
Banco de Dados

Modelo Relacional

DCC-UFLA

Prof. Denilson Alves Pereira

denilsonpereira@dcc.ufla.br

<http://lattes.cnpq.br/4120230814124499>



Conteúdo

- Introdução
- Conceitos básicos
- Restrições e esquemas do modelo relacional
- Operações de atualização

Introdução

- Introduzido por Codd em 1970 (IBM)
- Modelo formal fundamentado nos conceitos de uma relação matemática (teoria de conjuntos e lógica de predicados de 1ª ordem)
- Implementações comerciais a partir de 1980
- SGBDs populares:
 - ◆ Oracle
 - ◆ Microsoft SQL Server
 - ◆ IBM DB2
 - ◆ Informix (IBM)
 - ◆ Sybase
 - ◆ MySQL
 - ◆ PostgreSQL

Conceitos Básicos

- O modelo relacional representa o banco de dados como uma coleção de relações
- Informalmente, cada relação é semelhante a uma tabela
 - ◆ Cada linha da tabela representa uma coleção de valores de dados relacionados
 - ◆ Esses valores podem ser interpretados como fatos descrevendo uma entidade ou um relacionamento do mundo real
 - ◆ O nome da tabela e os nomes das colunas são usados para ajudar na interpretação do significado dos valores em cada linha da tabela

Conceitos Básicos

- Na terminologia do modelo relacional:
 - ♦ linha é chamada de **tupla**
 - ♦ cabeçalho de coluna é chamado de **atributo**
 - ♦ tabela é chamada de **relação**

Nome da relação

ALUNO

Atributos

Tuplas

Nome	Cpf	Telefone_residencial	Endereco	Telefone_comercial	Idade	Media
Bruno Braga	305.610.243-51	(17)3783-1616	Rua das Paineiras, 2018	NULL	19	3,21
Carlos Kim	381.620.124-45	(17)3785-4409	Rua das Goiabeiras, 125	NULL	18	2,89
Daniel Davidson	422.111.232-70	NULL	Avenida da Paz, 3452	(17)4749-1253	25	3,53
Roberta Passos	489.220.110-08	(17)3476-9821	Rua da Consolação, 265	(17)3749-6492	28	3,93
Barbara Benson	533.690.123-80	(17)3239-8461	Rua Jardim, 7384	NULL	19	3,25

Domínio

- O tipo de dado que descreve os valores que um atributo pode ter é chamado de ***domínio***
- Um domínio D é um conjunto de valores atômicos (indivisíveis)
- Exemplos:
 - ◆ Nomes: o conjunto de nomes de pessoas. Cadeia de caracteres contendo apenas letras
 - ◆ Idades_de_Funcionários: os valores possíveis para idades de funcionários de uma empresa. Número inteiro entre 16 e 80
 - ◆ CPFs: ddd.ddd.ddd-dd (onde d é um dígito de 0 a 9)
 - ◆ Salários: número real positivo com duas casas decimais

Esquema Relacional

- **Esquema Relacional:** é uma expressão da forma $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$, onde:
 - ♦ **R:** nome da relação
 - ♦ **A_i :** nome de um atributo. Representa o papel de um domínio D em R. Denotado por **dom(A_i)**
 - ♦ **n:** grau (ou aridade) da relação. Número de atributos
- **Exemplos:**
 - ♦ Estudante (nome, matrícula, endereço, telefone, dataNasc)
 - ♦ Disciplina (nome, código, cargaHorária, numCréditos)

Relação

- Uma relação r de um esquema R , denotado por $r(R)$, é um conjunto de n tuplas $r = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$. Cada tupla é uma lista ordenada de m valores $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_m \rangle$, onde cada v_i , $1 \leq i \leq m$, é um elemento do domínio $\text{dom}(A_i)$ ou um valor especial nulo
- Formalmente, uma relação $r(R)$ é um subconjunto do produto cartesiano dos domínios que definem R :
$$r(R) \subseteq (\text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n))$$
 - ◆ O produto cartesiano especifica todas as possíveis combinações de valores dos domínios fundamentais

