

# Banco de Dados

## Módulo 4 - Modelo Relacional Introdução

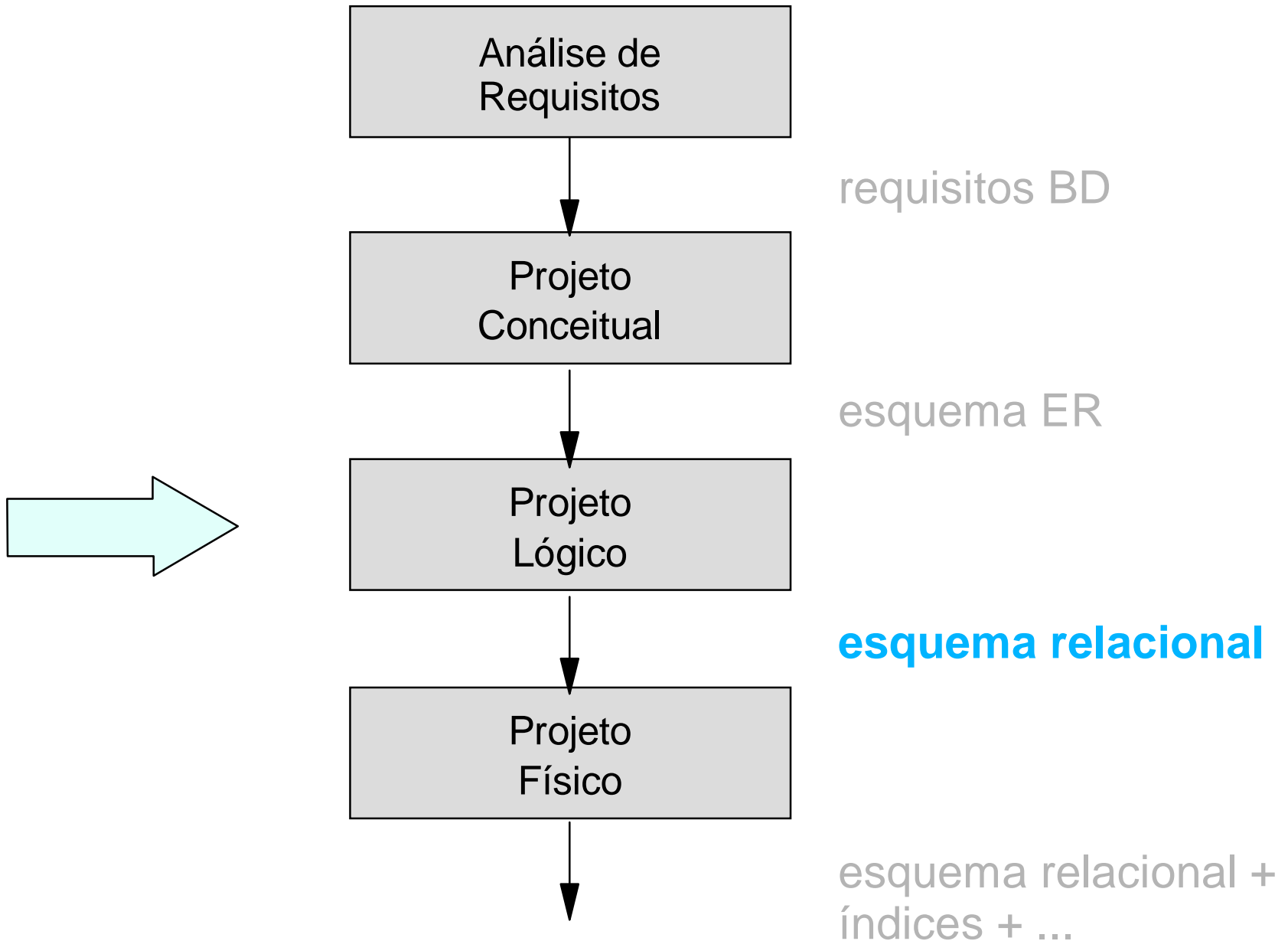
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA  
DO RIO DE JANEIRO



# Tópicos

- Introdução
- Conceitos Básicos
- Mapeamento ER-Relacional

# Introdução



# Introdução

## ■ Por quê o Modelo Relacional?

- ▶ Simplicidade dos conceitos
- ▶ Definição formal dos conceitos
- ▶ Paradigma formal para linguagens de consulta
- ▶ Problema de projeto de BDs relacionais bem equacionado
- ▶ SGBDs com desempenho adequado, principalmente quanto à otimização de consultas
- ▶ 25 anos de desenvolvimento

Paper original  
de Ted Codd

# Conceitos Básicos

- Relação:

Sejam  $d_1, \dots, d_n$  conjuntos quaisquer.

