

Sistemas de Informação  
**GSI016 Banco de Dados 1**

# Dependência Funcional e Normalização

Profa. Maria Camila Nardini Barioni

[camila.barioni@ufu.br](mailto:camila.barioni@ufu.br)

Bloco B - sala 1B137

1º semestre de 2020

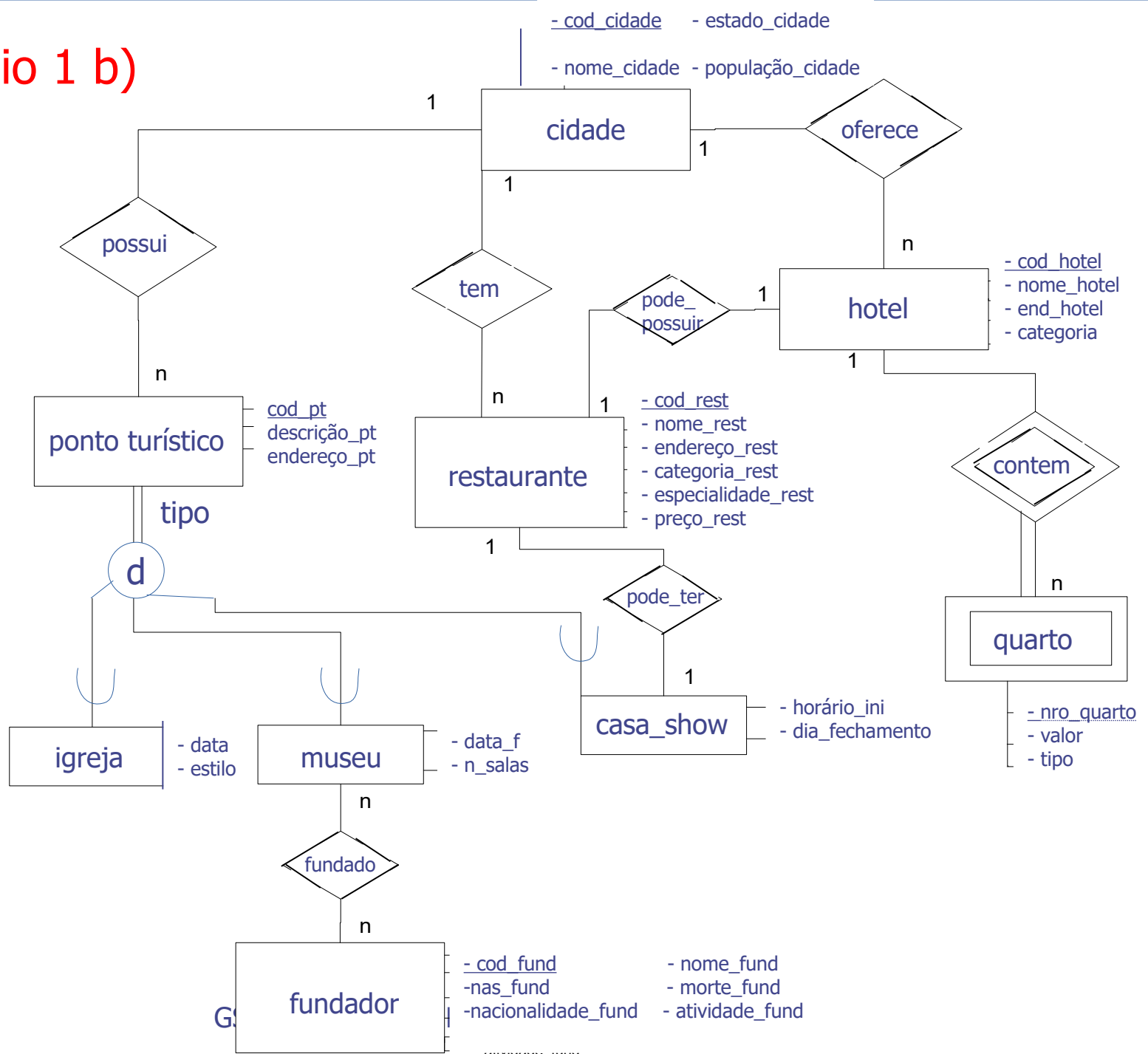
# Roteiro da aula

- ◆ Discussão exercícios aulas anteriores
- ◆ Medidas Informais para Avaliação da Qualidade de um projeto de BD
- ◆ Dependência Funcional
- ◆ Introdução aos conceitos de normalização
  - 1 FN
  - 2 FN



# **DISCUSSÃO EXERCÍCIOS AULAS ANTERIORES**

## Exercício 1 b)



# Modelo Relacional

**CIDADE** (cod\_cidade, nome\_cidade, estado\_cidade, populacao\_cidade)

**HOTEL** (cod\_hotel, nome\_hotel, end\_hotel, categoria\_hotel,  
cod\_cidade(CIDADE.cod\_cidade), cod\_rest(RESTAURANTE.cod\_rest))

**QUARTO** (cod\_hotel(HOTEL.cod\_hotel), nro\_quarto, tipo, valor)

**RESTAURANTE** (cod\_rest, nome\_rest, endereco\_rest, categoria\_rest,  
especialidade\_rest, preco\_rest, cod\_pt(CASA\_SHOW.cod\_pt),  
cod\_cidade(CIDADE.cod\_cidade), cod\_hotel(HOTEL.cod\_hotel))

