



Instituto de Tecnologia - ITEC  
Faculdade de Engenharia da Computação

# BANCO DE DADOS

## Unidade III – Modelo de Dados Lógico PARTE 4

**Nov/2012**

**Fabíola Araújo**

*[fpoliveira@ufpa.br](mailto:fpoliveira@ufpa.br)*

# Roteiro

2

- Modelo Relacional
- Mapeamento do Modelo ER para o Relacional
- Modelo Hierárquico
- Modelo em Rede
- **Técnicas de Normalização**

# Conceitos Básicos

3

## □ Esquema da Relação

▣ Agrupamento de atributos de uma relação (tabela)

■ Ex.

### EMPREGADO

Nome_Emp	<u>CPF</u>	Data_Nasc	Endereço	Numero_Depto
----------	------------	-----------	----------	--------------

### DEPARTAMENTO

Nome_Depto	<u>Numero_Depto</u>	CPF_Ger
------------	---------------------	---------

# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

4

## 1. Semântica dos atributos das relações

- Ao agruparmos atributos, cada um deles terá um significado (semântica).
- Interpretação dos valores dos atributos.

■ Ex.

EMPREGADO

Nome_Emp	<u>CPF</u>	Data_Nasc	Endereço	Numero_Depto
----------	------------	-----------	----------	--------------

DEPARTAMENTO

Nome_Depto	<u>Numero_Depto</u>	CPF_Ger
------------	---------------------	---------

LOCALIZACOES\_DEPTO

<u>Numero_Depto</u>	<u>Localizacao_Depto</u>
---------------------	--------------------------

# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

5

**Norma 1** → Projete esquema de relações que sejam fáceis de explicar o significado.

# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

6

## 2. Informações redundantes em tuplas e anomalias de atualizações

- Informações repetidas
- Minimizar o espaço de armazenamento.
- **Ex1.**

EMP\_DEPTO

Nome_Emp	<u>CPF</u>	Data_Nasc	Endereço	Numero_Depto	Nome_Depto	CPF_Ger
Antonio	5874	02/05/69	Rua 9	2	Pesquisa	4189
Paulo	2378	11/11/70	Rua 12	1	Administração	2418
Ricardo	1478	23/07/72	Rua 14	2	Pesquisa	4189
Renata	3659	15/03/75	Rua 28	3	Coordenação	9822

# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

7

## □ Ex2.

**EMPREGADO**

Nome_Emp	<u>CPF</u>	Data_Nasc	Endereço	Numero_Depto
Antonio	5874	02/05/69	Rua 9	2
Paulo	2378	11/11/70	Rua 12	1
Ricardo	1478	23/07/72	Rua 14	2
Renata	3659	15/03/75	Rua 28	3

**DEPARTAMENTO**

Nome_Depto	<u>Numero_Depto</u>	CPF_Ger
Administração	1	2418
Pesquisa	2	4189
Coordenação	3	9822

# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

8

## □ Anomalias de Atualizações

### ▣ **Anomalia de Inclusão**

EMP\_DEPTO

Nome_Emp	<u>CPF</u>	Data_Nasc	Endereço	Numero_Depto	Nome_Depto	CPF_Ger
Antonio	5874	02/05/69	Rua 9	2	Pesquisa	4189
Paulo	2378	11/11/70	Rua 12	1	Administração	2418
Ricardo	1478	23/07/72	Rua 14	2	Pesquisa	4189
Renata	3659	15/03/75	Rua 28	3	Coordenação	9822

- Incluir valores para os atributos de Empregado e de Departamento;



# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

9

## ■ **Anomalia de Inclusão**

- Valores nulos se o empregado não tem departamento;
- Incluir departamento que não tenha empregados;
- Valores nulos para atributos de empregado ?



**Chave primária** de Emp\_Depto

# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

10

## ■ Anomalia de Exclusão

- Excluir o último empregado do departamento ?
- Informações do departamento ?

EMP\_DEPTO

Nome_Emp	<u>CPF</u>	Data_Nasc	Endereço	Numero_Depto	Nome_Depto	CPF_Ger
Antonio	5874	02/05/69	Rua 9	2	Pesquisa	4189
Paulo	2378	11/11/70	Rua 12	1	Administração	2418
Ricardo	1478	23/07/72	Rua 14	2	Pesquisa	4189
Renata	3659	15/03/75	Rua 28	3	Coordenação	9822

# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

11

## ■ Anomalia de Modificação

- Alterar o chefe do departamento 2 (Pesquisa) ?
- Como proceder a essa alteração ?