Características das Relações

- A ordem das tuplas é irrelevante.
- A ordem dos valores dentro de uma tupla é relevante, a menos que se estabeleça uma correspondência entre esses valores e os atributos definidos
 - Exemplo:
 - $t = \langle \text{BD}, 032, 72, 4 \rangle$
 - $t = \langle (\text{nome}, \text{BD}), (\text{código}, 032), (\text{cargaHorária}, 72), (\text{numCreditos}, 4) \rangle$
 - $t = \langle (\text{código}, 032), (\text{nome}, \text{BD}), (\text{numCreditos}, 4), (\text{cargaHorária}, 72) \rangle$
- O valor de cada atributo em uma tupla é atômico
 - ◆ atributos compostos e multi-valorados não são permitidos

Características das Relações

- Valores nulos (**NULL**)
 - ◆ Representam os valores de atributos que podem ser desconhecidos ou não se aplicam a uma tupla
 - ◆ Significados para valores NULL:
 - valor desconhecido
 - valor existe mas não está disponível
 - atributo não se aplica à tupla (valor indefinido)
- As tuplas de uma relação são únicas
- O esquema de uma relação pode ser interpretado como uma declaração ou um tipo de afirmação (asserção)
- Cada tupla na relação pode ser interpretada como um fato ou uma instância em particular da afirmação

Restrições do Modelo Relacional

- Restrições inerentes baseadas no modelo ou restrições implícitas
 - ◆ Inerente ao modelo de dados
- Restrições baseadas em esquemas ou restrições explícitas
 - ◆ Podem ser expressas diretamente nos esquemas do modelo de dados
- Restrições baseadas na aplicação ou restrições semânticas ou regras de negócio
 - ◆ Não podem ser diretamente expressas nos esquemas
 - ◆ Expressas e impostas pelos programas de aplicação

Restrições Explícitas

- Restrição de Domínio
- Restrição de Chave
- Restrição sobre Valores Nulos
- Restrição de Integridade de Entidade
- Restrição de Integridade Referencial

Restrição de Domínio

- O valor de cada atributo deve ser um valor atômico no domínio do atributo
- Um domínio pode ser especificado pelo tipo de dado
 - ◆ Numérico, caractere, lógico, ...

Restrição de Chave

- Uma **chave** é um conjunto mínimo de valores dos atributos que identifica unicamente uma tupla
- Se um esquema de relação tem mais de uma chave, cada uma é chamada **chave candidata**
- Uma das chaves candidatas é arbitrariamente escolhida para ser a **chave primária**
 - ◆ e as outras são chamadas **chaves secundárias** (ou **chaves alternativas**)
- É melhor escolher como chave primária aquela com o menor número de atributos.
- Cada esquema de relação deve ter uma chave primária
 - ◆ indicada no esquema por um sublinhado

Restrição de Chave

CARRO

<u>Placa</u>	Numero_chassi	Marca	Modelo	Ano
Itatiaia ABC-7039	A6935207586	Volkswagen	Gol	02
Itu TVP-3470	B4369668697	Chevrolet	Corsa	05
Santos MPO-2902	X8355447376	Fiat	Uno	01
Itanhaem TFY-6858	C4374268458	Chevrolet	Celta	99
Itatiba RSK-6279	Y8293586758	Renault	Clio	04
Atibaia RSK-6298	U0283657858	Volkswagen	Parati	04

A relação CARRO, com duas chaves candidatas: Placa e Numero_chassi.

Restrição sobre Valores Nulos (NULL)

- Especifica se valores NULL são permitidos ou não para cada atributo
- Se um atributo precisar ter um valor válido, diferente de nulo, então ele deve ser especificado como NOT NULL
- Se um atributo puder receber um valor nulo, então ele deve ser especificado como NULL

Esquema de um Banco de Dados Relacional

- Um **esquema** S de um banco de dados relacional define
 - ♦ um conjunto de esquemas de relação $R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$
 - ♦ um conjunto de restrições de integridade $I = \{I_1, I_2, \dots, I_m\}$
- Um **estado** BD de S é um conjunto de estados de relação $BD = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$, tal que cada r_i é uma instância de R_i e as relações r_i satisfazem as restrições de integridade em I
 - ♦ Portanto, pode-se dizer que $S = (R, I)$

Exemplo de Esquema de um Banco de Dados

FUNCIONARIO

Pnome	Minicial	Unome	<u>Cpf</u>	Datanasc	Endereco	Sexo	Salario	Cpf_supervisor	Dnr
-------	----------	-------	------------	----------	----------	------	---------	----------------	-----

