

# BASES DE DADOS I

## LEI/2

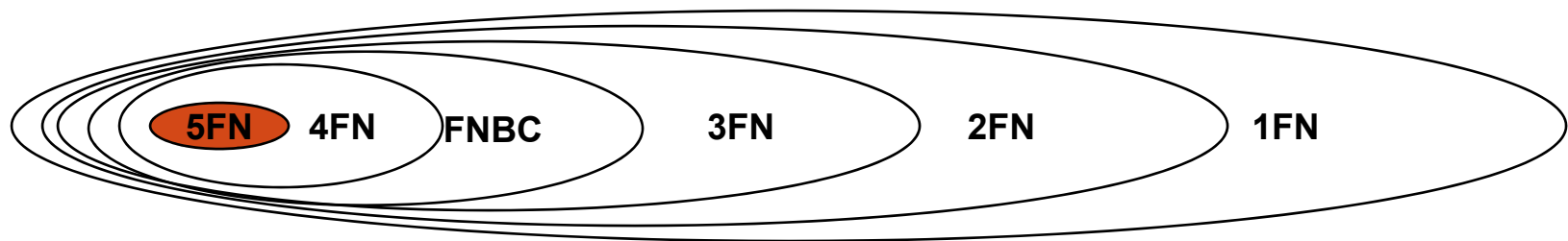
Universidade da Beira Interior, Departamento de Informática  
Hugo Pedro Proença, 2009/2010

# Modelo Relacional - Normalização

- Na sequência do aparecimento do modelo relacional, e uma vez que é necessário organizar os dados por forma a que possam ser tratados relacionalmente, surge o processo designado de “**Normalização**”.
  
- Objectivo:
  - Encontrar um esquema de Base de Dados **otimizado**, capaz de **modelar adequadamente** os dados relevantes a um determinado universo.
    - Adaptado às restrições do Universo.

# Modelo Relacional - Normalização

- Inicialmente determinava apenas a desagregação dos dados em domínios atômicos.
- Posteriormente desenvolvido por Boyce-Codd dando origem a uma hierarquia de normalização: 1ª Forma Normal, 2ª Forma Normal, 3ª Forma Normal, Forma Normal de Boyce-Codd, 4ª Forma Normal e 5ª Forma Normal.
- Trata-se de um processo sistemático (conjunto de regras) que definem os relacionamentos entre os dados (dependências), por forma a minimizar a sua redundância.



# Modelo Relacional - Normalização

- Do processo de normalização emergem três tipos de **dependências** entre os dados: funcionais, multivalor e de junção.
- Diz-se, por definição, que existe uma **dependência funcional**  $X \rightarrow Y$  se uma instância de valores dos atributos de X determina ou identifica univocamente uma instância de valores dos atributos de Y. Pode-se dizer que “X determina Y” ou “Y depende de X”.
- Exemplo:
  - $BI \rightarrow \text{Nome Pessoa, Naturalidade}$
  - $(N^\circ \text{ Factura, Cod\_Produto}) \rightarrow \text{Data, Quantidade, Preço}$
- Reportando ao modelo relacional, observa-se que a chave primária de uma relação determina sempre os restantes atributos, isto é, todos eles são dependentes funcionalmente da chave.

## Dependências Funcionais – Regras de Identificação (Separação)

■ Se  $A \rightarrow BC$  então  $A \rightarrow B$  e  $A \rightarrow C$

■ Exemplo:

**Se**

$BI \rightarrow (\text{Nome}, \text{Endereço})$

**Então**

$BI \rightarrow \text{Nome}$  e  $BI \rightarrow \text{Endereço}$

- Se com o BI eu conseguir determinar o nome e endereço de uma pessoa, então é lógico que possa determinar cada um deles individualmente.

## Dependências Funcionais – Regras de Identificação (Acumulação)

### ■ Se $A \rightarrow B$ então $AC \rightarrow B$

#### ■ Exemplo:

- Se
  - $BI \rightarrow Nome$
  - Então
  - $(BI, Idade) \rightarrow Nome$
- 
- Se com o BI eu conseguir determinar o nome de uma pessoa, será obviamente possível fazer o mesmo a partir do conjunto de atributos BI + Idade.

## Dependências Funcionais – Regras de Identificação (Transitividade)

■ **Se  $A \rightarrow B$  e  $B \rightarrow C$  então  $A \rightarrow C$**

■ Exemplo:

Se

$BI \rightarrow \text{CodigoPostal}$  e  $\text{CodigoPostal} \rightarrow \text{Cidade}$

Então

$BI \rightarrow \text{Cidade}$

- Ao saber o BI posso saber o código postal da sua morada. A partir do código postal posso saber a cidade onde habita. Então, aplicando a transitividade, posso concluir que ao saber o BI automaticamente posso saber a cidade onde determinada pessoa habita.