Uma *relação*  $r$  sobre  $d_1, \dots, d_n$   
é um subconjunto do produto cartesiano  $d_1 \times \dots \times d_n$

Diz-se que

$r$  é uma relação *n-ária*  
 $t \in r$  é uma *tupla* de  $r$   
 $d_1, \dots, d_n$  são os *domínios* de  $r$

# Conceitos Básicos

- Esquema de relação:

$$R[A_1 D_1, \dots, A_n D_n]$$

onde

$R$  é o *nome* do esquema  
 $A_1, \dots, A_n$  é a *lista de atributos* de  $R$   
 $D_i$  é o domínio de  $A_i$

- Notação simplificada:
  - ▶ Frequentemente omite-se a definição do domínio, adotando-se a notação simplificada  $R[A_1, \dots, A_n]$

# Conceitos Básicos

- Esquema Relacional:
  - ▶ lista de esquemas de relação
- Estado do BD:
  - ▶ Um *estado* para um esquema relacional **S** é uma função **s** que associa a cada esquema de relação  $R[A_1 D_1, \dots, A_n D_n]$  de **S** uma relação  $\mathbf{s}(R) \subseteq d_1 \times \dots \times d_n$  onde  $d_i$  é o conjunto definido por  $D_i$

# Conceitos Básicos

- Exemplo de esquema relacional:

Professor[Matr char(6), Nome char(20)]

Disciplina[Cod char(5), Nome char(10)]

Coordena[Matr char(6), Cod char(5)]

- Exemplo de Estado:

**Professor**

15344	joaquim
34701	manoel
19052	manuel

**Coordena**

15344	inf1731
15344	inf1732
15344	inf2324
19052	inf2335

**Disciplina**

inf1731	BD
inf1732	CSGBD
inf2324	BDD
inf2335	DBI

# Conceitos Básicos

## ■ Notação:

Sejam	$R[A_1, \dots, A_n]$	um esquema de relação
	$A=(A_{i_1}, \dots, A_{i_m})$	uma lista de atributos de $R$
	$\mathbf{s}$	um estado do BD
	$t=(t_1, \dots, t_n)$	uma tupla em $\mathbf{s}(R)$
Então		
	$t[A] = (t_{i_1}, \dots, t_{i_m})$	denota a <i>projeção</i> de $t$ em $A$
	$\mathbf{s}(R)[A] = \{ t[A] / t \in \mathbf{s}(R) \}$	denota a <i>projeção</i> de $\mathbf{s}(R)$ em $A$

## ■ Operação de Projeção:

- ▶ a expressão  $R[A]$  denota a *projeção* de  $R$  em  $A$
- ▶ estende-se  $\mathbf{s}$  para  $R[A]$  de tal forma que  $\mathbf{s}(R[A]) = \mathbf{s}(R)[A]$

# Conceitos Básicos

- Dependência Funcional:

- ▶ uma *dependência funcional* para R

- é uma expressão da forma  $R: D \rightarrow E$

- onde D e E são listas de atributos de R

- ▶ um estado **s** é *consistente* com  $R: D \rightarrow E$  sse

- para quaisquer t e u em  $\mathbf{s}(R)$ , se  $t[D] = u[D]$  então  $t[E] = u[E]$

- Exemplo:

Prof [ Matr, #D, Nome, Dep ]

Prof: Matr, #D  $\rightarrow$  Dep

15344	1	Joaquim	Helena
15344	2	Joaquim	Maria
19052	1	Manuel	Alda

# Conceitos Básicos

- Chave:

- ▶ uma *chave* para R é uma lista K de atributos de R
- ▶ um estado **s** é *consistente* com K sse para quaisquer t e u em **s**(R), se  $t[K] = u[K]$  então  $t = u$