DEPARTAMENTO

Dnome	<u>Dnumero</u>	Cpf_gerente	Data_inicio_gerente
-------	----------------	-------------	---------------------

LOCALIZACAO_DEP

<u>Dnumero</u>	<u>Dlocal</u>
----------------	---------------

PROJETO

Projnome	<u>Projnumero</u>	Projlocal	Dnum
----------	-------------------	-----------	------

TRABALHA_EM

<u>Fopf</u>	<u>Pnr</u>	Horas
-------------	------------	-------

DEPENDENTE

<u>Fopf</u>	<u>Nome_dependente</u>	Sexo	Datanaso	Parentesco
-------------	------------------------	------	----------	------------

Exemplo de Estado de um Banco de Dados

FUNCIONARIO

Prnome	Minicial	Unome	Cpf	Datanasc	Endereco	Sexo	Salario	Cpf_supervisor	Dnr
João	B	Silva	12345678966	09-01-1965	Rua das Flores, 751, São Paulo, SP	M	30.000	33344555587	5
Fernando	T	Wong	33344555587	08-12-1955	Rua da Lapa, 34, São Paulo, SP	M	40.000	88866555576	5
Alice	J	Zelaya	99988777767	19-01-1968	Rua Souza Lima, 35, Curitiba, PR	F	25.000	98765432168	4
Jennifer	S	Souza	98765432168	20-06-1941	Av. Arthur de Lima, 54, Santo André, SP	F	43.000	88866555576	4
Ronaldo	K	Lima	66688444476	15-09-1962	Rua Rebouças, 65, Piracicaba, SP	M	38.000	33344555587	5
Joioe	A	Leite	45345345376	31-07-1972	Av. Lucas Obes, 74, São Paulo, SP	F	25.000	33344555587	5
André	V	Pereira	98798798733	29-03-1969	Rua Timbira, 35, São Paulo, SP	M	25.000	98765432168	4
Jorge	E	Brito	88866555576	10-11-1937	Rua do Horto, 35, São Paulo, SP	M	55.000	NULL	1

DEPARTAMENTO

Dnome	Dnumero	Cpf_gerente	Data_inicio_gerente
Pesquisa	5	33344555587	22-05-1988
Administração	4	98765432168	01-01-1995
Matriz	1	88866555576	19-06-1981

LOCALIZACAO_DEP

Dnumero	Dlocal
1	São Paulo
4	Mauá
5	Santo André
5	Itu
5	São Paulo

TRABALHA_EM

Fcpf	Pnr	Horas
12345678966	1	32,5
12345678966	2	7,5
66688444476	3	40,0
45345345376	1	20,0
45345345376	2	20,0
33344555587	2	10,0
33344555587	3	10,0
33344555587	10	10,0
33344555587	20	10,0
99988777767	30	30,0
99988777767	10	10,0
98798798733	10	35,0
98798798733	30	5,0
98765432168	30	20,0
98765432168	20	15,0
88866555576	20	NULL

PROJETO

Projnome	Projnumero	Projlocal	Dnum
ProdutoX	1	Santo André	5
ProdutoY	2	Itu	5
ProdutoZ	3	São Paulo	5
Informatização	10	Mauá	4
Reorganização	20	São Paulo	1
Novosbenefícios	30	Mauá	4

DEPENDENTE

Fcpf	Nome_dependente	Sexo	Datanasc	Parentesco
33344555587	Alcioia	F	06-04-1986	Filha
33344555587	Tiago	M	26-10-1983	Filho
33344555587	Janaina	F	03-05-1958	Esposa
98765432168	Antonio	M	28-02-1942	Marido
12345678966	Michael	M	04-01-1988	Filho
12345678966	Alcioia	F	30-12-1988	Filha
12345678966	Elizabeth	F	05-05-1967	Esposa

Restrição de Integridade de Entidade

- A chave primária não pode ter valor nulo
 - ◆ Usada para identificar tuplas individuais
 - ◆ Com valor nulo, não é possível identificar algumas tuplas

Restrição de Integridade Referencial

- Restrição especificada entre duas relações, e usada para manter a consistência entre as tuplas das duas relações
- Usa-se o conceito de chave estrangeira para definir as restrições de integridade referencial
- Um conjunto de atributos FK em um esquema de relação R_1 é uma **chave estrangeira** de R_1 que referencia uma relação R_2 se ele satisfaz as duas regras seguintes:
 - ◆ Os atributos de FK tem os mesmos domínios dos atributos da chave primária PK de R_2 ; os atributos de FK referenciam a relação R_2
 - ◆ Um valor de FK na tupla t_1 da instância $r_1(R_1)$ ou ocorre como um valor de PK para alguma tupla t_2 na instância $r_2(R_2)$ ou é nulo

