

O Modelo Relacional

Banco de Dados: Teoria e Prática

André Santanchè e Patrícia Cavoto
Instituto de Computação - UNICAMP
Agosto 2015

Modelo Relacional

- Modelo mais amplamente utilizado por SGBDs
- Proposto por E. F. Codd em 1970 no artigo:
 - “A Relational Model for Large Shared Data Banks”
- Independência da estrutura interna
 - “Activities of users at terminals and most application programs should remain unaffected when the internal representation of data is changed [...]” (Codd, 1970)

Relação

- Banco de Dados Relacional: conjunto de Relações
- Relação - informalmente pode ser visualizada como uma tabela

Relação (Tabela)

- Relação = conjunto não ordenado de tuplas
- Não existem tuplas duplicadas

Livro ← relação

ISBN	Título	Categoria	Autor	Ano
9580471444	Vidas Secas	Romance	Graciliano Ramos	1938
958047950X	Agosto	Romance	Rubem Fonseca	1990
0554253216	Micrographia	Ciências	Robert Hooke	1665
0195087445	Divina Comédia	Poesia	Dante Alighieri	1308
0559274289	Le Opere	Ciências	Galileu Galilei	1811
0451526929	Hamlet	Drama	William Shakespeare	1599
1603033785	Othello	Drama	William Shakespeare	1565

tuplas

Relação (Tabela)

- Tupla = conjunto ordenado de atributos
- Valores de atributos são atômicos e monovalorados

Livro ← relação

ISBN	Título	Categoria	Autor	Ano
9580471444	Vidas Secas	Romance	Graciliano Ramos	1938
958047950X	Agosto	Romance	Rubem Fonseca	1990
0554253216	Micrographia	Ciências	Robert Hooke	1665
0195087445	Divina Comédia	Poesia	Dante Alighieri	1308
0559274289	Le Opere	Ciências	Galileu Galilei	1811
0451526929	Hamlet	Drama	William Shakespeare	1599
1603033785	Othello	Drama	William Shakespeare	1565

tuplas

atributos

Exercício 1

- Estime os dados abaixo pensando em uma grande empresa como a Petrobras:
 - a) n° de tabelas de uma aplicação típica (média)
 - b) n° de tabelas de uma aplicação grande e complexa
 - c) n° total de tabelas distintas, considerando todas as aplicações
 - d) média de n° de atributos por tabela
 - e) número de atributos das "maiores" tabelas
 - f) n° de DBAs envolvidos
 - g) n° de administradores de dados envolvidos

Exercício 1

- Estime os dados abaixo pensando em uma grande empresa como a Petrobras:
 - a) n° de tabelas de uma aplicação típica (média): **30 tabelas**
 - b) n° de tabelas de uma aplicação grande e complexa: **500 tabelas (quinhentas!)**
 - c) n° total de tabelas distintas, considerando todas as aplicações: **10.000 tabelas**
 - d) média de n° de atributos por tabela: **10 atributos**
 - e) número de atributos das "maiores" tabelas: **80 atributos**

Exercício 1

- Estime os dados abaixo pensando em uma grande empresa como a Petrobras:
 - **nº de DBAs envolvidos:** cerca de 15 (parte física, replicação, backup, controle de acesso, performance, servidores - não contando as pessoas de infraestrutura que mantêm os servidores em si)
 - **nº de administradores de dados envolvidos:** cerca de 40 (envolvidos na elaboração e manutenção dos modelos e esquemas, manutenção de metadados, elaboração de scripts, procedures, views; dominam os assuntos / negócio)

Relação (Tabela)