**PONTO\_TURISTICO** (cod\_pt, endereco\_pt, descricao\_pt, tipo\_ponto,  
cod\_cidade(CIDADE.cod\_cidade))

**IGREJA** (cod\_pt(PONTO\_TURISTICO.cod\_pt), data, estilo)

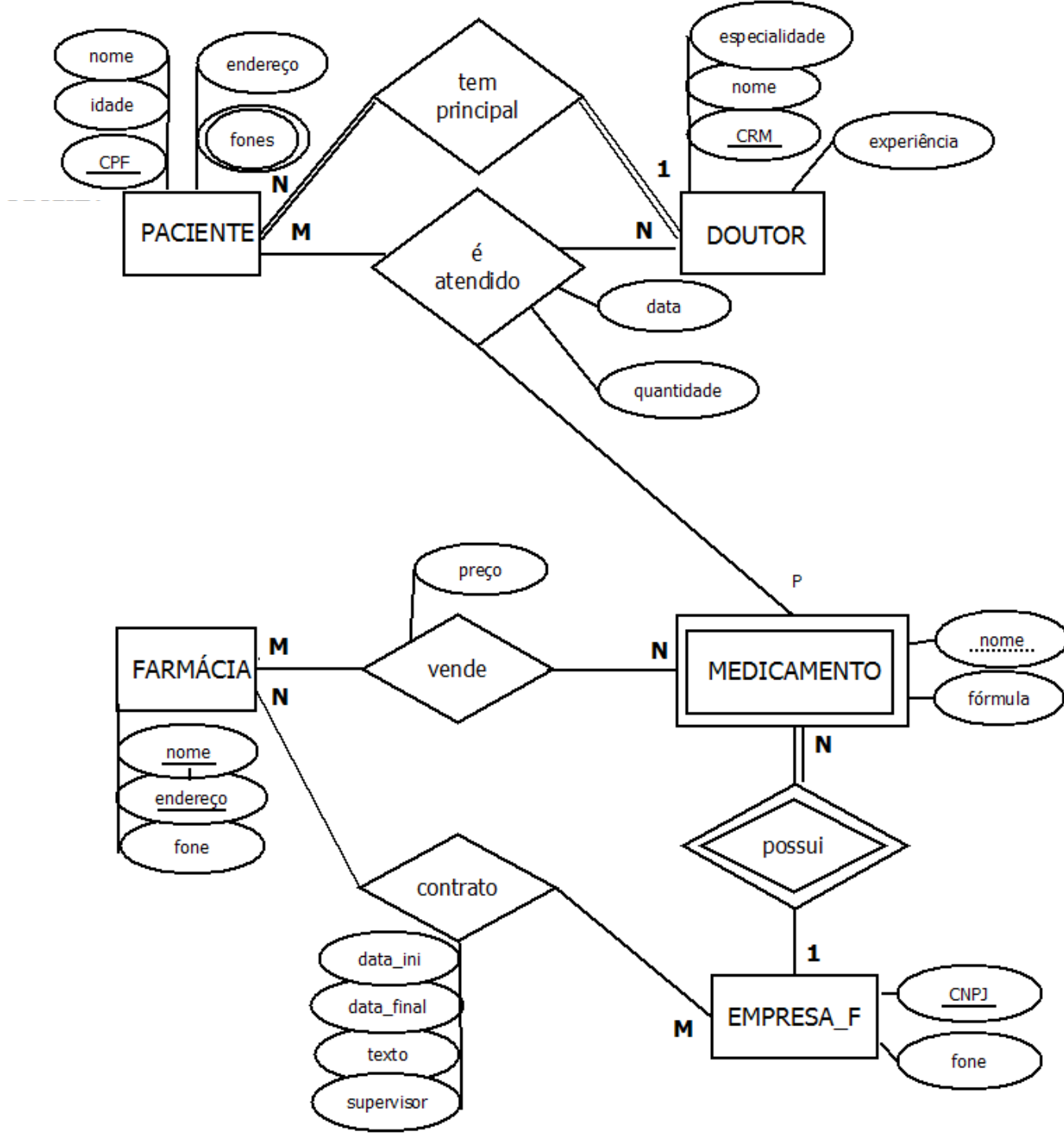
**CASA\_SHOW** (cod\_pt(PONTO\_TURISTICO.cod\_pt), horario\_inicio, dia\_fechamento)

**MUSEU** (cod\_pt(PONTO\_TURISTICO.cod\_pt), data\_fundacao, n\_salas)

**FUNDADOR** (cod\_fund, nome\_fund, nasc\_fund, morte\_fund, nacionalidade\_fund,  
atividade\_fund)

**FUNDADO** (cod\_pt(MUSEU.cod\_pt), cod\_fund(FUNDADOR.cod\_fund))

a)



# Modelo Relacional

PACIENTE (cpf, idade, nome, endereço, medicoPrincipal(DOUTOR.crm))

TELEFONE (cpf(PACIENTE.cpf), fone)

DOUTOR (crm, nome, especialidade, experiencia)

FARMACIA (nome, endereço, fone)

MEDICAMENTO(nome, fabricante(EMPRESA.cnpj), formula)

EMPRESA\_F (cnpj, fone)

ATENDIMENTO (paciente(PACIENTE.cpf), medico(DOUTOR.crm), medicamento  
(MEDICAMENTO.nome), fabricante (MEDICAMENTO.fabricante), data, quantidade)

VENDE (farmacia (FARMACIA.nome), endereço (FARMACIA.endereço), medicamento  
(MEDICAMENTO.nome), fabricante (MEDICAMENTO.fabricante), preço)

CONTRATO (farmacia (FARMACIA.nome), endereço (FARMACIA.endereço),  
empresa(EMPRESA\_F.cnpj), data\_ini, data\_final, texto, supervisor)



# **DEPENDÊNCIA FUNCIONAL E NORMALIZAÇÃO**



# Dependência Funcional e Normalização

- ◆ Cada esquema de relação consiste de um número de atributos e o esquema do banco de dados relacional consiste de um número de esquemas de relação
- ◆ É necessário uma maneira formal para mensurar o quanto um esquema de relação é melhor do que outro
  - Dependências funcionais
  - Formas normais

# Dependência Funcional e Normalização

## ◆ Processo de normalização

- oferece mecanismos para analisar o projeto do BD
  - ◆ identificação de erros
- oferece métodos para corrigir problemas

## ◆ Erros encontrados

- repetição de informação
- perda de informações
- incapacidade de representar certas informações

# Qualidade de um Projeto

## ◆ Medidas Informais

- semântica dos atributos
- redução de valores redundantes nas tuplas
- redução de valores *null* nas tuplas
- não geração de valores ilegítimos nas tuplas

# Semântica dos Atributos

EMPREGADO

chave estrangeira (f.k.)

|       |            |          |          |         |
|-------|------------|----------|----------|---------|
| ENOME | <u>SSN</u> | DATANASC | ENDERECO | DNUMERO |
|-------|------------|----------|----------|---------|

chave primária (p.k.)

DEPARTAMENTO

|       |                |         |
|-------|----------------|---------|
| DNOME | <u>DNUMERO</u> | DGERSSN |
|-------|----------------|---------|

chave primária (p.k.)

DEPT\_LOCALIZACOES

chave estrangeira (f.k.)

|                |                     |
|----------------|---------------------|
| <u>DNUMERO</u> | <u>DLOCALIZACAO</u> |
|----------------|---------------------|

chave primária (p.k.)

PROJETO

chave estrangeira (f.k.)

|       |                |              |      |
|-------|----------------|--------------|------|
| PNOME | <u>PNUMERO</u> | PLOCALIZACAO | DNUM |
|-------|----------------|--------------|------|

chave primária (p.k.)

TRABALHA\_EM

chave estrangeira (f.k.)

|            |                |       |
|------------|----------------|-------|
| <u>SSN</u> | <u>PNUMERO</u> | HORAS |
|------------|----------------|-------|

chave primária (p.k.)