■ **Se  $A \rightarrow B$  e  $BC \rightarrow D$  então  $AC \rightarrow D$**

■ Exemplo:

Se

$BI \rightarrow \text{CodFuncionario}$  e  $(\text{CodFuncionario}, \text{Mês}) \rightarrow \text{Salario}$

Então

$(BI, \text{Mês}) \rightarrow \text{salario}$

- Se com o BI consigo determinar o código de um trabalhador e com esse código mais um determinado mês eu consigo saber o seu vencimento, então com o BI mais um determinado mês posso igualmente determinar o seu vencimento.

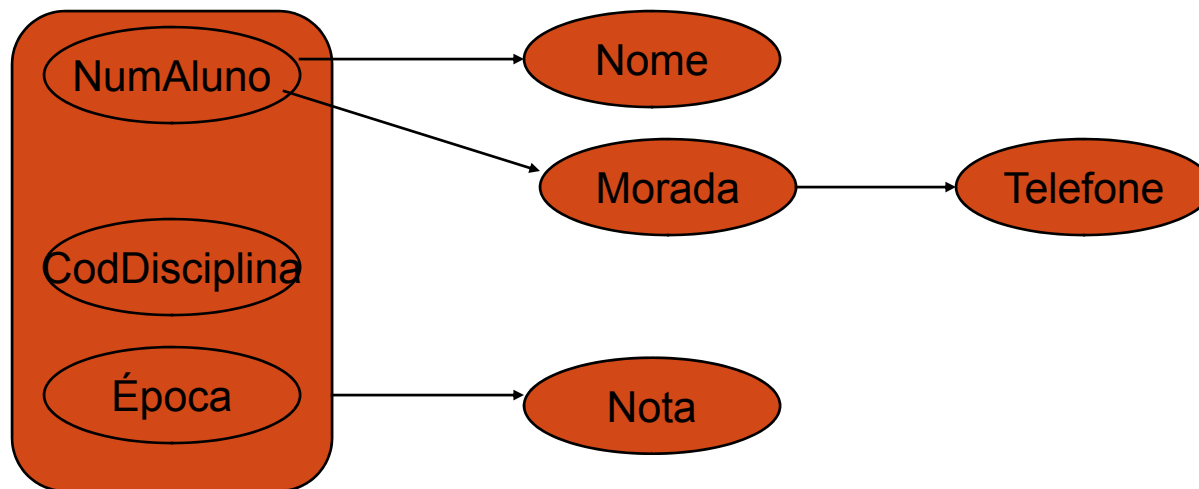


# Diagramas de Dependências Funcionais

- São importantes para identificar claramente as dependências existentes entre os atributos de uma relação e constituir uma ajuda no processo de normalização de uma base de dados.

- Exemplo:

Aluno\_Nota (NumAluno, Nome, Morada, Telefone, CodDisciplina, Época, Nota)



# Modelo Relacional - Normalização

- Uma dependência funcional é um caso especial de outra mais abrangente: **a dependência multivalor**. Relativamente a esta, a sua presença apenas se prova em relações com pelo menos 3 atributos.
- **Definição:** A dependência multivalor  $X \twoheadrightarrow Y$  existe numa relação  $R(X,Y,Z)$  se e só se sempre que  $(x,y,z)$  e  $(x,y',z')$  são tuplos da relação então  $(x,y',z)$  e  $(x,y,z')$  também o são.
- **Corolário:** Se na relação  $R(X,Y,Z)$  existe uma dependência multivalor  $X \twoheadrightarrow Y$  então também existirá outra  $X \twoheadrightarrow Z$ .

# Modelo Relacional - Normalização

## □ Dependência Multivalor

- Tome-se o exemplo da relação à direita:  
O atributo “Disciplina” indica as disciplinas em que um aluno está inscrito, e o atributo “Hobby” indica uma actividade complementar que pratica.

<u>Aluno</u>	<u>Disciplina</u>	<u>Hobby</u>
João	Matemática	Natação
João	Português	Futebol
João	Matemática	Futebol
João	Português	Natação
Ana	Inglês	Teatro
Ana	Inglês	Dança
Ana	Francês	Teatro
Ana	Francês	Dança

- O atributo “Disciplina” gera grupos de valores repetidos, o mesmo acontecendo (em sentido inverso) com o atributo “Hobby”. Neste caso existe uma dependência multivalor “Aluno” ->> “Disciplina” e “Aluno”->>”Hobby”, originando informação redundante e potenciando a perda de informação após a eliminação inadvertida de tuplos da relação.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ Dependência Multivalor

- Por observação das instancias de uma relação pode-se concluir da não-existência de dependências multivalor. Contudo essa observação não é suficiente para concluir da sua existência. Para isso, terão que se conhecer as regras que governam a manipulação da relação e os domínios de cada atributo.
- Em todo o caso, parece evidente que só em situações muito específicas surgem dependências multivalor.
- (\*) Se, por exemplo, for retirada a primeira instância da relação anterior, pode-se concluir da não existência de uma dependência multivalor.

