



Gerenciamento de Dados e Informação

Modelo Relacional



Fernando Fonseca
Ana Carolina
Robson Fidalgo

cin.ufpe.br



Modelo Relacional

- Definido por E. F. Codd em 1970, teve sua grande aceitação comercial a partir de meados da década de 1980
- Razões da grande aceitação
 - Simplicidade dos conceitos básicos
 - Poder dos operadores de manipulação

Cin.ufpe.br

2



Modelo Relacional

Conceitos Básicos

Dada uma coleção de conjuntos D_1, D_2, \dots, D_n (não necessariamente disjuntos), R é uma Relação sobre estes n conjuntos se ela é um conjunto de n -uplas ordenadas $\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle$ tal que $d_1 \in D_1, d_2 \in D_2, \dots, d_n \in D_n$

- D_1, D_2, \dots, D_n são Domínios
- n é o grau de R

Cin.ufpe.br

3



Modelo Relacional

- Sejam os domínios D_1 (D- Pessoa) e D_2 (D-Endereço)

José
Maria
João
Thais
Branca

D-PESSOA

R. A, 30
R. B, 45
R. C, 17
R. D, 67
R. E, 55

D-ENDEREÇO

- Seja a relação $\langle \text{Esposo, Esposa, Logradouro} \rangle$ em $D_1 \times D_1 \times D_2$

$\langle \text{José, Maria, R. A, 30} \rangle$
 $\langle \text{João, Thais, R. D, 67} \rangle$

Cin.ufpe.br

4



Modelo Relacional

- O Domínio representa o conjunto de valores atômicos admissíveis de um componente de uma relação. Ele funciona como um conector semântico inter-relação a 2 níveis

- Definição: todo valor v_i de uma n -upla é tal que $v_i \in D_i$
- Manipulação: 2 valores só podem ser comparados se definidos sobre o mesmo domínio D

Cin.ufpe.br

5



Modelo Relacional

- Exemplo: Domínios e Relações abaixo

15
25
30

D-IDADE

José
Maria
João
Thais
Branca

D-PESSOA

$\langle \text{José, 25} \rangle$
 $\langle \text{João, 30} \rangle$
 $\langle \text{Thais, 25} \rangle$

Relação: Aluno(Nome, Idade)

$\langle \text{Maria, 25} \rangle$
 $\langle \text{Branca, 15} \rangle$

Relação: Professora(Nome, Idade)

- É válido comparar a idade da professora com a dos alunos (mesmo domínio)

Cin.ufpe.br

6

Modelo Relacional

- dupla: $\langle d_1, d_2 \rangle$, grau = 2
- tripla: $\langle d_1, d_2, d_3 \rangle$, grau = 3
- ...
- n-upla: $\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle$, grau = n

→ tupla

- Tupla

É uma n-upla $\langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle$ de uma relação $R(D_1, \dots, D_n)$ tal que $a_i \in D_i$ ($1 \leq i \leq n$)

Ex: $\langle \text{José}, 25 \rangle \in \text{D-IDADE} \rightarrow \in \text{D-PESSOA}$

Cln.ufpe.br

Modelo Relacional

- Atributo: Explicita o papel de um domínio em uma relação

Ex: Fone-res: D-FONE }
 Fone-com: D-FONE } → DOMÍNIO

ATRIBUTOS

- Os atributos de uma mesma relação devem ser diferentes (nomes diferentes)
- Um (ou vários) atributos identificam uma relação: **Chave Primária**

Unicidade Minimalidade

Cln.ufpe.br

Modelo Relacional

- Chave Candidata

Uma relação pode ter mais de um atributo como identificador único. Um deles é escolhido como chave primária e os outros são chaves candidatas

- Chave Estrangeira

Um atributo que corresponde a uma chave primária em outra relação

Cln.ufpe.br

Modelo Relacional

Chave Primária: PILOTO

Atributos: Num_cad, Nome, CPF, Ende_res

| PILOTO | Num_cad | Nome | CPF | Ende_res |
|--------|---------|-------|--------|-----------|
| | 0101 | João | 123456 | Recife |
| | 0035 | José | 234567 | São Paulo |
| | ... | | | |
| | 0987 | Pedro | 567890 | Recife |

Tuplas

Notação pseudo-relacional: **Piloto(Num_cad, Nome, CPF, Ende_res)**

Chave Candidata

Cln.ufpe.br

Modelo Relacional

Chave Primária: Voo

Chave Estrangeira: Num_pil

| Voo | Num_voo | ... | Num_pil | ... |
|-----|---------|-----|---------|-----|
| | 330 | ... | 0101 | ... |
| | ... | | ... | |

Tuplas

Chave primária de PILOTO → Indica o piloto do Voo 330

Notação pseudo-relacional: **Voo(Num_voo, ..., Num_pil, ...) Num_pil referencia Piloto(Num_cad)**

Cln.ufpe.br

Modelo Relacional

- Esquema Relacional

- Conjunto de relações semanticamente ligadas por seus domínios de definição
- O conceito de relação permite representar:
 - Uma entidade
 - Uma relação semântica (relacionamento M:N)

Diagrama de entidade-relacionamento:

```

  graph LR
    Cliente[Cliente] -- n --> Movimenta{Movimenta}
    Conta[Conta] -- n --> Movimenta
  
```

Cln.ufpe.br



Modelo Relacional

Restrições de Integridade

- ◆ **Integridade de Domínio:** diz respeito ao controle sintático e semântico de um dado e faz referência ao tipo de definição do domínio
 - $v_i \in D_i, \forall v_i, D_i$
- ◆ **Integridade de Entidade:** diz respeito aos valores de chave primária que devem ser únicos e não nulos

CIn.ufpe.br

13



Modelo Relacional

Restrições de Integridade (Cont.)