- Nome dos atributos - título das colunas

Livro

ISBN	Título	Categoria	Autor	Ano
9580471444	Vidas Secas	Romance	Graciliano Ramos	1938
958047950X	Agosto	Romance	Rubem Fonseca	1990
0554253216	Micrographia	Ciências	Robert Hooke	1665
0195087445	Divina Comédia	Poesia	Dante Alighieri	1308
0559274289	Le Opere	Ciências	Galileu Galilei	1811
0451526929	Hamlet	Drama	William Shakespeare	1599
1603033785	Othello	Drama	William Shakespeare	1565

nome dos
atributos

Esquema

Livro

ISBN	Título	Categoria	Autor	Ano
9580471444	Vidas Secas	Romance	Graciliano Ramos	1938
958047950X	Agosto	Romance	Rubem Fonseca	1990
0554253216	Micrographia	Ciências	Robert Hooke	1665
0195087445	Divina Comédia	Poesia	Dante Alighieri	1308
0559274289	Le Opere	Ciências	Galileu Galilei	1811
0451526929	Hamlet	Drama	William Shakespeare	1599
1603033785	Othello	Drama	William Shakespeare	1565

esquema

tuplas

Modelo Relacional

Esquema

- Esquema de uma Relação:
 - Denotado por $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
 - $R \Rightarrow$ nome da relação
 - $A_1, A_2, \dots, A_n \Rightarrow$ atributos da relação
- Exemplo:
 - LIVRO (ISBN, Título, Autor, Ano, Categoria)
 - Nome da relação: LIVRO
 - Atributos: ISBN, Título, Autor, Ano, Categoria



Esquema do Livro



LIVRO (ISBN, Título, Autor, Ano, Categoria)

ISBN	Título	Autor	Ano	Categoria
9580471444	Vidas Secas	Graciliano Ramos	1938	Romance
958047950X	Agosto	Rubem Fonseca	1990	Romance
0554253216	Micrographia	Robert Hooke	1665	Ciências

Modelo Relacional

Esquema - Domínio

- Conjunto de valores atômicos
- $D(A_x)$ - domínio do atributo A_x
- Um domínio tem uma definição lógica
 - $D(\text{ISBN})$: identificador de até 13 dígitos
- Um domínio está associado a um tipo de dados
 - $D(\text{Título})$: string de até 100 caracteres
 - $D(\text{Ano})$: inteiro de 4 dígitos

Esquema

- Notação Usual:
 - nome da relação e atributos + tipos
 - Exemplo:
 - LIVRO (ISBN: string, Título: string, Autor: string, Ano: integer, Categoria: string)

Esquema

Nome do Atributo

- Indica o significado dos valores do atributo
- Designa o papel realizado por um domínio na relação

Relação

ou Estado da Relação

- Uma relação r de um esquema $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
 - também indicado por $r(R)$
 - conjunto de tuplas $r = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ em que
 - t_i lista ordenada de valores $t = \langle V_1, V_2, \dots, V_n \rangle$ em que
 - V_i é um elemento de $\text{dom}(A_i)$ ou um valor nulo
 - $t[A_i]$ ou $t.A_i \rightarrow$ valor do atributo i
 - $t[i] \rightarrow$ notação alternativa (posicional)
- (Elmasri, 2010)

Tupla

- Esquema relação
 - LIVRO (ISBN, Título, Autor, Ano, Categoria)
- Tupla
 - T=<9580471444, Vidas Secas, Graciliano Ramos, 1938, Romance>
 - t[Categoria] = <Romance>
 - t[Ano] = <1938>
 - t[2] = <Vidas Secas>

ISBN	Título	Autor	Ano	Categoria
9580471444	Vidas Secas	Graciliano Ramos	1938	Romance
958047950X	Agosto	Rubem Fonseca	1990	Romance
0554253216	Micrographia	Robert Hooke	1665	Ciências

Relação

(definição alternativa)

- Tupla - conjunto de pares (<atributo>, <valor>)
 - A ordem dos valores não é importante

(Elmasri, 2010)

- Tupla
 - $t = \langle (\text{ISBN}, 9580471444), (\text{Título}, \text{Vidas Secas}), (\text{Autor}, \text{Graciliano Ramos}), (\text{Ano}, 1938), (\text{Categoria}, \text{Romance}) \rangle$

Importância do Nulo

- Nulo indica valor:
 - desconhecido
 - não disponível
 - indefinido (não se aplica à tupla)

(Elmasri, 2010)

Relação *Matemática*

- Construído a partir do conceito de **conjuntos matemáticos**

Pressuposto do Mundo Fechado

- “afirma que os únicos fatos verdadeiros no universo são aqueles presentes dentro da extensão (estado) da(s) relação(ões).”

