

# O Modelo Relacional

Banco de Dados

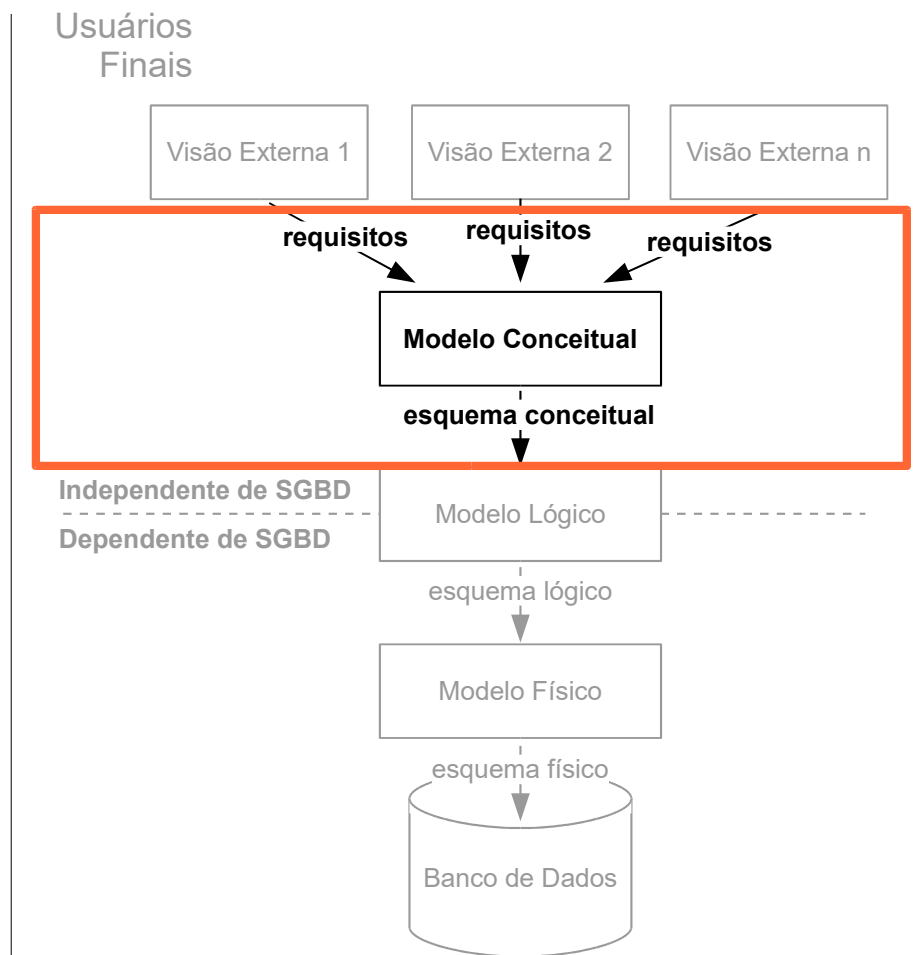
Luiz Celso Gomes-Jr  
gomesjr@dainf.ct.utfpr.edu.br