EMP\_DEPTO

Nome_Emp	<u>CPE</u>	Data_Nasc	Endereço	Numero_Depto	Nome_Depto	CPF_Ger
Antonio	5874	02/05/69	Rua 9	2	Pesquisa	4189
Paulo	2378	11/11/70	Rua 12	1	Administração	2418
Ricardo	1478	23/07/72	Rua 14	2	Pesquisa	4189
Renata	3659	15/03/75	Rua 28	3	Coordenação	9822

# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

12

**Norma 2 →** Projete esquema de relações para que não existam anomalias de inclusão, exclusão e modificação.

# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

13

## 3. Valores nulos em tuplas

- ▣ Relação “gorda” (muitos atributos);
- ▣ Atributos não se aplicam à todas as tuplas;
- ▣ Muitos “nulos”.

■ Ex.

EMPREGADO

Nome_Emp	<u>CPE</u>	Data_Nasc	Endereço	Numero_Depto	Nome_Escritorio	End_Escritorio	Tel_Escritorio
----------	------------	-----------	----------	--------------	-----------------	----------------	----------------

# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

14

**Norma 3 →** Evite colocar atributos em uma relação que frequentemente podem receber valores “nulos”.

# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

15

## 4. Geração de tuplas inválidas

EMP\_PROJ1

<u>CPF</u>	<u>Numero_Proj</u>	Horas	Nome_Proj	Localizacao_Proj
123	1	32	Projeto X	Manaus
123	2	7	Projeto Y	Belém
666	3	40	Projeto Z	São Luís
453	1	32	Projeto X	Manaus
453	2	7	Projeto Y	Belém
333	2	10	Projeto Y	Belém
333	3	10	Projeto Z	São Luís

EMP\_LOCS

<u>Nome_Emp</u>	<u>Localizacao_Proj</u>
Paulo	Manaus
Paulo	Belém
Thais	São Luís
Janete	Manaus
Janete	Belém

CPF	Numero_Proj	Horas	Nome_Proj	Localizacao_Proj	Nome_Emp
123	1	32	Projeto X	Manaus	Paulo
123	1	32	Projeto X	Manaus	Janete
123	2	7	Projeto Y	Belém	Paulo
123	2	7	Projeto Y	Belém	Janete
666	3	40	Projeto Z	São Luís	Thais
453	1	32	Projeto X	Manaus	Paulo
453	1	32	Projeto X	Manaus	Janete
453	2	7	Projeto Y	Belém	Paulo
453	2	7	Projeto Y	Belém	Janete
333	2	10	Projeto Y	Belém	Paulo
333	2	10	Projeto Y	Belém	Janete
333	3	10	Projeto Z	São Luís	Thais

# Normas para Projeto de Esquemas de Relações

16

**Norma 4 →** Projete esquema de relações que possam ser “juntadas” com condições de igualdade de atributos, que sejam chaves primárias e chaves estrangeiras, em um modo que garanta que nenhuma tupla inválida será gerada.



# Dependência Funcional

17

## □ Definição

- Em uma entidade, um atributo (ou conjunto de atributos) **A** é dependente funcional de outro atributo **B**, se a cada valor de **B** existir apenas um único valor de **A**.

## ■ Ex.

Pedido

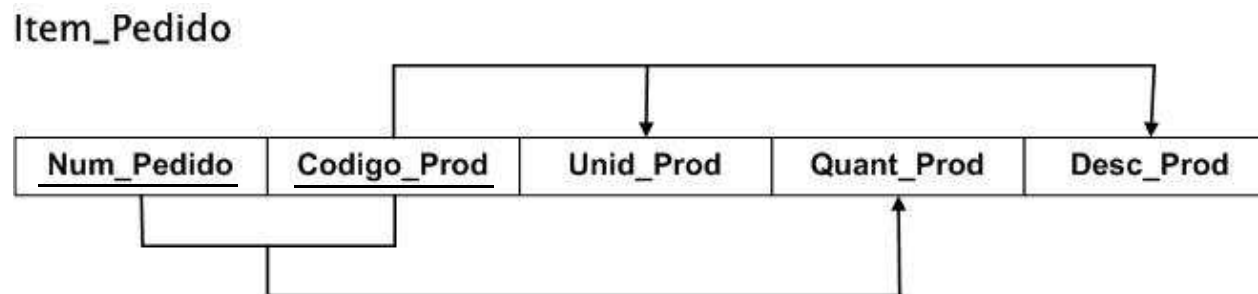
<u>Num_Pedido</u>	Prazo_Entrega	Cliente
-------------------	---------------	---------

# Dependência Funcional Total (Completa)

18

- Em uma chave primária **concatenada**, um atributo (ou conjunto de atributos) depende de forma **completa** da chave primária, se e somente se, a cada valor da chave, está associado um valor para cada atributo.