# Modelo Relacional - Normalização

- Relativamente às dependências de junção, elas são ainda mais raras e, principalmente, mais difíceis de identificar. Diz-se que numa relação existe uma dependência de **junção** se, dado um conjunto de projecções sobre a relação, se consegue reconstruir a relação inicial através da junções de algumas delas.

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>4</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>4</sub>	c <sub>4</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>5</sub>	c <sub>4</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>5</sub>

Projectando em (A,B) e (B,C) e (A,C) não é possível reconstruir a relação inicial a partir de qualquer par destas projecções. Apenas é possível fazê-lo através das três projecções.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ Dependências de Junção: Exemplo

### □ Tendo uma relação R com três atributos (A,B,C):

■ Podem-se criar 3 relações ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ) com atributos

■  $(X,Y)$  tal que  $X, Y \in (A,B,C)$ :

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>

R1

A	B
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>

R2

A	C
a <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>

R3

B	C
b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>

# Modelo Relacional - Normalização

## Dependências de Junção: Exemplo

$R_1 \bowtie R_2$

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>

$\bowtie$

$R_3$

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>

Relação original

$R_1$

A	B
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>

$R_2$

B	C
b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>

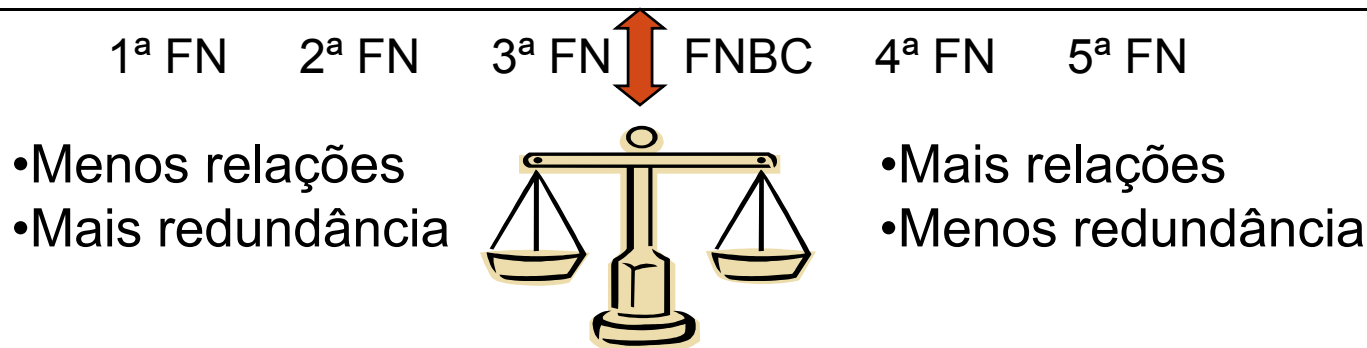
$R_3$

A	C
a <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>

Pode-se concluir que existe uma dependência de junção de “R” em relação às projecções  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ .

# Modelo Relacional - Normalização

- Com base nas dependências funcionais, multivalor e de junção define-se o processo de normalização de dados aplicado ao modelo relacional.
- A hierarquia é composta por cinco formas normais (1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª Forma Normal) e uma intermédia (Forma Normal de Boyce-Codd, entre a 3ª e a 4ª).
- Na prática, não deve ser levada às ultimas consequências, pois a proliferação de relações pode conduzir à deterioração do desempenho da Base de Dados.
- Na maioria dos casos opta-se por uma solução de compromisso algures entre a 3ª Forma Normal e a Forma Normal de Boyce Codd.





# Modelo Relacional - Normalização

## □ 1FN – 1ª Forma Normal

- Este é o passo inicial do processo de normalização de uma base de dados.
- Visa eliminar valores ou grupos de valores repetidos que eventualmente possam existir numa tabela.
- Dada uma relação, a 1ª forma normal obriga que...
  - Todos os atributos registem apenas valores atómicos.
  - Sejam criadas tantas relações quantos os grupos de valores que se repitam na relação inicial.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ 1FN – 1ª Forma Normal

### □ Exemplo 1:

Inscrição (CodAluno, Nome, Morada, Disciplinas)

- Neste caso existe um atributo (Disciplinas) que vai registar os códigos das disciplinas a que o aluno se pode inscrever.
- É um exemplo de um atributo que não contém valores atômicos (Potencialmente irá conter múltiplos valores, tantos quantas as disciplinas a que determinado aluno está inscrito).

