

Gerenciamento de Dados e Informação

Valéria Times
vct@cin.ufpe.br



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

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



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 <Esposo, Esposa, Logradouro> em $D_1 \times D_1 \times D_2$

<José, Maria, R. A, 30>
<João, Thais, R. D, 67>



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



5

Modelo Relacional

- Exemplo: Domínios e Relações abaixo

15
25
30

D-IDADE

José
Maria
João
Thais
Branca

D-PESSOA

<José, 25>
<João, 30>
<Thais, 25>

Relação: Aluno(Nome, Idade)

<Maria, 25>
<Branca, 15>

Relação: Professora(Nome, Idade)

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



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 $a_i \in D_i$ ($1 \leq i \leq n$)

• $\langle \text{José}, 25 \rangle$ → \in D-IDADE → \in D-PESSOA

Centro de Informática
7

Modelo Relacional

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

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

• Os atributos de uma mesma relação devem ser diferentes (nomes diferentes)

• Um (ou vários) atributos identificam uma relação: **Chave Primária**

↙ ↘
 Unicidade Minimalidade

Centro de Informática
8

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

Centro de Informática
9

Modelo Relacional

		Atributos			
Chave Primária		Num_cad	Nome	CPF	Endereço
Tuplas	PILOTO	0101	João	123456	Recife
		0035	José	234567	São Paulo
		...			
		0987	Pedro	567890	Recife

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

Centro de Informática
10

Modelo Relacional

		Chave Primária		Chave Estrangeira	
Voo		Num_voo	...	Num_pil	...
Tuplas		330	...	0101	...
		

Chave primária de PILOTO → Indica o piloto do Voo 330

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

Centro de Informática
11

Modelo Relacional

- Esquema Relacional

- Conjunto de relações semanticamente ligadas por seus domínios de definição
- O conceito de relação permite ao mesmo tempo representar

- Uma entidade
- Uma relação semântica (relacionamento)

Centro de Informática
12

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



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



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



15

Álgebra Relacional

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

σ <condição de seleção> (Nome-da-relação)



condição simples: =, /= ou <>, <, <=, >, >=

condição booleana: conexão de condições simples por operadores booleanos: AND, OR, NOT



16

Álgebra Relacional

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

- σ Endereço = 'São Paulo' (Piloto)

Piloto	Num_cad	Nome	CPF	Endereço
	0101	João	123456	Recife
$\sigma \rightarrow$	0035	José	234567	São Paulo

	0987	Pedro	567890	Recife



17

Álgebra Relacional

- Projeção:** produz uma nova relação com alguns dos atributos de R
 - π <lista de atributos> (Nome-da-relação)



18

Álgebra Relacional

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

• $\pi_{\text{nome, CPF}}(\text{Piloto})$

Piloto	Num_cad	Nome	CPF	Endereço
	0101	João	123456	Recife
		José	234567	São Paulo
	...			
	0987	Pedro	567890	Recife

↑
π

Centro Informática
19

Álgebra Relacional

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

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

Centro Informática
20

Álgebra Relacional

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

• $\text{Piloto} \bowtie_{\text{num_cad} = \text{num_pil}} \text{Voo}$

Piloto	Num_cad	Nome	CPF	Endereço
	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	...

Centro Informática
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	Avião
	0020	101
	0020	105
	0010	101
	0010	104
	0010	105
	0010	103
	0015	103
	0015	104

Divisor	Avião
	101
	104
	105
	103

R	Piloto
	0010

Centro Informática
22

Álgebra Relacional

• **União:** produz uma relação que inclui todas as tuplas de R1 ou 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 $\text{Dom}(a_i) = \text{Dom}(b_i)$, $1 \leq i \leq n$

Centro Informática
23

Álgebra Relacional

Ex.: Listar os lugares que são sede de departamento ou que são locais de projeto

• Departamento \cup Projeto

Departamento	Sede	Projeto	Locais
	Recife		Belém
	Caruaru		Natal
	Olinda		Recife

Lugar
Recife
Caruaru
Olinda
Belém
Natal

Centro Informática
24

Álgebra Relacional

- Interseção:** produz uma relação que inclui as tuplas comuns de R1 e R2. R1 e R2 devem ser união compatíveis
- $R1 \cap R2$
- Ex.: Listar os lugares que são sede de departamento e locais de projeto
- Departamento \cap Projeto

