

## SCC-240 Banco de Dados

Profa. Elaine Parros Machado de Sousa

Estagiários PAE:  
Pedro Bugatti  
Robson Cordeiro

### Modelo Relacional



USP – ICMC – GBDI

2

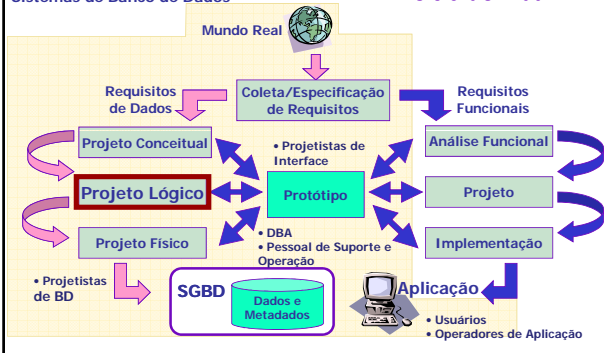
## Modelo Relacional

- Criado por E. F. Codd (IBM)
  - "A relational model of data for large shared data banks", Communications of the ACM, Volume 13, Issue 6, June 1970.
- Modelo de Implementação
  - projeto lógico

## Sistemas de Banco de Dados

Desenvolvimento de  
Sistemas de Banco de Dados

Ciclo de Vida



USP – ICMC – GBDI

4

## Definição do Modelo

- "O modelo relacional representa uma base de dados como uma coleção de relações" [Elmasri&Navathe]
- Modelo Relacional – base teórica em Teoria de Conjuntos

## Definição do Modelo

- Valores
  - dados do mundo real
- Tabelas
  - dados mantidos em tabelas ⇒ representam coleções de objetos, entidades, associações, etc, do mundo real
  - tabelas são uma maneira intuitiva de se imaginar as **RELAÇÕES**

USP – ICMC – GBDI

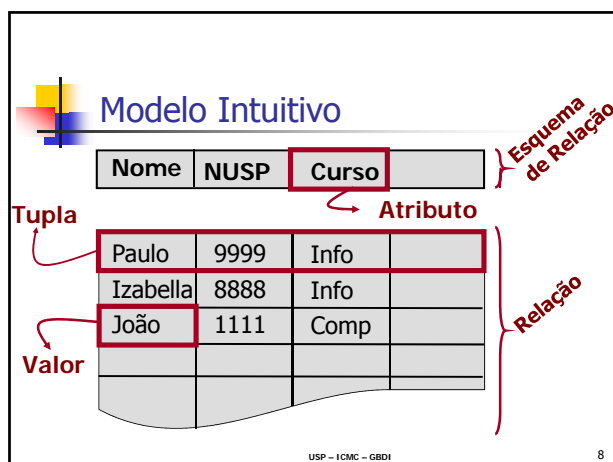
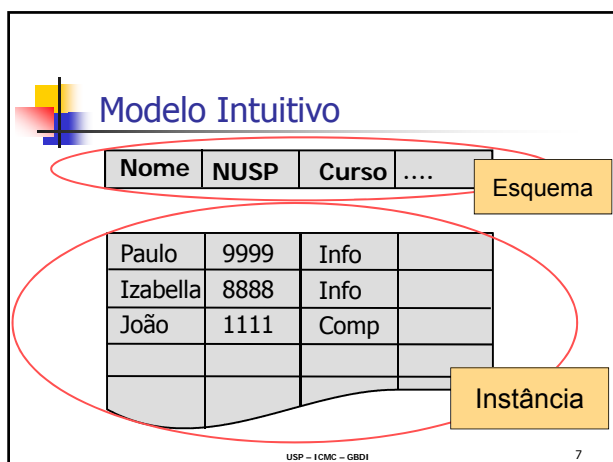
5

## Terminologia

- Relação
  - Tabela
- Tupla
  - Registro, linha
- Atributo
  - Campo
- Valor
- Relation Intension
  - Esquema
- Relation Extension
  - Instância