# Modelo Relacional - Normalização

## □ 1FN – 1ª Forma Normal

□ Exemplo 1:



<u>CodAluno</u>	Nome	Morada	Disciplinas
12300	José António	Rua X	1200, 1354, 1456
6710	Carla Gomes	Avenida Y	1200, 1445, 1567
15461	Vitor Franco	Bairro Z	1376, 1877, 1516

- O atributo “Disciplinas” pode ser decomposto (não contém valores atómicos), pelo que a relação não está na 1ª forma normal.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ 1FN – 1ª Forma Normal

□ Exemplo2:



<u>CodAluno</u>	Nome	Morada	Disciplina1	Disciplina2	Disciplina3
12300	José António	Rua X	1200	1354	1456
6710	Carla Gomes	Avenida Y	1200	1445	1567
15461	Vitor Franco	Bairro Z	1376	1877	1516

- Neste caso todos os atributos da relação contêm apenas valores atômicos. No entanto, existe um grupo de valores (Disciplina<sub>i</sub>) que se repete na relação, pelo que esta também não respeita a 1ª forma normal.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ 1FN – 1ª Forma Normal

- Para que este exemplo satisfaça a 1ª forma normal será necessário criar uma nova relação em que cada instância registre a inscrição de um determinado aluno numa única disciplina.

<u>CodAluno</u>	Nome	Morada
12300	José António	Rua X
6710	Carla Gomes	Avenida Y
15461	Vítor Franco	Bairro Z

<u>CodAluno</u>	<u>Disciplina</u>
12300	1200
6710	1200
12300	1376

- À inscrição de um aluno a “N” disciplinas corresponderão “N” instâncias com o código de aluno e o respectivo código de cada disciplina.

# Modelo Relacional - Normalização

---

- **2FN – 2ª Forma Normal**

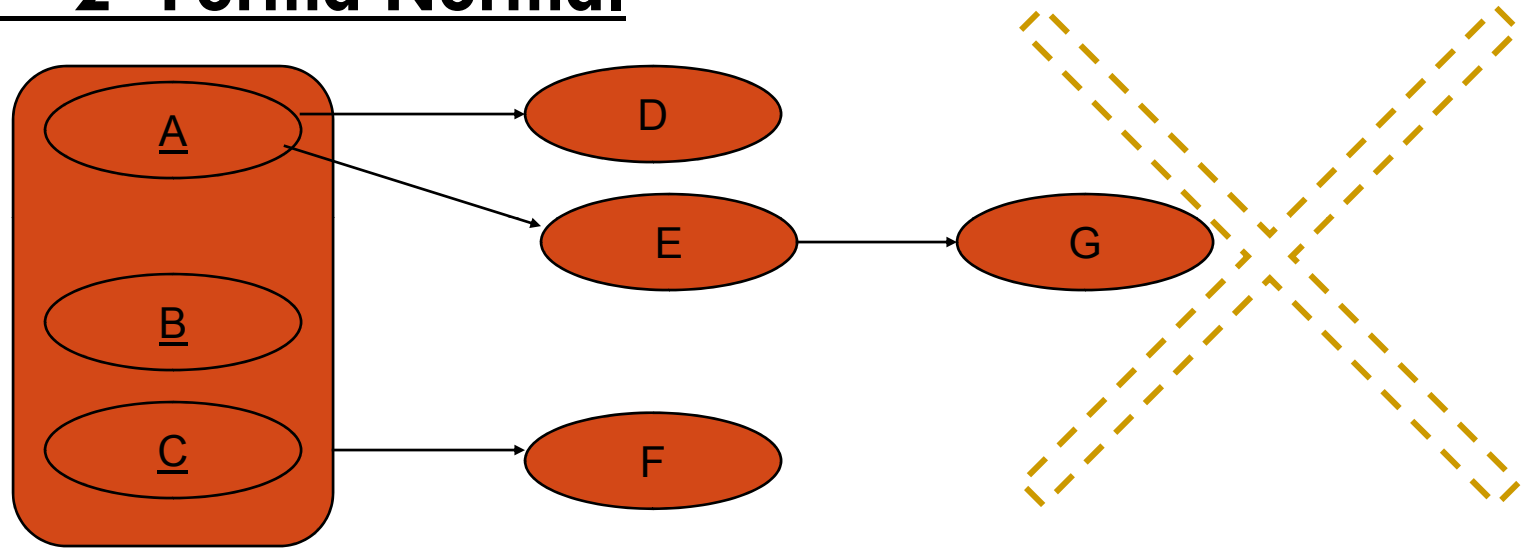
- Diz-se que uma relação está na 2ª forma normal quando:

  - Está na 1ª forma normal.