Departamento	Sede	Projeto	Locais	
	Recife Caruaru Olinda		Belém Natal Recife	$\cap \rightarrow$ Lugar Recife

Centro Informatika 25

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
- $R1 - R2$
- Ex.: Listar os lugares que são sede de departamento e não são locais de projeto
- Departamento - Projeto

Departamento	Sede	Projeto	Locais	
	Recife Caruaru Olinda		Belém Natal Recife	$- \rightarrow$ Lugar Caruaru Olinda

Centro Informatika 26

Modelo Relacional

Modelo Relacional

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

Centro Informatika 27

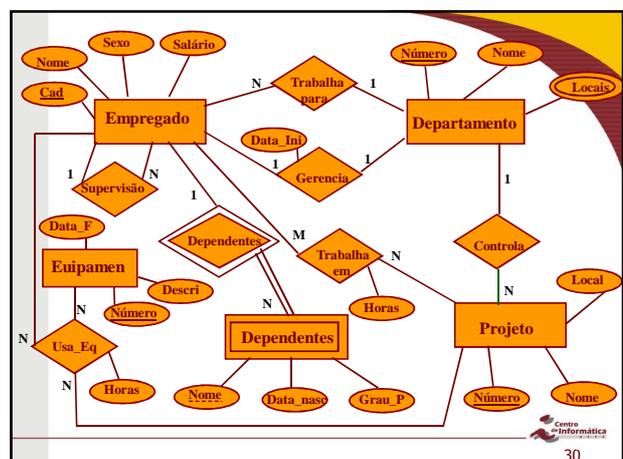
Mapeamento E/R - Relacional

Centro Informatika 28

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)

Centro Informatika 29



E-R/Relacional

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

Empregado	Cad	Nome	Sexo	Salário
-----------	-----	------	------	---------

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 E
- A chave primária de R é a combinação da chave primária de E e da chave parcial de W

Dependente	Cad	Nome	Data_nasc	Grau_P
------------	-----	------	-----------	--------

E-R / Relacional

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

E-R/Relacional

- Passo 3 (cont)
- Exemplo

Departamento	Número	Nome	Cad_Ger	Data_Ini
--------------	--------	------	---------	----------

Note que um mapeamento alternativo de um relacionamento 1:1 é possível juntando as duas entidades em uma única relação. Isto é apropriado quando as entidades não participam de outros relacionamentos.

E-R / Relacional

- Passo 4
- Para cada relacionamento regular (não fraco) 1:N
 - Identificar a relação S que representa a entidade do lado N
 - Incluir como chave estrangeira a chave primária da relação que representa a entidade do lado 1
 - Incluir os atributos do relacionamento em S

Empregado	Cad	Nome	Sexo	Salário	Num_Dep	Cad_Spv
-----------	-----	------	------	---------	---------	---------

E-R/Relacional

- Passo 5
- Para cada relacionamento R de M:N
 - Criar uma nova relação para representar R
 - Incluir como chave estrangeira as chaves primárias das relações que participam em R, estas chaves combinadas formarão a chave primária da relação
 - Incluir também eventuais atributos de R

Trabalha-em	Cad_Emp	Num_Pro	Horas
-------------	---------	---------	-------

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
--------	---------	----------

E-R/Relacional

Passo 7

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

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

Usa_Eq	Cad_Emp	Num_Proj	Num_Equi	Horas
--------	---------	----------	----------	-------

Esquema Relacional

Empregado	Cad	Nome	Sexo	Salário	Num_Dep	Cad_Spv
Departamento	Número	Nome	Cad_Ger	Data_Ini		
Locais	Num_Dep	Nome_Loc				
Projeto	Número	Nome	Num_Dep	Local		
Trabalha-em	Cad_Emp	Num_Proj	Horas			
Dependente	Cad	Nome	Data_nasc	Grau_P		
Usa_Eq	Cad_Emp	Num_Proj	Num_Equi	Horas		
Equipamento	Número	Descrição	Data_Fab			