Restrição de Integridade Referencial

- São obtidas dos relacionamentos entre as entidades representadas pelos esquemas de relação
- Podem ser representadas graficamente usando-se setas que apontam para a chave primária na relação referenciada

Restrição de Integridade Referencial

FUNCIONARIO

Pnome	Minicial	Unome	<u>Cpf</u>	Datanasc	Endereco	Sexo	Salario	Cpf_supervisor	Dnr
-------	----------	-------	------------	----------	----------	------	---------	----------------	-----

DEPARTAMENTO

Dnome	<u>Dnumero</u>	Cpf_gerente	Data_inicio_gerente
-------	----------------	-------------	---------------------

LOCALIZACOES_DEP

<u>Dnumero</u>	<u>Dlocal</u>
----------------	---------------

PROJETO

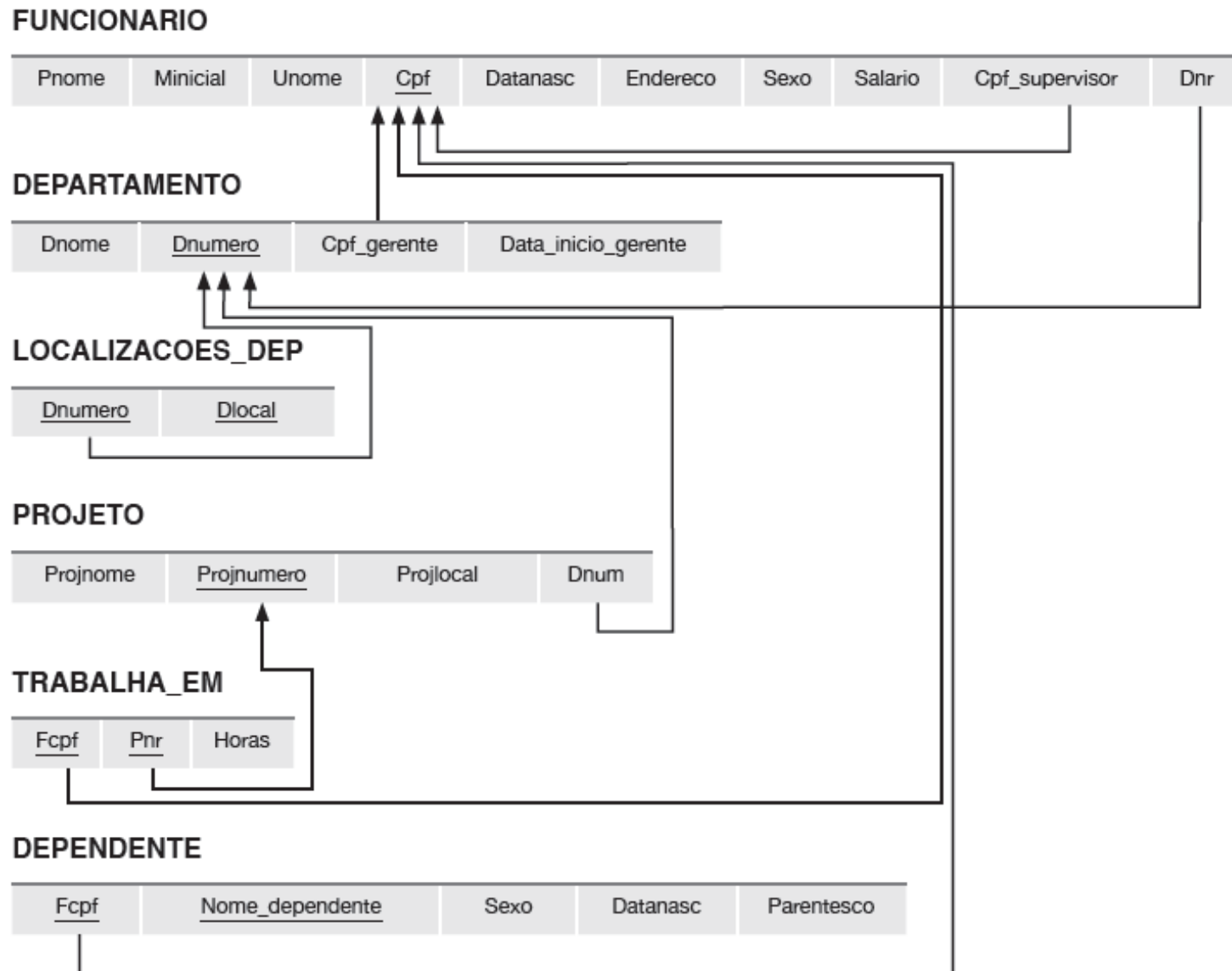
Projnome	<u>Projnumero</u>	Projlocal	Dnum
----------	-------------------	-----------	------

