

# O Modelo Relacional

## Banco de Dados: Teoria e Prática

André Santanchè

Instituto de Computação - UNICAMP

Agosto 2011

# 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

# 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, Categoria, Autor, Ano)
  - Nome da relação: LIVRO
  - Atributos: ISBN, Título, Categoria, Autor, Ano

# 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, Categoria: string, Autor: string, Ano: integer)

# 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, Categoria, Autor, Ano)
- Tupla
  - T=<9580471444, Vidas Secas, Romance, Graciliano Ramos, 1938>
  - t[Categoria] = <Romance>
  - t[Ano] = <1938>
  - t[2] = <Vidas Secas>

# Relação

(definição alternativa)

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

(Elmasri, 2010)

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

# 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  $S_1 \cdot S_2 \cdot \dots \cdot S_n$

(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)

# 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)

# Integridade Referencial

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

# Tabelas para exemplo - Táxis

## Cliente Particular (CP)

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



Modelo original  
por prof. Geovane  
Cayres Magalhães

# Tabelas para exemplo - Táxis

## Táxi (TX)

<u>Placa</u>	<u>Marca</u>	<u>Modelo</u>	<u>AnoFab</u>
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



# Chave Secundária

# 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, 5ª edição.
- Ramakrishnan, Raghu; Gehrke, Johannes (2003) **Database Management Systems**. McGraw-Hill, 3<sup>rd</sup> edition.

**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/>

# O Modelo Relacional

## Banco de Dados: Teoria e Prática

André Santanchè  
Instituto de Computação - UNICAMP  
Agosto 2011

Picture by Evan Leeson [<http://www.flickr.com/photos/ecstatisis/>]

## 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)

### “Relational Model Concepts

- A Relation is a mathematical concept based on the ideas of sets
- The model was first proposed by Dr. E.F. Codd of IBM Research in 1970 in the following paper:
  - . "A Relational Model for Large Shared Data Banks," Communications of the ACM, June 1970
- The above paper caused a major revolution in the field of database management and earned Dr. Codd the coveted ACM Turing Award” (Elmasri, 2007, c. 5, s. 5)

### “Why Study the Relational Model?

- Most widely used model.
    - . Vendors: IBM, Informix, Microsoft, Oracle, Sybase, etc.
  - 'Legacy systems' in older models
    - . E.G., IBM's IMS
  - Recent competitor: object-oriented model
    - . ObjectStore, Versant, Ontos
    - . A synthesis emerging: object-relational model
      - . Informix Universal Server, UniSQL, O2, Oracle, DB2”
- (Ramakrishnan, 2003b)

# Relação

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

“Uma tabela é um conjunto não ordenado de linhas (tuplas, na terminologia acadêmica).”  
(Heuser, 2004, p. 88)

## “Relational Model Concepts

- The relational Model of Data is based on the concept of a Relation
- The strength of the relational approach to data management comes from the formal foundation provided by the theory of relations” (Elmasri, 2007, c. 5, s. 4)

“Informally, a relation looks like a table of values.

- A relation typically contains a set of rows.
- The data elements in each row represent certain facts that correspond to a real-world entity or relationship
  - . In the formal model, rows are called tuples
- Each column has a column header that gives an indication of the meaning of the data items in that column
- In the formal model, the column header is called an attribute name (or just attribute)”  
(Elmasri, 2007, c. 5, s. 6)

## “Relational Database: Definitions

- Relational database: a set of relations
- Relation: made up of 2 parts:
  - . Instance : a table, with rows and columns. #Rows = cardinality, #fields = degree / arity.
  - . Schema : specifies name of relation, plus name and type of each column.
    - . E.G. Students(sid: string, name: string, login: string, age: integer, gpa: real).
- Can think of a relation as a set of rows or tuples (i.e., all rows are distinct).”  
(Ramakrishnan, 2003b, c. 3, s. 3)

# 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

# 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, Categoria, Autor, Ano)
  - Nome da relação: LIVRO
  - Atributos: ISBN, Título, Categoria, Autor, Ano

### Formal Definitions – Schema

- The **Schema** (or description) of a Relation:
  - Denoted by  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
  - $R$  is the **name** of the relation
  - The **attributes** of the relation are  $A_1, A_2, \dots, A_n$
- Example:
  - **CUSTOMER** (Cust-id, Cust-name, Address, Phone#)
  - CUSTOMER is the relation name
  - Defined over the four attributes: Cust-id, Cust-name, Address, Phone#
- Each attribute has a **domain** or a set of valid values.
  - For example, the domain of Cust-id is 6 digit numbers.

(Elmasri, 2007, s. 5-9)

=====

- **Schema** : specifies name of relation, plus name and type of each column.
  - E.G. Students(*sid*: string, *name*: string, *login*: string, *age*: integer, *gpa*: real).