- ◆ **Integridade Referencial:** diz respeito aos valores de um atributo chave estrangeira e aos valores do atributo chave primária correspondente
 - Para cada valor de chave estrangeira de uma relação A que aparece numa relação B, deve existir um valor igual de chave primária na relação A

CIn.ufpe.br

14



Modelo Relacional

Linguagem Algébrica/Álgebra Relacional

- ◆ Compreende dois tipos de operadores
 - Operadores clássicos sobre conjuntos
 - ◆ União, interseção e diferença entre relações compatíveis
 - Operadores relacionais
 - ◆ Operadores unários de restrição: seleção e projeção
 - ◆ Operadores binários de extensão: junção e divisão

CIn.ufpe.br

15



Álgebra Relacional

- Seleção: seleciona todas as tuplas que satisfazem à condição de seleção em uma relação R

◆ $\sigma_{\langle \text{condição de seleção} \rangle} (R)$



- condição simples: =, < >, <, <=, >, >=
- condição booleana: conexão de condições simples por operadores booleanos: AND, OR, NOT

CIn.ufpe.br

16



Álgebra Relacional

EX.: Quais os pilotos que residem em São Paulo?

- $\sigma_{\text{Endereço} = \text{'São Paulo'}} (\text{Piloto})$

| Piloto | Num_cad | Nome | CPF | Ende_res |
|----------------------|---------|-------|--------|-----------|
| | 0101 | João | 123456 | Recife |
| $\sigma \rightarrow$ | 0035 | José | 234567 | São Paulo |
| | ... | ... | ... | ... |
| | 0987 | Pedro | 567890 | Recife |

CIn.ufpe.br

17



Álgebra Relacional

- Projeção: produz uma nova relação com alguns dos atributos de uma relação R

◆ $\pi_{\langle \text{lista de atributos} \rangle} (R)$

CIn.ufpe.br

18



Álgebra Relacional

EX.: Quais os nomes e CPF dos pilotos da companhia?

- Π nome, CPF (Piloto)

| Piloto | Num_cad | Nome | CPF | Ende_res |
|--------|---------|-------|--------|-----------|
| | 0101 | João | 123456 | Recife |
| | 0035 | José | 234567 | São Paulo |
| | ... | ... | ... | ... |
| | 0987 | Pedro | 567890 | Recife |

\uparrow
 Π

Cin.ufpe.br

19



Álgebra Relacional

- Junção: produz todas as combinações de tuplas das relações R1 e R2 que satisfazem à condição de junção

• $R1 \bowtie \langle \text{condição de junção} \rangle R2$

Cin.ufpe.br

20



Álgebra Relacional

Ex.: Quais os dados do piloto e do voo 330?

- Π num_cad = num_pil AND num_voo = 330 Voo

| Piloto | Num_cad | Nome | CPF | Ende_res |
|--------|---------|-------|-------|-----------|
| | 0101 | João | 12345 | Recife |
| | 0205 | José | 71265 | São Paulo |
| | 0957 | Pedro | 56789 | Recife |

| Voo | Num_voo | ... | Num_pil | ... |
|-----|---------|-----|---------|-----|
| | 330 | ... | 0101 | ... |

| Num_cad | Nome | CPF | Endereço | Num_voo | ... | Num_pil | ... |
|---------|------|-------|----------|---------|-----|---------|-----|
| 0101 | João | 12345 | Recife | 330 | ... | 0101 | ... |

Cin.ufpe.br

21



Álgebra Relacional

- Divisão: produz a relação $R(X)$ incluindo todas as tuplas de $R1(A)$ que aparecem em $R1$, combinadas com cada tupla de $R2(B)$, onde $B \subseteq A$ e $X = A - B$

• $R1 \div R2$

Ex.: Quais os pilotos que conduzem todos os aviões?

- $V \div \text{Divisor}$

| V | Piloto | Aviao |
|---|--------|-------|
| | 0020 | 101 |
| | 0020 | 105 |
| | 0010 | 101 |
| | 0010 | 104 |
| | 0010 | 105 |
| | 0010 | 103 |
| | 0015 | 103 |
| | 0015 | 104 |

| Divisor | Aviao |
|---------|-------|
| | 101 |
| | 104 |
| | 105 |
| | 103 |

| R | Piloto |
|---|--------|
| | 0010 |

Cin.ufpe.br

22



Álgebra Relacional

- União: produz uma relação que inclui todas as tuplas de uma relação R1 ou de outra relação R2. R1 e R2 devem ser união compatíveis

• $R1 \cup R2$



Duas relações $R(a_1, a_2, \dots, a_n)$ e $S(b_1, b_2, \dots, b_n)$ são união compatíveis se elas têm o mesmo grau n e se o $\text{Dom}(a_i) = \text{Dom}(b_i)$, $1 \leq i \leq n$

Cin.ufpe.br

23



Álgebra Relacional

- Considerar as relações Piloto e Avião

| Piloto | Num_cad | Nome | CPF | Cidade |
|--------|---------|-------|-------|---------|
| | 0101 | João | 12345 | Recife |
| | 0205 | José | 71265 | Caruaru |
| | 0957 | Pedro | 56789 | Olinda |

| Aviao | No_av | Tipo | Local |
|-------|-------|------|--------|
| | 101 | A320 | Belém |
| | 104 | B727 | Natal |
| | 103 | B727 | Recife |
| | 110 | B727 | Recife |

Cin.ufpe.br

24

Álgebra Relacional

Ex.: Listar as cidades que são residência de pilotos ou que são locais de aviões

$\pi_{Cidade} \text{Piloto} \cup \pi_{Local} \text{Aviao}$

Transformar em União Compatíveis

| $\pi \text{ Piloto}$ | Cidade | $\pi \text{ Aviao}$ | Local |
|----------------------|---------|---------------------|--------|
| | Recife | | Belém |
| | Caruaru | | Natal |
| | Olinda | | Recife |

U \rightarrow

| Lugar |
|---------|
| Recife |
| Caruaru |
| Olinda |
| Belém |
| Natal |

24

Álgebra Relacional

Interseção: produz uma relação que inclui as tuplas comuns de R1 e R2. R1 e R2 devem ser união compatíveis

