) são permitidos em todos os tipos de dados.

A declaração de um atributo como NOT NULL proíbe os valores nulos para esse atributo.

152 / 299

Tipos Data/Tempo em SQL (cont.)

- ▶ **date**: datas, contendo um ano com (4 dígitos), mês e dia, ("2001-7-27");
- ▶ **time**: tempo (diário), em horas, minutos e segundos, ("09:00:30.75");
- ▶ **timestamp**: data mais hora, ("2001-7-27 09:00:30.75").
- ▶ **Interval**: período de tempo.

A subtração de dois valores de date/time/timestamp devolve um intervalo.

Os valores de intervalos podem ser adicionados a valores de date/time/timestamp.

Pode-se extrair campos do valor date/time/timestamp.

Tipos em MySQL

```
TINYINT[(tamanho)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]
SMALLINT[(tamanho)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]
MEDIUMINT[(tamanho)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]
INT[(tamanho)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]
INTEGER[(tamanho)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]
BIGINT[(tamanho)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]
REAL[(tamanho,decimais)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]
DOUBLE[(tamanho,decimais)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]
FLOAT[(tamanho,decimais)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]
DECIMAL(tamanho,decimais) [UNSIGNED] [ZEROFILL]
NUMERIC(tamanho,decimais) [UNSIGNED] [ZEROFILL]
CHAR(tamanho) [BINARY | ASCII | UNICODE]
VARCHAR(tamanho) [BINARY]
DATE
TIME
TIMESTAMP
DATETIME
TINYBLOB
BLOB
MEDIUMBLOB
LONGBLOB
TINYTEXT
TEXT
MEDIUMTEXT
LONGTEXT
ENUM(value1,value2,value3,...)
SET(value1,value2,value3,...)
```

153 / 299

154 / 299

Instrução Create Table

- ▶ Uma tabela SQL é definida recorrendo ao comando CREATE TABLE:

```
CREATE TABLE r (A1 D1, A2 D2, ..., An Dn,
  restrição_de_integridade 1,
  ...,
  restrição_de_integridade k)
```

- ▶ r é o nome da relação;
 - ▶ A_i é o nome de um atributo no esquema de relação r ;
 - ▶ D_i é o tipo de dados dos valores no domínio do atributo A_i .
- ▶ Exemplo:

```
CREATE TABLE balcao
  (balcaoNome char(15) not null,
  balcaoCidade char(30),
  depositos integer)
```

Restrições de integridade

- ▶ not null
- ▶ primary key (A_1, \dots, A_n)
- ▶ unique (A_1, \dots, A_n)
- ▶ check (P), em que P é um predicado.

Exemplo:

```
CREATE TABLE balcao
  (balcaoNome char(15),
  balcaoCidade char(30),
  depositos integer,
  PRIMARY KEY (balcaoNome), CHECK (depositos >= 0))
```

155 / 299

156 / 299

Instrução Drop Table

O comando `DROP TABLE` remove da base de dados toda a informação sobre a relação (e não apenas os dados).

```
DROP TABLE Emprestimo
```

Caso hajam chaves externas deve-se utilizar a declaração `cascade constraints`.

```
DROP TABLE Emprestimo CASCADE CONSTRAINTS
```

157 / 299

Instrução Alter Table

O comando `ALTER TABLE` é utilizado para modificar o esquema, ou as restrições sobre relações já existente.

- ▶ Para adicionar novos atributos:

```
ALTER TABLE r ADD A D
```

em que *A* é o nome do atributo a adicionar à relação *r* e *D* o domínio de *A*.

Todos os tuplos existentes ficam com `NULL` no novo atributo.

- ▶ Para eliminar atributos de uma relação

```
ALTER TABLE r DROP A
```

em que *A* é o nome de um atributo na relação *r*.

158 / 299

Instrução Alter Table (cont.)