USP – ICMC – GBDI

6



### Valores

- Modelo relacional  $\Rightarrow$  valores são **atômicos**
- Valor Atômico**
  - indivisível**  $\Rightarrow$  não pode ser recuperado em partes
    - ex: endereço definido como um único atributo
  - monovalorado**  $\Rightarrow$  pode ter apenas um valor
    - ex:
      - Idade de aluno é monovalorado
      - Irmãos de aluno é multivalorado

USP - ICMC - GBDI 9

### Domínios

- Domínio** - conjunto de **valores atômicos**
- Exemplos de domínio
  - Nomes de Alunos
  - Códigos de Disciplinas
  - Idade

USP - ICMC - GBDI 10

### Domínios

- Especificação do **Domínio**:
  - Nome**
  - Definição lógica**
  - Tipo de dado e formato de dado**

USP - ICMC - GBDI 11

### Especificação do Domínio

- Nome e Definição lógica. Ex:**
  - Nomes de Alunos:** conjunto de todos os nomes possíveis para pessoas
  - Códigos de Disciplinas:** conjunto dos códigos das disciplinas oferecidas no ICMC
  - Idade:** conjunto de idades possíveis para alunos

USP - ICMC - GBDI 12

## Especificação do Domínio

- **Tipo de dado e/ou formato.** Ex:
  - **Nomes de Alunos** – *string* de 60 caracteres
  - **Códigos de Disciplinas** – *string* com três letras seguidas de um traço e de quatro dígitos: SCC-0240
  - **Idade** – inteiro entre 15 e 100

USP – ICMC – GBDI

13

## Esquema de Relações

- **Esquema de relação:** descreve a relação
  - $\mathcal{R}(A_1, A_2, \dots, A_n)$ 
    - ou  $\mathcal{R} = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$
  - $\mathcal{R}$  - nome da relação
  - $(A_1, A_2, \dots, A_n)$  - conjunto de atributos que formam a relação

USP – ICMC – GBDI

14

## Esquema de Relações

- N - **grau** da relação descrita por  $\mathcal{R}$ 
  - número de atributos em  $\mathcal{R}$
- **Dom( $A_i$ )** - Domínio do Atributo  $A_i$
- Ex:
  - uma relação de Alunos que tenha os atributos Nome, RG e Idade, tem o seguinte esquema:  
**Aluno(Nome, RG, Idade)**

USP – ICMC – GBDI

15

## Exemplo

- **Especificação dos domínios:**
  - **Nomes de Alunos:** conjunto de todos os nomes possíveis para pessoas – *strings* de 60 caracteres
  - **RG:** conjunto dos RGs válidos no Brasil – números de 9 dígitos
  - **Idade:** conjunto de idades possíveis para alunos – inteiro entre 0 e 100

USP – ICMC – GBDI

16

## Exemplo (cont.)

- Esquema da relação Aluno:
  - $\text{Aluno} = \{\text{Nome}, \text{RG}, \text{Idade}\}$
- Domínios dos atributos de Aluno:
  - $\text{Dom}(\text{Nome}) = \text{Nomes de Alunos}$
  - $\text{Dom}(\text{RG}) = \text{RG}$
  - $\text{Dom}(\text{Idade}) = \text{Idade}$

USP – ICMC – GBDI

17

## Relações

- **Relação R** – instância do Esquema de Relação  $\mathcal{R}(A_1, A_2, \dots, A_n)$ 
  - $R(\mathcal{R})$
  - $R \subseteq \text{Dom}(A_1) \times \text{Dom}(A_2) \times \dots \times \text{Dom}(A_n)$
  - R é um conjunto de tuplas  
 $R = \{t_1, t_2, \dots, t_k\}$   
 $t = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}, v_i \in \text{Dom}(A_i)$

USP – ICMC – GBDI

18

## Relações

- Número total de tuplas possíveis:
  - $|\text{Dom}(A_1)| \times |\text{Dom}(A_2)| \times \dots \times |\text{Dom}(A_n)|$
- $R(\mathcal{R})$  contém apenas as tuplas válidas que representam a situação de um determinado instante do mundo real
- **Esquema de Relação**  $\mathcal{R}$  (*relation intension*)  $\Rightarrow$  mudanças pouco freqüentes
- **Relação R** (*relation extension*)  $\Rightarrow$  dinâmica