$\diamond R1 \cap R2$

Ex.: Listar as cidades que são residência de pilotos e locais de aviões

$\pi_{Cidade} \text{Piloto} \cap \pi_{Local} \text{Aviao}$

Transformar em União Compatíveis

| $\pi \text{ Piloto}$ | Cidade | $\pi \text{ Aviao}$ | Local |
|----------------------|---------|---------------------|--------|
| | Recife | | Belém |
| | Caruaru | | Natal |
| | Olinda | | Recife |

$\cap \rightarrow$

| Lugar |
|--------|
| Recife |

26

Álgebra Relacional

Diferença: produz uma relação que inclui todas as tuplas de R1 que não estão em R2. R1 e R2 devem ser união compatíveis

$\diamond R1 - R2$

Ex.: Listar as cidades que são residência de pilotos e não são locais de aviões

$\pi_{Cidade} \text{Piloto} - \pi_{Local} \text{Aviao}$

Transformar em União Compatíveis

| $\pi \text{ Piloto}$ | Cidade | $\pi \text{ Aviao}$ | Local |
|----------------------|---------|---------------------|--------|
| | Recife | | Belém |
| | Caruaru | | Natal |
| | Olinda | | Recife |

$- \rightarrow$

| Cidade |
|---------|
| Caruaru |
| Olinda |

27

Modelo Relacional

Modelo Relacional

- ESTRUTURAS**
 - Relação
 - Atributo
 - Domínio
 - Chave Primária
 - Chave Estrangeira
 - Chave candidata
- OPERADORES**
 - União
 - Interseção
 - Diferença
 - Seleção
 - Projeção
 - Junção
 - Divisão
- RESTRICÇÕES**
 - Integridade de:
 - Domínio
 - Entidade
 - Referencial

28

Teoria das dependências

Normalização

- No projeto de um banco de dados devemos
 - Identificar dados
 - Fazer com que estes dados representem eficientemente o mundo real
- Como proceder? Por intuição?
 - O processo de identificar e estruturar dados

Decomposição \rightarrow Modelo relacional \rightarrow Normalização

29

Normalização

Normalização

- Método permitindo identificar a existência de problemas potenciais (anomalias de atualização) no projeto de um BD relacional
- Converte progressivamente uma tabela em tabelas de grau e cardinalidade menores até que pouca ou nenhuma redundância de dados exista

30



Normalização

- Se a normalização for bem sucedida
 - O espaço de armazenamento dos dados diminui
 - A tabela pode ser atualizada com maior eficiência
 - A descrição do BD será imediata

CIn.ufpe.br

31



Teoria das Dependências

- Dependência Funcional**
Sejam $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ e X, Y contidos em $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ diz-se que existe uma Dependência Funcional (DF) de X para Y ($X \rightarrow Y$) se somente se, em R , a um valor de X corresponde um e um só valor de Y
Ex: Num_cad \rightarrow Nome
- DF Total:** Se $X \rightarrow Y$ e $Y \rightarrow X$ ($X \leftrightarrow Y$)
Ex: Num_cad \leftrightarrow CPF

CIn.ufpe.br

32



Teoria das Dependências

- DF Plena:** quando um atributo é dependente de dois (ou mais) outros

Ex: Num_pil \rightarrow Trajeto
Num_av \rightarrow Trajeto

CIn.ufpe.br

33



Teoria das Dependências

- Chave Primária**
Um atributo A (ou uma coleção de atributos) é a chave primária de uma relação R , se
 - Todos os atributos de R são funcionalmente dependentes de A
 - Nenhum subconjunto de atributos de A também tem a propriedade 1

CIn.ufpe.br

34



Normalização

- Definição**
Uma relação está na Primeira Forma Normal (1NF) se todos os atributos que a compõem são atômicos

| Piloto | Num_cad | Nome | CPF | Telefone |
|--------|---------|--------|--------|-----------|
| | 0010 | José | 123456 | 81 324569 |
| | 0015 | João | 234567 | 83 456785 |
| | 0020 | Manuel | 345678 | 45 768439 |
| | 0028 | Josué | 987654 | 21 347654 |

CIn.ufpe.br

35



Normalização

- Como corrigir?**
 - Separar os componentes de atributo composto em atributos distintos

| Piloto | Num_cad | Nome | CPF | COD | TELEFONE |
|--------|---------|--------|--------|-----|----------|
| | 0010 | José | 123456 | 81 | 324569 |
| | 0015 | João | 234567 | 83 | 456785 |
| | 0020 | Manuel | 345678 | 45 | 768439 |
| | 0028 | Josué | 987654 | 21 | 347654 |

CIn.ufpe.br

36



Normalização

- Seja a relação

| Piloto | NumCad | Nome | CPF | Salario | Diploma | Descricao |
|--------|--------|--------|--------|----------|---------|---------------|
| | 0010 | José | 123456 | 5.000,00 | D1 | Helicópteros |
| | 0010 | José | 123456 | 5.000,00 | D2 | Aviões a jato |
| | 0015 | João | 234567 | 3.000,00 | D3 | Bi-motor |
| | 0020 | Manuel | 345678 | 8.000,00 | D1 | Helicópteros |
| | 0020 | Manuel | 345678 | 8.000,00 | D2 | Aviões a jato |
| | 0020 | Manuel | 345678 | 8.000,00 | D4 | Concorde |
| | 0018 | Josué | 987654 | 4.000,00 | D2 | Aviões a jato |

CIn.ufpe.br

37



Normalização

- Consequências da normalização na 1NF
 - Extensão da chave primária
 - Dependência funcional de parte da chave primária
 - Anomalias de atualização
 - Atualização de todas as tuplas com mesmo valor de atributo

CIn.ufpe.br

38



Normalização

- Anomalias de atualização(Cont.)
 - Inconsistência: se a atualização não for feita em todos os níveis
 - Inclusões: de um item que não tem correspondente para os outros campos da chave primária
 - Remoções: de um item da chave provoca a remoção de informações adicionais

CIn.ufpe.br

39



Normalização

- Definição
 - Uma relação está na Segunda Forma Normal (2NF) se ela está na 1NF e todo atributo não-chave é plenamente dependente da chave primária