(Elmasri, 2010)

Relação Matemática

- Considerando os conjuntos S_1, S_2, \dots, S_n (não necessariamente distintos)
- R é uma relação destes n conjuntos se:
 - for uma relação de n tuplas em que:
 - primeiro elemento for de S1
 - segundo elemento for de S2
 - ...
- R é um subconjunto do produto cartesiano $S_1 \times S_2 \times \dots \times S_n$

(Codd, 1970)

Sumário dos Conceitos

<u>Informal Terms</u>		<u>Formal Terms</u>
Table		Relation
Column Header		Attribute
All possible Column Values		Domain
Row		Tuple
Table Definition		Schema of a Relation
Populated Table		State of the Relation

(Elmasri, 2007)

Restrições de Integridade

- Devem ser verdadeiras para cada instância do banco de dados
- Restrições:
 - de domínio
 - de chave
 - de integridade de entidades
 - de integridade referencial

Restrições de Domínio

- Valores dos atributos devem ser atômicos
- Valor do atributo:
 - tem que ser do domínio do atributo
 - pode ser nulo (se permitido pelo atributo)

Restrições de Chave

- Chave: identifica tuplas e é usado para estabelecer relacionamentos entre tabelas
- Superchave
 - conjunto de atributos de uma relação
 - não existem duas tuplas em uma relação com a mesma superchave
- Chave
 - Superchave que atende à “condição mínima”:
 - Se qualquer atributo for removido deixa de ser superchave

Exemplo

Superchave & Chave

ISBN	Título	Autor	Ano	Categoria
9580471444	Vidas Secas	Graciliano Ramos	1938	Romance
958047950X	Agosto	Rubem Fonseca	1990	Romance
0554253216	Micrographia	Robert Hooke	1665	Ciências
0195087445	Divina Comédia	Dante Alighieri	1308	Poesia
0559274289	Le Opere	Galileu Galilei	1811	Ciências
0451526929	Hamlet	William Shakespeare	1599	Drama
1603033785	Othello	William Shakespeare	1565	Drama

Superchave?

Exemplo

Superchave & Chave

ISBN	Título	Autor	Ano	Categoria
9580471444	Vidas Secas	Graciliano Ramos	1938	Romance
958047950X	Agosto	Rubem Fonseca	1990	Romance
0554253216	Micrographia	Robert Hooke	1665	Ciências
0195087445	Divina Comédia	Dante Alighieri	1308	Poesia
0559274289	Le Opere	Galileu Galilei	1811	Ciências
0451526929	Hamlet	William Shakespeare	1599	Drama
1603033785	Othello	William Shakespeare	1565	Drama

Superchave

Exemplo

Superchave & Chave

ISBN	Título	Autor	Ano	Categoria
9580471444	Vidas Secas	Graciliano Ramos	1938	Romance
958047950X	Agosto	Rubem Fonseca	1990	Romance
0554253216	Micrographia	Robert Hooke	1665	Ciências
0195087445	Divina Comédia	Dante Alighieri	1308	Poesia
0559274289	Le Opere	Galileu Galilei	1811	Ciências
0451526929	Hamlet	William Shakespeare	1599	Drama
1603033785	Othello	William Shakespeare	1565	Drama

Superchave?