USP - ICMC - GBDI

19

## Relações

- Exemplo:
  - Esquema de Relação Aluno:
    - $\text{Aluno} = \{\text{Nome, RG, Idade}\}$
  - Possível relação:
    - $R(\text{Aluno}) = \{ \langle \text{José}, 12345, 21 \rangle, \langle \text{Pedro}, 54321, 18 \rangle, \langle \text{Paulo}, 321321, 22 \rangle \}$

USP - ICMC - GBDI

20

## Relações

- Ordem das tuplas de uma relação
  - **relação**  $\Rightarrow$  **conjunto** de tuplas
  - matematicamente não existe a idéia de ordem em conjuntos  $\Rightarrow$  **não existe uma ordem em particular para as tuplas de uma relação**

**OBS:** na implementação de um SGBDR existe uma ordem física de armazenamento das tuplas, determinando uma ordem na recuperação das informações

USP - ICMC - GBDI

21

## Relações

- Ordem dos valores dentro de uma tupla
  - **tupla**  $\Rightarrow$  lista de **n** valores dispostos em uma ordem determinada de acordo com a disposição dos atributos no esquema da relação
- Valores nas tuplas
  - os **valores** de uma tupla são **atômicos**
  - valor nulo (*null*)
    - valor desconhecido
    - valor não se aplica
    - valor conhecido mas não disponível

USP - ICMC - GBDI

22

## Restrições das Relações

- **Restrição de domínio**
  - o valor de cada atributo **A** deve ser um valor atômico pertencente a **Dom(A)**
- **Restrição de *null* para atributo**
  - determina quando o valor especial *null* é ou não permitido para um atributo
- **Restrição de unicidade (CHAVE)**
  - deve ser possível identificar univocamente cada tupla da relação

USP - ICMC - GBDI

23

## Restrição de Unicidade

- **Relação é um conjunto de tuplas**
  - pela teoria de conjuntos  $\Rightarrow$  **todas as tuplas devem ser distintas**
  - para garantir esta propriedade de maneira eficiente: especifica-se uma **Restrição de Unicidade**  $\Rightarrow$  definição de chaves

USP - ICMC - GBDI

24

## Restrição de Unicidade

### ▪ Superchave

- conjunto de atributos de uma relação R que identifique univocamente cada tupla
- $SC_{HK}(\mathcal{R}) = \{A_j, \dots, A_i\} \mid \{A_j, \dots, A_i\} \subseteq \mathcal{R}$
- Combinação de valores não se repete
- Exemplo:
  - $Aluno = \{Nome, Idade, Curso, NUSP\}$
  - $SC_{H1}(Aluno) = \{Nome, Curso, Idade\}$
  - $SC_{H2}(Aluno) = \{NUSP, Nome\}$

USP - ICMC - GBDI

25

## Restrição de Unicidade

### ▪ Chave

- é uma superchave da qual não se pode retirar nenhum atributo e ainda preservar a propriedade de identificação unívoca  $\Rightarrow$  **superchave mínima**

USP - ICMC - GBDI

26

## CHAVE

- $C_{HK}(\mathcal{R}) = \{A_j, \dots, A_i\} \mid \{A_j, \dots, A_i\} \subseteq \mathcal{R}$

$$t_g[C_{HK}] \neq t_h[C_{HK}] \quad \forall g, h \in R, g \neq h$$

### ▪ Exemplo:

- $Aluno = \{Nome, Idade, Curso, NUSP\}$
- $SC_{H1}(Aluno) = \{Nome, NUSP\}$
- $C_{H1}(Aluno) = \{Nome\}$
- $C_{H2}(Aluno) = \{NUSP\}$

USP - ICMC - GBDI

27

## Chave

### ▪ Chave Candidata:

- pode existir mais de uma chave para uma mesma relação
- cada uma das chaves é chamada de **Chave Candidata**
  - $C_{H1}(Aluno) = \{Nome\}$
  - $C_{H2}(Aluno) = \{NUSP\}$

USP - ICMC - GBDI

28

## Chave

### ▪ Chave Primária

- escolhida entre as chaves candidatas
- a chave primária é freqüentemente a mais utilizada para acessos à relação
- Exemplo:
  - $C_{H0}(Aluno) = \{NUSP\}$

