

Bases de Dados

Modelo Relacional

moacirponti@gmail.com

Modelo Relacional - Definição

- O **Modelo Relacional** é um modelo para armazenamento e manutenção de banco de dados, baseado em teoria dos conjuntos e álgebra relacional.
- Os primeiros conceitos foram desenvolvidos por Codd em 1970 e expandidos em 1979.
- Apesar do nome ser parecido, o **Modelo Relacional** NÃO É o mesmo que Modelo Entidade-Relacionamento, desenvolvido por Chen (1976).

Modelo Relacional - Definição

- O Modelo Relacional foi o primeiro modelo que se estabeleceu para aplicações comerciais
- Há uma base teórica substancial nos bancos de dados relacionais. Essa teoria apóia o projeto de banco de dados relacionais e permite um processamento eficiente.

Estrutura Básica de uma Relação

- Seja

cliente_nome = {João, Márcia, Denise, Marcelo}

cliente_rua = {Sete de Setembro, Augusta, Castelo Branco}

cliente_cidade = {Passos, São Paulo, Ribeirão Preto}

- Então

$R = \{$ (João, Sete de Setembro, Passos),
(Márcia, Augusta, São Paulo),
(Denise, Augusta, São Paulo),
(Marcelo, Castelo Branco, Ribeirão Preto) $\}$

- É uma relação entre:

cliente_nome x *cliente_rua* x *cliente_cidade*

Relações

- Todos os dados são representados como **relações**.
- Os valores atuais de uma relação, ou seja, uma instância de uma relação, pode ser chamado de *tabela*.
- Cada tabela tem um nome, único em todo o banco de dados

Aluno

| <u>CodMatr</u> | Nome | DataMatr |
|----------------|-----------|----------|
| 10001 | Fernando | 10/01/01 |
| 10002 | Marcela | 10/01/01 |
| 10010 | Fernanda | 01/03/01 |
| 20001 | Augusto | 01/03/04 |
| 30001 | Ana Clara | 01/05/05 |

Tuplas

- Uma **linha** em uma relação representa uma instância da relação com valores definidos, recebendo o nome de **TUPLA**

Exemplo:

(José da Silva, 10/08/1965, 140.610.654-10)

(Maria Fernanda Souza, 22/06/1983, 231.333.654-40)

(Ana Fernanda, 22/12/1975, 100.322.265-35)

são tuplas da relação *Pessoa*

Tuplas

- Uma **tupla** é composta de valores, os quais são chamados de **ATRIBUTOS** de uma relação

Exemplos:

Titulo x Diretor x Ano_Lancamento x Duracao
são atributos da relação *Filme*

Nome x Data_Nascimento x CPF
são atributos da relação *Pessoa*

Domínio

- Um atributo pode assumir um valor dentro de um conjunto de *valores possíveis*, este conjunto é denominado **DOMÍNIO** do atributo

Exemplo 1: Estado, atributo da relação *Cliente*, só pode assumir um valor dentro do conjunto: { SP, RJ, MG, ES, RS, PR, SC, BA, MS, MT, GO, PA, AM, AP, RO, ..., RN }

Exemplo 2: Temperatura, atributo da relação *Clima* só pode assumir valores do conjunto dos números reais no intervalo [-60 60]

Valores

- Todo valor no modelo relacional é ATÔMICO
 - **Indivisível: não pode ser recuperado em partes**
Ex: nome quando definido num único atributo
 - **Monovalorado**: assume apenas um valor para uma dada tupla e atributo, num dado instante

Tuplas e Domínio

- Na relação (tabela) Aluno, cada linha consiste de uma 3-tupla (a_1, a_2, a_3) , onde:
 - a_1 é o código de matrícula do aluno e está no domínio D_1 ,
 - a_2 é o nome do aluno e está no domínio D_2 ,
 - a_3 é a data de matrícula do aluno e está no domínio D_3 .

- Aluno é, portanto, um subconjunto dos domínios:

$$D_1 \times D_2 \times D_3$$

- Esta definição corresponde à definição matemática de *relação*, parecida com a de *tabela*

Aluno

| <u>CodMatr</u> | Nome | DataMatr |
|----------------|-----------|----------|
| 10001 | Fernando | 10/01/01 |
| 10002 | Marcela | 10/01/01 |
| 10010 | Fernanda | 01/03/01 |
| 20001 | Augusto | 01/03/04 |
| 30001 | Ana Clara | 01/05/05 |

Tuplas e Domínio

- Na relação (tabela) Aluno, existem 5 tuplas e 3 atributos
- Todos os atributos devem possuir domínio *atômico*.
- Um domínio é atômico se todos os elementos deste domínio são considerados indivisíveis.
 - Ou seja, não são permitidos atributos compostos ou multivalorados