Exemplo

Superchave & Chave

ISBN	Título	Autor	Ano	Categoria
9580471444	Vidas Secas	Graciliano Ramos	1938	Romance
958047950X	Agosto	Rubem Fonseca	1990	Romance
0554253216	Micrographia	Robert Hooke	1665	Ciências
0195087445	Divina Comédia	Dante Alighieri	1308	Poesia
0559274289	Le Opere	Galileu Galilei	1811	Ciências
0451526929	Hamlet	William Shakespeare	1599	Drama
1603033785	Othello	William Shakespeare	1565	Drama

Superchave 

Exemplo

Superchave & Chave

ISBN	Título	Autor	Ano	Categoria
9580471444	Vidas Secas	Graciliano Ramos	1938	Romance
958047950X	Agosto	Rubem Fonseca	1990	Romance
0554253216	Micrographia	Robert Hooke	1665	Ciências
0195087445	Divina Comédia	Dante Alighieri	1308	Poesia
0559274289	Le Opere	Galileu Galilei	1811	Ciências
0451526929	Hamlet	William Shakespeare	1599	Drama
1603033785	Othello	William Shakespeare	1565	Drama

Superchave?

Exemplo

Superchave & Chave

ISBN	Título	Autor	Ano	Categoria
9580471444	Vidas Secas	Graciliano Ramos	1938	Romance
958047950X	Agosto	Rubem Fonseca	1990	Romance
0554253216	Micrographia	Robert Hooke	1665	Ciências
0195087445	Divina Comédia	Dante Alighieri	1308	Poesia
0559274289	Le Opere	Galileu Galilei	1811	Ciências
0451526929	Hamlet	William Shakespeare	1599	Drama
1603033785	Othello	William Shakespeare	1565	Drama

Superchave

Exemplo Superchave & Chave

ISBN	Título	Autor	Ano	Categoria
9580471444	Vidas Secas	Graciliano Ramos	1938	Romance
958047950X	Agosto	Rubem Fonseca	1990	Romance
0554253216	Micrographia	Robert Hooke	1665	Ciências
0195087445	Divina Comédia	Dante Alighieri	1308	Poesia
0559274289	Le Opere	Galileu Galilei	1811	Ciências
0451526929	Hamlet	William Shakespeare	1599	Drama
1603033785	Othello	William Shakespeare	1565	Drama

Chave?

Exemplo

Superchave & Chave

ISBN	Título	Autor	Ano	Categoria
9580471444	Vidas Secas	Graciliano Ramos	1938	Romance
958047950X	Agosto	Rubem Fonseca	1990	Romance
0554253216	Micrographia	Robert Hooke	1665	Ciências
0195087445	Divina Comédia	Dante Alighieri	1308	Poesia
0559274289	Le Opere	Galileu Galilei	1811	Ciências
0451526929	Hamlet	William Shakespeare	1599	Drama
1603033785	Othello	William Shakespeare	1565	Drama

Chave 

Exemplo

Superchave & Chave

ISBN	Título	Autor	Ano	Categoria
9580471444	Vidas Secas	Graciliano Ramos	1938	Romance
958047950X	Agosto	Rubem Fonseca	1990	Romance
0554253216	Micrographia	Robert Hooke	1665	Ciências
0195087445	Divina Comédia	Dante Alighieri	1308	Poesia
0559274289	Le Opere	Galileu Galilei	1811	Ciências
0451526929	Hamlet	William Shakespeare	1599	Drama
1603033785	Othello	William Shakespeare	1565	Drama

Chave

Chave Primária

- Chave cujos valores distinguem uma tupla das demais dentro de uma relação
- Identifica a tupla de forma única
- Usada como referência a partir de outra tupla
- Atributos da chave primária recebem sublinhado:
 - LIVRO (ISBN, Título, Categoria, Autor, Ano)

Chave Primária Livro



LIVRO (ISBN, Título, Autor, Ano, Categoria)

<u>ISBN</u>	Título	Autor	Ano	Categoria
9580471444	Vidas Secas	Graciliano Ramos	1938	Romance
958047950X	Agosto	Rubem Fonseca	1990	Romance
0554253216	Micrographia	Robert Hooke	1665	Ciências

Chave Primária

Estante



ESTANTE (Código, Tamanho)

ESTANTE

<u>Código</u>	Tamanho
1A	simples
2A	duplo
1B	simples
2B	duplo

Exercício 1

parte 1

- Liste as superchaves e chaves da seguinte relação:

COL1	COL2	COL3
A	10	F
A	15	F
D	15	M
B	5	F
A	5	M
B	10	M

Exercício 1

parte 2

- As informações contidas na relação em questão são suficientes para determinar a chave primária? Justifique.