USP - ICMC - GBDI

29

## Chave

### ▪ Notação no Esquema da Relação

- $C_{H0}(Aluno) = \{NUSP\}$
- $C_{H1}(Aluno) = \{Nome\}$

$Aluno = \{Nome, Idade, Curso, NUSP\}$

Chave secundária

Chave primária

USP - ICMC - GBDI

30

## Base de Dados Relacional

- O **esquema  $S$**  de uma **base de dados relacional** é composto por:
  - um conjunto de esquemas de relações

$$S = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$$

- um conjunto de **Restrições de Integridade  $I$**

USP - ICMC - GBDI

31

## Base de Dados Relacional

- Uma **base de dados relacional** (uma instância) é composta por:
  - um conjunto de relações

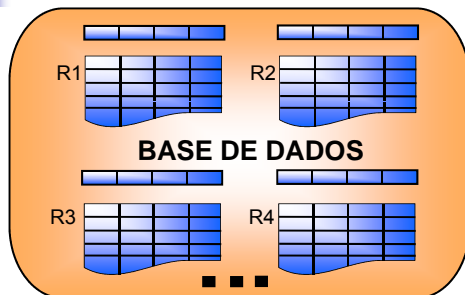
$$BD = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$$

tal que cada  $R_i$  é uma instância de  $R_i$  e cada  $R_i$  satisfaz todas as restrições indicadas em  $I$

USP - ICMC - GBDI

32

## Base de Dados Relacional



USP - ICMC - GBDI

33

## Exemplo

- Base de Dados para armazenar informações sobre as diversas turmas de disciplinas oferecidas num semestre
- Esquemas de Relações:
  - Aluno = {Nome, NUSP, Idade, Curso}
  - Disciplina = {Sigla, Nome, NCreditos}
  - Matricula = {NUSP, Sigla, Semestre, Ano, Nota}

USP - ICMC - GBDI

34

## Restrições de Integridade

- Restrições de integridade**
  - regras a respeito dos valores que podem ser armazenados nas relações
    - objetivo: garantir consistência
  - quando definidas no domínio do problema, devem ser sempre satisfeitas na base de dados

USP - ICMC - GBDI

35

## Restrições de Integridade

- Principais restrições de integridade para uma BD relacional:
  - Restrições de Integridade da Entidade**
  - Restrições de Integridade Referencial**

USP - ICMC - GBDI

36

## Restrições de Integridade

### Restrição de Integridade da Entidade

- a **chave primária não pode ser nula** em nenhuma tupla de qualquer relação
- se a chave primária for **composta** por mais de um atributo, **nenhum deles** pode ser nulo

USP - ICMC - GBDI

37

## Restrições de Integridade

### Restrição de Integridade Referencial

- definida entre duas relações
- usada para manter consistência entre tuplas de duas relações
- define que **se** uma tupla  $t_1$  em uma relação  $R_1$  **faz referência** a uma relação  $R_2$ , **então**  $t_1$  deve fazer referência a uma **tupla existente** em  $R_2$

USP - ICMC - GBDI

38

## Restrições de Integridade Referencial

- Restrição de Integridade Referencial está vinculada ao conceito de **chave estrangeira**
  - conceito fundamental: **compatibilidade de domínio**

USP - ICMC - GBDI

39

## Restrições de Integridade Referencial

### Compatibilidade de Domínio:

- dados dois conjuntos de atributos quaisquer C e D, ambos são **compatíveis** quando o primeiro atributo de C tem o mesmo domínio do primeiro atributo de D, o segundo atributo de C tem o mesmo domínio do segundo atributo de D, e assim por diante
- ex:???