■ Ex.

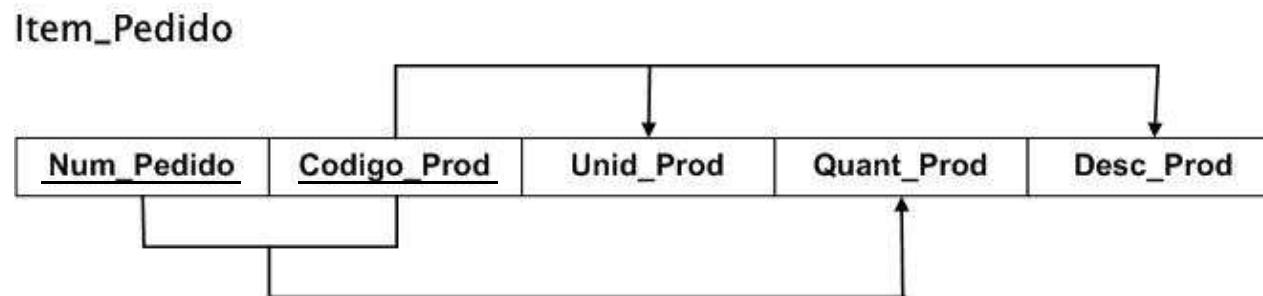


# Dependência Funcional Parcial

19

- Um atributo possui dependência parcial se depende apenas de **parte** da **chave primária concatenada**.

■ Ex.

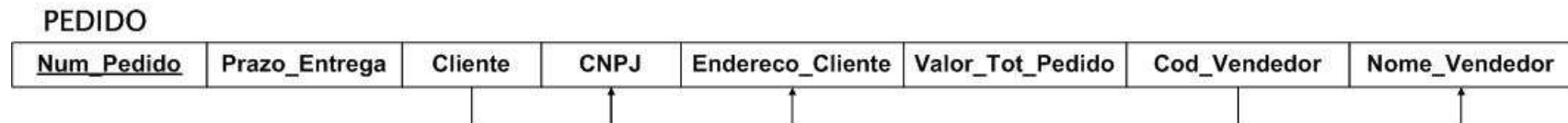


# Dependência Transitiva

20

- Quando um atributo (ou conjunto de atributos) **A** depende de outro atributo **B** que **não pertence à chave primária**, mas que é **dependente funcional** desta.

■ Ex.



# Introdução à Normalização

21

- Testes para verificar se uma relação satisfaz uma certa forma normal.

✓ 1ª FN	Dependências Funcionais
✓ 2ª FN	
✓ 3ª FN	
✓ FNBC	
✓ 4ª FN	(Forma Normal de Boyce-Codd)
✓ 5ª FN	Dependência Multivalorada
	Dependência de Junção

# Introdução à Normalização

22

## □ Objetivos

1. Diminuir **redundâncias**;
2. Reduzir **anomalias** (inclusão, exclusão e modificação).

***Mantendo sempre...***

- ✓ **Junção** sem perda;
- ✓ Preservação da **dependência**.

# 1ª Forma Normal (1 FN)

23

- Uma relação **R** está na primeira forma normal (1 FN), se e somente se, todos os domínios de atributos contiverem **valores atômicos** (indivisíveis);
- ☠ Não são permitidos atributos **multivalorados** e nem **compostos**.

# 1ª Forma Normal (1 FN)

24

□ Ex.

**DEPARTAMENTO**

<u>Numero_Depto</u>	Nome_Depto	CPF_Ger	Localizacao_Depto
1	Pesquisa	2541	Manaus, Belém
2	Administração	9854	Brasília
3	Coordenação	5897	São Luís



# 1ª Forma Normal (1 FN)

25

## □ 1ª Solução

- ▣ Relação na 1 FN com **redundância**.