CIn.ufpe.br

40



Normalização

- Como corrigir?
 - Para cada subconjunto de atributos que compõem a chave primária, criar uma relação com este subconjunto como chave primária
 - Colocar cada um dos outros atributos com o subconjunto mínimo do qual ele depende

CIn.ufpe.br

41




Normalização

- Relações criadas
 - (Num_cad, Nome, CPF, Salario)
 - (Diploma, Descricao)
 - (Num_cad, Diploma)
- Dar nome às novas relações, por exemplo:
 - Piloto, Diplomas e Formacao (respectivamente)

CIn.ufpe.br

42



Normalização

Piloto

| Num_cad | Nome | CPF | Salario |
|---------|--------|-------|----------|
| 0010 | José | 12345 | 5.000,00 |
| 0015 | João | 23456 | 3.000,00 |
| 0020 | Manuel | 34567 | 8.000,00 |
| 0018 | José | 98765 | 4.000,00 |

Formacao


| Num_cad | Diploma |
|---------|---------|
| 0010 | D1 |
| 0010 | D2 |
| 0015 | D3 |
| 0020 | D1 |
| 0020 | D2 |
| 0020 | D4 |
| 0018 | D2 |

Diplomas

| Diploma | Descricao |
|---------|---------------|
| D1 | Helicópteros |
| D2 | Aviões a jato |
| D3 | Bi-motor |
| D4 | Concorde |

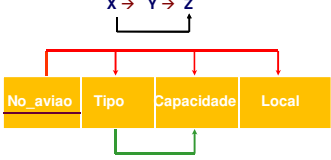
OBS: Anomalias foram eliminadas - Não houve perda de informação

Cln.ufpe.br
43




Teoria das Dependências

- Dependência Transitiva**
Ocorre quando Y depende de X e Z depende de Y
Logo, Z também depende de X

$$X \rightarrow Y \rightarrow Z$$



Cln.ufpe.br
44



Normalização

- Definição**
Uma relação está na Terceira Forma Normal (3NF) se ela está na 2NF e nenhum atributo não-chave é transitivamente dependente da chave primária


Cln.ufpe.br
45



Normalização

- Como corrigir?**
Para cada determinante que não é chave candidata, remover da relação os atributos que dependem dele para criar uma nova relação na qual o determinante será chave primária

Cln.ufpe.br
46



Normalização

Aviao

| No_av | Tipo | Capacidade | Local |
|-------|------|------------|---------|
| 101 | A320 | 320 | Rio |
| 104 | B727 | 250 | S.Paulo |
| 105 | DC10 | 350 | Rio |
| 103 | B727 | 250 | Recife |
| 110 | B727 | 250 | Rio |

Alterar (arrow from original table to decomposed tables)

Aviao

| No_av | Tipo | Local |
|-------|------|---------|
| 101 | A320 | Rio |
| 104 | B727 | S.Paulo |
| 105 | DC10 | Rio |
| 103 | B727 | Recife |
| 110 | B727 | Rio |


Tipo_av

| Tipo | Capacidade |
|------|------------|
| A320 | 320 |
| B727 | 250 |
| DC10 | 350 |

Cópia (arrow from decomposed table to new table)

Remove (arrow from original table to decomposed table)

Cln.ufpe.br
47



Normalização

- Definição**
Uma relação está na Forma Normal de Boyce/Codd (BCNF) se todo determinante é uma chave candidata

Cln.ufpe.br
48



Normalização

- Relações com mais de uma chave candidata
 - Considere a relação

ADP

| Aluno | Disc | Prof. |
|-------|------|----------|
| Maria | BD | Fernando |
| Maria | ES | Paulo |
| José | BD | Fernando |
| José | ES | André |

e as regras:

- para cada disciplina, cada estudante tem um único professor
- cada professor ensina uma única disciplina
- cada disciplina é ensinada por vários professores

CIn.ufpe.br
49



Normalização



A relação está na 3NF
(não há dependência transitiva com não-chave)
mas não está na BCNF
(Professor é determinante)

A decomposição seria

AP

| Aluno | Professor |
|-------|-----------|
| Maria | Fernando |
| Maria | Paulo |
| José | Fernando |
| José | André |

PD

| Professor | Disciplina |
|-----------|------------|
| Fernando | BD |
| Paulo | ES |
| André | ES |

CIn.ufpe.br
50



Normalização

Seja a relação

Voo

| Piloto | Aviao | Trajeto |
|--------|-------|----------|
| 0020 | 101 | Rec-Rio |
| | 105 | Rio- Spa |
| | | Spa-Rec |
| 0010 | 101 | Rec-For |
| | 104 | |
| 0015 | 103 | Rio-Spa |

D
a
d
a
s
?

Voo

| Piloto | Aviao | Trajeto |
|--------|-------|----------|
| 0020 | 101 | Rec-Rio |
| 0020 | 105 | Rio- Spa |
| 0020 | 105 | Spa-Rec |
| 0020 | 101 | Spa-Rec |
| 0020 | 101 | Rio- Spa |
| 0020 | 105 | Rec-Rio |
| 0010 | 101 | Rec-For |
| 0010 | 104 | Rec-For |
| 0015 | 103 | Rio-Spa |

CIn.ufpe.br
51



Normalização

- Dependência Multivalorada (DMV)

Dada uma relação R com atributos A, B, C, existe uma dependência multivalorada do atributo A no atributo B ($A \twoheadrightarrow B$) se um valor de A é associado a uma coleção específica de valores de B, independentemente de quaisquer valores de C

> A DMV só existe se R tem no mínimo 3 atributos

> Dada $R(A, B, C)$, a DMV $A \twoheadrightarrow B$ existe se $A \twoheadrightarrow C$ também existir. Daí a notação:
 $A \twoheadrightarrow B|C$

CIn.ufpe.br
52



Normalização

- Definição

Uma relação está na Quarta Forma Normal (4NF) se ela está na 3NF (BCNF) e não existem dependências multivaloradas

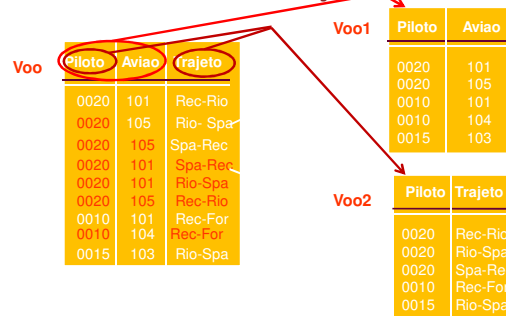
- Como corrigir?