Um esquema simplificado do banco de dados relacional  
EMPRESA

# Semântica dos Atributos

## EMPREGADO

| ENOME               | <u>SNN</u> | DATANASC   | ENDereco               | DNUMERO |
|---------------------|------------|------------|------------------------|---------|
| Smith,John B.       | 123456789  | 1965-01-09 | 731 Fondren,Houston,TX | 5       |
| Wong,Franklin T.    | 333445555  | 1955-12-08 | 638 Voss,Houston,TX    | 5       |
| Zelaya,Alicia J.    | 999887777  | 1968-07-19 | 3321 Castle,Spring,TX  | 4       |
| Wallace,Jennifer S. | 987654321  | 1941-06-20 | 291 Berry,Bellaire,TX  | 4       |
| Narayan,Remesh K.   | 666884444  | 1962-09-15 | 975 Fire Oak,Humble,TX | 5       |
| English,Joyce A.    | 453453453  | 1972-07-31 | 5631 Rice,Houston,TX   | 5       |
| Jabbar,Ahmad V.     | 987987987  | 1969-03-29 | 980 Dallas,Houston,TX  | 4       |
| Borg,James E.       | 888665555  | 1937-11-10 | 450 Stone,Houston,TX   | 1       |

## DEPARTAMENTO

| DNOME         | <u>DNUMERO</u> | DGERSSN   |
|---------------|----------------|-----------|
| Pesquisa      | 5              | 333445555 |
| Administração | 4              | 987654321 |
| Diretoria     | 1              | 888665555 |

## DEPT\_LOCALIZACOES

| <u>DNUMERO</u> | <u>DLOCALIZACAO</u> |
|----------------|---------------------|
| 1              | Houston             |
| 4              | Stafford            |
| 5              | Bellaire            |
| 5              | Sugarland           |
| 5              | Houston             |

## TRABALHA EM

| <u>SNN</u> | <u>PNUMERO</u> | HORAS |
|------------|----------------|-------|
| 123456789  | 1              | 32.5  |
| 123456789  | 2              | 7.5   |
| 666884444  | 3              | 40.0  |
| 453453453  | 1              | 20.0  |
| 453453453  | 2              | 20.0  |
| 333445555  | 2              | 10.0  |
| 333445555  | 3              | 10.0  |
| 333445555  | 10             | 10.0  |
| 333445555  | 20             | 10.0  |
| 999887777  | 30             | 30.0  |
| 999887777  | 10             | 10.0  |
| 987987987  | 10             | 35.0  |
| 987987987  | 30             | 5.0   |
| 987654321  | 30             | 20.0  |
| 987654321  | 20             | 15.0  |
| 888665555  | 20             | null  |

## PROJETO

| PNUMERO         | <u>PNUMERO</u> | PLOCALIZACAO | DNUM |
|-----------------|----------------|--------------|------|
| ProdutoX        | 1              | Bellaire     | 5    |
| ProdutoY        | 2              | Sugarland    | 5    |
| ProdutoZ        | 3              | Houston      | 5    |
| Automação       | 10             | Stafford     | 4    |
| Reorganização   | 20             | Houston      | 1    |
| NovosBenefícios | 30             | Stafford     | 4    |

# Semântica dos Atributos

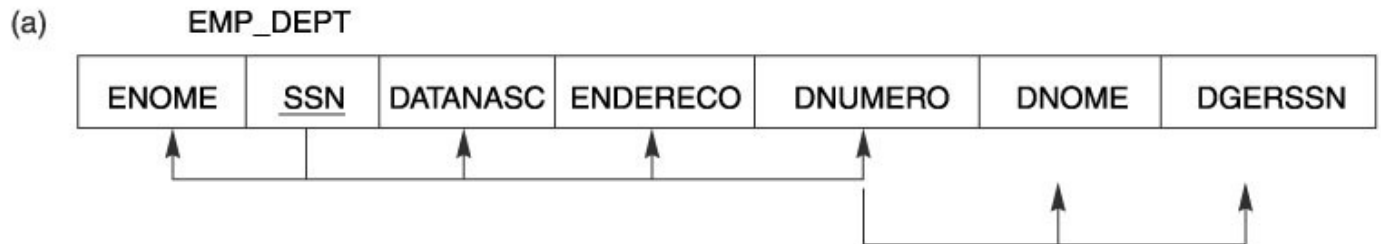
## ◆ Diretriz

- modele um esquema de relação de modo que seja fácil explicar o seu significado (i.e., a sua semântica)

## ◆ Visão prática

- não combine os atributos de diferentes tipos-entidade e tipos-relacionamento em um único esquema de relação

# Semântica dos Atributos



Dependência Funcional 1 (DF1)

Dependência Funcional 2 (DF2)

Dependência Funcional 3 (DF3)

Outros dois exemplos de esquemas de relação

# Redução de Valores Redundantes

| EMP_DEPT            |           |            |                        | redundância |                     |           |
|---------------------|-----------|------------|------------------------|-------------|---------------------|-----------|
| ENOME               | SSN       | DATANASC   | ENDERECO               | DNUMERO     | DNOME               | DGERSSN   |
| Smith,John B.       | 123456789 | 1965-01-09 | 731 Fondren,Houston,TX | 5           | Pesquisa            | 333445555 |
| Wong,Franklin T.    | 333445555 | 1955-12-08 | 638 Voss,Houston,TX    | 5           | Pesquisa            | 333445555 |
| Zelaya, Alicia J.   | 999887777 | 1968-07-19 | 3321 Castle,Spring,TX  | 4           | Administracao       | 987654321 |
| Wallace,Jennifer S. | 987654321 | 1941-06-20 | 291 Berry,Bellaire,TX  | 4           | Administracao       | 987654321 |
| Narayan,Ramesh K.   | 666884444 | 1962-09-15 | 975 FireOak,Humble,TX  | 5           | Pesquisa            | 333445555 |
| English,Joyce A.    | 453453453 | 1972-07-31 | 5631 Rice,Houston,TX   | 5           | Pesquisa            | 333445555 |
| Jabbar,Ahmad V.     | 987987987 | 1969-03-29 | 980 Dallas,Houston,TX  | 4           | Administracao       | 987654321 |
| Borg,James E.       | 888665555 | 1937-11-10 | 450 Stone,Houston,TX   | 1           | Sede Administrativa | 888665555 |

| EMP_PROJ  |         | redundância |                     | redundância      |              |
|-----------|---------|-------------|---------------------|------------------|--------------|
| SSN       | PNUMERO | HORAS       | ENOME               | PNOME            | PLOCALIZACAO |
| 123456789 | 1       | 32.5        | Smith,John B.       | ProdutoX         | Bellaire     |
| 123456789 | 2       | 7.5         | Smith,John B.       | ProdutoY         | Sugarland    |
| 666884444 | 3       | 40.0        | Narayan,Ramesh K.   | ProdutoZ         | Houston      |
| 453453453 | 1       | 20.0        | English,Joyce A.    | ProdutoX         | Bellaire     |
| 453453453 | 2       | 20.0        | English,Joyce A.    | ProdutoY         | Sugarland    |
| 333445555 | 2       | 10.0        | Wong,Franklin T.    | ProdutoY         | Sugarland    |
| 333445555 | 3       | 10.0        | Wong,Franklin T.    | ProdutoZ         | Houston      |
| 333445555 | 10      | 10.0        | Wong,Franklin T.    | Automação        | Stafford     |
| 333445555 | 20      | 10.0        | Wong,Franklin T.    | Reorganização    | Houston      |
| 999887777 | 30      | 30.0        | Zelaya,Alicia J.    | NovosBenefícios  | Stafford     |
| 999887777 | 10      | 10.0        | Zelaya,Alicia J.    | Automação        | Stafford     |
| 987987987 | 10      | 35.0        | Jabbar,Ahmad V.     | Automação        | Stafford     |
| 987987987 | 30      | 5.0         | Jabbar,Ahmad V.     | Novos benefícios | Stafford     |
| 987654321 | 30      | 20.0        | Wallace,Jennifer S. | Novos benefícios | Stafford     |
| 987654321 | 20      | 15.0        | Wallace,Jennifer S. | Reorganização    | Houston      |
| 888665555 | 20      | null        | Borg,James E.       | Reorganização    | Houston      |

