

## Exercício sobre Normalização - AULAS

Considere o esquema da relação

AULAS(Professor, Sala, Turma, Horário, Disciplina)

Considere também as seguintes restrições de integridade que devem ser observadas pela relação AULAS:

- (1) Uma turma não pode ter duas aulas no mesmo horário;
- (2) Um professor não pode ter duas aulas no mesmo horário;
- (3) Uma sala não pode ter duas aulas no mesmo horário;
- (4) Uma turma tem sempre o mesmo professor para uma determinada disciplina.

```
insert into AULAS values ('Nilceu','5A', '3BCC', '21618', 'BDI');
```

```
insert into AULAS values ('Kelton','4A', '3BCC', '21618', 'Redes');
```

```
insert into AULAS values ('Kelton','3A', '2BCC', '21618', 'ALGI');
```

```
insert into AULAS values ('Nilceu','5A', '3BCC', '31618', 'BDI');
```

```
insert into AULAS values ('Kelton','4A', '2BCC', '41618', 'ALGI');
```

```
insert into AULAS values ('Nilceu','6A', '3BSI', '41923', 'BDI');
```

```
insert into AULAS values ('Wilson','3A', '3BCC', '21618', 'ESII');
```

```
insert into AULAS values ('Nilceu','5A', '1BCC', '21618', 'IPA');
```

```
insert into AULAS values ('Andrea','6A', '1BSI', '41923', 'ALGI');
```

```
insert into AULAS values ('Wilson','5A', '3BCC', '61416', 'BDI');
```

1) Qual é a forma normal mais alta de AULAS? Explique.

Achar uma cobertura minimal para F

$F = \{$   
 $\{Turma, Horario\} \rightarrow \{Professor, Sala, Turma, Horario, Disciplina\},$   
 $\{Professor, Horario\} \rightarrow \{Professor, Sala, Turma, Horario, Disciplina\},$   
 $\{Sala, Horario\} \rightarrow \{Professor, Sala, Turma, Horario, Disciplina\},$   
 $\{Turma, Disciplina\} \rightarrow Professor$   
 $\}$

Decompor o lado direito das dependências funcionais

$F' = \{$   
 $\{Turma, Horario\} \rightarrow Professor$   
 $\{Turma, Horario\} \rightarrow Sala$   
 $\{Turma, Horario\} \rightarrow Turma$   
 $\{Turma, Horario\} \rightarrow Horario$   
 $\{Turma, Horario\} \rightarrow Disciplina$   
  
 $\{Professor, Horario\} \rightarrow Professor$   
 $\{Professor, Horario\} \rightarrow Sala$   
 $\{Professor, Horario\} \rightarrow Turma$   
 $\{Professor, Horario\} \rightarrow Horario$   
 $\{Professor, Horario\} \rightarrow Disciplina$   
  
 $\{Sala, Horario\} \rightarrow Professor$   
 $\{Sala, Horario\} \rightarrow Sala$   
 $\{Sala, Horario\} \rightarrow Turma$   
 $\{Sala, Horario\} \rightarrow Horario$   
 $\{Sala, Horario\} \rightarrow Disciplina$   
  
 $\{Turma, Disciplina\} \rightarrow Professor$   
 $\}$

Eliminar as dependências funcionais triviais

$F'' = \{$   
 $\{Turma, Horario\} \rightarrow Professor$   
 $\{Turma, Horario\} \rightarrow Sala$   
 $\{Turma, Horario\} \rightarrow Disciplina$   
  
 $\{Professor, Horario\} \rightarrow Sala$   
 $\{Professor, Horario\} \rightarrow Turma$   
 $\{Professor, Horario\} \rightarrow Disciplina$   
  
 $\{Sala, Horario\} \rightarrow Professor$   
 $\{Sala, Horario\} \rightarrow Turma$   
 $\}$

$\{\text{Sala}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$

$\{\text{Turma}, \text{Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$   
}

Eliminar as dependências funcionais inferíveis das demais dependências funcionais

$F''' = \{$   
 $\{\text{Turma}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Professor} \leftarrow \text{Pode ser removida?}$   
 $\{\text{Turma}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{\text{Turma}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Professor}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{\text{Professor}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Professor}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Sala}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\{\text{Sala}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Sala}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Turma}, \text{Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\}$