- No exemplo, claramente os atributos possuem domínios diferentes
- Um valor especial, nulo (*NULL*) pode ser usado para representar dados não conhecidos ou opcionais

Aluno

| <u>CodMatr</u> | Nome | DataMatr |
|----------------|-----------|----------|
| 10001 | Fernando | 10/01/01 |
| 10002 | Marcela | 10/01/01 |
| 10010 | Fernanda | 01/03/01 |
| 20001 | Augusto | 01/03/04 |
| 30001 | Ana Clara | 01/05/05 |

Superchave

- Conjunto de atributos na relação que identifique **univocamente** cada tupla
 - Forma um conjunto de valores que não se repete
 - Exemplo:
 - Na relação **Cliente** = {CPF, Nome, DataNasc, NomeMae}
 - $SCH_1(\text{Cliente}) = \{\text{Nome}, \text{NomeMae}, \text{DataNasc}\}$
 - $SCH_2(\text{Cliente}) = \{\text{Nome}, \text{CPF}\}$

Chave

- **Superchave mínima:** uma superchave da qual não se pode retirar nenhum atributo sem perder a propriedade de identificação única
 - Exemplo:
 - Na relação **Cliente** = {**CPF**, **Nome**, **DataNasc**, **NomeMae**}
 - $SCH_2(\text{Cliente}) = \{\text{Nome}, \text{CPF}\}$
 - $CH_2(\text{Cliente}) = \{\text{CPF}\}$

Chave Candidata

- Pode existir mais de uma **chave** numa mesma relação
 - São chamadas chaves candidatas

Exemplo: Na relação **Aluno**:

- $CH_1(\text{Aluno}) = \{ \text{NUSP} \}$
- $CH_2(\text{Aluno}) = \{ \text{CPF} \}$

Chave Primária

- Cada relação possui uma **chave primária**, um identificador único constituído por um ou mais atributos escolhido dentre as chaves.

- A maioria das chaves primárias é uma coluna apenas

Exemplo: CODIGO_CLIENTE

- Em alguns casos pode ser composta por dois ou mais atributos

Exemplo: (COD_VENDA, NUM_PARCELA), ou seja, para identificar uma tupla desta tabela é preciso ter o código da venda e o número da parcela

Relação, Tuplas, Domínio e Grau

| | | | |
|------------------|----------------|-----------|----------|
| Esquema | Aluno | | |
| | <u>CodMatr</u> | Nome | DataMatr |
| Instância | 1001 | Fernando | 10/01/01 |
| | 1002 | Marcela | 10/01/01 |
| | 1010 | Fernanda | 01/03/01 |
| | 2001 | Augusto | 01/03/04 |
| | 3001 | Ana Clara | 01/05/05 |

Relação, Tuplas, Domínio e Grau

**Relação
(Tabela)**

Aluno

| <u>CodMatr</u> | Nome | DataMatr |
|----------------|-----------|----------|
| 1001 | Fernando | 10/01/01 |
| 1002 | Marcela | 10/01/01 |
| 1010 | Fernanda | 01/03/01 |
| 2001 | Augusto | 01/03/04 |
| 3001 | Ana Clara | 01/05/05 |