Separar a relação em relações, cada uma contendo o atributo (A) que multidetermina os outros (B, C), ou seja, R1 (A, B) e R2 (A, C)

CIn.ufpe.br
53



Normalização



CIn.ufpe.br
54



Normalização

• OBS: Para evitar relações não 4NF

♦ Quando existir mais de um atributo multivalorado, o processo de normalização para 1NF é o seguinte:

- Criar uma relação para cada atributo multivalorado (AMV) (e os que ele determina).
- Incluir a chave primária da relação original (CPO)
- A chave primária será: CPO + AMV

CIn.ufpe.br

55



Normalização

• Notas

- ♦ Até agora o processo de decomposição substituiu uma relação por duas de suas projeções
- ♦ Pode acontecer que uma relação não possa ser decomposta sem perdas em duas relações mas possa ser decomposta em três ou mais. Este fenômeno é chamado n-decomposição ($n > 2$)

CIn.ufpe.br

56



Normalização

Seja a relação Voo :

| Voo | Piloto | Aviao | Trajeto |
|------|--------|---------|---------|
| 0020 | 101 | Rec-Rio | |
| 0020 | 105 | Rec-Rio | |
| 0020 | 101 | Rio-Spa | |
| 0010 | 101 | Rec-Rio | |

É possível aplicar a operação de projeção de várias maneiras

Projeção em duas relações

| V1 | Piloto | Aviao |
|------|--------|-------|
| 0020 | 101 | |
| 0020 | 105 | |
| 0010 | 101 | |

| V2 | Aviao | Trajeto |
|-----|---------|---------|
| 101 | Rec-Rio | |
| 105 | Rec-Rio | |
| 101 | Rio-Spa | |

CIn.ufpe.br

57



Normalização

Projeção em três relações

| V1 | Piloto | Aviao |
|------|--------|-------|
| 0020 | 101 | |
| 0020 | 105 | |
| 0010 | 101 | |

| V2 | Aviao | Trajeto |
|-----|---------|---------|
| 101 | Rec-Rio | |
| 105 | Rec-Rio | |
| 101 | Rio-Spa | |

| V3 | Trajeto | Piloto |
|---------|---------|--------|
| Rec-Rio | 0020 | |
| Rio-Spa | 0020 | |
| Rec-Rio | 0010 | |

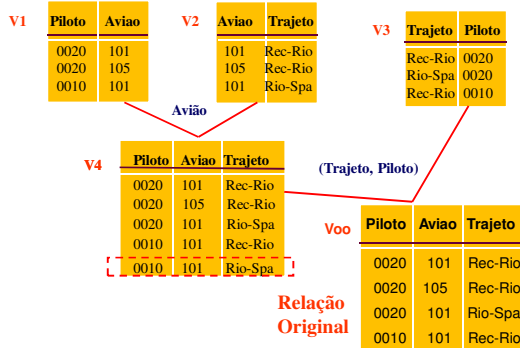
Projeção ...

CIn.ufpe.br

58



Normalização



59



Normalização

• Definição

- ♦ Uma relação R satisfaz à Dependência de Junção * (X, Y, ..., Z) se somente se R é igual à junção de suas projeções em X, Y, ..., Z onde X, Y, ..., Z são subconjuntos do conjunto de atributos de R
- ♦ No exemplo, a relação Voo satisfaz à DJ:
 - * ({Piloto, Aviao}), {Aviao, Trajeto}, {Trajeto, Piloto})

CIn.ufpe.br

60

Normalização

Problemas na atualização

| Vão | Piloto | Aviao | Trajeto |
|-----|--------|-------|---------|
| | P1 | A1 | T2 |
| | P1 | A2 | T1 |
| | P2 | A1 | T1 |
| | P1 | A1 | T1 |

- Se t3 for inserida => t4
- Se t4 for removida, uma das t também tem que ser

Interpretação:
 Se João pilota um B737 e o trajeto Rec-Rio é feito por um B737 e João pilota no trajeto Rec-Rio
 Então João pilota um B737 no trajeto Rec-Rio
 O que não é necessariamente verdadeiro

Clin.ufpe.br 61

Normalização

- Teorema de Fagin
 $R(A, B, C)$ satisfaz à DJ $*(AB, AC)$ se somente se satisfaz o par de DMV $A \rightarrow B|C$
 - Este teorema pode ser visto como uma definição de DMV, logo

DJ

↓

DMV

↓

DF

: Generalização

- OBS: A DJ é a forma mais geral de dependências que tratam relações sendo decompostas via projeção e reconstruídas via junção

Clin.ufpe.br 62

Normalização

- Definição
 Uma relação R está na Quinta Forma Normal (5NF), também chamada de Forma Normal Projeção/ Junção (PNF), se somente se cada dependência de junção em R é uma consequência de chaves candidatas de R
- Notas:
 - Qualquer relação 5NF está na 4NF
 - Resultados demonstrados por Fagin
 - Qualquer relação dada pode ser decomposta sem perdas em uma coleção equivalente de relações em 5NF, ou seja, a 5NF é sempre realizável

Clin.ufpe.br 63

Normalização

- Resultados demonstrados por Fagin (Cont.)
 - Dada uma relação R, podemos dizer se R está na 5NF se conhecermos suas chaves candidatas e todas as DJ em R
 - Embora seja fácil identificar DF e DMV, o mesmo não pode ser dito da DJ porque seu significado intuitivo não é óbvio