USP - ICMC - GBDI

40

## Restrições de Integridade Referencial

- FK** é uma **Chave estrangeira** em  $R_1$  que referencia  $R_2$  se:
  - FK é compatível em domínio com a chave primária PK de  $R_2$
  - o valor dos atributos FK numa tupla  $t_i$  qualquer da relação  $R_1$ :
    - ou é igual ao valor dos atributos PK de alguma tupla  $t_k$  da relação  $R_2 \Rightarrow t_i[FK] = t_k[PK], t_i \in R_1, t_k \in R_2$
    - ou é nulo  $\Rightarrow t_i[FK] = \text{null}$

USP - ICMC - GBDI

41

## Restrições de Integridade Referencial

- As duas condições para a ocorrência da chave estrangeira determinam a **Restrição de Integridade Referencial** entre duas relações  $R_1$  e  $R_2$

$$\mathcal{R}_1[FK] \xrightarrow{CE} \mathcal{R}_2[PK]$$

USP - ICMC - GBDI

42

## Restrições de Integridade Referencial

- Chave Estrangeira:

$X = \{A, B, C\}$        $Y = \{F, G, H\}$

$\text{Dom}(F, G) = \text{Dom}(A, B)$   
 $\{A, B\}$  é chave primária em X  
 $\{F, G\}$  é chave estrangeira em Y

USP - ICMC - GBDI

43

## Restrições de Integridade Referencial

- Indicação da chave estrangeira no esquema da relação:

Departamento =  $\{\underline{\text{Cod}}, \text{NomeD}\}$

Empregado =  $\{\underline{\text{NomeE}}, \text{Departamento}\}$

USP - ICMC - GBDI

44

## Exemplo

**Alunos** =  $\{\underline{\text{Nome}}, \underline{\text{No.USP}}, \text{Idade}\}$

$R1(\text{Alunos}) = \{ \langle \text{Mario}, 1234, 20 \rangle, \langle \text{Paulo}, 4321, \text{null} \rangle, \langle \text{null}, 1234, 22 \rangle, \langle \text{Thais}, \text{null}, 24 \rangle, \langle \text{Mario}, 1235, 22 \rangle \}$

**Disciplina** =  $\{\underline{\text{Sigla}}, \underline{\text{Monitor}}\}$

$R2(\text{Disciplina}) = \{ \langle \text{SCE}_104, 1234 \rangle, \langle \text{SCE}_123, 2222 \rangle, \langle \text{SCE}_149, 1234 \rangle, \langle \text{SCE}_532, \text{null} \rangle \}$

Quais restrições de relação e de integridade não são satisfeitas no exemplo? Por quê?

## Sugestão de Leitura

- ELMASRI, R; NAVATHE, S.B.** – *Sistemas de Banco de Dados*, Addison Wesley, 4ª Edição.
- Capítulo 5** – O Modelo de Dados Relacional e as Restrições de um Banco de Dados Relacional

USP - ICMC - GBDI

46

## Exercício:

Um médico deseja informatizar sua clínica, armazenando as informações de seus pacientes, dos convênios utilizados e dos exames realizados por eles. Cada paciente pode realizar vários exames na clínica, sendo que cada exame pode ser feito por um convênio diferente. Além disso, a cada exame realizado por um paciente está associado um diagnóstico principal. É necessário armazenar o nome, RG, telefone e endereço de cada paciente. Os exames possuem um código e um tipo. Os convênios possuem nome, CNPJ, e nome e telefone da pessoa de contato. É importante ainda que o sistema permita a geração de um relatório mensal de todos os exames realizados no mês por um determinado convênio.

- a) crie o esquema relacional para a base de dados, indicando chave primária e chaves candidatas (se houver), e as restrições de integridade referencial;

continua...

- b) defina todos os domínios (nome, definição lógica, tipo de dado e formato) necessários para o esquema criado no item a);  
 ex: Nomes de Pessoas: conjunto de todos os nomes possíveis para pessoas – *string* de 60 caracteres

- c) para cada esquema de relação:
- defina o domínio de cada atributo  
 ex:  $\text{Dom}(\text{Nome}) = \text{Nomes de Pessoas}$
  - indique quais atributos podem e quais não podem receber valor nulo (restrições de *null*)

- d) crie uma instância da base de dados, e exemplifique tuplas válidas e inválidas de acordo com as restrições de integridade de uma BD relacional. Explique cada caso (qual é restrição e por que é ou não atendida em cada tupla).

- e) na sua opinião, o que é mais fácil: criar um esquema usando Modelo Relacional ou usando MER?