Exemplo de estado  
para EMP\_DEPT e  
EMP\_PROJ



# Redução de Valores Redundantes

## EMPREGADO

| ENOME                | <u>SNN</u> | DATANASC   | ENDereco                 | DNUMERO |
|----------------------|------------|------------|--------------------------|---------|
| Smith, John B.       | 123456789  | 1965-01-09 | 731 Fondren, Houston, TX | 5       |
| Wong, Franklin T.    | 333445555  | 1955-12-08 | 638 Voss, Houston, TX    | 5       |
| Zelaya, Alicia J.    | 999887777  | 1968-07-19 | 3321 Castle, Spring, TX  | 4       |
| Wallace, Jennifer S. | 987654321  | 1941-06-20 | 291 Berry, Bellaire, TX  | 4       |
| Narayan, Remesh K.   | 666884444  | 1962-09-15 | 975 Fire Oak, Humble, TX | 5       |
| English, Joyce A.    | 453453453  | 1972-07-31 | 5631 Rice, Houston, TX   | 5       |
| Jabbar, Ahmad V.     | 987987987  | 1969-03-29 | 980 Dallas, Houston, TX  | 4       |
| Borg, James E.       | 888665555  | 1937-11-10 | 450 Stone, Houston, TX   | 1       |

## DEPARTAMENTO

| DNOME         | <u>DNUMERO</u> | DGERSSN   |
|---------------|----------------|-----------|
| Pesquisa      | 5              | 333445555 |
| Administração | 4              | 987654321 |
| Diretoria     | 1              | 888665555 |

## DEPT\_LOCALIZACOES

| <u>DNUMERO</u> | <u>DLOCALIZACAO</u> |
|----------------|---------------------|
| 1              | Houston             |
| 4              | Stafford            |
| 5              | Bellaire            |
| 5              | Sugarland           |
| 5              | Houston             |

## TRABALHA EM

| <u>SNN</u> | <u>PNUMERO</u> | HORAS |
|------------|----------------|-------|
| 123456789  | 1              | 32.5  |
| 123456789  | 2              | 7.5   |
| 666884444  | 3              | 40.0  |
| 453453453  | 1              | 20.0  |
| 453453453  | 2              | 20.0  |
| 333445555  | 2              | 10.0  |
| 333445555  | 3              | 10.0  |
| 333445555  | 10             | 10.0  |
| 333445555  | 20             | 10.0  |
| 999887777  | 30             | 30.0  |
| 999887777  | 10             | 10.0  |
| 987987987  | 10             | 35.0  |
| 987987987  | 30             | 5.0   |
| 987654321  | 30             | 20.0  |
| 987654321  | 20             | 15.0  |
| 888665555  | 20             | null  |

## PROJETO

| PNUMERO          | <u>PNUMERO</u> | PLOCALIZACAO | DNUM |
|------------------|----------------|--------------|------|
| ProdutoX         | 1              | Bellaire     | 5    |
| ProdutoY         | 2              | Sugarland    | 5    |
| ProdutoZ         | 3              | Houston      | 5    |
| Automação        | 10             | Stafford     | 4    |
| Reorganização    | 20             | Houston      | 1    |
| Novos Benefícios | 30             | Stafford     | 4    |

Exemplo do estado do banco de dados relacional  
EMPRESA

# Redução de Valores Redundantes

| EMP_DEPT            |           |            |                        | redundância |                     |           |
|---------------------|-----------|------------|------------------------|-------------|---------------------|-----------|
| ENOME               | SSN       | DATANASC   | ENDERECO               | DNUMERO     | DNOME               | DGERSSN   |
| Smith,John B.       | 123456789 | 1965-01-09 | 731 Fondren,Houston,TX | 5           | Pesquisa            | 333445555 |
| Wong,Franklin T.    | 333445555 | 1955-12-08 | 638 Voss,Houston,TX    | 5           | Pesquisa            | 333445555 |
| Zelaya, Alicia J.   | 999887777 | 1968-07-19 | 3321 Castle,Spring,TX  | 4           | Administracao       | 987654321 |
| Wallace,Jennifer S. | 987654321 | 1941-06-20 | 291 Berry,Bellaire,TX  | 4           | Administracao       | 987654321 |
| Narayan,Ramesh K.   | 666884444 | 1962-09-15 | 975 FireOak,Humble,TX  | 5           | Pesquisa            | 333445555 |
| English,Joyce A.    | 453453453 | 1972-07-31 | 5631 Rice,Houston,TX   | 5           | Pesquisa            | 333445555 |
| Jabbar,Ahmad V.     | 987987987 | 1969-03-29 | 980 Dallas,Houston,TX  | 4           | Administracao       | 987654321 |
| Borg,James E.       | 888665555 | 1937-11-10 | 450 Stone,Houston,TX   | 1           | Sede Administrativa | 888665555 |

## ◆ Atualização

- uma mudança nas informações do departamento ***DNUMERO = 5*** requer várias mudanças

não há nada no projeto impedindo que o departamento 5 tenha duas ou mais descrições diferentes

|           |    |      |                     |                                                                      |          |
|-----------|----|------|---------------------|----------------------------------------------------------------------|----------|
| 453453453 | 2  | 20.0 | E                   | nao ha nada no projeto in<br>departamento 5 tenha<br>descrições dife |          |
| 333445555 | 2  | 10.0 | V                   |                                                                      |          |
| 333445555 | 3  | 10.0 | V                   |                                                                      |          |
| 333445555 | 10 | 10.0 | V                   |                                                                      |          |
| 333445555 | 20 | 10.0 | V                   |                                                                      |          |
| 999887777 | 30 | 30.0 | Z                   |                                                                      |          |
| 999887777 | 10 | 10.0 | Zelaya,Alicia J.    | Automação                                                            | Stafford |
| 987987987 | 10 | 35.0 | Jabbar,Ahmad V.     | Automação                                                            | Stafford |
| 987987987 | 30 | 5.0  | Jabbar,Ahmad V.     | Novos benefícios                                                     | Stafford |
| 987654321 | 30 | 20.0 | Wallace,Jennifer S. | Novos benefícios                                                     | Stafford |
| 987654321 | 20 | 15.0 | Wallace,Jennifer S. | Reorganização                                                        | Houston  |
| 888665555 | 20 | null | Borg,James E.       | Reorganização                                                        | Houston  |