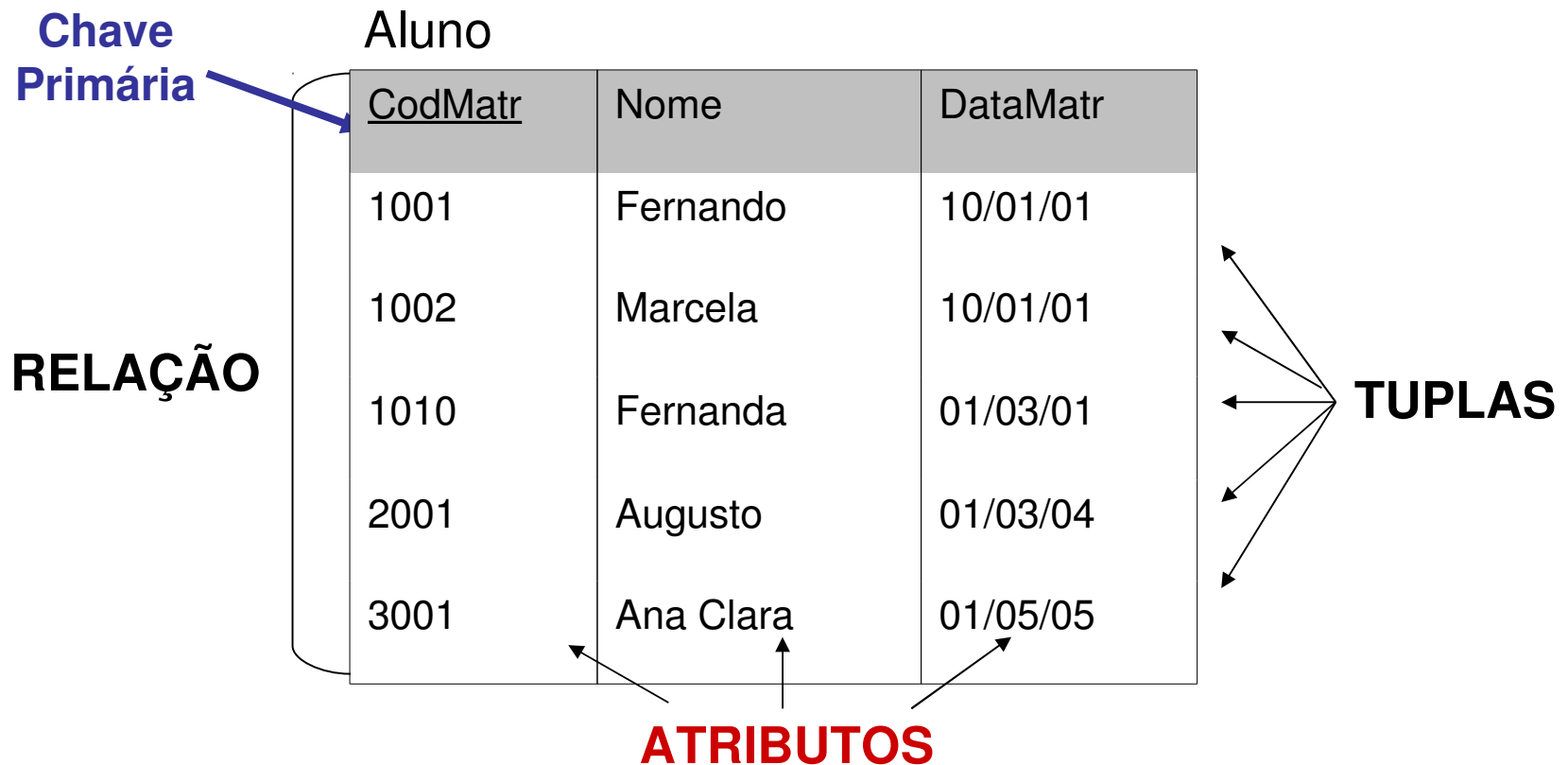
Relação, Tuplas, Domínio e Grau

RELAÇÃO

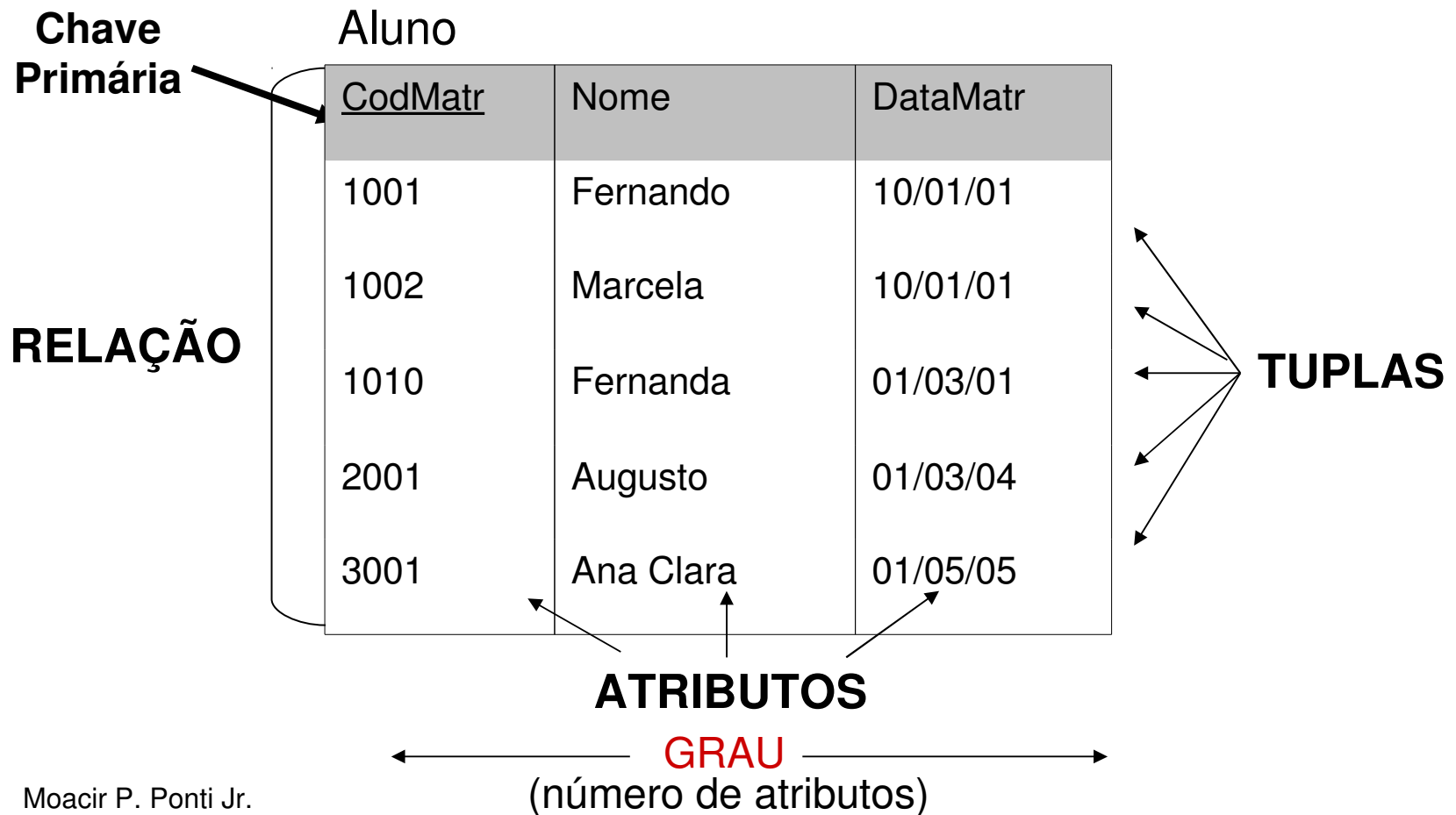
| Aluno | | |
|----------------|-----------|----------|
| <u>CodMatr</u> | Nome | DataMatr |
| 1001 | Fernando | 10/01/01 |
| 1002 | Marcela | 10/01/01 |
| 1010 | Fernanda | 01/03/01 |
| 2001 | Augusto | 01/03/04 |
| 3001 | Ana Clara | 01/05/05 |