DEPARTAMENTO

<u>Numero_Depto</u>	Nome_Depto	CPF_Ger	<u>Localizacao_Depto</u>
1	Pesquisa	2541	Manaus
1	Pesquisa	2541	Belém
2	Administração	9854	Brasília
3	Coordenação	5897	São Luís

- Chave primária = Numero\_depto + localizacao\_depto.

# 1ª Forma Normal (1 FN)

26

## □ 2ª Solução

- ▣ Relação na 1 FN, substituindo o atributo **multivalorados** por **vários atômicos**.

DEPARTAMENTO

<u>Numero_Depto</u>	Nome_Depto	CPF_Ger	Localizacao1_Depto	Localizacao2_Depto
1	Pesquisa	2541	Manaus	Belém
2	Administração	9854	Brasília	NULO
3	Coordenação	5897	São Luís	NULO

- Chave primária = Permanece apenas Numero\_depto.

# 1ª Forma Normal (1 FN)

27

## □ 3ª Solução

- ▣ Relação na 1 FN, decompondo a relação não -1 FN em duas relações na 1 FN.

DEPARTAMENTO

<u>Numero_Depto</u>	Nome_Depto	CPF_Ger
1	Pesquisa	2541
2	Administração	9854
3	Coordenação	5897

DEPARTAMENTO\_LOCALIZACAO

<u>Numero_Depto</u>	<u>Localizacao_Depto</u>
1	Manaus
1	Belém
2	Brasília
3	São Luís

- Chave primária = Numero\_depto + localizacao\_depto.

# 1ª Forma Normal (1 FN)

28

## □ 4ª Solução

- ▣ Relação na 1 FN com atributo composto e multivalorado.

**EMP\_PROJ**

<u>CPE</u>	Nome_Emp	Projs	
		Num_Proj	Horas

**EMP\_PROJ1**

<u>CPE</u>	Nome_Emp
------------	----------

**EMP\_PROJ2**

<u>CPE</u>	<u>Num_Proj</u>	Horas
------------	-----------------	-------

- Chave primária = **CPF**.

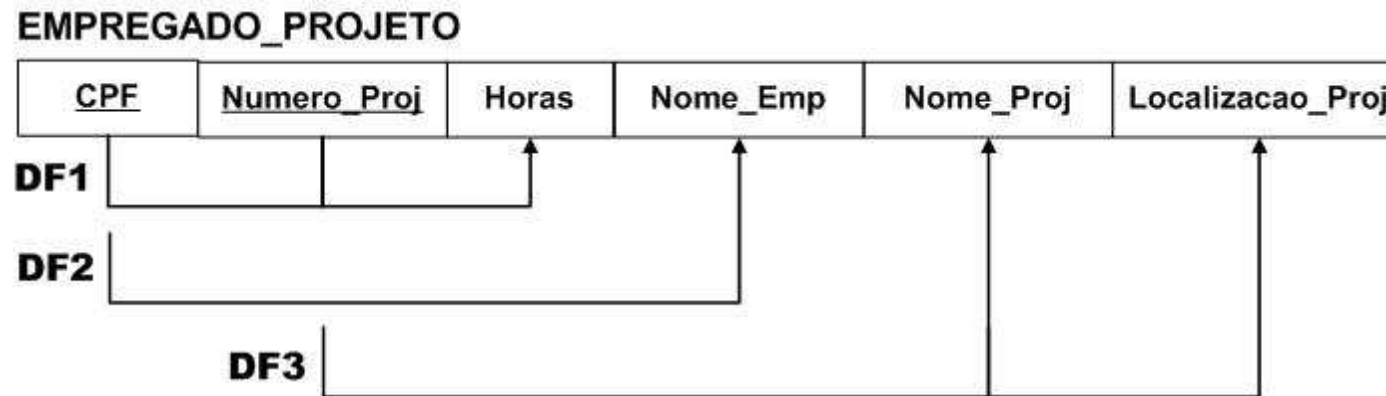
# 2ª Forma Normal (2 FN)

29

- Uma relação **R** está na ***segunda forma normal*** (2 FN), se e somente se, ela estiver na **1 FN** e todos os atributos não-chave forem totalmente dependentes da chave primária (dependência funcional total).