- ▶ Para adicionar novas restrições:

```
ALTER TABLE r ADD CONSTRAINT N R
```

em que *N* é um nome dado à nova restrição e *R* define a restrição. Por exemplo:

```
ALTER TABLE Conta ADD CONSTRAINT saldo_pos CHECK (saldo > 0)
```

- ▶ Para remover restrições (definidas previamente com um nome):

```
ALTER TABLE r DROP CONSTRAINT N
```

por exemplo:

```
ALTER TABLE Conta DROP CONSTRAINT saldo_pos
```

159 / 299

Integridade e Segurança

- ▶ Restrições ao Domínio
- ▶ Integridade Referencial
- ▶ Asserções
- ▶ Segurança e Autorizações

160 / 299

Restrições ao Domínio

- ▶ As restrições de integridade impõem-se para garantir que os dados fiquem protegidos contra “estragos” acidentais. Devem assegurar que da actualização dos dados não resulta a perda da consistência.
- ▶ [Restrições ao domínio](#) são a forma mais elementar de restrição de integridade.
- ▶ Testam condições sobre valores a introduzir em atributos. Fazem-no, restringindo o domínio do atributo em causa.
- ▶ No momento em que se define a tabela.
- ▶ A forma mais comum de restrição ao domínio é a proibição do valor NULL (NOT NULL depois do atributo).
- ▶ Podem-se impor outras restrições usando, depois dum nome de atributo A, CHECK(condição(A₁, ..., A_n)) onde condição(...) denota uma condição imposta sobre os atributos A₁, ..., A_n.

161 / 299

Exemplos de restrições ao domínio

```
create table alunos(  
    num_aluno number(6) not null,  
    nome varchar(30) not null,  
    local varchar(25),  
    data_nsc date not null,  
    sexo char(1) not null check (sexo in ('F','M')),  
    cod_curso number(3) not null);  
create table produtos(  
    id_produto number(6) not null,  
    nome varchar2(30) not null,  
    iva number(2) not null check (iva in (5,12,21)));  
create table balcao(balcaoNome char(15),  
    balcaoCidade char(30),  
    depositos number check (depositos >= 0));
```

162 / 299

Integridade Referencial

Chaves Externas (também designadas por “estrangeiras”)

- ▶ Garante que um valor que ocorre numa relação para um certo conjunto de atributos também ocorre num outro conjunto de atributos de outra relação.
Exemplo: Se “Coimbra-central” é o nome de uma agência que ocorre num dos tuplos da relação Conta, então existe um tuplo na relação Balcao para o balcão “Coimbra-central”.
- ▶ Definição Formal:
Sejam $r_1(R_1)$ e $r_2(R_2)$ duas relações com chaves primárias K_1 e K_2 respectivamente.
O subconjunto α de R_2 é uma chave externa referindo K_1 na relação r_1 , se para todo t_2 em r_2 existe um tuplo t_1 em r_1 tal que $t_1[K_1] = t_2[\alpha]$.

Aquando da escrita do modelo relacional as chaves externas são distinguidas colocando-as a sublinhado a tracejado.

163 / 299

Modificação da Base de Dados

Os testes abaixo devem ser efectuados de modo a preservar-se a seguinte restrição de integridade referencial:

$$\Pi_{\alpha}(r_2) \subseteq \Pi_K(r_1)$$

Inserção: se um tuplo t_2 é inserido em r_2 , o sistema tem de garantir que existe um tuplo t_1 em r_1 tal que $t_1[K] = t_2[\alpha]$.

Ou seja

$$t_2[\alpha] \in \Pi_K(r_1)$$

Remoção: se um tuplo t_1 é removido de r_1 , o sistema deve calcular o conjunto de tuplos em r_2 que referenciam t_1 :

$$\sigma_{\alpha=t_1[K]}(r_2)$$

Se este conjunto não é vazio, ou o comando de remoção é rejeitado, ou os tuplos que referenciam t_1 devem ser eles próprios removidos (remoções em cascata são possíveis).