# Agenda

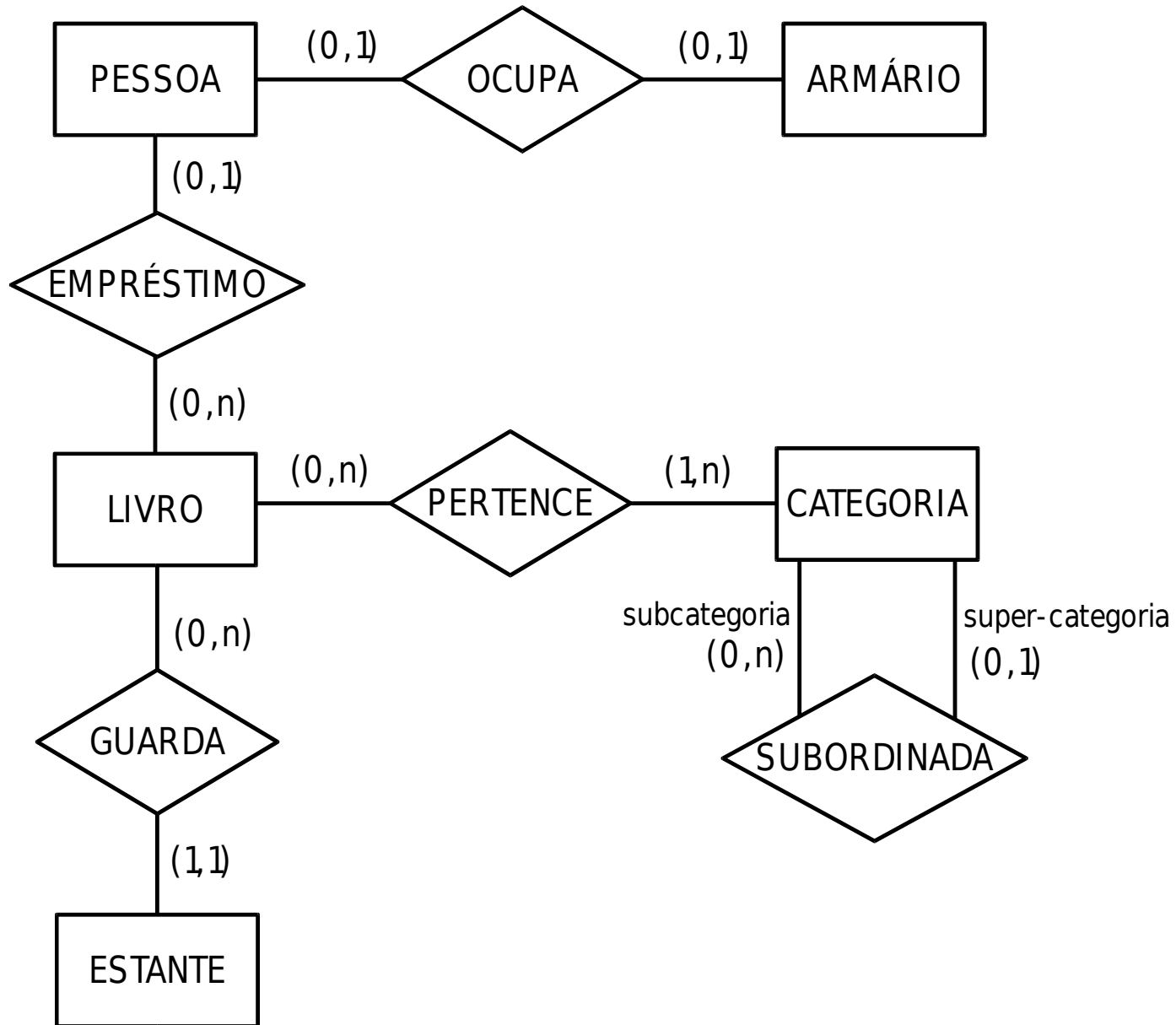
- Recapitulação
- Modelo Relacional
- Restrições de Integridade
- Exercícios
- Além do modelo relacional

# Modelo/Esquema Conceitual

- Descreve estrutura do Banco de Dados
  - entidades, tipos de dados, relações, restrições etc.
- Independente de implementação em SGBD
  - oculta detalhes de armazenamento físico