$\{\text{Turma}, \text{Horário}\}^+ = \{\text{Turma}, \text{Horário}, \text{Sala}, \text{Disciplina}, \text{Professor}, \dots\} \rightarrow$   
 $\{\text{Turma}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Professor} \leftarrow \text{Sim, pode ser removida!!}$

---

$F'''' = \{$   
 $\{\text{Turma}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Sala} \leftarrow \text{Pode ser removida?}$   
 $\{\text{Turma}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Professor}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{\text{Professor}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Professor}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Sala}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\{\text{Sala}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Sala}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Turma}, \text{Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\}$

$\{\text{Turma}, \text{Horário}\}^+ = \{\text{Turma}, \text{Horário}, \text{Disciplina}, \text{Professor}, \text{Sala}, \dots\}$   
 $\{\text{Turma}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Sala} \leftarrow \text{Sim, pode ser removida!!}$

---

$F''' = \{$   
 $\{\text{Turma, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$  ← Pode ser removida?  
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Turma, Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\}$

$\{\text{Turma, Horário}\}^+ = \{\text{Turma, Horário}\}$   
 $\{\text{Turma, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$  ← Não, não pode ser removida!!

---

$F'''' = \{$   
 $\{\text{Turma, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$  ← Pode ser removida?  
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Turma, Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\}$

$\{\text{Professor, Horário}\}^+ = \{\text{Professor, Horário, Turma, Disciplina}\}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$  ← Não, não pode ser removida!!

---

$F''''' = \{$   
 $\{\text{Turma, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$  ← Pode ser removida?  
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Turma, Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\}$

$\{\text{Professor, Horário}\}^+ = \{\text{Professor, Horário, Disciplina, Sala, Turma, ....}\}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$  ← Sim, pode ser removida!!

---

$F'''''' = \{$   
 $\{\text{Turma, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina} \leftarrow \text{Pode ser removida?}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Turma, Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\}$

$\{\text{Professor, Horário}\}^+ = \{\text{Professor, Horário, Sala, Disciplina, .....}\}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina} \leftarrow \text{Sim, pode ser removida!!}$

---

$F'''''' = \{$   
 $\{\text{Turma, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Professor} \leftarrow \text{Pode ser removida?}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Turma, Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\}$

$\{\text{Sala, Horário}\}^+ = \{\text{Sala, Horário, Turma, Disciplina, Professor, ....}\}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Professor} \leftarrow \text{Sim, pode ser removida!!}$

---

$F'''''' = \{$   
 $\{\text{Turma, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Turma} \leftarrow \text{Pode ser removida?}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Turma, Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\}$

$\{\text{Sala, Horário}\}^+ = \{\text{Sala, Horário, Disciplina}\}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Turma} \leftarrow \text{Não, não pode ser removida!!}$

---

$F'''''' = \{$   
 $\{\text{Turma, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$

$\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina} \leftarrow \text{Pode ser removida?}$   
 $\{\text{Turma, Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\}$

$\{\text{Sala, Horário}\}^+ = \{\text{Sala, Horário, Turma, Disciplina, .....}\}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina} \leftarrow \text{Sim, pode ser removida!!}$

---

$F'''''' = \{$   
 $\{\text{Turma, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Turma, Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor} \leftarrow \text{Pode ser removida?}$   
 $\}$

$\{\text{Turma, Disciplina}\}^+ = \{\text{Turma, Disciplina}\}$   
 $\{\text{Turma, Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor} \leftarrow \text{Não, não pode ser removida!!}$

---

$F'''''' = \{$   
 $\{\text{Turma, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{\text{Turma, Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$   
 $\}$

---

COBERTURA MINIMAL PARA F

|   |
|---|
| $G = \{$<br>$\{\text{Turma, Horário}\} \rightarrow \text{Disciplina},$<br>$\{\text{Professor, Horário}\} \rightarrow \text{Sala},$<br>$\{\text{Sala, Horário}\} \rightarrow \text{Turma},$<br>$\{\text{Turma, Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$<br>$\}$ |
|---|

Descobrir qual é a forma normal mais alta de AULAS

AULAS(Professor, Sala, Turma, Horário, Disciplina)

$G = \{ \{Turma, Horário\} \rightarrow Disciplina$   
 $\{Professor, Horário\} \rightarrow Sala$   
 $\{Sala, Horário\} \rightarrow Turma$   
 $\{Turma, Disciplina\} \rightarrow Professor \}$

Aulas está na 1FN (todos os atributos de AULAS são atômicos e monovalorados)

$\{ \text{ , } \text{Horário} \text{ , } \} + = \{ Professor, Sala, Turma, \text{Horário}, Disciplina \}$

$\{Turma, Disciplina, Sala\} + = \{Turma, Disciplina, Sala, Professor\} \neq AULAS \rightarrow$   
 $\{Turma, Disciplina, Sala\}$  não é super-chave  $\rightarrow \{Turma, Disciplina, Sala\}$  não é chave candidata

Descobrir quais são TODAS as chaves candidatas de AULAS

Como Horário não é determinado funcionalmente por nenhum subconjunto de atributos de AULAS, então **{Horário} pertence a qualquer superchave** de AULAS.