- Exemplo:

Professor[Matr, Nome]

15344	joaquim
34701	manoel
19052	manuel

# Conceitos Básicos

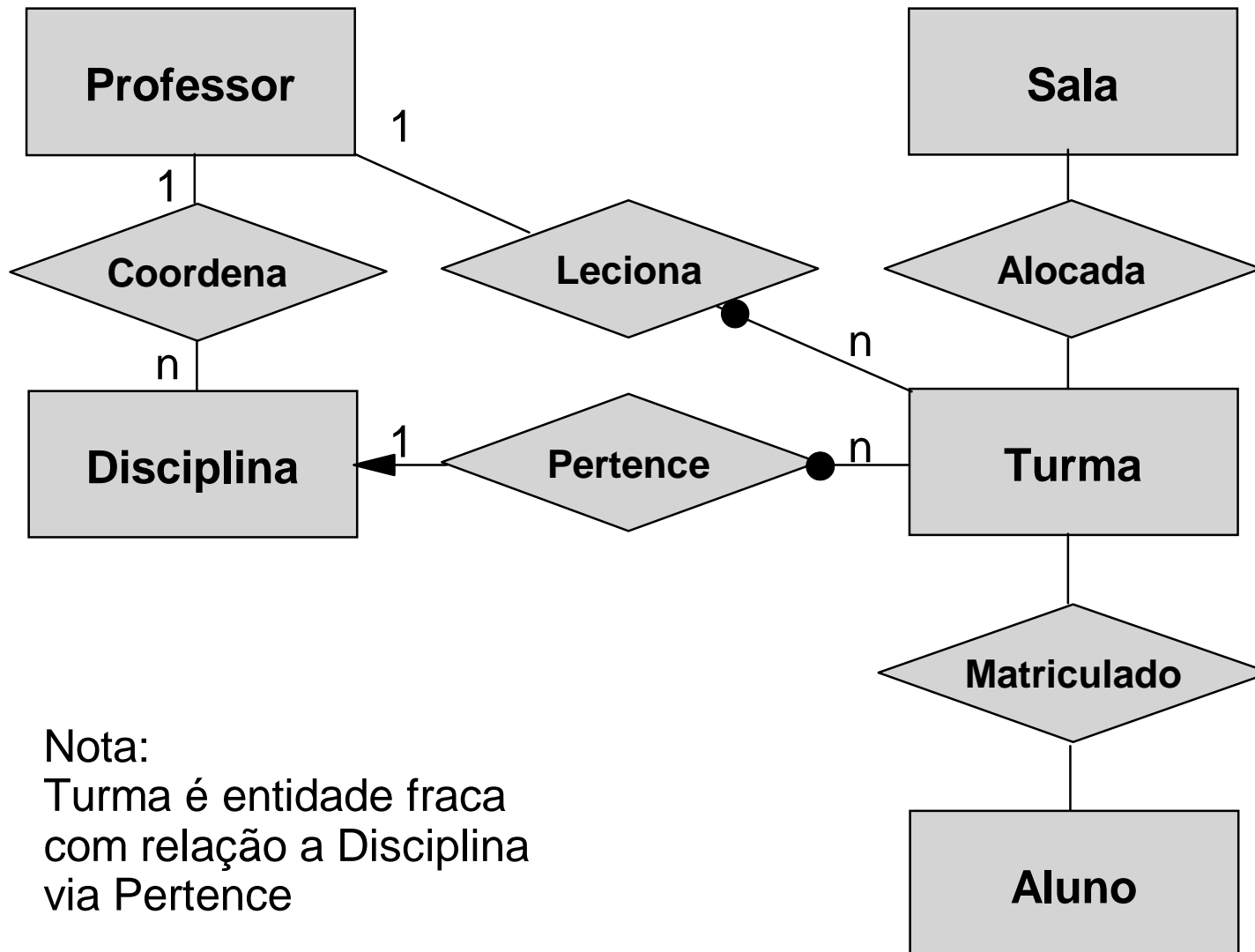
- Dependência de Inclusão:
  - ▶ uma *dependência de inclusão* é uma expressão da forma  $R[D] \subseteq S[E]$  onde D e E são listas de atributos de R e S, respectivamente
  - ▶ um estado  $s$  é *consistente* com  $R[D] \subseteq S[E]$  sse  $s(R[D]) \subseteq s(S[E])$
- Exemplo:  $\text{Coordena}[\text{Cod}] \subseteq \text{Disciplina}[\text{Cod}]$