Clin.ufpe.br 64

Resumo da Normalização

Eliminar atributos não atômicos

1NF

Eliminar DF não plenas

2NF

Eliminar dependências transitivas

3NF

Eliminar DF cujo determinante não é chave candidata

BCNF

Eliminar DMV

4NF

Eliminar DJ (se encontradas)

5NF

Para evitar problemas com a 4NF: Remover para outras relações atributos multivalorados quando da aplicação da 1NF

Clin.ufpe.br 65

Mapeamento E/R - Relacional

Clin.ufpe.br 66

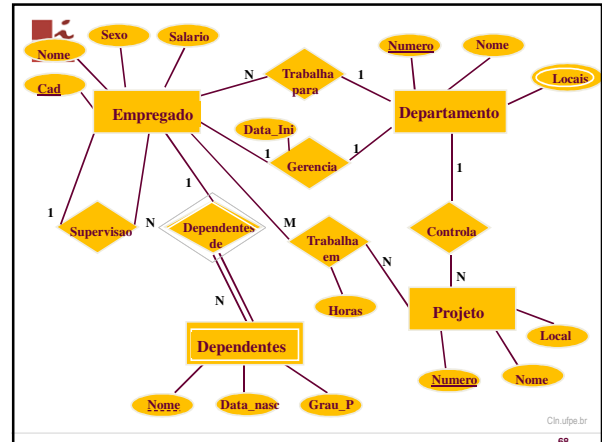


E-R/Relacional

- Um esquema relacional pode ser facilmente derivado de um esquema conceitual desenvolvido usando o modelo E-R
- Seja o exemplo de modelagem E-R a seguir, utilizando a notação R. Elmasri & S. Navathe (EERCASE)

CIn.ufpe.br

67



CIn.ufpe.br

68



E-R/Relacional

Considerando a notação pseudo-relacional

- Passo 1**
Para cada entidade regular E no esquema E-R, criar uma relação R que inclui todos os atributos de R, exceto multivalorados
- Exemplo**



CIn.ufpe.br

69



E-R/Relacional

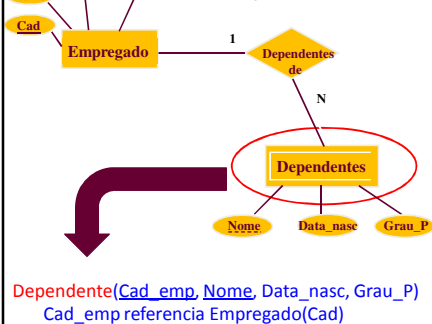
- Passo 2**
Para cada entidade fraca W no esquema E-R que tenha como entidade proprietária E
 - ♦ Criar uma relação R e incluir todos os atributos de W como atributos de R
 - ♦ Incluir o(s) atributo(s) chave primária da relação proprietária EA chave primária de R é a combinação da chave primária de E e da chave parcial (atributo discriminador) de W

CIn.ufpe.br

70



E-R/Relacional



CIn.ufpe.br

71

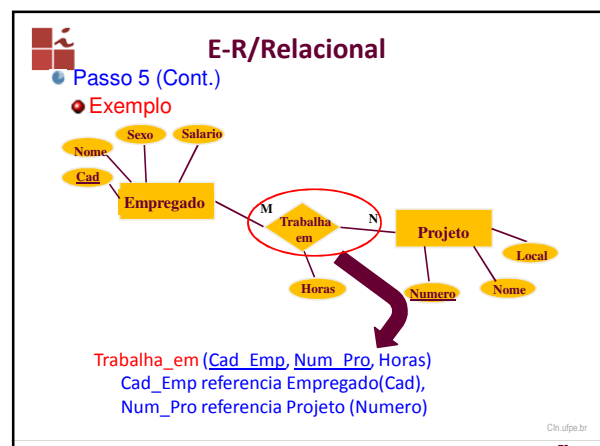
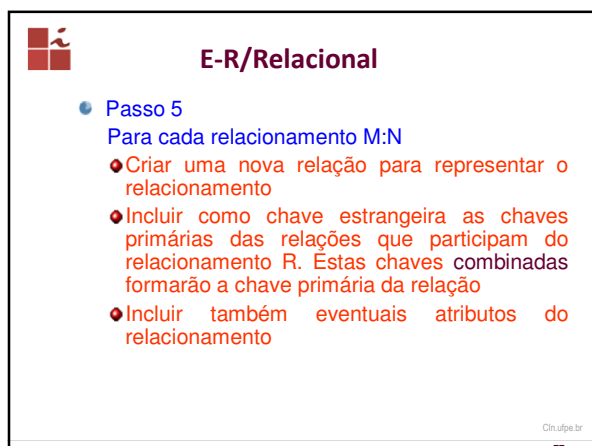
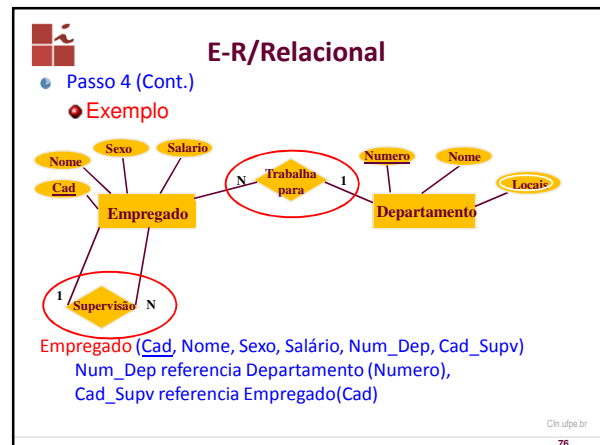
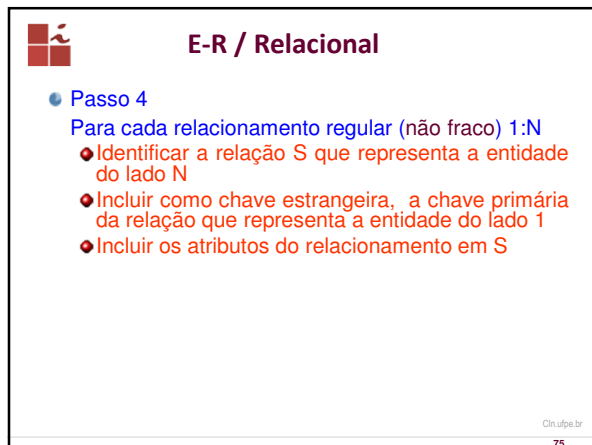
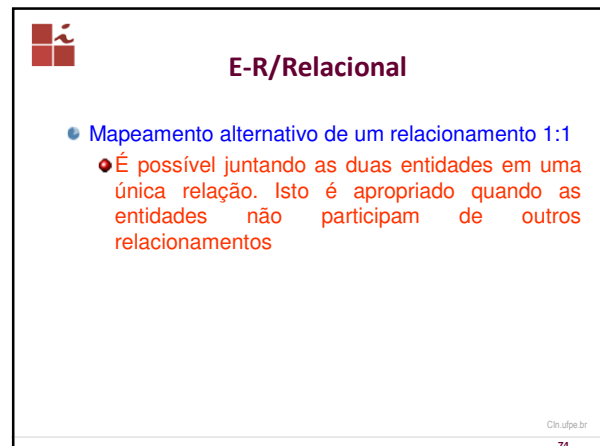
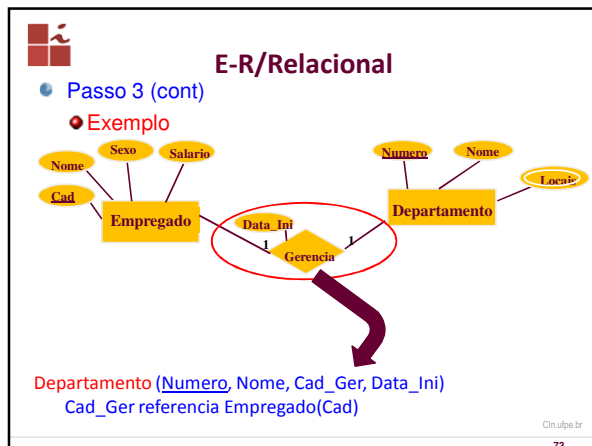