# 2ª Forma Normal (2 FN)

30



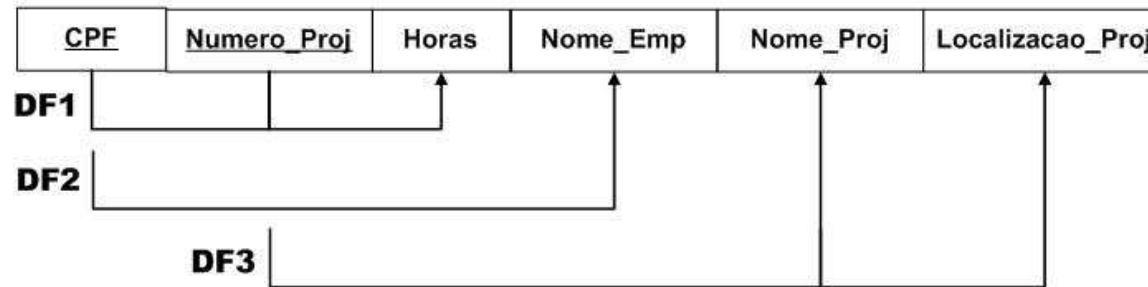
## □ Solução

- Criar uma **relação** para cada **dependência funcional total**.

# 2ª Forma Normal (2 FN)

31

EMPREGADO\_PROJETO



EMP\_PROJ1

<u>CPE</u>	<u>Numero_Proj</u>	Horas
------------	--------------------	-------

EMP\_PROJ2

<u>CPE</u>	Nome_Emp
------------	----------

EMP\_PROJ3

<u>Numero_Proj</u>	Nome_Proj	Localizacao_Proj
--------------------	-----------	------------------

2FN →

# 3ª Forma Normal (3 FN)

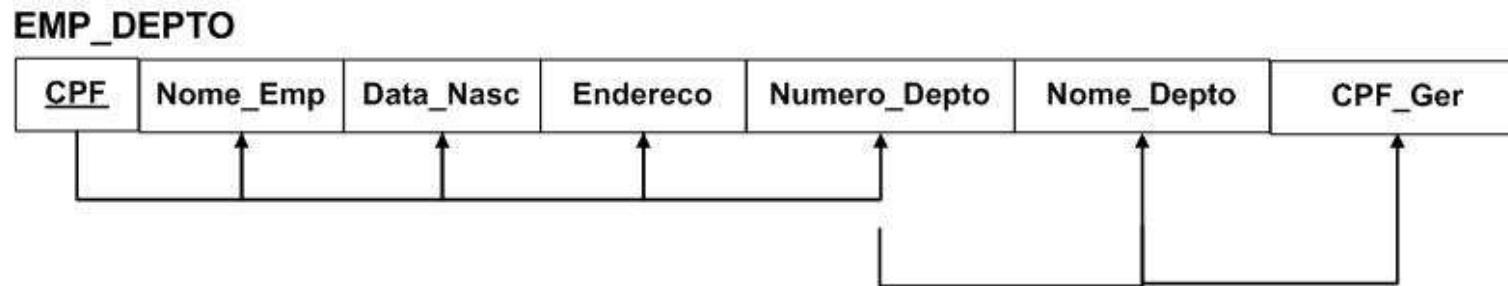
32

- Uma relação **R** está na **terceira forma normal** (3 FN), se e somente se, nenhum de seus atributos possui dependência transitiva em relação a outro atributo da entidade que não participe da chave primária.



# 3ª Forma Normal (3 FN)

33



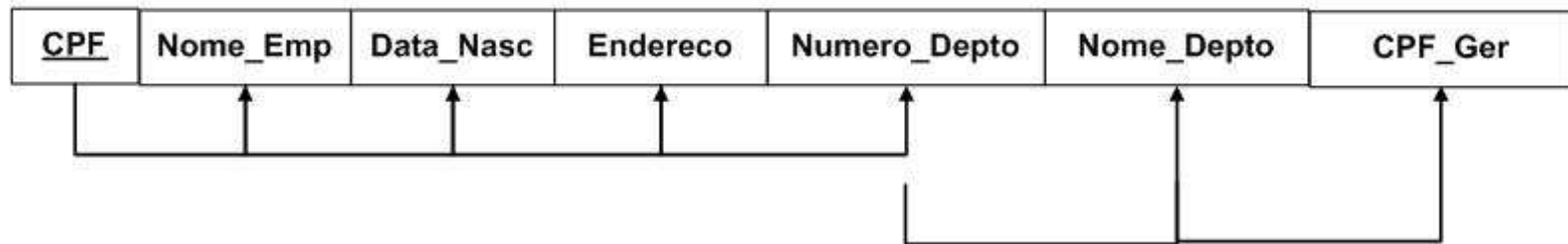
## □ Solução

- Criar uma **relação** para o atributo que possui **dependência transitiva**.