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

Normalização

Modelo relacional

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

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

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

Teoria das Dependências

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

Ex: Num-pil \rightarrow Trajeto
Num-av \rightarrow Trajeto

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

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

Normalização

- Como corrigir?
 - Separar os componentes 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

Normalização

- Seja a relação

Piloto	NumCad	Nome	CPF	Salário	Diploma	Descrição
	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

Normalização

- Conseqüências 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

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

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



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

Normalização

- Relações criadas
 - (Num_cad, Nome, CPF, Salário)
 - (Diploma, Descrição)
 - (Num_cad, Diploma)
- Dar nome às novas relações, por exemplo: Piloto, Diplomação e Formação (respectivamente).

Normalização

Piloto	Num_cad	Nome	CPF	Salário	Formação	Num_cad	Diploma
	0010	José	12345	5.000,00		0010	D1
	0015	João	23456	3.000,00		0010	D2
	0020	Manuel	34567	8.000,00		0015	D3
	0018	José	98765	4.000,00		0020	D1
						0020	D2
						0020	D4
						0018	D2

Diplomação	Diploma	Descrição
	D1	Helicópteros
	D2	Aviões a jato
	D3	Bi-motor
	D4	Concorde

OBS: Anomalias foram eliminadas - Não houve perda de informação

Teoria das Dependências

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

$$X \rightarrow Y \rightarrow Z$$

No_avião	Tipo	Capacidade	Local
----------	------	------------	-------

Centro de Informática
55

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

Centro de Informática
56

Normalização

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

Centro de Informática
57

Normalização

Centro de Informática
58

Normalização

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

Centro de Informática
59

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

Centro de Informática
60

Normalização

A relação está na 3NF mas não está na BCNF

Aluno	Professor
Maria	Fernando
Maria	Paulo
José	Fernando
José	André

Professor	Disciplina
Fernando	BD
Paulo	ES
André	ES

61

Normalização

Seja a relação

Voo	Piloto	Avião	Trajeto
0020	101	Rec-Rio	
	105	Rio- Spa	
		Spa-Rec	
0010	101	Rec-For	
	104		
0015	103	Rio-Spa	

?

Voo	Piloto	Avião	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	

62

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

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

63

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)

64

Normalização

Voo	Piloto	Avião	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	

Piloto	Avião
0020	101
0020	105
0010	101
0010	104
0015	103

Piloto	Trajeto
0020	Rec-Rio
0020	Rio-Spa
0020	Spa-Rec
0010	Rec-For
0015	Rio-Spa

65

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

66

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 ($n > 2$)

Centro de Informática
67

Normalização

Seja a relação Voo :

Voo	Piloto	Avião	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	<table border="1"><thead><tr><th>Piloto</th><th>Avião</th></tr></thead><tbody><tr><td>0020</td><td>101</td></tr><tr><td>0020</td><td>105</td></tr><tr><td>0010</td><td>101</td></tr></tbody></table>	Piloto	Avião	0020	101	0020	105	0010	101
Piloto	Avião								
0020	101								
0020	105								
0010	101								

V2	<table border="1"><thead><tr><th>Avião</th><th>Trajeto</th></tr></thead><tbody><tr><td>101</td><td>Rec-Rio</td></tr><tr><td>105</td><td>Rec-Rio</td></tr><tr><td>101</td><td>Rio-Spa</td></tr></tbody></table>	Avião	Trajeto	101	Rec-Rio	105	Rec-Rio	101	Rio-Spa
Avião	Trajeto								
101	Rec-Rio								
105	Rec-Rio								
101	Rio-Spa								

Centro de Informática
68

Normalização

Projeção em três relações

V1	<table border="1"><thead><tr><th>Piloto</th><th>Avião</th></tr></thead><tbody><tr><td>0020</td><td>101</td></tr><tr><td>0020</td><td>105</td></tr><tr><td>0010</td><td>101</td></tr></tbody></table>	Piloto	Avião	0020	101	0020	105	0010	101
Piloto	Avião								
0020	101								
0020	105								
0010	101								