164 / 299

Modificação da Base de Dados (Cont.)

Actualização. Existem duas situações:

Se um tuplo t_2 é actualizado na relação r_2 em que é modificado o valor da chave externa α , então é efectuado um teste similar ao da inserção. Seja t_2' o novo valor do tuplo t_2 . O sistema deve garantir que

$$t_2'[\alpha] \in \Pi_K(r_1)$$

Se o tuplo t_1 é actualizado em r_1 , e a operação altera o valor da chave primária (K), então é efectuado um teste semelhante ao da remoção. O sistema deve calcular

$$\sigma_{\alpha=t_1[K]}(r_2)$$

usando o valor anterior de t_1 (o valor antes da actualização). Se o conjunto é não vazio, a actualização pode ser rejeitado, ou a actualização pode ser propagada em cascata, ou os tuplos podem ser removidos.

165 / 299

Integridade Referencial em SQL

As chaves **primárias**, **candidatas** e **externas** podem ser especificadas na instrução SQL `create table`:

- ▶ A cláusula `primary key` inclui a lista dos atributos que formam a chave primária.
- ▶ A cláusula `unique key` inclui a lista dos atributos que formam a chave candidata.
- ▶ A cláusula `foreign key` inclui a lista de atributos que constituem a chave externa assim como o nome da relação referenciada pela chave externa.

166 / 299

Integridade Referencial em SQL — Exemplo

```
CREATE TABLE cursos(cod_curso number(3) NOT NULL,  
    nome varchar(35) NOT NULL,  
    PRIMARY KEY (cod_curso));  
  
CREATE TABLE cadeiras(cod_cadeira number(3) NOT NULL,...,  
    PRIMARY KEY (cod_cadeira));  
  
CREATE TABLE curso_cadeira(cod_curso number(3) NOT NULL,  
    cod_cadeira number(3) NOT NULL,  
    semestre number(2) NOT NULL,  
    PRIMARY KEY (cod_curso, cod_cadeira),  
    FOREIGN KEY (cod_curso) REFERENCES cursos,  
    FOREIGN KEY (cod_cadeira) REFERENCES cadeiras);
```

167 / 299

Acções em Cascata em SQL

```
CREATE TABLE Conta  
...  
FOREIGN KEY (balcaoNome) REFERENCES Balcao  
    ON DELETE CASCADE  
    ON UPDATE CASCADE  
...)
```

- ▶ Com as cláusulas `ON DELETE CASCADE`, se a remoção de um tuplo na relação `Balcao` resulta na violação da restrição da integridade referencial, a remoção propaga-se em “cascata” para a relação `Conta`, removendo o tuplo que referia a agência que tinha sido eliminada.
- ▶ Actualizações em cascata são semelhantes.

168 / 299

Acções em cascata em SQL (cont.)

- ▶ Se existe uma cadeia de dependências de chaves externas através de várias relações, com um `ON DELETE CASCADE` especificado em cada dependência, uma remoção ou actualização num dos extremos pode-se propagar através de toda a cadeia.
- ▶ Se uma remoção ou actualização em cascata origina uma violação de uma restrição que não pode ser tratada por uma outra operação em cascata, o sistema aborta a transacção. Como resultado, todas as alterações provocadas pela transacção e respectivas acções em cascata serão anuladas.
- ▶ A integridade referencial é verificada apenas no final da transacção
 - ▶ Passos intermédios podem violar a integridade referencial desde que passos posteriores a reponham.
 - ▶ Caso contrário seria impossível criar alguns estados da base de dados, por exemplos, inserir dois tuplos cujas chaves externas apontam um para o outro.

169 / 299

Integridade Referencial em SQL (cont.)