Coordena		Disciplina	
15344	inf1731	inf1731	BD
15344	inf1732	inf1732	CSGBD
		inf2324	BDD

# Mapeamento ER-Relacional

- Estratégia genérica de mapeamento:
  - ▶ propague as chaves dos esquemas de entidade forte para os esquemas de entidade fraca e para os esquemas de relacionamento
  - ▶ mapeie os esquema de entidade e de relacionamento em esquemas relacionais
  - ▶ gere as dependência de inclusão necessárias
  - ▶ otimize o mapeamento nos casos de:
    - esquemas de entidade fraca
    - esquemas de relacionamento n-1 ou 1-1
    - hierarquias de especialização

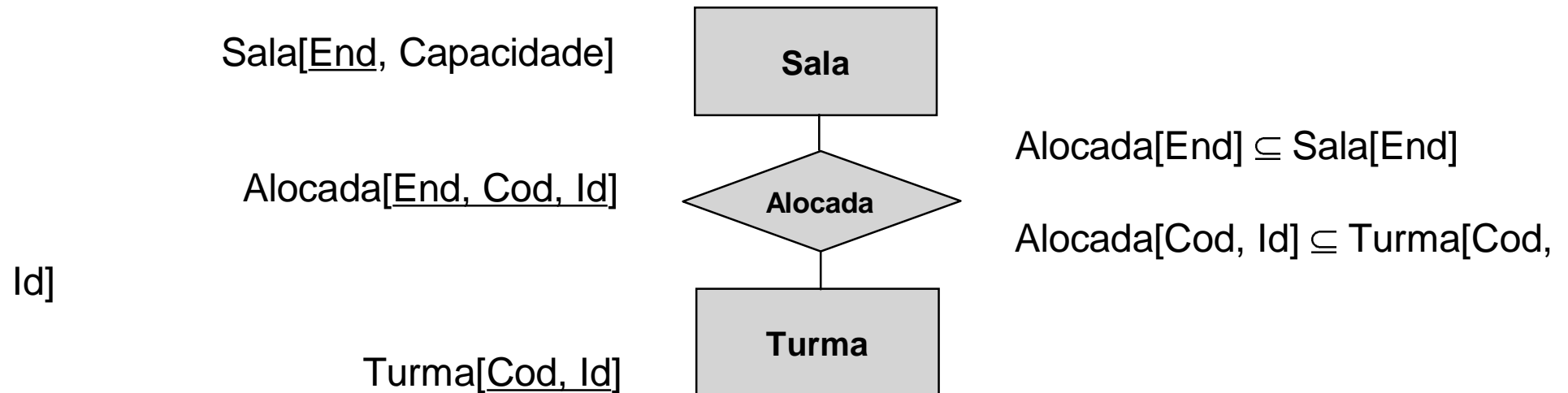
# Mapeamento ER-Relacional



Nota:  
Turma é entidade fraca  
com relação a Disciplina  
via Pertence

# Mapeamento ER-Relacional

- Mapeamento direto de esquemas de entidade e de relacionamento:



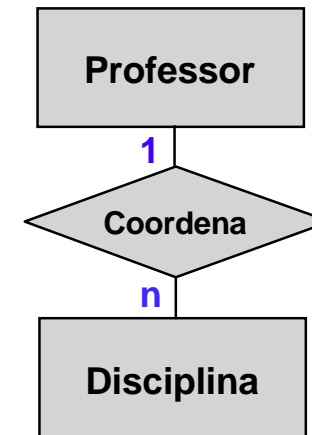
# Mapeamento ER-Relacional

- Mapeamento de esquemas de relacionamento n-1:

- ▶ Mapeamento direto:

Professor[CPF, Nome]  
Coordena[CPF, Cod]  
Disciplina[Cod, Nome]