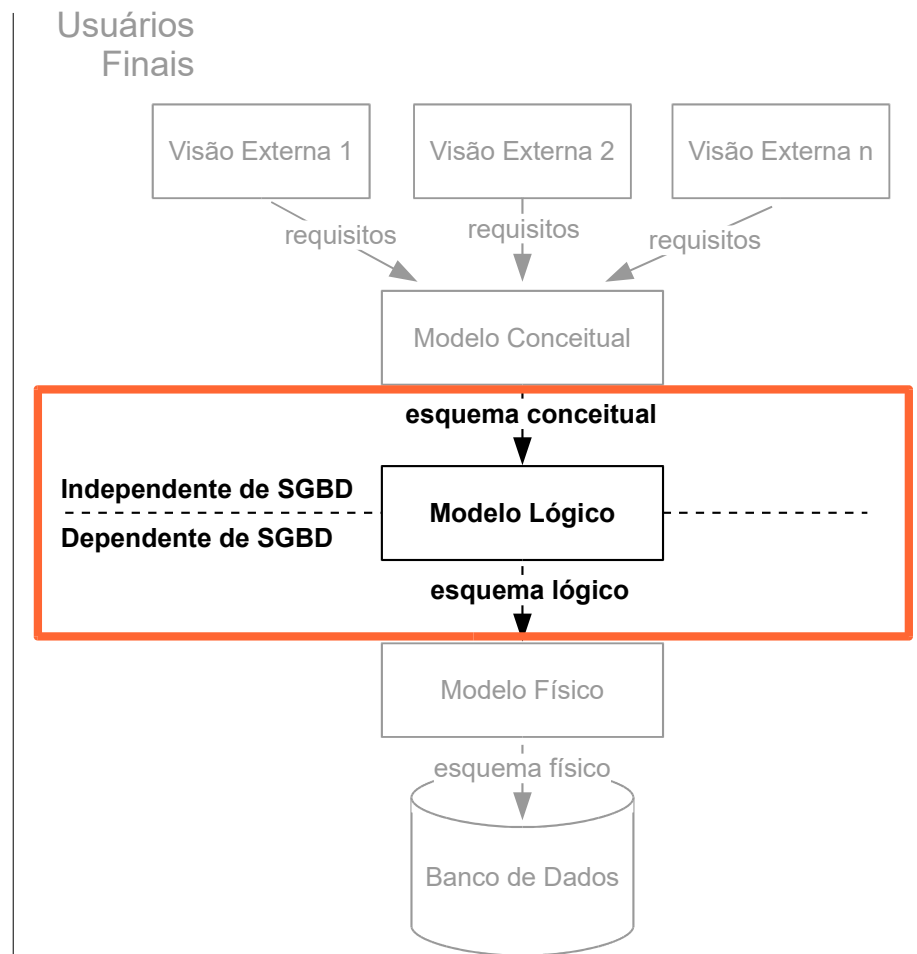


# Modelo ER



# Modelo/Esquema Lógico

- Dependente de um SGBD particular
- Associado a um “modelo de dados de implementação” (Elmasri, 2005)



# Modelo Relacional

- Proposto por E. F. Codd em 1970 no artigo:
  - “A Relational Model for Large Shared Data Banks”
- Resposta a um cenário complexo de incompatibilidade de modelos e sistemas
- 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)

# Modelo Relacional

- Modelo mais amplamente utilizado por SGBDs
- Maiores empresas de informática oferecem soluções: IBM, Microsoft, Oracle, SAP
- Grandes projetos Open Source: MySQL, PostgreSQL, SQLite
- De celulares à data centers
- Mercado de U\$24bi (2012)

# Larry Ellison, ORACLE






# Relação


- Banco de Dados Relacional contém um conjunto de **Relações**
- **Relação** – informalmente pode ser visualizada como uma tabela

# Relação (Tabela)

- Relação = conjunto não ordenado de tuplas (linhas)
- 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 de aquecimento

- 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 de aquecimento

- 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 de aquecimento

- 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



# 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

# Nome do Atributo

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

# Domínio do Atributo

- Determina os valores possíveis para um atributo
- Conjunto de valores atômicos
- Representação:  $D(A_x)$  – 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 + Domínios

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

# Relação ou Estado da Relação

- Uma relação  $r$  de um esquema  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ 
    - 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
  - $t = \langle 9580471444, \text{Vidas Secas}, \text{Romance}, \text{Graciliano Ramos}, 1938 \rangle$
  - $t[\text{Categoria}] = \langle \text{Romance} \rangle$
  - $t[\text{Ano}] = \langle 1938 \rangle$
  - $t[2] = \langle \text{Vidas Secas} \rangle$

# Valor Nulo

- Tuplas podem conter o valor nulo (NULL) em atributos
- Nulo indica valor:
  - desconhecido
  - não disponível
  - indefinido (não se aplica à tupla)

(Elmasri, 2010)

# Relação (matemática)

- Construído a partir do conceito de **conjuntos matemáticos**
- Fundamentação matemática é importante para definição de linguagens de consulta e para otimização de processamento



# 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)

# Relação (matemática)

- Uma relação é um conjunto, portanto não admite valores repetidos de tuplas

# Sumário dos Conceitos

Termo Informal	Termo Formal
Tabela	Relação
Cabeçalho da Coluna	Atributo
Todos os valores possíveis de uma Coluna	Domínio
Linha	Tupla
Definição da Tabela	Esquema da Relação
Tabela populada	Estado da Relação

(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 usada 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

# Agradecimentos

- Diversos slides foram baseados no curso de BD do Prof. André Santanchè (UNICAMP)
  - Site: <http://www.ic.unicamp.br/~santanche>
  - Canal Youtube:  
<https://www.youtube.com/santanche>

# 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.

# Integridade de Entidade

- Valor da chave primária não pode ser nulo
  - já que chave primária identifica tuplas
- Integridade de Entidade e Integridade de Chave se aplicam a relações individuais

(Elmasri, 2010)