E-R / Relacional

- Passo 3**
Para cada relacionamento de 1:1 no esquema ER
 - ♦ Identificar as relações das entidades participando do relacionamento
 - ♦ Escolher uma das relações e incluir como chave estrangeira a chave primária da outra relação
 - ♦ Incluir todos os atributos do relacionamento na relação escolhida

CIn.ufpe.br

72





E-R/Relacional

Passo 6

Para cada atributo multivalorado A, criar uma nova relação R, incluindo um atributo correspondendo a A mais a chave primária K da relação que tem A como atributo

- ♦ A chave primária de R é a combinação de A e K



Locais (Num_dep, Nome_Loc)
Num_Dep referencia Departamento (Numero)

CIn.ufpe.br

79



E-R/Relacional

Passo 7

Para cada relacionamento n-ário ($n > 2$)

- ♦ Criar uma nova relação S para representar o relacionamento
- ♦ Incluir como chaves estrangeiras as chaves primárias das relações que representam as entidades participantes
- ♦ Incluir os eventuais atributos do relacionamento
- ♦ A chave primária de S é normalmente a combinação das chaves estrangeiras

CIn.ufpe.br

80



Esquema Relacional

Empregado (Cad, Nome, Sexo, Salario, Num_Dep, Cad_Supv)
Num_Dep referencia Departamento (Numero),
Cad_Supv referencia Empregado(Cad)

Departamento (Numero, Nome, Cad_Ger, Data_Ini)
Cad_Ger referencia Empregado(Cad)

Locais (Num_dep, Nome_Loc)
Num_Dep referencia Departamento (Numero)

Projeto (Numero, Nome, Num_Dep)
Num_Dep referencia Departamento (Numero)

Trabalha_em (Cad_Emp, Num_Pro, Horas)
Cad_Emp referencia Empregado(Cad),
Num_Pro referencia Projeto (Numero)

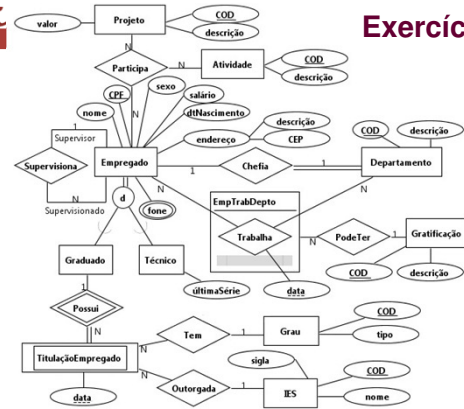
Dependente (Cad_emp, Nome, Data_nasc, Grau_P)
Cad_emp referencia Empregado(Cad)

CIn.ufpe.br

81



Exercício



CIn.ufpe.br

82



Esquema Relacional Normalizado



Projeto (Cod, descricao, valor) ✓

Atributos atômicos (1NF)

Chave não composta (2NF)

Não há dependência transitiva (3NF)

Só há dependência funcional para chave (BCNF)

Não há dependência multivalorada (4NF)

Não há dependência de junção (5NF)

CIn.ufpe.br

83



Esquema Relacional Normalizado



Atividade (Cod, descricao) ✓

Atributos atômicos (1NF)

Chave não composta (2NF)

Não há dependência transitiva (3NF)

Só há dependência funcional para chave (BCNF)

Não há dependência multivalorada (4NF)

Não há dependência de junção (5NF)

CIn.ufpe.br

84



Esquema Relacional Normalizado



Empregado(CPF, nome, sexo, salario, dtNasc, CEP, descricao, Fones, CPF_Spv)

Atributo Multivalorado (1NF)

Chave não composta (2NF)

Dependência Transitiva: CPF → CEP → Descrição (3NF)

Não há dependência multivalorada (4NF)

Cln.ufpa.br

85



Esquema Relacional Normalizado

Dado um CEP podem existir várias descrições associadas (números de casa e apartamento)