$\{Horário\}^+ = \{Horário\} \rightarrow \{Horário\}$  não é super-chave

$\{Horário, Professor\}^+ = \{Horário, Professor, Sala, Turma, Disciplina\} = AULAS$   
 $\rightarrow \{Horário, Professor\}$  é uma super-chave  $\rightarrow \{Horário, Professor\}$  é uma chave candidata

$\{Horário, Sala\}^+ = \{Horário, Sala, Turma, Disciplina, Professor\} = AULAS \rightarrow$   
 $\{Horário, Sala\}$  é uma super-chave  $\rightarrow \{Horário, Sala\}$  é uma chave candidata

$\{Horário, Turma\}^+ = \{Horário, Turma, Disciplina, Professor, Sala\} = AULAS$   
 $\rightarrow \{Horário, Turma\}$  é uma super-chave  $\rightarrow \{Horário, Turma\}$  é uma chave candidata

$\{\text{Horário, Disciplina}\}^+ = \{ \text{Horário, Disciplina} \} \leftrightarrow \text{AULAS} \rightarrow \{\text{Horário, disciplina}\}$  não é uma super-chave  $\rightarrow \{\text{Horário, Disciplina}\}$  não é uma chave candidata

Qualquer subconjunto de AULAS composto por 3 atributos conterá uma das chaves candidatas!!

Todas as chaves candidatas =  
 $\{ \{\text{Horário, Professor}\}, \{\text{Horário, Sala}\}, \{\text{Horário, Turma}\} \}$

Primos =  $\{\text{Horário, Professor, Sala, Turma}\}$

Não\_Primos =  $\{\text{Disciplina}\}$

A relação AULAS estará na 2FN se para todo atributo não primo de AULAS as dfs com relação as chaves (candidatas) forem completas.

$\{\text{Horário, Professor}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
Disciplina depende completamente de  $\{\text{Horário, Professor}\}$

$\{\text{Horário, Sala}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
Disciplina depende completamente de  $\{\text{Horário, Sala}\}$

$\{\text{Horário, Turma}\} \rightarrow \text{Disciplina}$   
Disciplina depende completamente de  $\{\text{Horário, Turma}\}$

O atributo não primo Disciplina depende completamente das chaves candidatas.

Portanto, AULAS está na 2FN !!

Analisando a 3FN

A relação AULAS estará na 3FN se, para toda df em G,  $X \rightarrow Y$ , ou X é super-chave ou Y é atributo primo.

AULAS(**Professor, Sala, Turma**, Horário, **Disciplina**)

$G = \{ \{ \text{Turma, Horário} \} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{ \text{Professor, Horário} \} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{ \text{Sala, Horário} \} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{ \text{Turma, Disciplina} \} \rightarrow \text{Professor} \}$

Em  $\{ \text{Turma, Horário} \} \rightarrow \text{Disciplina}$ ,  $\{ \text{Turma, Horário} \}$  é super-chave

Em  $\{ \text{Professor, Horário} \} \rightarrow \text{Sala}$ ,  $\{ \text{Professor, Horário} \}$  é super-chave



Em  $\{\text{Sala}, \text{Horário}\} \rightarrow \text{Turma}$ ,  $\{\text{Sala}, \text{Horário}\}$  é super-chave

Em  $\{\text{Turma}, \text{Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$ , Professor é atributo primo

Portanto, AULAS está na 3FN!!!!

AULAS está na FNBC????

A relação AULAS estará na FNBC se, para toda df em G,  $X \rightarrow Y$ ,  
X é super-chave.