(Ramakrishnan, 2003b, s. 3-3)

=====

### Esquema Relacional

- Estudante(Nome, cpf ,tel, end)
- Uma lista de atributos que determina a estrutura de uma relação.
- $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ , onde  $R$  é o nome da relação e  $A_1, A_2, \dots, A_n$  seus atributos.
- $D(A_1)$  determina o domínio do atributo  $A_1$  da relação.
  - Estudante(Nome, cpf, tel, end)  $\Rightarrow D(\text{nome}) =$  Nomes de até 35 caracteres,
  - $D(\text{CPF}) =$  Número,  $D(\text{tel}) =$  Números.

(Leobino, s. 3)

## 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

### Formal Definitions - Schema

- Each attribute has a **domain** or a set of valid values.
  - For example, the domain of Cust-id is 6 digit numbers.

### Formal Definitions – Domain

- A **domain** has a logical definition:
  - Example: “USA\_phone\_numbers” are the set of 10 digit phone numbers valid in the U.S.
- A domain also has a data-type or a format defined for it.
  - The USA\_phone\_numbers may have a format: (ddd)ddd-dddd where each d is a decimal digit.
  - Dates have various formats such as year, month, date formatted as yyyy-mm-dd, or as dd mm,yyyy etc.
- The attribute name designates the role played by a domain in a relation:
  - Used to interpret the meaning of the data elements corresponding to that attribute
  - Example: The domain Date may be used to define two attributes named “Invoice-date” and “Payment-date” with different meanings

(Elmasri, 2007, s. 5-9, 5-11)

“Um domínio D é um conjunto de valores atômicos.”  
(Elmasri, 2010)

# Esquema

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

## Esquema

### Nome do Atributo

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

“Os valores de campo de uma tabela são atômicos e monovalorados. Ser atômico significa que o campo não pode ser composto de outros. Ser monovalorado significa que o campo possui um único valor e não um conjunto de valores.”  
(Heuser, 2004, p. 89)

=====

- The attribute name designates the role played by a domain in a relation:
  - Used to interpret the meaning of the data elements corresponding to that attribute
  - Example: The domain Date may be used to define two attributes named 'Invoice-date' and 'Payment-date' with different meanings

---

(Elmasri, 2007, s. 5-11)

## 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)

### “• Relação

- **Conceito:** Uma relação  $r$  de um esquema  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$   $r(R)$  é um conjunto de tuplas  $r = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  no qual cada tupla é uma lista ordenada de valores  $t = \langle V_1, V_2, \dots, V_n \rangle$  onde cada valor  $V_i$   $1 \leq i \leq n$  é um elemento de  $D(A_i)$  ou um valor nulo.”  
(Leobino, s. 4)

# Tupla

- Esquema relação
  - LIVRO (ISBN, Título, Categoria, Autor, Ano)
- Tupla
  - $T = \langle 9580471444, \text{Vidas Secas}, \text{Romance}, \text{Graciliano Ramos}, 1938 \rangle$
  - $t[\text{Categoria}] = \langle \text{Romance} \rangle$
  - $t[\text{Ano}] = \langle 1938 \rangle$
  - $t[2] = \langle \text{Vidas Secas} \rangle$

## Modelo Relacional

- **Notação**
- Um esquema R de grau n é definido como:  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ .
- Uma tupla t numa relação r(R) é definida como  $t = \langle V_1, V_2, \dots, V_n \rangle$  onde  $V_i$  é o valor correspondente ao atributo  $A_i$ .
  - $t[A_i]$  é o valor de  $V_i$  em t para o atributo  $A_i$ .
  - $t[A_v, A_w, \dots, A_z]$  é uma lista de atributos de R que refere-se aos valores  $\langle V_u, V_w, \dots, V_z \rangle$  da tupla t.
- Um atributo pode ser referenciado através do nome da relação que ele pertence. Ex: estudante.nome, estudante.end, estudante.tel.
- Sendo um tupla  $t = \langle \text{'Marta'}, \text{'2345678'}, \text{'001'} \rangle$  da relação Estudante(nome,tel,cod) temos:  
 $t[\text{nome}] = \langle \text{'Marta'} \rangle$ ;  $t[\text{tel}] = \langle \text{'2345678'} \rangle$ ;  $t[\text{cod}] = \langle \text{'001'} \rangle$

## Relação (definição alternativa)

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

(Elmasri, 2010)

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

### “• Relação

- **Conceito:** Uma relação  $r$  de um esquema  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$   $r(R)$  é um conjunto de tuplas  $r = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  no qual cada tupla é uma lista ordenada de valores  $t = \langle V_1, V_2, \dots, V_n \rangle$  onde cada valor  $V_i$   $1 \leq i \leq n$  é um elemento de  $D(A_i)$  ou um valor nulo.”  
(Leobino, s. 4)

## 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  $S_1$
      - segundo elemento for de  $S_2$
      - ...
  - R é um subconjunto do produto cartesiano  $S_1 \cdot S_2 \cdot \dots \cdot S_n$
- (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)