Exemplo de estado  
para EMP\_DEPT e  
EMP\_PROJ

# Redução de Valores Redundantes

| EMP_DEPT            |           |            |                        |         | redundância         |           |
|---------------------|-----------|------------|------------------------|---------|---------------------|-----------|
| ENOME               | SSN       | DATANASC   | ENDERECO               | DNUMERO | DNOME               | DGERSSN   |
| Smith,John B.       | 123456789 | 1965-01-09 | 731 Fondren,Houston,TX | 5       | Pesquisa            | 333445555 |
| Wong, Franklin T.   | 333445555 | 1955-12-08 | 638 Voss,Houston,TX    | 5       | Pesquisa            | 333445555 |
| Zelaya, Alicia J.   | 999887777 | 1968-07-19 | 3321 Castle,Spring,TX  | 4       | Administracao       | 987654321 |
| Wallace,Jennifer S. | 987654321 | 1941-06-20 | 291 Berry,Bellaire,TX  | 4       | Administracao       | 987654321 |
| Narayan,Ramesh K.   | 666884444 | 1962-09-15 | 975 FireOak,Humble,TX  | 5       | Pesquisa            | 333445555 |
| English,Joyce A.    | 453453453 | 1972-07-31 | 5631 Rice,Houston,TX   | 5       | Pesquisa            | 333445555 |
| Jabbar,Ahmad V.     | 987987987 | 1969-03-29 | 980 Dallas,Houston,TX  | 4       | Administracao       | 987654321 |
| Borg,James E.       | 888665555 | 1937-11-10 | 450 Stone,Houston,TX   | 1       | Sede Administrativa | 888665555 |

| EMP_PROJ |     |          | redundância |         | redundância |         |
|----------|-----|----------|-------------|---------|-------------|---------|
| ENOME    | SSN | DATANASC | ENDERECO    | DNUMERO | DNOME       | DGERSSN |

## ◆ Inserção

- a inserção de um novo departamento sem um empregado correspondente causa problemas

chave primária: SSN

|           |    |      |                      |                  |          |
|-----------|----|------|----------------------|------------------|----------|
| 123456789 | 10 | 10.0 | Wong, Franklin T.    | Novos Benefícios | Stafford |
| 123456789 | 20 | 10.0 | Wong, Franklin T.    | Novos Benefícios | Stafford |
| 666884444 | 30 | 30.0 | Zelaya, Alicia J.    | Novos Benefícios | Stafford |
| 453453453 | 10 | 10.0 | Zelaya, Alicia J.    | Automação        | Stafford |
| 453453453 | 30 | 35.0 | Jabbar, Ahmad V.     | Automação        | Stafford |
| 333445555 | 10 | 5.0  | Jabbar, Ahmad V.     | Novos benefícios | Stafford |
| 333445555 | 30 | 20.0 | Wallace, Jennifer S. | Novos benefícios | Stafford |
| 333445555 | 20 | 15.0 | Wallace, Jennifer S. | Reorganização    | Houston  |
| 333445555 | 20 | null | Borg, James E.       | Reorganização    | Houston  |

Exemplo de estado  
para EMP\_DEPT e  
EMP\_PROJ

# Redução de Valores Redundantes

| EMP_DEPT            |           |            |                        |         | redundância         |           |
|---------------------|-----------|------------|------------------------|---------|---------------------|-----------|
| ENOME               | SSN       | DATANASC   | ENDERECO               | DNUMERO | DNOME               | DGERSSN   |
| Smith,John B.       | 123456789 | 1965-01-09 | 731 Fondren,Houston,TX | 5       | Pesquisa            | 333445555 |
| Wong,Franklin T.    | 333445555 | 1955-12-08 | 638 Voss,Houston,TX    | 5       | Pesquisa            | 333445555 |
| Zelaya, Alicia J.   | 999887777 | 1968-07-19 | 3321 Castle,Spring,TX  | 4       | Administracao       | 987654321 |
| Wallace,Jennifer S. | 987654321 | 1941-06-20 | 291 Berry,Bellaire,TX  | 4       | Administracao       | 987654321 |
| Narayan,Ramesh K.   | 666884444 | 1962-09-15 | 975 FireOak,Humble,TX  | 5       | Pesquisa            | 333445555 |
| English,Joyce A.    | 453453453 | 1972-07-31 | 5631 Rice,Houston,TX   | 5       | Pesquisa            | 333445555 |
| Jabbar,Ahmad V.     | 987987987 | 1969-03-29 | 980 Dallas,Houston,TX  | 4       | Administracao       | 987654321 |
| Borg,James E.       | 888665555 | 1937-11-10 | 450 Stone,Houston,TX   | 1       | Sede Administrativa | 888665555 |

| EMP_PROJ |        |        | redundância |        | redundância |       |
|----------|--------|--------|-------------|--------|-------------|-------|
| EMPNO    | PROJNO | PROJCT | EMPNO       | PROJNO | PROJCT      | EMPNO |

## ❖ Exclusão

- se o empregado "*Borg, James E.*" fosse eliminado do BD, seriam perdidas as informações do departamento 1 (nome e gerente)

|           |    |      |                     |                  |          |
|-----------|----|------|---------------------|------------------|----------|
| 999887777 | 30 | 30.0 | Zelaya,Alicia J.    | NovosBenefícios  | Stafford |
| 999887777 | 10 | 10.0 | Zelaya,Alicia J.    | Automação        | Stafford |
| 987987987 | 10 | 35.0 | Jabbar,Ahmad V.     | Automação        | Stafford |
| 987987987 | 30 | 5.0  | Jabbar,Ahmad V.     | Novos benefícios | Stafford |
| 987654321 | 30 | 20.0 | Wallace,Jennifer S. | Novos benefícios | Stafford |
| 987654321 | 20 | 15.0 | Wallace,Jennifer S. | Reorganização    | Houston  |
| 888665555 | 20 | null | Borg,James E.       | Reorganização    | Houston  |

Exemplo de estado  
para EMP\_DEPT e  
EMP\_PROJ



# Anomalias

## ◆ Atualização

- uma mudança nas informações do departamento *DNUMERO = 5* requer várias mudanças

não há nada no projeto impedindo que o departamento 5 tenha duas ou mais descrições diferentes

## ◆ Inserção

- a inserção de um novo departamento sem um empregado correspondente causa problemas

chave primária: *SSN*

# Anomalias

## ◆ Exclusão

- se o empregado "*Borg, James E.*" fosse eliminado do BD, seriam perdidas as informações do departamento 1 (nome e gerente)