# BD 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)



# Chave Estrangeira

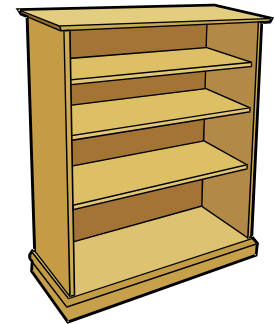
- Conjunto de campos em uma relação que é usado para fazer referência à chave primária da segunda relação
  - Valor de cada chave estrangeira deve corresponder à chave primária existente da relação referenciada
  - Funciona como um ‘ponteiro lógico’
- (Ramakrishnan, 2003)

# Pessoa ocupa Armário



PESSOA (Código, Nome, Telefone)

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

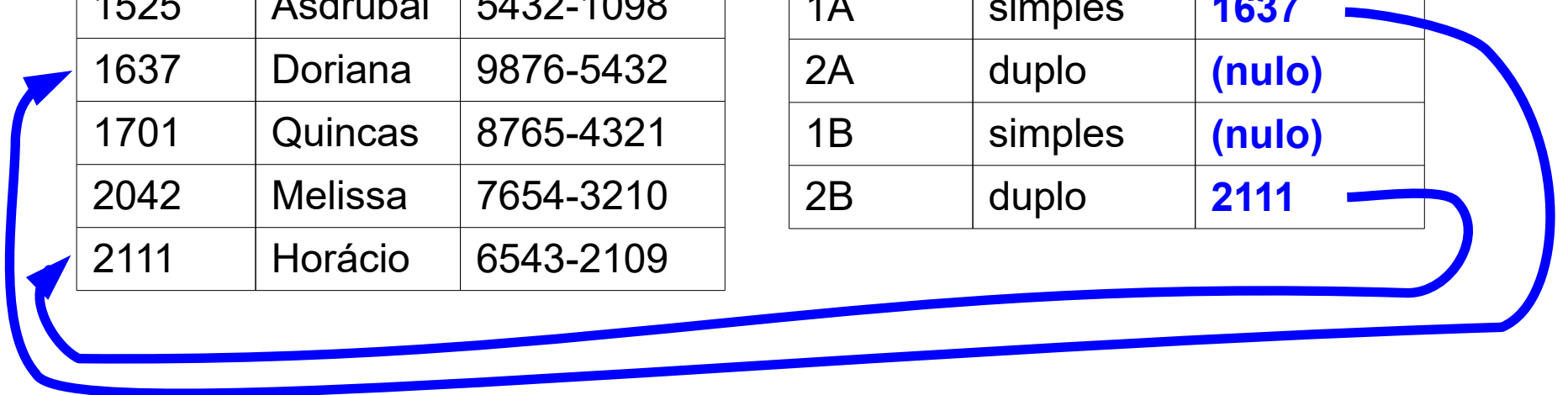


## PESSOA

<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	<b>Ocupante</b>
1A	simples	<b>1637</b>
2A	duplo	<b>(nulo)</b>
1B	simples	<b>(nulo)</b>
2B	duplo	<b>2111</b>





# 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>	Tamanho
1A	simples
2A	duplo
1B	simples
2B	duplo

# Exemplo: Táxis

## Cliente

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



# Exemplo: Táxis

## Táxi

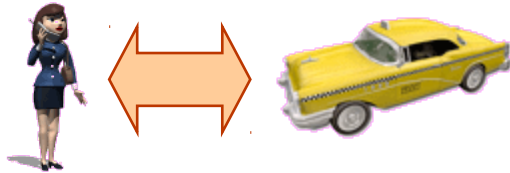
<u>Placa</u>	Marca	Modelo	AnoFab
DAE6534	Ford	Fiesta	1999
DKL4598	Wolkswagen	Gol	2001
DKL7878	Ford	Fiesta	2001
JDM8776	Wolkswagen	Santana	2002
JJM3692	Chevrolet	Corsa	1999



# Exemplo: Táxis

## Corrida

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



# Exemplo: Táxis

Chaves Estrangeiras

## Corrida

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

} Chave Primária

- SGDB deve garantir a integridade dos dados na inserção, exclusão e alteração de dados

# Integridade Referencial

- Tupla deve referenciar tupla existente, utilizando chaves válidas
- SGDB deve garantir a consistência das referências



# Exemplo: Táxis

## Corrida

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

- Inserção de Corrida: CIId e Placa devem existir
- Exclusão de Táxi ou Cliente: não é permitida se existirem corridas que fazem referência

# Exercícios (2)

- Faça o modelo relacional do seguinte diagrama:



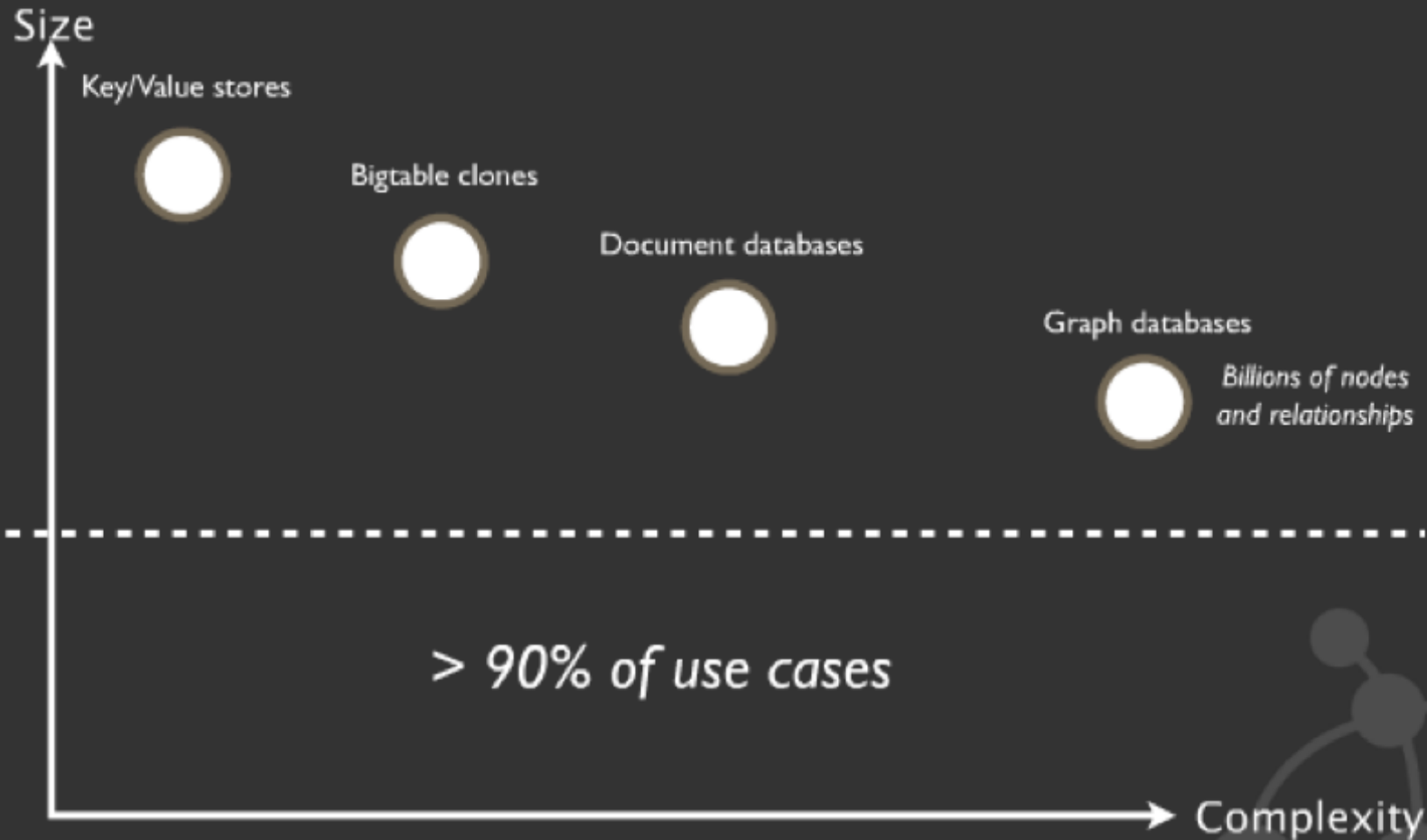
- Desenvolva versões com uma e duas tabelas
- Adicione atributos importantes e defina chaves primárias
- Mostre dados de exemplo

# Próximas aulas

- Mapeamento ER -> Relacional
- Modelagem/Normalização
- Consultas
- Otimização de consultas
- Controle de transação

# Próximas aulas

## Scaling to size vs. Scaling to complexity



# Conclusão

- Modelo Relacional dominou a área de banco de dados por décadas
- Importante em diversas aplicações
- Restrições de integridade garantem coesão dos dados
- Algumas aplicações demandam outros modelos

# Perguntas?

# 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. (2010) **Sistemas de Banco de Dados**. Pearson, 6ª edição em português.
- Ramakrishnan, Raghu; Gehrke, Johannes (2003) **Database Management Systems**. McGraw-Hill, 3<sup>rd</sup> edition.