  - Todos os atributos que não pertencem a qualquer chave candidata dependem inteiramente da chave primária, e não apenas de parte dela.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ 2FN – 2ª Forma Normal

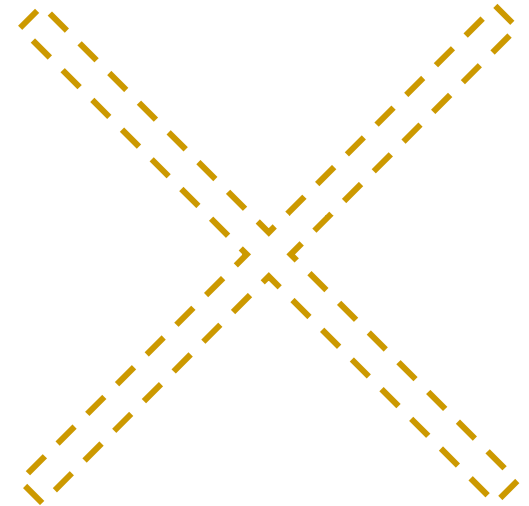
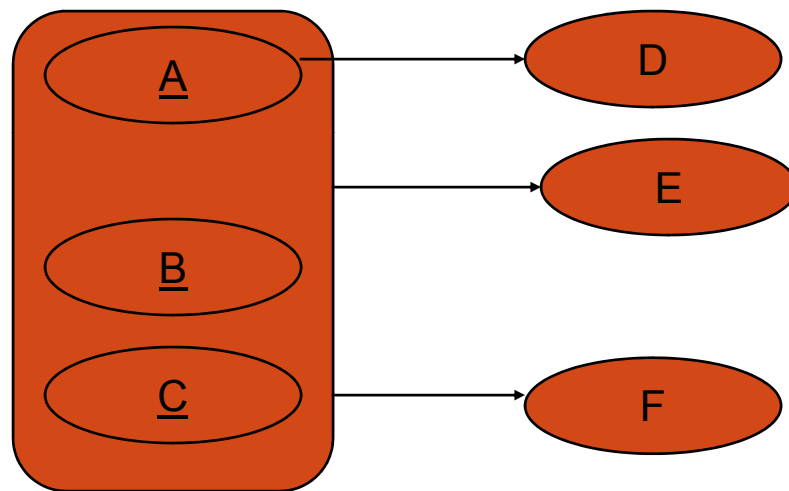


□ Esta relação não está na 2ª forma normal:

- Existem atributos que dependem apenas de parte da chave (D, E).
- Existem atributos que dependem de outros que não são chave (G).

# Modelo Relacional - Normalização

## □ 2FN – 2ª Forma Normal



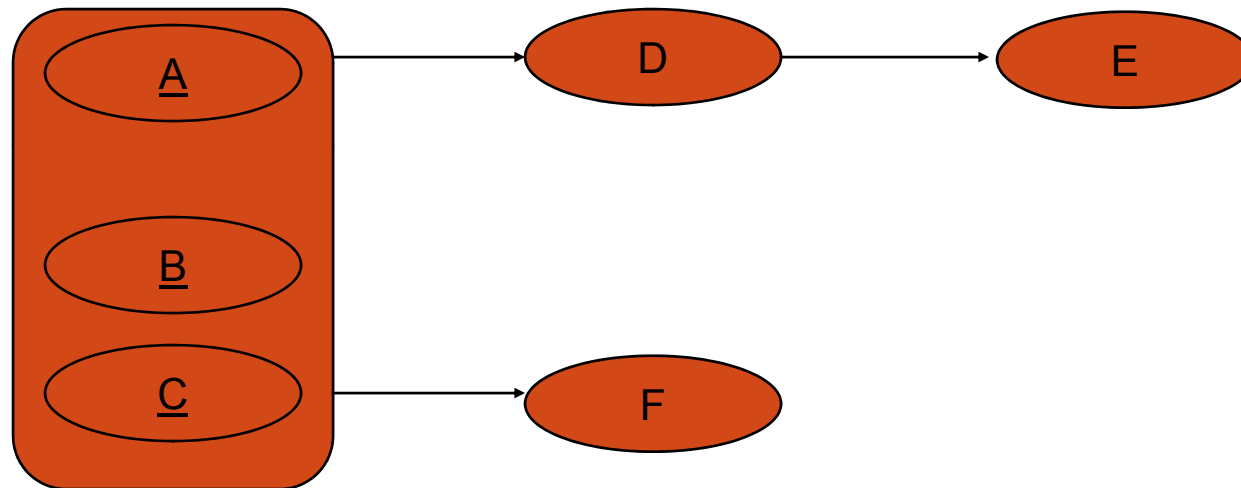
□ Esta relação também não está na 2ª forma normal:

■ Existem atributos que dependem apenas de parte da chave (D).