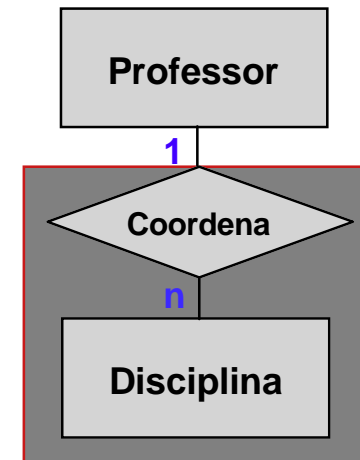
Coordena[CPF]  $\subseteq$  Professor[CPF]  
Coordena[Cod]  $\subseteq$  Disciplina[Cod]



- ▶ Mapeamento otimizado:

Professor[CPF, Nome]  
Disciplina[Cod, Nome, CPF]

Disciplina[CPF]  $\subseteq$  Professor[CPF]



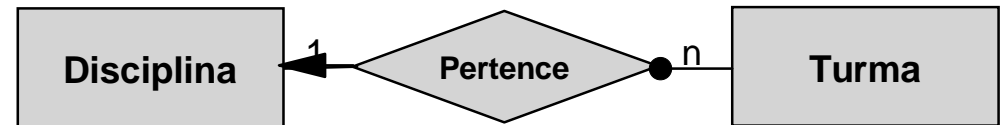
# Mapeamento ER-Relacional

- Mapeamento de esquemas de entidade fraca:

- ▶ Mapeamento direto:

Disciplina[Cod, Nome, CPF]  
Turma[Cod, Id]  
Pertence[Cod\_D, Cod\_T, Id]

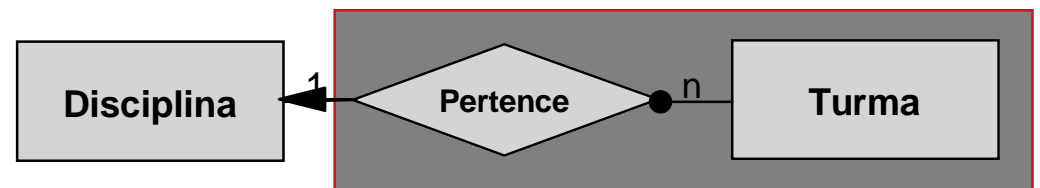
$\text{Pertence}[\text{Cod}, \text{Id}] \subseteq \text{Turma}[\text{Cod}, \text{Id}]$   
 $\text{Turma}[\text{Cod}, \text{Id}] \subseteq \text{Pertence}[\text{Cod}, \text{Id}]$   
 $\text{Pertence}[\text{Cod}_D] \subseteq \text{Disciplina}[\text{Cod}]$   
 $\text{Pertence}[\text{Cod}_D = \text{Cod}_T]$



- ▶ Mapeamento otimizado:

Disciplina[Cod, Nome, CPF]  
Turma[Cod, Id]