V2	<table border="1"><thead><tr><th>Avião</th><th>Trajeto</th></tr></thead><tbody><tr><td>101</td><td>Rec-Rio</td></tr><tr><td>105</td><td>Rec-Rio</td></tr><tr><td>101</td><td>Rio-Spa</td></tr></tbody></table>	Avião	Trajeto	101	Rec-Rio	105	Rec-Rio	101	Rio-Spa
Avião	Trajeto								
101	Rec-Rio								
105	Rec-Rio								
101	Rio-Spa								

V3	<table border="1"><thead><tr><th>Trajeto</th><th>Piloto</th></tr></thead><tbody><tr><td>Rec-Rio</td><td>0020</td></tr><tr><td>Rio-Spa</td><td>0020</td></tr><tr><td>Rec-Rio</td><td>0010</td></tr></tbody></table>	Trajeto	Piloto	Rec-Rio	0020	Rio-Spa	0020	Rec-Rio	0010
Trajeto	Piloto								
Rec-Rio	0020								
Rio-Spa	0020								
Rec-Rio	0010								

Projeção ...

Centro de Informática
69

Normalização

V1	<table border="1"><thead><tr><th>Piloto</th><th>Avião</th></tr></thead><tbody><tr><td>0020</td><td>101</td></tr><tr><td>0020</td><td>105</td></tr><tr><td>0010</td><td>101</td></tr></tbody></table>	Piloto	Avião	0020	101	0020	105	0010	101
Piloto	Avião								
0020	101								
0020	105								
0010	101								

V2	<table border="1"><thead><tr><th>Avião</th><th>Trajeto</th></tr></thead><tbody><tr><td>101</td><td>Rec-Rio</td></tr><tr><td>105</td><td>Rec-Rio</td></tr><tr><td>101</td><td>Rio-Spa</td></tr></tbody></table>	Avião	Trajeto	101	Rec-Rio	105	Rec-Rio	101	Rio-Spa
Avião	Trajeto								
101	Rec-Rio								
105	Rec-Rio								
101	Rio-Spa								

V3	<table border="1"><thead><tr><th>Trajeto</th><th>Piloto</th></tr></thead><tbody><tr><td>Rec-Rio</td><td>0020</td></tr><tr><td>Rio-Spa</td><td>0020</td></tr><tr><td>Rec-Rio</td><td>0010</td></tr></tbody></table>	Trajeto	Piloto	Rec-Rio	0020	Rio-Spa	0020	Rec-Rio	0010
Trajeto	Piloto								
Rec-Rio	0020								
Rio-Spa	0020								
Rec-Rio	0010								

Avião

V4	<table border="1"><thead><tr><th>Piloto</th><th>Avião</th><th>Trajeto</th></tr></thead><tbody><tr><td>0020</td><td>101</td><td>Rec-Rio</td></tr><tr><td>0020</td><td>105</td><td>Rec-Rio</td></tr><tr><td>0020</td><td>101</td><td>Rio-Spa</td></tr><tr><td>0010</td><td>101</td><td>Rec-Rio</td></tr><tr><td>0010</td><td>101</td><td>Rio-Spa</td></tr></tbody></table>	Piloto	Avião	Trajeto	0020	101	Rec-Rio	0020	105	Rec-Rio	0020	101	Rio-Spa	0010	101	Rec-Rio	0010	101	Rio-Spa
Piloto	Avião	Trajeto																	
0020	101	Rec-Rio																	
0020	105	Rec-Rio																	
0020	101	Rio-Spa																	
0010	101	Rec-Rio																	
0010	101	Rio-Spa																	

(Trajeto, Piloto) **Relação Original**

Centro de Informática
70

Normalização

Definição

- Uma relação R satisfaz a 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, Avião), {Avião, Trajeto}, {Trajeto, Piloto})

Centro de Informática
71

Normalização

Teorema de Fagin

R (A, B, C) satisfaz à DJ *(AB, AC) se e 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