# Modelo Relacional - Normalização

## □ 2FN – 2ª Forma Normal

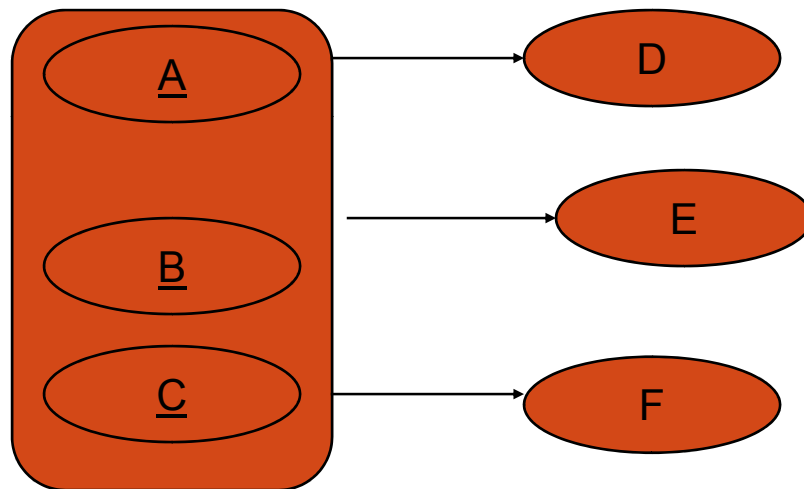


□ Esta relação já está na 2ª forma normal:

- Todos os atributos dependem directa ou transitivamente (E) da totalidade da chave primária da relação.

# Modelo Relacional - Normalização

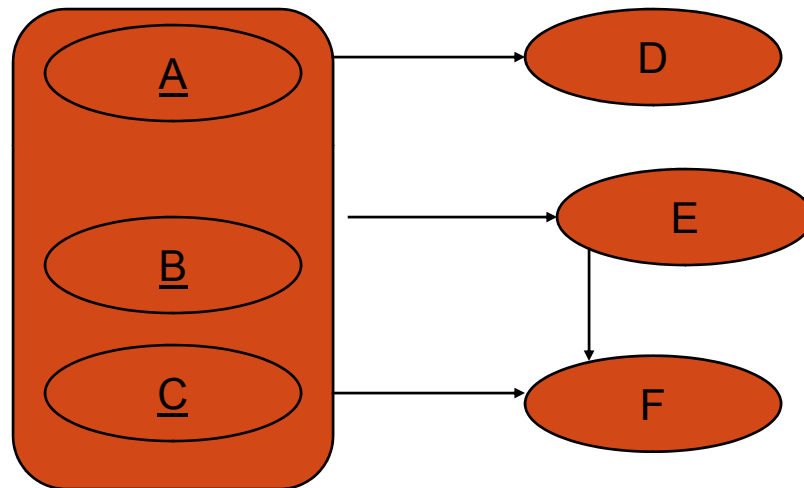
## □ 2FN – 2ª Forma Normal



- Esta relação está na 2ª forma normal, uma vez que não existem atributos que dependam de parte da chave ou de atributos não-chave.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ 2FN – 2ª Forma Normal



- Neste caso a relação também satisfaz as premissas da 2ª forma normal. Como se verá de seguida, falhará a restrição associada à próxima forma normal.

# Modelo Relacional - Normalização

- **2FN – 2ª Forma Normal**

- Exemplo:

**Nota** (CodAluno, NomeAluno, CodDisciplina, Nota)

- Esta relação serve para registrar as notas de cada aluno nas disciplinas em que encontra inscrito. Uma vez que cada um se pode inscrever em várias disciplinas, a chave primária desta relação é uma chave composta (CodAluno, CodDisciplina).
- Existe um atributo (NomeAluno) que depende apenas de “CodAluno” (O nome de um aluno não depende da disciplina em que se encontra inscrito), pelo que se pode concluir que esta relação não está na 2ª forma normal.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ 2FN – 2ª Forma Normal

- Para passar a relação anterior à 2ª forma normal seria necessário criar uma nova entidade (Aluno) para guardar informação acerca dos alunos, e retirar o atributo “Nome” da relação “Nota”.

**Nota** (CodAluno, CodDisciplina, Nota)

**Aluno** (CodAluno, Nome, Naturalidade, ...)

Antes desta transformação, existia uma dependência funcional entre o atributo “Nome” e “CodAluno”. Ora numa relação na 2ª forma normal não podem existir dependências funcionais que tenham como premissa apenas parte da chave.