# 3ª Forma Normal (3 FN)

34

EMP\_DEPTO



EMP\_DEPTO1

<u>CPF</u>	Nome_Emp	Data_Nasc	Endereco	Numero_Depto
------------	----------	-----------	----------	--------------

3FN →

EMP\_DEPTO2

<u>Numero_Depto</u>	Nome_Depto	CPF_Ger
---------------------	------------	---------

# Forma Normal Boyce-Codd (FNBC)

35

## □ Dependência Funcional

- ▣ Dado dois conjuntos de atributos **A** e **B** de uma entidade **E**.
  - **B** é funcionalmente dependente de **A** ou...
  - **A** determina **B** ou...
  - **B** depende de **A**.
- ▣ Se a cada valor de **A** estiver associado um, e só um, valor de **B**.

# Forma Normal Boyce-Codd (FNBC)

36

□ Notação: **A → B** (A determina B)

▣ Ex.

Num_Func	Nome	Sobrenome	Depto
1021	Sofia	Reis	900
1022	Afonso	Reis	700
1023	Antônio	Cardoso	900

▣ Depto → Num\_Func, Num\_Func → Depto,  
Nome → Num\_Func, Num\_Func → Sobrenome.

# Forma Normal Boyce-Codd (FNBC)

37

## □ Definição

- Uma relação **R** está na forma normal Boyce-Codd (FNBC) quando todo **determinante** da **relação** for uma **chave candidata**.

## □ Quando é necessária a FNBC ?

- A entidade tem várias chaves candidatas;
- As chaves candidatas são compostas;
- As chaves candidatas possuem pelo menos um atributo em comum.

# Forma Normal Boyce-Codd (FNBC)

38

□ Ex.

Seminário	Estudante	Instrutor	Num_Part
S1	1022	Reis	12
S1	3088	Couto	12
S2	1022	Pires	14
S2	4325	Guedes	14

- Cada **seminário** é dirigido por **dois** instrutores, mas um instrutor só pode **dirigir um seminário**.
- Um **estudante** pode participar em **mais do que um seminário**, mas é **orientado** somente por **um dos instrutores**.

# Forma Normal Boyce-Codd (FNBC)

39

## □ Chaves Candidatas

- ▣ Seminário, Estudante
- ▣ Estudante, Instrutor

Dependências Funcionais	Determinantes
Seminário, Estudante → Instrutor, Num_Part	<b>São chaves candidatas</b>
Estudante, Instrutor → Seminário, Num_Part	
Instrutor → Seminário	Não é chave candidata

# Forma Normal Boyce-Codd (FNBC)

40

## □ Solução

- Separar o(s) atributo(s) que dependem do(s) atributo(s) que não é (são) chave candidata, decompondo a relação em duas (ou mais) relações.

### Participante

<u>Estudante</u>	<u>Instrutor</u>	Num_Part
------------------	------------------	----------

### Orientador

<u>Instrutor</u>	Seminário
------------------	-----------



# 4ª Forma Normal (4 FN)

41

## □ Dependência Multivalorada (DMV)

- Dois ou mais atributos independentes tem um conjunto de valores (multivalorados) no mesmo esquema de relação.
- Consequência da 1FN.

■ Ex.

FORNECEDOR\_PECA

<u>Cod_Fornecedor</u>	<u>Cod_Peca</u>	<u>Cod_Comprador</u>
111	BA3	113
111	CJ10	113
111	88A	435
111	BA3	537

# 4ª Forma Normal (4 FN)

42

- Uma relação **R** está na quarta forma normal (4 FN), se e somente se, estiver na FNBC e, caso exista alguma DMV  $X \twoheadrightarrow Y$ , a DMV é trivial (ex.  $Y \subset X$  ou  $X \cup Y = R$ ).

□ Ex.