(Elmasri, 2007, s. 5-15)

Traduzir

# 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

## Relational Integrity Constraints

- Constraints are **conditions** that must hold on **all** valid relation states.
- There are three *main types* of constraints in the relational model:
  - **Key** constraints
  - **Entity integrity** constraints
  - **Referential integrity** constraints
- Another implicit constraint is the **domain** constraint
  - Every value in a tuple must be from the *domain of its attribute* (or it could be **null**, if allowed for that attribute)

(Elmasri, 2007, s. 5-21)

=====

- **Regras de integridade**
  - **Domínio:** Os valores dos atributos devem ser atômicos.
  - **Chaves Primárias:** Todos os elementos do conjunto de tuplas são distintos.
    - Imparidade
    - Condição mínima
      - Nenhum atributo pode ser removido da chave sem que se perca a condição de imparidade
  - **Chave Estrangeira:** É um atributo, ou conjunto de atributos, numa relação R2 cujos valores são necessariamente equivalentes à chave primária de uma relação R1 ou são totalmente nulos.

(Leobino, s. 7)

=====

### Integrity Constraints (ICs)

- ❖ **IC:** condition that must be true for *any* instance of the database; e.g., domain constraints.
  - ICs are specified when schema is defined.
  - ICs are checked when relations are modified.
- ❖ A *legal* instance of a relation is one that satisfies all specified ICs.
  - DBMS should not allow illegal instances.
- ❖ If the DBMS checks ICs, stored data is more faithful to real-world meaning.
  - Avoids data entry errors, too!

(Ramakrishnan, 2003b, s. 3-12)

## 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

“O conceito básico para identificar linhas e estabelecer relações entre linhas de tabelas de um banco de dados relacional é o da chave. Em um banco de dados relacional, há ao menos três tipos de chaves a considerar: a chave primária, a chave alternativa, e a chave estrangeira.” (Heuser, 2004, p. 89)

=====

## Primary Key Constraints

- ❖ A set of fields is a *key* for a relation if :
  1. No two distinct tuples can have same values in all key fields, and
  2. This is not true for any subset of the key.
    - Part 2 false? A *superkey*.
    - If there's >1 key for a relation, one of the keys is chosen (by DBA) to be the *primary key*.
- ❖ E.g., *sid* is a key for Students. (What about *name*?) The set {*sid*, *gpa*} is a superkey.

Incluir conexão da noção de restrição com a chave

(Ramakrishnan, 2003b, s. 3-13)

=====

## Key Constraints

- **Superkey of R:**
  - Is a set of attributes SK of R with the following condition:
    - No two tuples in any valid relation state  $r(R)$  will have the same value for SK
    - That is, for any distinct tuples  $t_1$  and  $t_2$  in  $r(R)$ ,  $t_1[SK] \neq t_2[SK]$
    - This condition must hold in *any valid state*  $r(R)$
- **Key of R:**
  - A "minimal" superkey
  - That is, a key is a superkey K such that removal of any attribute from K results in a set of attributes that is not a superkey (does not possess the superkey uniqueness property)

(Elmasri, 2007, s. 5-22)

## 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

Uma chave primária é uma coluna ou uma combinação de colunas entre linhas cujos valores distinguem uma linha das demais dentro de uma tabela.” (Heuser, 2004, p. 89)

=====

### Key Constraints (continued)

- If a relation has several **candidate keys**, one is chosen arbitrarily to be the **primary key**.
  - The primary key attributes are underlined.
- Example: Consider the CAR relation schema:
  - CAR(State, Reg#, SerialNo, Make, Model, Year)
  - We chose SerialNo as the primary key
- The primary key value is used to *uniquely identify* each tuple in a relation
  - Provides the tuple identity
- Also used to *reference* the tuple from another tuple
  - General rule: Choose as primary key the smallest of the candidate keys (in terms of size)
  - Not always applicable – choice is sometimes subjective

---

(Elmasri, 2007, s. 5-24)

# 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:

- Conjunto de campos em uma relação que é usado para fazer referência a uma tupla em outra relação. (Deve corresponder à chave primária da segunda relação)
- Funciona como um 'ponteiro lógico'.”  
(Ramakrishnan, 2003b-pt, s3-19)

## Integridade Referencial

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

# Tabelas para exemplo - Táxis

## Cliente Particular (CP)

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



Modelo original  
por prof. Geovane  
Cayres Magalhães

## Tabelas para exemplo - Táxis

### Táxi (TX)

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



### Corrida (R1)

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



## Chave Secundária

## 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.

Elmasri, Ramez; Navathe, Shamkant B. (2007) **Fundamentals of Database Systems**. Addison-Wesley, 5<sup>th</sup> edition (companion slides).

Ramakrishnan, Raghu; Gehrke, Johannes (2003b) **Database Management Systems**. McGraw-Hill, 3<sup>rd</sup> edition (companion slides).

## Referências

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

**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/>