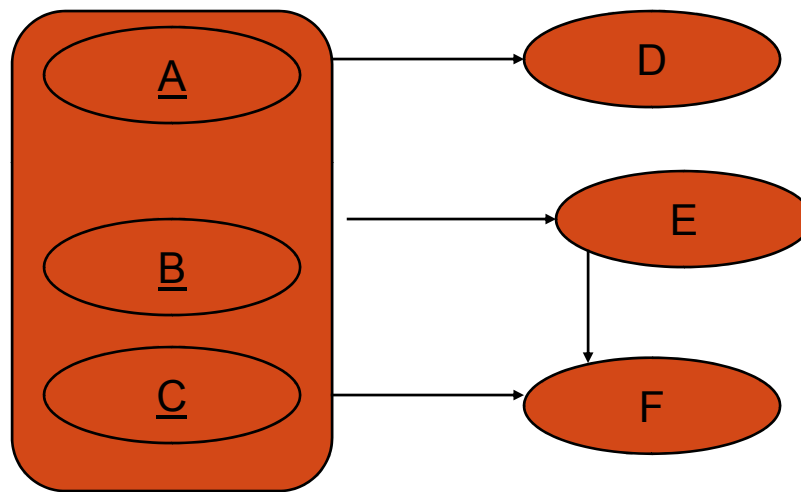
# Modelo Relacional - Normalização

## □ 3FN – 3ª Forma Normal

- Uma relação está na 3ª forma normal quando:
  - Está na 2ª forma normal.
  - Não existem dependências funcionais entre os atributos não chave.
- Na prática, uma relação está na 3ª forma normal quando todos os atributos não-chave dependem inteira e exclusivamente da totalidade da chave.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ 3FN – 3ª Forma Normal



- O Atributo “F” depende inteiramente da chave primária da relação. No entanto também existe uma dependência funcional com um atributo não-chave. Então esta relação não satisfaz a 3ª forma normal.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ 3FN – 3ª Forma Normal

### □ Exemplo:

- Imagine-se uma tabela para registar os orientadores dos alunos de projecto do ultimo ano da licenciatura.
- Uma vez que cada aluno apenas pode ter um único orientador, o atributo “CodAluno” pode ser utilizado como chave primária.

**Orientacao** (CodAluno, CodDocente, Gabinete, Hora)



# Modelo Relacional - Normalização

## □ **3FN – 3ª Forma Normal**

□ Exemplo:

<u>CodAluno</u>	CodDocente	Gabinete	Hora
12300	155	4.1	12:00
6710	255	4.2	12:00
15461	155	4.1	13:00

- Todas as restrições impostas pelas 1ª e 2ª formas normais são satisfeitas.
- No entanto o atributo “Gabinete” (que depende inteiramente da chave primária), também é dependente de “CodDocente”
  - CodDocente não é chave
  - A relação não está na 3ª forma normal

# Modelo Relacional - Normalização

## □ **3FN – 3ª Forma Normal**

- Para o exemplo anteriormente ilustrado respeitar a 3ª forma normal, seria necessário criar uma nova relação para registar o gabinete de cada docente.

**Orientacao** (CodAluno, CodDocente, Hora)

**Gabinete**(CodDocente, CodGabinete)

- O atributo “Hora” deve manter-se na relação inicial, uma vez que a hora de atendimento depende (é relativa) simultaneamente do aluno e do docente, isto é, varia consoante o aluno e o docente.
- Na maioria das situações a 3ª forma normal é suficiente para os requisitos pretendidos.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ **FNBC – Forma Normal de Boyce-Codd**

- A 3ª forma normal é aquela que, na maioria dos casos, termina o processo de normalização. Em casos bastante específicos ainda transporta algumas anomalias, resolvidas pela Forma Normal de Boyce-Codd.
- Por definição, uma relação está na FNBC se:
  - ▣ Está na 3ª forma normal.
  - ▣ Todos os determinantes são chaves candidatas.
- Exemplo:

**Lecciona** (CodAluno, CodDisciplina, CodDocente)

# Modelo Relacional - Normalização

## ❑ **FNBC – Forma Normal de Boyce-Codd**

- ❑ A relação anterior serve para registrar os alunos das turmas práticas das disciplinas da UBI. Sabe-se que cada disciplina pode ser leccionada por múltiplos docentes. No entanto cada docente só pode leccionar uma disciplina.

<u>codAluno</u>	<u>codDisciplina</u>	codDocente
123	1560	780
671	1560	780
123	1467	766
768	1560	789

- ❑ A relação satisfaz as premissas relativas às três primeiras formas normais...

# Modelo Relacional - Normalização

## ❑ **FNBC – Forma Normal de Boyce-Codd**

- ❑ Os atributos contêm valores atômicos.
- ❑ Não existem grupos de valores repetidos.
- ❑ Todos os atributos não-chave dependem inteira e exclusivamente da chave.
- ❑ O atributo “CodDocente” não é chave candidata, no entanto é um determinante.
  - Uma vez que cada docente só pode leccionar uma disciplina, temos que CodDocente → CodDisciplina.

<u>codAluno</u>	<u>codDisciplina</u>	codDocente
123	1560	780
671	1560	780
123	1467	766
768	1560	789

# Modelo Relacional - Normalização

## □ **FNBC – Forma Normal de Boyce-Codd**

- A passagem da relação anterior para a FNBC exigiria a sua decomposição em duas relações.
- Uma delas regista os docentes de cada aluno.
- A outra regista a disciplina leccionada por cada docente.