TUPLAS

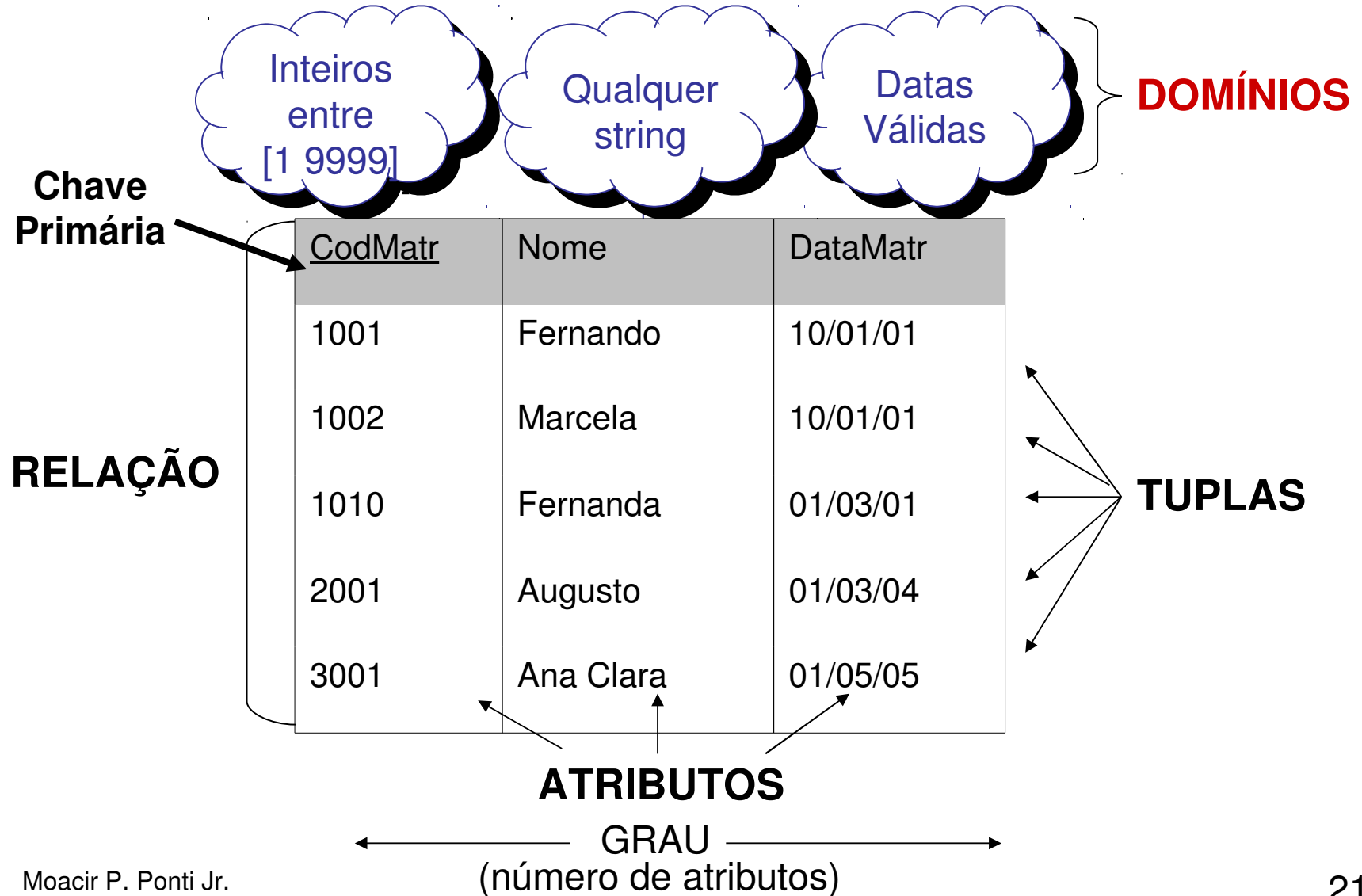
Relação, Tuplas, Domínio e Grau



Relação, Tuplas, Domínio e Grau



Relação, Tuplas, Domínio e Grau



Ordenação

- Uma relação é um conjunto de tuplas
- Não há noção de ordenação em teoria de conjuntos e, portanto, não existe teoricamente uma ordem para as tuplas
 - No entanto, há uma **ordem física de armazenamento**
- Em uma tupla os valores estão ordenados pela disposição dos atributos definidos no esquema

Terminologia

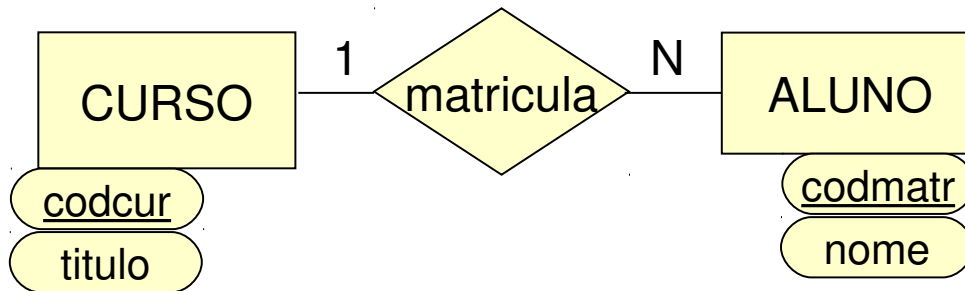
- Relação: Tabela
- Tupla: Registro, linha
- Atributo: Campo
- Valor
- *Relation Intension*: Esquema
- *Relation Extension*: Instância

Base de Dados Relacional

- O esquema **S** de uma base de dados relacional é composto por:
 - um conjunto de **esquemas de relações**
$$\mathbf{S} = \{R_1, R_2, \dots, R_N\}$$
 - um conjunto de **restrições de integridade I**
- **Uma (instância de) base de dados relacional** é composta por uma instância do conjunto de relações que satisfaz todas as restrições de integridade

Relacionamento entre Relações

- Como é possível relacionar tabelas no Modelo Relacional?
Exemplo: Como saber em qual curso um aluno está matriculado?



CURSO

| <u>CodCur</u> | Título |
|---------------|------------------------|
| A1 | Sistemas de Informação |
| B1 | Ciências Contábeis |
| B2 | Direito |

ALUNO

| <u>CodMatr</u> | Nome |
|----------------|----------|
| 1001 | Fernando |
| 1002 | Marcela |
| 1010 | Fernanda |
| 2001 | Augusto |

Chave Estrangeira

- Uma tabela se relaciona com outra incluindo-se nesta a chave primária da outra tabela.
- Esta coluna incluída é chamada **chave estrangeira**
- *Note que há compatibilidade de domínio entre os atributos.*

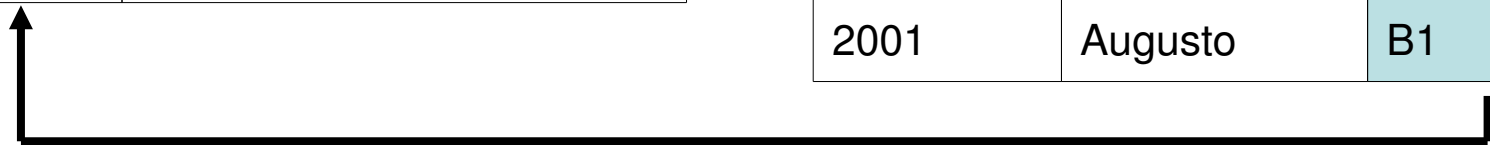
Exemplo: *Curso* é chave estrangeira de *Alunos*, que referencia a chave primária *CodCur* da tabela *Cursos*