Exercício 1

parte 3

- Uma relação sempre terá uma chave?
Justifique.

Banco de Dados Relacional

- Banco de Dados Relacional

- conjunto de esquemas $S = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$
- conjunto de restrições de integridade RI

- Estado ou instância do Banco de Dados Relacional

- conjunto de estados da relação DB = $\{r_1, r_2, \dots, r_n\}$
- r_i é instância de R_i
- Estados de r_i satisfazem restrições de integridade

(Elmasri, 2010)

Integridade de Entidade

- Valor da chave primária não pode ser nulo
 - já que chave primária identifica tuplas

(Elmasri, 2010)

Chave Estrangeira

- Conjunto de campos em uma relação que é usado para fazer referência à chave primária da segunda relação
- Funciona como um ‘ponteiro lógico’

(Ramakrishnan, 2003)

Chave Estrangeira

Pessoa ocupa Armário



PESSOA (Código, Nome, Telefone)

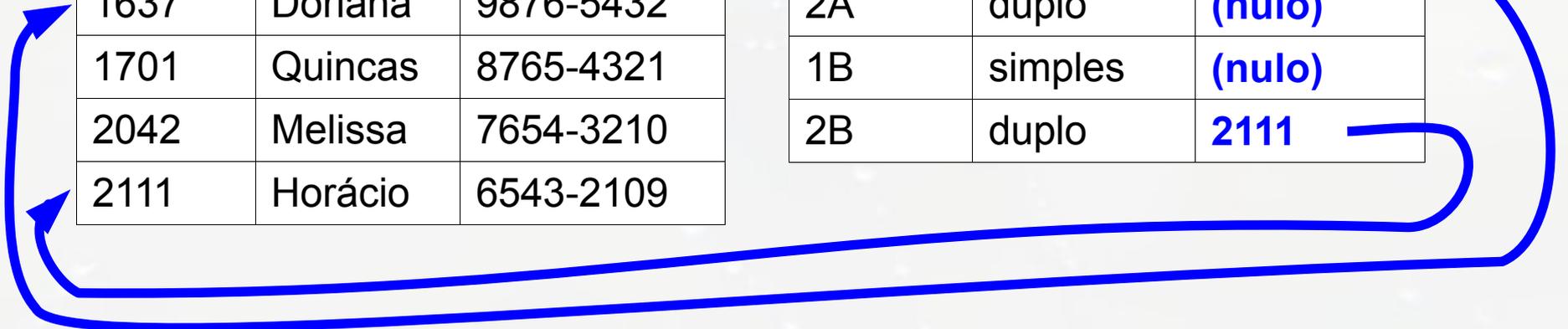
ARMÁRIO (Código, Tamanho, **Ocupante**)

PESSOA

<u>Código</u>	Nome	Telefone
1525	Asdrúbal	5432-1098
1637	Doriana	9876-5432
1701	Quincas	8765-4321
2042	Melissa	7654-3210
2111	Horácio	6543-2109

ARMÁRIO

<u>Código</u>	Tamanho	Ocupante
1A	simples	1637
2A	duplo	(nulo)
1B	simples	(nulo)
2B	duplo	2111



Chave Estrangeira

Pessoa ocupa Armário



PESSOA (Código, Nome, Telefone)

ARMÁRIO (Código, Tamanho)

OCUPA (CodPessoa, CodArmário, Data, Hora)