# Redução de Valores Redundantes

## ◆ Diretriz

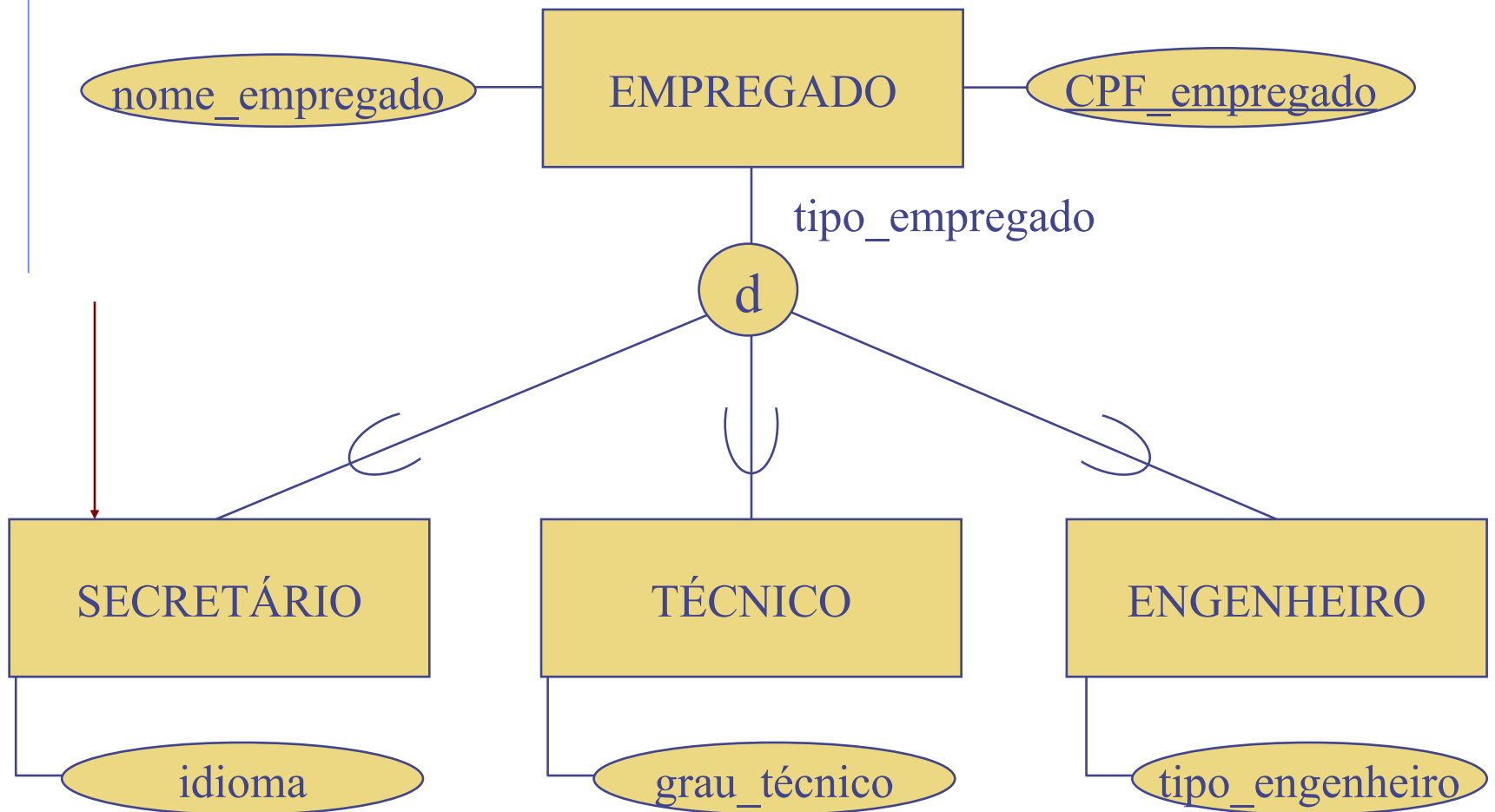
- modele esquemas de relação de forma que nenhuma **anomalia de inserção, exclusão ou alteração** possa ocorrer nas relações

## ◆ Visão prática

- se houver a possibilidade de ocorrer alguma anomalia, registre-a claramente e tenha certeza de que os programas que atualizam o banco de dados operarão corretamente

Empregado (CPF, nome, idioma, grau\_técnico, tipo\_engenheiro)

$R(\text{Empregado}) = \{ \langle 111.111.111-11, \text{José}, \text{null}, \text{null}, \text{null} \rangle, \langle 111.111.111-12, \text{Maria}, \text{Inglês}, \text{null}, \text{null} \rangle, \langle 222.222.222-22, \text{João}, \text{Inglês}, \text{null}, \text{Construção Civil} \rangle \}$





# Redução de Valores *Null*

- ◆ Exemplo: Relembrando as possibilidades de mapeamento para o MER-X para a hierarquia de especialização de Empregado (subclasses: Secretário, Técnico, Engenheiro)

Empregado (CPF, nome, idioma, grau\_técnico, tipo\_engenheiro)

$R(\text{Empregado}) = \{ \langle 111.111.111-11, \text{José}, \text{null}, \text{null}, \text{null} \rangle, \langle 111.111.111-12, \text{Maria}, \text{Inglês}, \text{null}, \text{null} \rangle, \langle 222.222.222-22, \text{João}, \text{Inglês}, \text{null}, \text{Construção Civil} \rangle \}$

- ◆ Os *nulls* podem ter diversas interpretações
  - ◆ o atributo não se aplica
  - ◆ o valor do atributo não se aplica
  - ◆ o valor é conhecido, mas ausente

# Redução de Valores *Null*

## ◆ Diretriz

- evite colocar os atributos em uma relação básica cujos valores possam ser freqüentemente nulos

## ◆ Visão prática

- se os valores *null* forem inevitáveis, tenha certeza de que eles se aplicam somente em casos excepcionais e não na maioria das tuplas da relação

# Não Geração de Tuplas Ilegítimas

turma (sigla, número, horário, nro\_horas)

SEL122, 1, 10:00, 2

SEL122, 2, 14:00, 2

SEL189, 1, 08:00, 3

SEL189, 2, 15:00, 4

SEL134, 1, 14:00, 3

## Decompondo-se

turma (sigla, número, horário)

SEL122, 1, 10:00

SEL122, 2, 14:00

SEL189, 1, 08:00

SEL189, 2, 15:00

SEL134, 1, 14:00

NH (horario, nhoras)

10:00, 2

14:00, 2

08:00, 3

15:00, 4

14:00, 3

# Não Geração de Tuplas Ilegítimas

○ turma (sigla, número, horário)

SEL122, 1, 10:00

SEL122, 2, 14:00

SEL189, 1, 08:00

SEL189, 2, 15:00

SEL134, 1, 14:00

NH (horario, nhoras)

10:00, 2

14:00, 2

08:00, 3

15:00, 4

14:00, 3

=

Junção: turma  NH

turma (sigla, número, horário, nhoras)

SEL122, 1, 10:00, 2

SEL122, 2, 14:00, 2

SEL122, 2, 14:00, 3

SEL189, 1, 08:00, 3

SEL189, 2, 15:00, 4

SEL134, 1, 14:00, 2

SEL134, 1, 14:00, 3

tuplas ilegítimas  
(ou espúrias)

# Não Geração de Tuplas Ilegítimas

## ◆ Diretriz

- projete os esquemas de relação de forma que possam ser unidos com igualdade de condições sobre os atributos que sejam chaves primárias ou chaves estrangeiras, de modo que nenhuma tupla ilegítima seja gerada

## ◆ Visão prática

- evite as relações que contenham o relacionamento entre atributos que não sejam combinações (chave estrangeira, chave primária)

# Dependência Funcional

- ◆ É uma **restrição** entre dois conjuntos de atributos de um esquema de relação R
  - restrição → impõe uma limitação nos valores possíveis de tuplas que formem um estado da relação  $r$  de  $R$
- ◆ É uma propriedade da **semântica** ou do **significado dos atributos**
  - são derivadas pelo projetista do BD na análise da especificação de requisitos

# Dependência Funcional

relação  $R$  (atributo  $A$ , atributo  $B$ , atributo  $C$ )

$\text{atributo } A \rightarrow \text{atributo } B$



1 valor de  $A$   
(não existe outro)



lado à esquerda



somente um único  
valor do atributo  $B$



lado à direita

# Dependência Funcional

- ◆ Um atributo B de um esquema de relação R é funcionalmente dependente de um outro atributo A de R se um valor para A determina um único valor para B em qualquer momento
- ◆ Notação:  $A \rightarrow B$
- ◆ Se B é funcionalmente dependente de A, então A determina funcionalmente B