CURSO

| <u>CodCur</u> | Título |
|---------------|------------------------|
| A1 | Sistemas de Informação |
| B1 | Ciências Contábeis |
| B2 | Direito |

ALUNO

| <u>CodMatr</u> | Nome | Curso |
|----------------|----------|-------|
| 1001 | Fernando | A1 |
| 1002 | Marcela | A1 |
| 1010 | Fernanda | B2 |
| 2001 | Augusto | B1 |



Esquema Relacional

- Constitui um esquema que representa as relações, atributos e chaves de um banco de dados relacional
- Há diversas formas de representar.
- Exemplos:

Curso = (cod_curso, titulo, area_conhecimento, duracao)

Disciplina = (cod_disc, titulo, curso, horas)

Curso

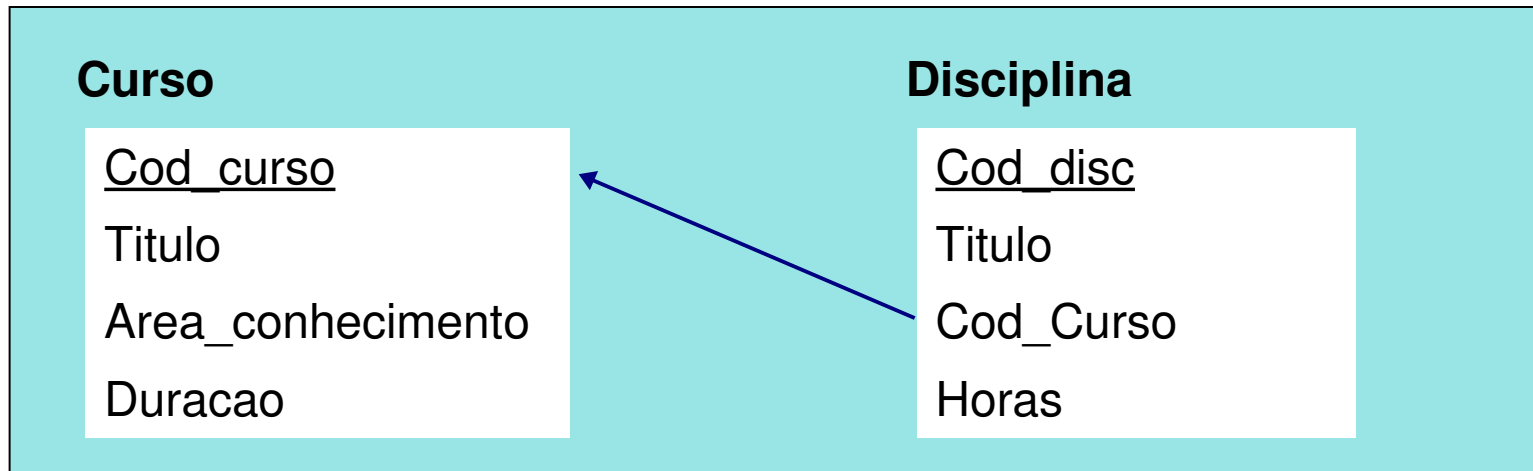
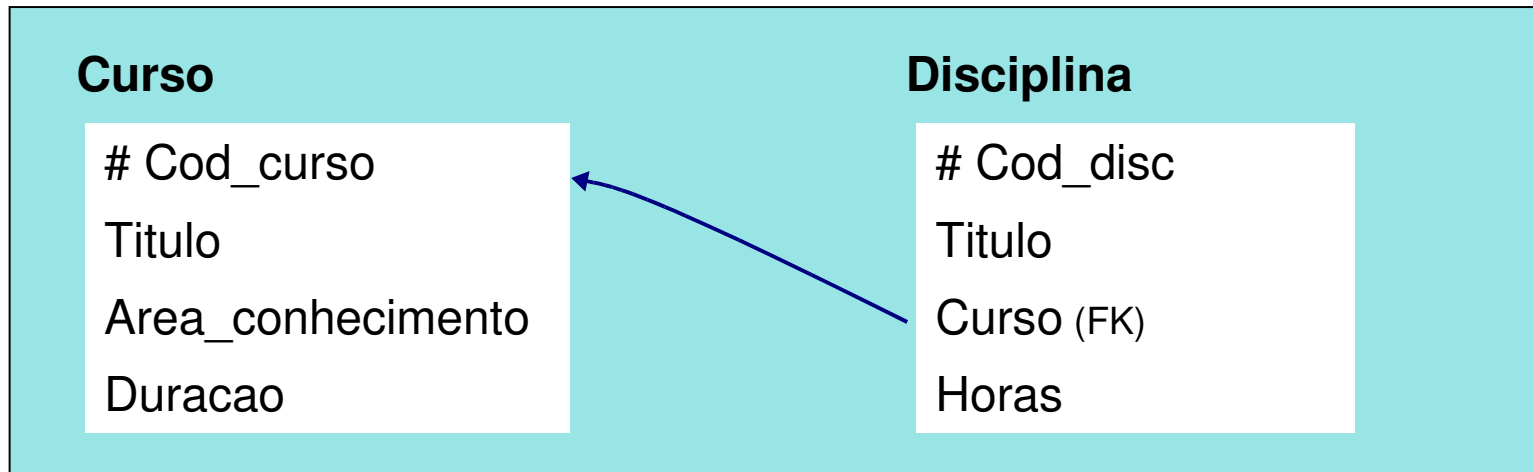
| | | | |
|------------------|--------|-------------------|---------|
| <u>Cod_curso</u> | Titulo | Area_conhecimento | Duracao |
|------------------|--------|-------------------|---------|