EMP

<u>Nome_Emp</u>	<u>Nome_Proj</u>	<u>Nome_Dependente</u>
Antônio	X	Marcos
Antônio	Y	Ana
Antônio	X	Ana
Antônio	Y	Marcos
Carlos	W	Karina
Carlos	X	Mário
Carlos	X	Karina
Carlos	W	Mário
Carlos	Z	Karina
Carlos	Z	Mário

# 4ª Forma Normal (4 FN)

43

## □ Na 4 FN:

EMP\_PROJETOS

<u>Nome_Emp</u>	<u>Nome_Proj</u>
Antônio	X
Antônio	Y
Carlos	W
Carlos	X
Carlos	Z

EMP\_DEPENDENTES

<u>Nome_Emp</u>	<u>Nome_Dependente</u>
Antônio	Marcos
Antônio	Ana
Carlos	Karina
Carlos	Mário

- ▣ Chave primária Emp\_Projetos = Nome\_emp + Nome\_Proj.
- ▣ Chave primária Emp\_Dep = Nome\_emp + Nome\_Dependente.

# 5ª Forma Normal (5 FN)

44

## □ Dependência de Junção (DJ)

- ▣ Ao **decompor** uma relação R, a **junção** deve ser aplicada simultaneamente à **todas** as **relações**, pois a junção de qualquer par de relações pode dar origem a registros inválidos.

# 5ª Forma Normal (5 FN)

45

- Uma relação R está na **quinta forma normal (5 FN)**, se e somente se, estiver na **4 FN** e puder ser reconstituída a partir da junção de todas as tabelas geradas, sem gerar informação inconsistente.
- Relacionamentos **mútiplos** (ternários, quaternários e outros)
- **Multidependência cíclica**

# 5ª Forma Normal (5 FN)

46

□ Ex.

**Disciplinas\_Aluno**

<u>Colegiado</u>	<u>Disciplina</u>	<u>Aluno</u>
Ciência Computação	CC1000	Filipe
Matemática	MA1201	Filipe
Ciência Computação	CC2000	Rodrigo
Ciência Computação	CC3000	Carla
Física	FI1000	Augusto
Química	QU1234	Alberto

**Coleg\_Disciplina**

<u>Colegiado</u>	<u>Disciplina</u>
Ciência Computação	CC1000
Matemática	MA1201
Ciência Computação	CC2000
Ciência Computação	CC3000
Física	FI1000
Química	QU1234

**Coleg\_Aluno**

<u>Colegiado</u>	<u>Aluno</u>
Ciência Computação	Filipe
Matemática	Filipe
Ciência Computação	Rodrigo
Ciência Computação	Carla
Física	Augusto
Química	Alberto

# 5ª Forma Normal (5 FN)

47

**Coleg\_Disciplina**

<u>Colegiado</u>	<u>Disciplina</u>
Ciência Computação	CC1000
Matemática	MA1201
Ciência Computação	CC2000
Ciência Computação	CC3000
Física	FI1000
Química	QU1234

**Coleg\_Aluno**

<u>Colegiado</u>	<u>Aluno</u>
Ciência Computação	Filipe
Matemática	Filipe
Ciência Computação	Rodrigo
Ciência Computação	Carla
Física	Augusto
Química	Alberto

**Disciplina\_Aluno**

<u>Disciplina</u>	<u>Aluno</u>
CC1000	Filipe
MA1201	Filipe
CC2000	Rodrigo
CC3000	Carla
FI1000	Augusto
QU1234	Alberto

# 5ª Forma Normal (5 FN)

48

□ Ex.

**Disciplinas\_Aluno**

<u>Colegiado</u>	<u>Disciplina</u>	<u>Aluno</u>
------------------	-------------------	--------------

↓ 5FN

**Coleg\_Disciplina**

<u>Colegiado</u>	<u>Disciplina</u>
------------------	-------------------

**Coleg\_Aluno**

<u>Colegiado</u>	<u>Aluno</u>
------------------	--------------

**Disciplina\_Aluno**

<u>Disciplina</u>	<u>Aluno</u>
-------------------	--------------



# Desnormalização

49

- Algumas entidades e relacionamentos (normalizados) em um banco de dados devem ser “desnormalizados”.
- **Objetivos**
  - ▣ Melhor **desempenho**;
  - ▣ Algumas **formas normais** não foram **exaustivamente** examinadas;
  - ▣ A **redução** das anomalias pode **causar problemas** (físicos) de **atualização** (efeito cascata).

# Desnormalização

50

- Ao optar pela desnormalização, considerar...
  - ✓ Custo da **redundância**;
  - ✓ **Anomalias** de atualização.