# Observações

- ◆ As dependências funcionais são informações semânticas fornecidas pelo projetista
- ◆ Uma dependência funcional é uma *propriedade do esquema da relação  $R$* , não de um estado particular válido da relação  $r$  de  $R$
- ◆ Se  $X \rightarrow Y$  em  $R$ , isso não implica necessariamente que  $Y \rightarrow X$  em  $R$

# Dependência Funcional

- ◆ Certas DF podem ser especificadas sem recorrer a uma relação específica, mas pelas propriedades de seus atributos
- ◆ Os exemplos abaixo deveriam ser válidos para qualquer advogado ou engenheiro no Brasil:
  - ◆  $\{\text{ESTADO, OAB}\} \rightarrow \text{NOME\_ADVOGADO}$
  - ◆  $\{\text{ESTADO, CREA}\} \rightarrow \text{NOME\_ENGENHEIRO}$

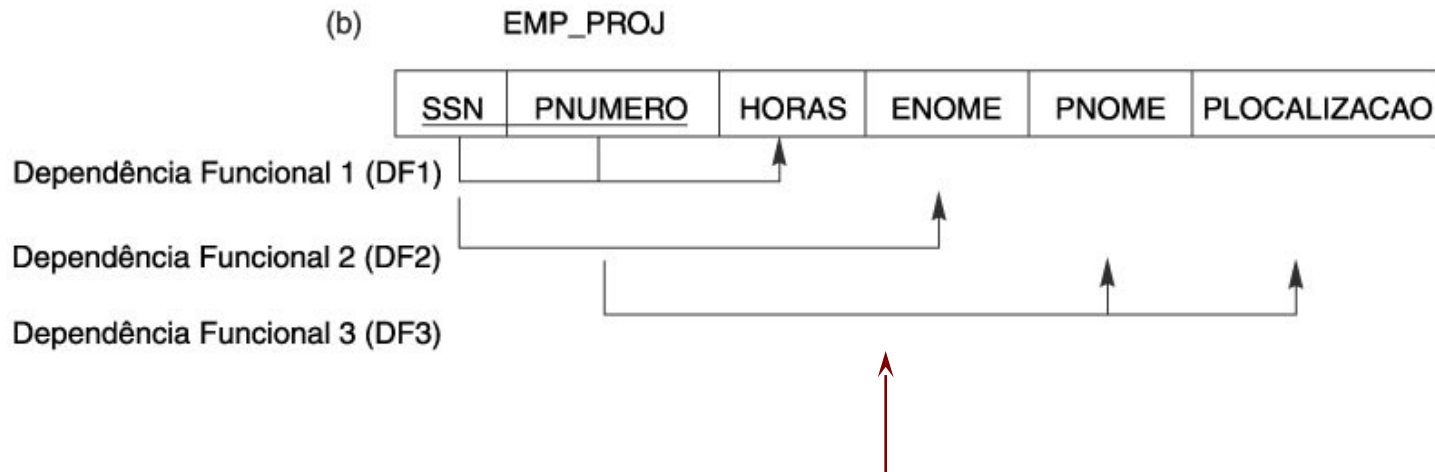
# Dependência Funcional

- ◆ Também é possível que algumas DF possam deixar de existir
- ◆ Exemplo:
  - ◆ PRIMEIROS\_QUATRO\_DÍGITOS → OPERADORA\_CELULAR
  - ◆ com a portabilidade essa DF passou a não ser mais verdadeira

# Dependência Funcional

## Exemplo:

- ◆  $SSN \rightarrow ENOME$
- ◆  $PNUMERO \rightarrow \{PNOME, PLOCALIZACAO\}$
- ◆  $\{SSN, PNUMERO\} \rightarrow HORAS$



Notação diagramática para DF

# Exercício 1

◆ Dada a seguinte relação  
cliente (nro\_cliente, nome, endereço)

As seguintes dependências são corretas?

◆ nro\_cliente → nome →

◆ nro\_cliente → endereço →

OK!

~~◆ nome → endereço~~

~~◆ endereço → nome~~

Não!

# Exercício 2

- ◆ Dada a seguinte relação (e suas instâncias)
- linha\_pedido (nro\_pedido, nro\_peça  
qtidade\_comprada, preço\_cotado)

| nro_pedido | nro_peça | qtidade_<br>comprada | preço_cotado |
|------------|----------|----------------------|--------------|
| 101        | P01      | 3                    | 30,00        |
| 101        | P02      | 4                    | 70,00        |
| 102        | P01      | 8                    | 80,00        |
| 102        | P02      | 3                    | 20,00        |

## Exercício 2

| nro_pedido | nro_peça | qtidade_comprada | preço_cotado |
|------------|----------|------------------|--------------|
| 101        | P01      | 3                | 30,00        |
| 101        | P02      | 4                | 70,00        |
| 102        | P01      | 8                | 80,00        |
| 102        | P02      | 3                | 20,00        |

◆ As seguintes dependências são verdadeiras?

- ~~■  $\text{nro\_pedido} \rightarrow \text{qtidade\_comprada}$~~
- ~~■  $\text{nro\_peça} \rightarrow \text{qtidade\_comprada}$~~
- ~~■  $\text{nro\_pedido} \rightarrow \text{preço\_quotado}$~~
- ~~■  $\text{nro\_peça} \rightarrow \text{preço\_quotado}$~~

Não!

OK!

- $\{\text{nro\_pedido}, \text{nro\_peça}\} \rightarrow \text{qtidade\_comprada}$
- $\{\text{nro\_pedido}, \text{nro\_peça}\} \rightarrow \text{preço\_cotado}$
- $\{\text{nro\_pedido}, \text{nro\_peça}\} \rightarrow \{\text{qtidade\_comprada}, \text{preço\_cotado}\}$

# Dependência Funcional e Normalização

## ◆ Vantagens:

- garante relações sem redundância desnecessária
- oferece fácil recuperação das informações

## ◆ Tipos de formas normais:

- Primeira Forma Normal (1FN)
- Segunda Forma Normal (2FN)
- Terceira Forma Normal (3FN)



# Dependência Funcional e Normalização

## ◆ Processo de normalização:

- inicia com um esquema de relação ou coleção de esquemas de relação
- produz uma nova coleção de esquemas de relação
  - ◆ equivalente à coleção original (representa a mesma informação)
  - ◆ livre de problemas

## ◆ Significado: os novos esquemas de relação estarão, pelo menos, na 3FN

# Normalização por Decomposição

## ◆ Propriedades

- junção sem perda ou junção não aditiva
  - ◆ garante que o problema de tuplas espúrias não ocorra nos esquemas de relação criados após a decomposição
- preservação da dependência
  - ◆ garante que cada dependência funcional será representada em algum esquema de relação individual resultante da decomposição

# Revisão: Chaves e Superchaves

- ◆ Uma superchave de uma relação  $R$  é um conjunto de atributos  $S$  contido em  $R$ 
  - no qual não haverá duas tuplas  $t_1$  e  $t_2$  cujo  $t_1[S] = t_2[S]$