Disciplina

| | | | |
|-----------------|--------|-------|-------|
| <u>Cod_disc</u> | Titulo | Curso | Horas |
|-----------------|--------|-------|-------|

Esquema Relacional

- Outros Exemplos:



Exemplo: Esquema Relacional

aluno = (cod_aluno, nome, data_nasc, CPF, endereco, telefone)

matricula = (num_matricula, data, cod_aluno, cod_curso)

professor = (cod_professor, nome, data_nasc, titulacao, area)

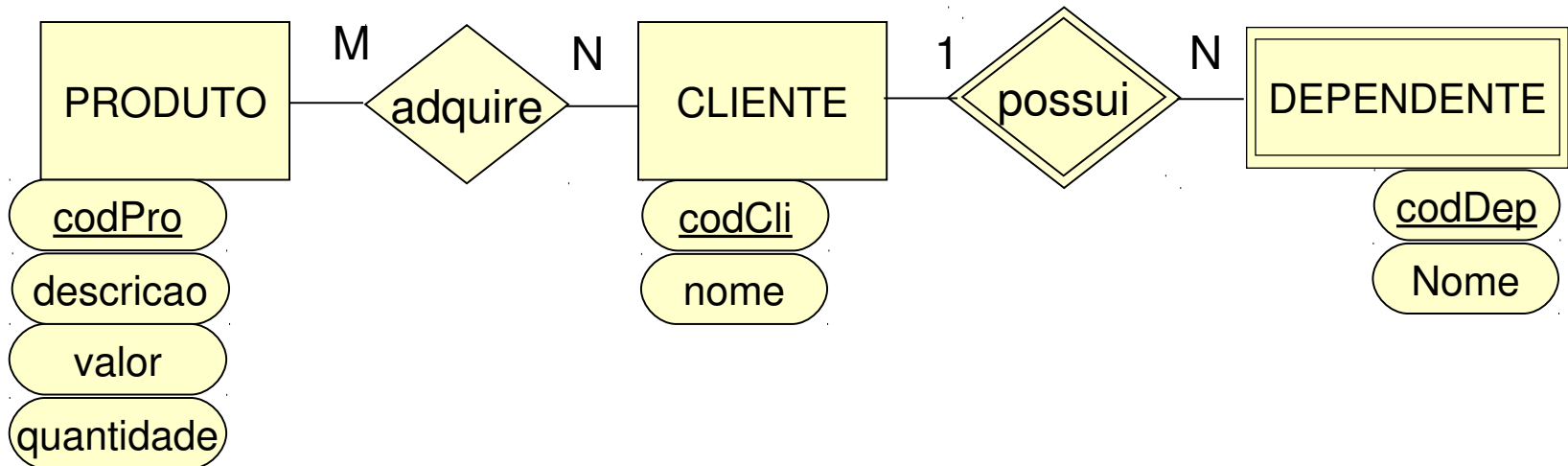
curso = (cod_curso, titulo, area_conhecimento, periodo, duracao)

disciplina = (cod_disc, titulo, curso)

leciona = (cod_professor, cod_disc)

Exercício

- Defina o esquema relacional, com suas chaves primárias e chaves estrangeiras para o DER abaixo:



Restrições de Integridade

- Restrições de Integridade são regras com respeito aos valores que podem ser armazenados nas relações e que devem ser sempre satisfeitas, em quaisquer das relações do banco de dados.
- São elas, principalmente:
 - **Restrição de Unicidade de Chave**
 - **Restrição de Integridade da Entidade**
 - **Restrição de Integridade Referencial**

Restrições de Integridade

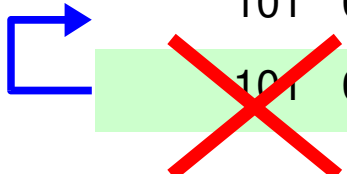
- Restrição de Unicidade de Chave

Uma chave primária não pode ter o mesmo valor em duas tuplas distintas de uma mesma relação

Exemplo: Dada uma relação *NotaFiscal*, um mesmo valor do atributo numNota (chave primária), não pode estar em duas tuplas distintas, pois perderia sua identidade.