<u>codAluno</u>	<u>codDocente</u>
123	780
671	780
123	766
768	789

codDisciplina	<u>codDocente</u>
1560	780
1467	766
1560	789

# Modelo Relacional - Normalização

- ❑ **4FN (4ª Forma Normal)**
- ❑ Normalmente uma relação na FNBC também já se encontra na 4FN e 5FN, surgindo estas para resolver casos muito raros.
- ❑ Diz-se que uma relação está na 4ª forma normal se :
  - ❑ Está na FNBC.
  - ❑ Não existirem dependências multivalor.

# Modelo Relacional - Normalização

---

- **4FN (4ª Forma Normal)**

- Exemplo:

- Imagine-se que esta relação regista os produtos que os agentes de uma empresa vendem nas diferentes zonas.

- Por hipótese, existe uma restrição ao funcionamento da empresa que diz que... “todos os agentes vendem todos os produtos nas zonas em que actuam”.



# Modelo Relacional - Normalização

## □ 4FN (4ª Forma Normal)

- Suponha que um determinado “agente” passa a representar um novo “produto”. Será necessário inserir várias linhas na tabela, uma para cada zona em que ele actue. Analisando as dependências existentes, temos que:
  - Agente ->> Produto (O conjunto dos produtos é independente das zonas em que este actua, isto é, para cada produto vão existir todos os valores de “zona”)
  - Agente ->> Zona (O conjunto das zonas de cada agente é independente dos produtos que venda, ou seja, para cada zona, irão existir todos os “produto” possíveis).
  - Uma vez que existem dependências multivalor, para colocar a relação na 4FN é necessário efectuar a sua decomposição em:

**Venda\_Prod** (CodAgente, CodProduto) **Venda\_Zona** (CodAgente, CodZona)

# Modelo Relacional - Normalização

## □ **4FN (4ª Forma Normal)**

- É importante notar que a decomposição anterior apenas se pode executar tendo por base que “cada agente vende todos os seus produtos em todas as zonas onde actua”.
- Esta é também a premissa necessária para verificar a existência de dependências multivalor e requisitar a sua passagem para a 4FN.
- Em situações normais, a FNBC poderia fornecer uma solução que, embora ligeiramente menos eficiente, se poderia revelar bastante mais flexível.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ **5FN (5ª Forma Normal)**

- Corresponde ao grau de normalização mais elevado.
- Na prática, uma relação na 5ª forma normal não pode ser decomposta de nenhuma forma sem perda de informação.
- Por definição, uma relação está na 5ª forma normal se:
  - Esta na 4ª forma normal.
  - Não existem dependências de junção relativas a subconjuntos próprios do conjunto de todas as possíveis projecções.

# Modelo Relacional - Normalização

- **5FN (5ª Forma Normal)**

- Exemplo:

<u>Artista</u>	<u>Filme</u>	<u>Encenador</u>
A1	F1	E1
A1	F1	E2
A2	F1	E1
A3	F3	E3
A1	F4	E2
A2	F4	E3

- Esta relação está na 5ª forma normal ?

# Modelo Relacional - Normalização

- **5FN (5ª Forma Normal)**
- Aparentemente, não existem dependências multivalor.
  - ▣ Estão satisfeitas as condições da FNBC.

<u>Artista</u>	<u>Filme</u>	<u>Encenador</u>
A1	F1	E1
A1	F1	E2
A2	F1	E1
A3	F3	E3
A1	F4	E2
A2	F4	E3

- Falta apenas verificar se existe alguma dependência de junção.
  - ▣ Podem-se executar 3 diferentes projecções: {Artista, Filme}, {Artista, Encenador} e {Filme, Encenador}
  - ▣ Caso seja possível reconstruir a relação inicial a partir da junção de quaisquer duas projecções, pode-se concluir da existência de dependências de junção relativamente a essas projecções.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ 5FN (5ª Forma Normal)

- Seja  $R(A,B,C)$  uma relação em que foi identificada uma dependência de junção relativamente a  $\{A,B\}$  e  $\{B,C\}$ .
  - Significa que é possível reconstruir a relação inicial a partir das duas projecções anteriores.
  - Nesse caso, pode-se decompor a relação em duas novas relações com atributos  $\{A,B\}$  e  $\{B,C\}$  sem perda de informação.
- A 5ª forma normal obriga a efectuar essa decomposição.

# Modelo Relacional - Normalização

## □ 4FN (4ª Forma Normal) e 5FN (5ª Forma Normal)

- Na prática, a normalização não deve ser levada às últimas consequências, pois a proliferação de relações terá consequências ao nível do desempenho da base de dados.
  - A necessidade de manipular múltiplas tabelas para consultar/registar/alterar informação é o principal condicionamento à velocidade de resposta de um SGBD.
- Constitui tarefa do analista encontrar o ponto de equilíbrio que minimize a redundância e maximize a eficiência e integridade da base de dados.

# Modelo Relacional - Normalização

- Estado de normalização típico de bases de dados.