# Revisão: Chaves e Superchaves

- ◆ Uma chave  $K$  é uma superchave com a propriedade adicional de que a remoção de qualquer atributo da chave fará com que  $K$  não identifique mais unicamente cada tupla da relação
  - a diferença é que uma chave tem que ser mínima

# Revisão: Chaves e Superchaves

| EMPREGADO             |            |          | chave estrangeira (f.k.) |         |
|-----------------------|------------|----------|--------------------------|---------|
| ENOME                 | <u>SSN</u> | DATANASC | ENDERECO                 | DNUMERO |
| chave primária (p.k.) |            |          |                          |         |

## ◆ Exemplo:

- {SSN} é uma chave de empregado
- Superchaves
  - ◆ {SSN, Enome}
  - ◆ {SSN, Enome, Datnasc}
  - ◆ {SSN, Enome, Datnasc, Endereço}
  - ◆ {SSN, Enome, Datnasc, DNumero}

# Revisão: Chaves e Superchaves

## ◆ Chave candidata:

- se um esquema de relação tiver mais de uma chave, cada uma delas é chamada chave candidata
- uma delas é arbitrariamente designada para ser chave primária

◆ Um atributo de um esquema de relação R é chamado atributo primário se for membro de alguma chave candidata

◆ Um atributo é dito não primário se não for um atributo primário

# Revisão: Chaves e Superchaves

| EMPREGADO             |            |          | chave estrangeira (f.k.) |         |
|-----------------------|------------|----------|--------------------------|---------|
| ENOME                 | <u>SSN</u> | DATANASC | ENDERECO                 | DNUMERO |
| chave primária (p.k.) |            |          |                          |         |

## ◆ Exemplo:

- {SSN} é a única chave candidata de empregado, portanto também é a chave primária

# Revisão: Chave Primária

- ◆ Um atributo  $A$  (ou coleção de atributos) é a chave primária para um esquema de relação  $R$  se
  - todos os atributos em  $R$  são funcionalmente dependentes de  $A$
  - não existe um subconjunto próprio de  $A$  que determina funcionalmente os atributos em  $R$



# Primeira Forma Normal (1FN)

◆ Uma relação R está na 1FN se:

- todo valor em R for atômico e monovalorado
- ou seja, R não contém grupos de repetição

◆ Considerações:

- geralmente considerada parte da definição formal de uma relação

# Primeira Forma Normal (1FN)

## ◆ Exemplo

- cliente (nro\_cli, nome, {end\_entrega})

| nro_cli | nome                | end_entrega                    |
|---------|---------------------|--------------------------------|
| 124     | João dos Santos     | {Rua 10, 1024<br>Rua 24, 1356} |
| 311     | José Ferreira Neves | {Rua 46, 1344<br>Rua 98, 4456} |

# Métodos para Corrigir o Problema

## ◆ Método 1

Cliente\_nome

| <u>nro_cli</u> | nome                   |
|----------------|------------------------|
| 124            | João dos Santos        |
| 311            | José Ferreira<br>Neves |

Cliente\_entrega

| <u>nro_cli</u> | <u>end_entrega</u> |
|----------------|--------------------|
| 124            | Rua 10, 1024       |
| 124            | Rua 24, 1356       |
| 311            | Rua 46, 1344       |
| 311            | Rua 98, 4456       |

# Métodos para Corrigir o Problema

## ◆ Método 2

- remover o grupo de repetição
- expandir a chave primária
- **abordagem que causa redundância**

| <u>nro_cli</u> | nome                | <u>end_entrega</u> |
|----------------|---------------------|--------------------|
| 124            | João dos Santos     | Rua 10, 1024       |
| 124            | João dos Santos     | Rua 24, 1356       |
| 311            | José Ferreira Neves | Rua 46, 1344       |
| 311            | José Ferreira Neves | Rua 98, 4456       |

# Métodos para Corrigir o Problema

## ◆ Método 3

- substituir o grupo de repetição pelo número máximo de valores estabelecido para o grupo
- **abordagem menos genérica e que pode introduzir muitos valores *null***

| <u>nro_cli</u> | nome                | end_entrega1 | end_entrega2 |
|----------------|---------------------|--------------|--------------|
| 124            | João dos Santos     | Rua 10, 1024 | Rua 24, 1356 |
| 311            | José Ferreira Neves | Rua 46, 1344 | Rua 98, 4456 |
| 025            | Cecília Neves       | Rua 77, 275  | <i>null</i>  |

# Primeira Forma Normal (1FN)

## ◆ Problema

- cliente (nro\_cli, nome, {end\_entrega})

*Corrigindo o problema ...*

## ◆ Solução 1

- cliente\_nome (nro\_cli, nome)
- cliente\_entrega (nro\_cli, end\_entrega)

## ◆ Solução 2

- cliente (nro\_cli, nome, end\_entrega)

## ◆ Solução 3

- cliente (nro\_cli, nome, entrega1, entrega2)

# Primeira Forma Normal (1FN)

## ◆ Exemplo mais genérico

- emp\_proj (nro\_emp, nome\_emp,  
                  { projeto ( nro\_proj, nome\_proj ) })

## ◆ Representação

- { } indica que o atributo projeto é multivalorado
- {projeto ( )} indica os atributos componentes do atributo multivalorado projeto

# Segunda Forma Normal (2FN)

◆ Uma relação R está na 2FN se:

- está na 1FN
- não existe atributo não chave que é dependente de somente uma parte da chave primária
- **dependência funcional total**

◆ Dependência funcional total  $X \rightarrow Y$

- se a remoção de qualquer atributo A de X implicar que a dependência não mais será assegurada



# Segunda Forma Normal (2FN)

## ◆ Exemplo:

- pedido (nro-pedido, data, nro-peça, descrição, qtdade\_comprada, preço\_cotado)

nro-pedido → data

nro-peça → descrição

{nro-pedido, nro-peça} → {qtdade\_comprada, preço\_cotado}

# Segunda Forma Normal (2FN)

## ◆ Método para corrigir o problema:

- para cada sub-conjunto do conjunto de atributos que constitui a chave primária, começar uma relação com esse sub-conjunto como sua chave primária
- incluir os atributos da relação original na relação correspondente à chave primária apropriada, isto é, colocar cada atributo junto com a coleção mínima da qual ele depende, atribuindo um nome a cada relação

# Segunda Forma Normal (2FN)

◆ Problema: pedido (nro-pedido, data, nro-peça,  
descrição, qtdade\_comprada,  
preço\_cotado)

*Corrigindo o problema ...*

◆ Solução:

pedido (nro-pedido, data)

peça (nro\_peça, descrição)

pedido\_peça (nro\_pedido, nro\_peça,  
qtdade\_comprada, preço\_cotado)

# Bibliografia

- ◆ Elmasri, Ramez; Navathe, Shamkant B. **Sistemas de banco de dados**. 4 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2005, 724 p. Bibliografia: p. [690]-714.
- ◆ Garcia-Molina, H.; Ullman J. D.; Widow, J. Database Systems – The Complete Book. Prentice-Hall, 2002.
- ◆ Material Didático produzido pelos professores Cristina Dutra de Aguiar Ciferri e Caetano Traina Júnior