NotaFiscal

| <u>numNota</u> | Emissão | Valor | Cliente |
|----------------|------------|--------|----------------|
| 100 | 01/02/2006 | 680,00 | 265.669.999-60 |
| 101 | 01/02/2006 | 80,00 | 665.990.997-70 |
| 101 | 02/03/2006 | 150,00 | 665.990.997-70 |



Modelo Relacional - Restrições

- Restrição de Integridade da Entidade
 - É possível definir no esquema os atributos que **podem e não podem assumir valor nulo**
 - Nulo pode significar *não informado*, *não disponível* ou *não se aplica*
 - O valor de um atributo a_i deve ser um valor atômico pertencente a **Dom(a_i)**

Modelo Relacional - Restrições

- Restrição de Integridade da Entidade

A chave primária de qualquer relação **não pode ter valor nulo** em nenhuma tupla da relação, pois isto faria com que a tupla não pudesse ser identificada e por consequência não poderia ser recuperada

Curso

CodCur

Título

A1

Sistemas de Informação

<NULL>

Direito

Modelo Relacional - Restrições

- Restrição de Integridade Referencial

Envolve duas relações e é usada para manter a consistência entre os dados de tabelas diferentes.

Esta restrição especifica que o valor de uma chave estrangeira **deve existir** na relação a qual faz referência

Curso

| <u>CodCur</u> | Título |
|---------------|------------------------|
| A1 | Sistemas de Informação |

Aluno

| <u>CodMatr</u> | Nome | Curso |
|----------------|----------|-------|
| 10001 | Fernando | A1 |
| 10002 | Marcela | A1 |
| 20001 | Augusto | B1 |

O valor 'B1' desta tupla não existe em *Cursos*, ferindo a integridade referencial

Projeto Lógico

- Projeto Lógico
 - criação de domínios
 - criação dos esquemas de relação
 - definição de
 - restrições de relação
 - restrições de integridade

Modelo Relacional – Resumo (1)

- O Modelo Relacional é um conjunto de especificações para Banco de Dados digitais, formulado especialmente para bancos grandes e compartilhados entre vários usuários
- Os dados são armazenados em tabelas, que são **relações**.
- As relações possuem **atributos**.
- **Domínio** é o conjunto de valores que um atributo pode assumir
- As instâncias das relações são **tuplas**, dados que preenchem as tabelas.

Modelo Relacional – Resumo (2)

- **Chave primária** é o atributo que identifica uma tupla em uma relação
- **Chave estrangeira** é um atributo de uma relação que faz referência a outra relação.
- **Restrições** são regras que permitem manter a consistência dos dados armazenados.
- **A Restrição de Integridade Referencial** especifica que o valor de uma chave estrangeira deve existir em alguma tupla da relação a qual faz referência.

Modelo Relacional - Bibliografia

- ELMASRI; NAVATHE. O Modelo de Dados Relacional e Restrições de Bases de Dados Relacionais (capítulo 3). Em: **Sistemas de Banco de Dados**, Pearson, 6.ed.
- SILBERSCHATZ et al. Modelo Relacional (capítulo 3). Em: **Sistema de Banco de Dados**, Pearson, 1999.
- TAKAI; ITALIANO; FERREIRA,J.E. O Modelo de Dados Relacional (capítulo 5). Em: **Introdução a Banco de Dados** (apostila). DCC-IME-USP, 2005
- BIAJIZ, M. Modelo Relacional (capítulo 3). Em: **Banco de Dados** (apostila). DC-UFSCar, 2001.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

- CODD, E.F. **A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks**. *Communications of the ACM*, v.13, n.6, 1970 pp. 377-387. (artigo original do Modelo Relacional)

Exercício – Projeto Lógico

Um médico deseja informatizar sua clínica, armazenando as informações de seus pacientes, das consultas e dos exames realizados por eles. Cada paciente pode realizar vários exames na clínica. Além disso, a cada exame realizado por um paciente está associado um diagnóstico principal. Armazenar o nome, RG, telefone e endereço de cada paciente. Os exames possuem um código e um tipo. É importante ainda que o sistema permita a geração de um relatório mensal de todos os exames realizados no mês por um paciente.

- a)** crie o esquema relacional com chave primária e restrições de integridade referencial;
- b)** defina os domínios (com 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:** Dom(Nome) = Nomes de Pessoas, e indique os atributos que podem e os que não podem receber valor nulo
- d)** crie uma instância da base de dados, e exemplifique tuplas válidas e inválidas de acordo com as restrições de integridade da BD relacional. Explique cada caso (qual é restrição e por que é ou não atendida em cada tupla).