Como existe uma df,  $\{\text{Turma}, \text{Disciplina}\} \rightarrow \text{Professor}$ , tal que  
 $\{\text{Turma}, \text{Disciplina}\}$  não é super-chave  $\rightarrow$  AULAS não está na FNBC

Portanto, a forma normal mais alta de AULAS é a 3FN

Normalizando AULAS para a FNBC

- 2) Caso seja necessário normalize AULAS para a forma normal mais alta, garantindo a preservação das dependências funcionais e a junção sem perda.

Normalização de AULAS usando o algoritmo 13.3

$G = \{ \{ \text{Turma}, \text{Horário} \} \rightarrow \text{Disciplina}$   
 $\{ \text{Professor}, \text{Horário} \} \rightarrow \text{Sala}$   
 $\{ \text{Sala}, \text{Horário} \} \rightarrow \text{Turma}$   
 $\{ \text{Turma}, \text{Disciplina} \} \rightarrow \text{Professor} \}$

AULAS(~~Professor~~, ~~Sala~~, ~~Turma~~, ~~Horário~~, ~~Disciplina~~)

AULAS1(~~Sala~~, ~~Turma~~, ~~Horário~~, ~~Disciplina~~)

$\{ \text{Turma}, \text{Horário} \} \rightarrow \text{Disciplina}$

$\{ \text{Sala}, \text{Horário} \} \rightarrow \text{Turma}$

AULAS2(**Turma, Disciplina**, ~~Professor~~)

$\{ \text{Turma}, \text{Disciplina} \} \rightarrow \text{Professor}$

Como a dependência funcional  $\{ \text{Professor}, \text{Horário} \} \rightarrow \text{Sala}$  não é preservada na normalização, então manteremos a tabela AULAS (sem a decomposição nas tabelas AULAS1 e AULAS2), uma vez que AULAS está na 3FN.

Criação da Tabela AULAS no Live SQL (Oracle), com as restrições definidas pelas dependências funcionais

```
create table AULAS ( Professor varchar2(10) not null,  
                    Sala varchar2(6) not null,  
                    Turma varchar2(6) not null,  
                    Horario varchar2(20) not null,  
                    disciplina varchar2(20) not null,  
                    primary key (Horario,Professor),  
                    unique (Horario, Sala),  
                    unique (Horario, Turma))
```

```
insert into AULAS values ('Nilceu','5A', '3BCC', '21618', 'BDI');
```

```
insert into AULAS values ('Kelton','4A', '3BCC', '21618', 'Redes');
```

```
insert into AULAS values ('Kelton','3A', '2BCC', '21618', 'ALGI');
```

```
insert into AULAS values ('Nilceu','5A', '3BCC', '31618', 'BDI');
```

```
insert into AULAS values ('Kelton','4A', '2BCC', '41618', 'ALGI');
```

```
insert into AULAS values ('Nilceu','6A', '3BSI', '41923', 'BDI');
```

```
insert into AULAS values ('Wilson','3A', '3BCC', '21618', 'ESII');
```

```
insert into AULAS values ('Wilson','5A', '2BCC', '21618', 'ESI');
```

```
insert into AULAS values ('Nilceu','5A', '1BCC', '21618', 'IPA');
```

```
insert into AULAS values ('Andrea','1A', '1BSI', '41923', 'ALGI');
```

```
insert into AULAS values ('Wilson','5A', '3BCC', '61416', 'BDI');
```

```
delete from AULAS  
where turma = '3BCC' and Disciplina = 'BDI' and Professor= 'Wilson'
```

Create view TurmaDisciplinaProfessor as (select distinct Turma, Disciplina, Professor from AULAS);

```
Create or replace trigger VerificaDisciplinaTurmaProfessor
before insert on AULAS
for each row
declare
prof varchar2(10);
cont integer;
begin
select count(*) into cont from TurmaDisciplinaProfessor where Turma =
:new.Turma and Disciplina = :new.Disciplina ;
if cont > 0 then
    select professor into prof from TurmaDisciplinaProfessor where Turma =
:new.Turma and Disciplina = :new.Disciplina;
    if (:new.Professor != prof) then
        raise_application_error(-20001, 'O professor da disciplina ' ||
:new.disciplina || ' para a turma ' || :new.turma || ' deve ser o professor ' ||
prof || '!!') ;
    end if;
    --:new.Professor := prof ;
end if;
end;

insert into AULAS values ('Wilson','5A', '3BCC', '61416', 'BDI') ;

-- o gatilho impede que o professor Wilson ministre BDI para a turma 3BCC,
pois esta turma/disciplina já tem aula com o Nilceu
```