TRABALHA_EM

<u>Fcpf</u>	<u>Pnr</u>	Horas
-------------	------------	-------

DEPENDENTE

<u>Fcpf</u>	<u>Nome_dependente</u>	Sexo	Datanasc	Parentesco
-------------	------------------------	------	----------	------------



Restrição de Integridade Referencial

- Outra notação para restrição de integridade referencial
 - ♦ $R_1[FK] \rightarrow^{op} R_2[PK]$
 - ♦ op – opção de exclusão, dentre as seguintes:
 - **bloqueio (restrict)**: se alguma tupla referencia a tupla a ser excluída, então a exclusão não é efetuada.
 - **propagação (cascade)**: todas as tuplas que referenciam a tupla a ser excluída são excluídas também, automaticamente.
 - **substituição por nulos (set null) ou set default**: todas as tuplas que referenciam a tupla a ser excluída têm os valores dos atributos da chave estrangeira modificados para nulo (se for permitido nulo) ou pelo valor *default*, respectivamente, e a exclusão é efetuada.

Restrição de Integridade Referencial

Funcionario (cpf, nomeFunc, endereco, salario, cpfSuperv, dnr)

Funcionario[dnr] \rightarrow^b Departamento[dNumero]

Funcionario[cpfSuperv] \rightarrow^n Funcionario[cpf]

Departamento (dNumero, dNome, cpfGerente, dataIniGer)

Departamento[cpfGerente] \rightarrow^b Funcionario[cpf]

Dependente (fCpf, nomeDep, sexo, dataNasc, parentesco)

Dependente[fCpf] \rightarrow^p Funcionario[cpf]

Projeto (projNumero, projNome, projLocal, dNum)

Projeto[dNum] \rightarrow^b Departamento[dNumero]

Trabalha (fCpf, pnr, horas)

Trabalha[fCpf] \rightarrow^p Funcionario[cpf]

Trabalha[pnr] \rightarrow^p Projeto[projNumero]

Outros Tipos de Restrições

■ Restrições de integridade semântica

- ◆ Especifica regras de negócio da aplicação
 - Ex: o salário de um funcionário não pode ser superior ao salário de seu supervisor
 - Ex: o gerente de um departamento deve trabalhar para aquele departamento
- ◆ Devem ser especificadas nos programas da aplicação
- ◆ Podem também ser especificadas por meio de **triggers** e **assertions**, usando a linguagem SQL

■ Dependência funcional

- ◆ Especifica que o valor de um conjunto de atributos X determina um valor exclusivo para outro conjunto de atributos Y
- ◆ Usada no processo de normalização de dados

Operações de Atualização

- **Inserção (Insert):** insere uma nova tupla ou tuplas em uma relação
 - ◆ pode violar qualquer dos cinco tipos de restrições discutidas
- **Exclusão (Delete):** exclui tuplas de uma relação
 - ◆ pode violar somente restrição de integridade referencial
- **Modificação (Update ou Modify):** muda os valores de alguns atributos em tuplas existentes
 - ◆ pode violar qualquer dos cinco tipos de restrições discutidas
 - modificar um atributo que não é chave primária nem chave estrangeira pode violar somente as restrições de domínio e de nulos
 - Modificar a chave primária é similar a excluir uma tupla e inserir uma outra no seu lugar, daí pode violar qualquer das restrições
 - Modificar um atributo de uma chave estrangeira pode violar a restrição integridade referencial ou de domínio

Bibliografia Básica

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. Sistemas de Bancos de Dados. Pearson Education, 6ª edição, 2011. ISBN-978-85-7936-085-5, Capítulo 3