PESSOA

<u>Código</u>	Nome	Telefone
1525	Asdrúbal	5432-1098
1637	Doriana	9876-5432
1701	Quincas	8765-4321
2042	Melissa	7654-3210
2111	Horácio	6543-2109

OCUPA

<u>CodPessoa</u>	<u>CodArmário</u>	Data	Hora
1637	1A	03/08	10:20
2111	2B	03/08	11:45

ARMÁRIO

<u>Código</u>	Tama
1A	simpl
2A	duplo
1B	simpl
2B	duplo

Integridade Referencial

- Tupla deve referenciar tupla existente
- Valor de cada chave estrangeira deve corresponder a chave primária existente de relação referenciada

Chave Estrangeira - Cliente/Táxi

Cliente (C)

<u>ClId</u>	Nome	CPF
1532	Asdrúbal	448.754.253-65
1755	Doriana	567.387.387-44
1780	Quincas	546.373.762-02



Táxi (TX)



<u>Placa</u>	Marca	Modelo	AnoFab
DAE6534	Ford	Fiesta	1999
DKL4598	Wolkswagen	Gol	2001
DKL7878	Ford	Fiesta	2001
JDM8776	Wolkswagen	Santana	2002
JJM3692	Chevrolet	Corsa	1999



Corrida (R1)

<u>ClId</u>	<u>Placa</u>	<u>DataPedido</u>
1755	DAE6534	15/02/2003
1982	JDM8776	18/02/2003

Modelo original
por prof. Geovane
Cayres Magalhães

Exercício 2

parte 1

- Uma indústria farmacêutica possui um banco de dados que registra os vírus para os quais ela produz medicamentos e os medicamentos que ela produz.

Exercício 2

parte 1

- O banco de dados deve armazenar os nomes científicos e populares dos vírus bem como os períodos de incubação.
- Para medicamentos, o banco deve armazenar o nome de venda e o composto ativo.
- Considere que um dado medicamento pode tratar vários vírus e um vírus pode ser tratado por vários medicamentos.

Exercício

parte 3

- O banco de dados também precisa armazenar informações sobre o tipo de paciente (e.g. criança, adulto, idoso) infectado por um vírus e se este tipo pode ser tratado pelos respectivos medicamentos. Cada tipo de paciente possui uma dosagem recomendada para a combinação paciente/medicamento.

Exercício

parte 4

- Vírus podem ser classificados em diversas categorias (considere apenas Vírus com DNA, Vírus com RNA e Retrovírus). Retrovírus são tratados com coquetéis de medicamentos. Um coquetel é composto por vários medicamentos, cada um em uma concentração específica. Os tratados baseados em coquetéis também devem especificar dosagens específicas por tipo de paciente.

Referências

- Codd, Edgar Frank (1970) **A relational model of data for large shared data banks**. Communications ACM 13(6), 377-387.
- Elmasri, Ramez; Navathe, Shamkant B. (2005) **Sistemas de Bancos de Dados**. Addison-Wesley, 4ª edição em português.
- Elmasri, Ramez; Navathe, Shamkant B. (2010) **Sistemas de Banco de Dados**. Pearson, 6ª edição em português.
- Guimarães, Célio (2003) **Fundamentos de Bancos de Dados: Modelagem, Projeto e Linguagem SQL**. Editora UNICAMP, 1ª edição.

Referências

- Heuser, Carlos Alberto (2004) **Projeto de Banco de Dados**. Editora Sagra Luzzato, 5^a edição.
- Ramakrishnan, Raghu; Gehrke, Johannes (2003) **Database Management Systems**. McGraw-Hill, 3rd edition.

Agradecimentos

- Luiz Celso Gomes Jr (professor desta disciplina em 2014) pela contribuição na disciplina e nos slides.

André Santanchè

<http://www.ic.unicamp.br/~santanche>

License

- These slides are shared under a Creative Commons License. Under the following conditions: Attribution, Noncommercial and Share Alike.
- See further details about this Creative Commons license at: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>