Centro de Informática
72

Normalização

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

Definição

Uma relação está na Quinta Forma Normal (5NF), também chamada de Forma Normal Projeção/ Junção (PJNF), se somente se cada dependência de junção em R é uma consequência de chaves candidatas de R

Normalização

Notas:

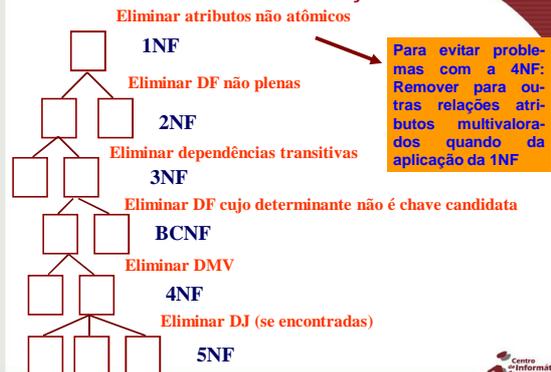
- Qualquer relação 5NF está na 4NF
- Resultados demonstrados por Fagin
 - Qualquer relação dada pode ser decomposta sem perdas em uma coleção equivalente de relações em 5NF, ou seja, a 5NF é sempre realizável

Normalização

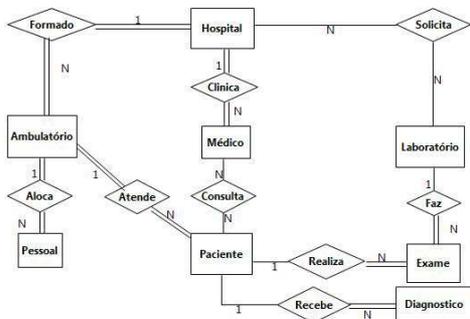
Resultados demonstrados por Fagin (Cont.)

- 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

Resumo da Normalização



Exercícios



Exercícios

- Construa um esquema relacional normalizado para o esquema ER anterior considerando os seguintes atributos:
 - HOSPITAL: possui código; nome; endereço formado por rua, número, complemento e bairro; além do código, nome e email do diretor do hospital.
 - AMBULATÓRIO: tem um número que o identifica unicamente, uma descrição, uma localização e um andar. O número do andar é determinado a partir do código de sua localização.
 - PESSOAL de apoio: possui um CPF, nome, endereço, telefone, função e salário.

Exercícios

- **PACIENTE:** tem um CPF, nome, endereço, telefone e data de admissão.
- **LABORATÓRIO:** possui um código, nome, endereço, telefone e email.
- **EXAME:** é descrito por um código, um nome, e uma data, além do CPF e do nome da pessoal responsável pela realização do exame.
- **DIAGNÓSTICO:** possui código, descrição, data e tipo.
- **MÉDICO:** tem um CRM, nome, especialidade, endereço, vários telefones para contato e várias certificações que possuem código e descrição. A data do atendimento feito pelo médico para cada paciente deve também ser guardada.

Esquema Relacional

Hospital	CodigoH	Nome	Rua	Num	Comp	Bairro	CodDir
Diretor	CodigoDir	Nome	Email				
Ambulatorio	Numero	Desc	Local	Hosp			
Localização	CodigoLo	Andar					
Pessoal	CPF	Nome	Ende	Fone	Função	Salário	AmbNum
Paciente	CPF	Nome	Ende	Fone	DataAdm	AmbNum	
Laboratorio	CodigoLa	Nome	Ende	Fone	Email		
Hosp_Lab	CodigoH	CodigoLa					

Esquema Relacional

Exame	CodigoE	Nome	Data	CPFResp	Lab	CPFPac
Diagnostico	CodigoD	Desc	Data	Tipo	CPF	
Medico	CRM	Nome	Espec	Ende	Hospi	
Med_Fone	CRM	Fone				
Responsavel	CPF	Nome				
Med_Pac	CRM	CPF	DataAte			
Certificação	CodigoC	Descri				
Med_Certif	CRM	CodigoC				