- ▶ Alternativas às operações em cascata:
 - ▶ `ON DELETE SET NULL`
 - ▶ `ON DELETE SET DEFAULT`
- ▶ Valores nulos em atributos de chaves externas complicam a semântica de integridade referencial da SQL, devendo-se evitar recorrendo a `NOT NULL`.
- ▶ Se algum atributo de uma chave externa é nulo, o tuplo satisfaz automaticamente a restrição de integridade referencial!

170 / 299

Segurança

Segurança — ao contrário das restrições de integridade, que pretendiam proteger a base de dados contra estragos acidentais, a segurança preocupa-se com proteger a base de dados de estragos propositados.

- ▶ A nível do sistema operativo
- ▶ A nível da rede
- ▶ A nível físico
- ▶ A nível humano
- ▶ A nível da base de dados

Mecanismos de autenticação e autorização para permitir acessos selectivos de (certos) utilizadores a (certas) partes dos dados

171 / 299

Autorizações

Diferentes formas de autorização, em dados da bases de dados:

- ▶ Autorização de leitura - permite ler, mas não modificar dados.
- ▶ Autorização de inserção - permite inserir novos tuplos, mas não modificar tuplos existentes.
- ▶ Autorização de modificação - permite modificar tuplos, mas não apagá-los.
- ▶ Autorização de apagar ("delete") - permite apagar tuplos

172 / 299

Autorizações (Cont.)

Diferentes formas de autorização, para alterar esquemas:

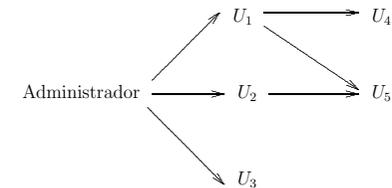
- ▶ Autorização de índice - permite criar e apagar ficheiros de indexação.
- ▶ Autorização de recursos - permite criar novas relações.
- ▶ Autorização de alteração - permite criar e apagar atributos duma relação.
- ▶ Autorização de remoção (“drop”) - permite apagar relações.

173 / 299

Atribuição de Privilégios

- ▶ A passagem de privilégios de um utilizador para outro pode ser representado por um grafo de autorizações.
- ▶ Os nós do grafo são utilizadores.
- ▶ A raiz é o administrador da base de dados.

Por exemplo: no grafo abaixo um arco $U_i \rightarrow U_j$ indica que o utilizador U_i atribuiu ao utilizador U_j um determinado privilégio.



- ▶ Todos os arcos têm que fazer parte de algum caminho com origem no administrador.
- ▶ Um dado utilizador, que não o administrador, só pode atribuir privilégios a outro utilizador se para isso estiver mandatado, isto é, se tiver o privilégio de atribuir privilégios.
- ▶ O comando GRANT é o comando usado para atribuir privilégios.

174 / 299

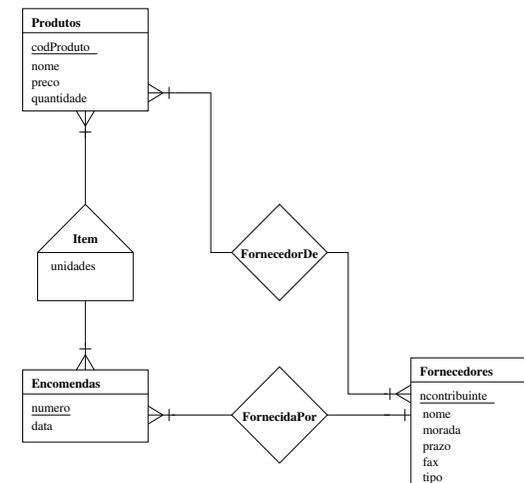
DML — SQL

Linguagem a que o utilizador recorre para obter informação a partir da base de dados.

- ▶ Estrutura básica
- ▶ Operações com conjuntos
- ▶ Funções de agregação
- ▶ Valores nulos
- ▶ Junções
- ▶ Sub-consultas embebidas
- ▶ Relações derivadas
- ▶ Modificação da Base de Dados

175 / 299

Esquema Utilizado em Exemplos



176 / 299