Empregado(CPF, nome, sexo, salario, dtNasc, CPF_Spv) CPF_Spv referencia Empregado(CPF) ✓

Endereco(CEP, descricao, CPF) CPF referencia Empregado(CPF) ✓

Fones(CPF, fone) ✓

Cln.ufpa.br

86



Esquema Relacional Normalizado



Cln.ufpa.br

87



Esquema Relacional Normalizado

Participa(Cod_Proj, Cod_Ativ, CPF)

Cod_Proj referencia Projeto(Cod), ✓

Cod_Ativ referencia Atividade(Cod),

CPF referencia Empregado(CPF)

Atributos atômicos (1NF)

Dependência Funcional Plena da Chave Primária (2NF)

Não há dependência transitiva (3NF)

Só há dependência funcional para chave (BCNF)

Não há dependência multivalorada (4NF)

Não há dependência de junção (5NF)

Cln.ufpa.br

88



Esquema Relacional Normalizado



Departamento(Cod, descricao, CPF_chefe)

CPF_chefe referencia Empregado(CPF) ✓

Atributos atômicos (1NF)

Chave não composta (2NF)

Não há dependência transitiva (3NF)

Só há dependência funcional para chave (BCNF)

Não há dependência multivalorada (4NF)

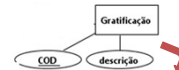
Não há dependência de junção (5NF)

Cln.ufpa.br

89



Esquema Relacional Normalizado



Gratificacao(Cod, descricao) ✓

Atributos atômicos (1NF)

Chave não composta (2NF)

Não há dependência transitiva (3NF)

Só há dependência funcional para chave (BCNF)

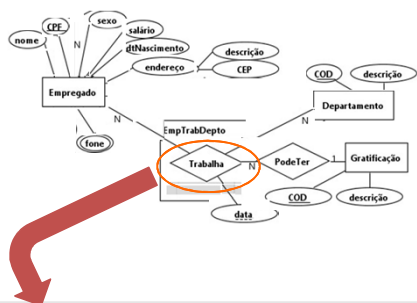
Não há dependência multivalorada (4NF)

Não há dependência de junção (5NF)

Cln.ufpa.br

90

Esquema Relacional Normalizado



Clin.ufpa.br
91

Esquema Relacional Normalizado

Trabalha (CPF, Cod_Depto, data, Cod_Gratif)
CPF referencia Empregado (CPF),
Cod_Depto referencia Departamento (Cod),
Cod_Gratif referencia Gratificação (Cod) ✓

- Atributos atômicos (1NF)
- Dependência Funcional Plena da Chave Primária (2NF)
- Não há dependência transitiva (3NF)
- Só há dependência funcional para chave (BCNF)
- Não há dependência multivalorada (4NF)
- Não há dependência de junção (5NF)

Clin.ufpa.br
92

Esquema Relacional Normalizado



Clin.ufpa.br
93

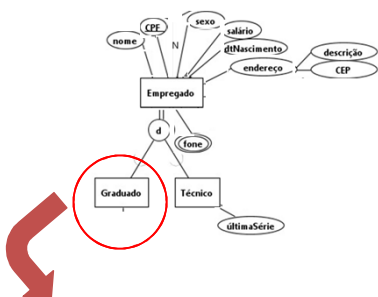
Esquema Relacional Normalizado

Técnico (CPF, ultimaSerie) ✓

- Atributos atômicos (1NF)
- Chave não composta (2NF)
- Não há dependência transitiva (3NF)
- Só há dependência funcional para chave (BCNF)
- Não há dependência multivalorada (4NF)
- Não há dependência de junção (5NF)

Clin.ufpa.br
94

Esquema Relacional Normalizado



Clin.ufpa.br
95

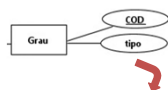
Esquema Relacional Normalizado

Graduado (CPF) ✓

- Atributos atômicos (1NF)
- Chave não composta (2NF)
- Não há dependência transitiva (3NF)
- Só há dependência funcional para chave (BCNF)
- Não há dependência multivalorada (4NF)
- Não há dependência de junção (5NF)

Clin.ufpa.br
96

Esquema Relacional Normalizado



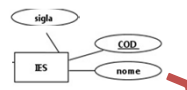
Grau (Cod, tipo) ✓

- Atributos atômicos (1NF)
- Chave não composta (2NF)
- Não há dependência transitiva (3NF)
- Só há dependência funcional para chave (BCNF)
- Não há dependência multivalorada (4NF)
- Não há dependência de junção (5NF)

Cln.ufpe.br

97

Esquema Relacional Normalizado



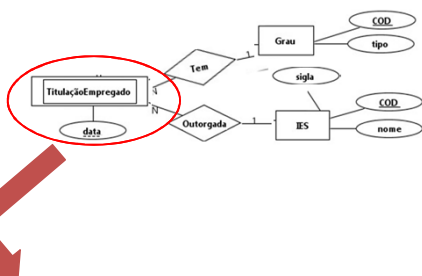
IES (Cod, nome, sigla) ✓

- Atributos atômicos (1NF)
- Chave não composta (2NF)
- Não há dependência transitiva com atributo não-chave (3NF)
- Só há dependência funcional para chave (BCNF)
- Não há dependência multivalorada (4NF)
- Não há dependência de junção (5NF)

Cln.ufpe.br

98

Esquema Relacional Normalizado



Cln.ufpe.br

99

Esquema Relacional Normalizado

TitulacaoEmpregado (CPF, data, Cod_Grau, Cod_IES)
 CPF referencia Empregado (CPF),
 Cod_grau referencia Grau (Cod),
 Cod_IES referencia IES (Cod) ✓

- Atributos atômicos (1NF)
- Dependência Funcional Plena da Chave Primária (2NF)
- Não há dependência transitiva (3NF)
- Só há dependência funcional para chave (BCNF)
- Não há dependência multivalorada (4NF)
- Não há dependência de junção (5NF)

Cln.ufpe.br

100