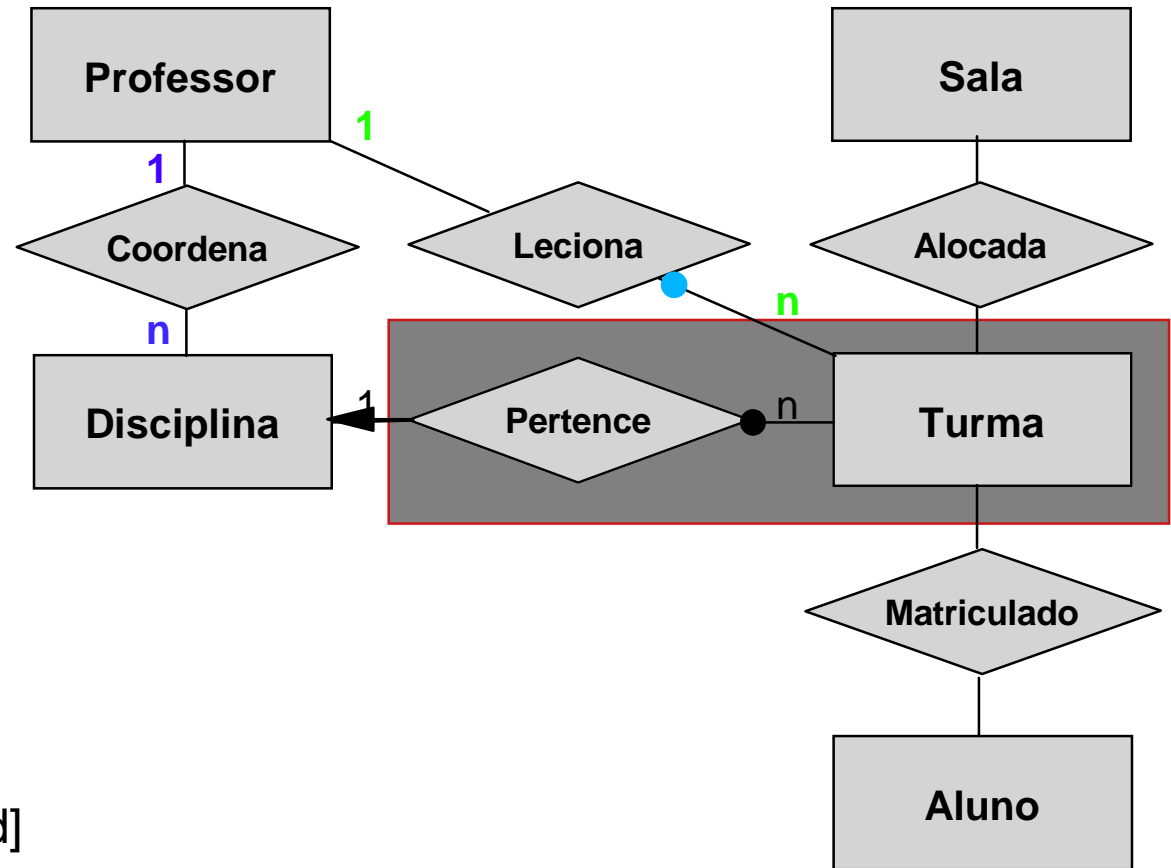
$\text{Turma}[\text{Cod}] \subseteq \text{Disciplina}[\text{Cod}]$



# Mapeamento ER-Relacional

Professor[CPF, Nome]  
 Disciplina[Cod, Nome, CPF]  
 Sala[End, Capacidade]  
 Turma[Cod, Id, CPF not null]  
 Aluno[Matr, Nome]  
 Alocada[Cod, Id, End]  
 Matriculado[Matr, Cod, Id]

Disciplina[CPF]  $\subseteq$  Professor[CPF]  
 Turma[CPF]  $\subseteq$  Professor[CPF]  
 Alocada[End]  $\subseteq$  Sala[End]  
 Alocada[Cod, Id]  $\subseteq$  Turma[Cod, Id]  
 Turma[Cod]  $\subseteq$  Disciplina[Cod]  
 Matriculado[Cod, Id]  $\subseteq$  Turma[Cod, Id]  
 Matriculado[Matr]  $\subseteq$  Aluno[Matr]



# Mapeamento ER-Relacional

- Mapeamento de hierarquias de especialização:

- ▶ Mapeamento direto:

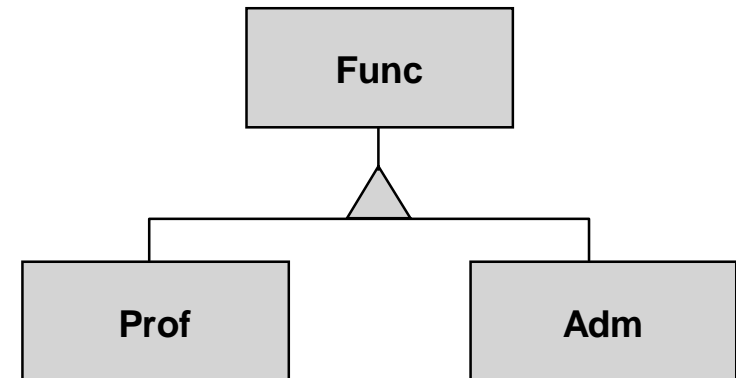
Func[CPF, Nome]

Prof[CPF, Titulação not null, Especialidade]

Adm[CPF, Cargo]

Prof[CPF]  $\subseteq$  Func[CPF]

Adm[CPF]  $\subseteq$  Func[CPF]



- ▶ Mapeamento otimizado:

Func[CPF, Nome, **Categoria not null**, Titulação, Especialidade, Cargo]

**Dependências de nulos (novas!!):**

**if** Categoria = Prof **then** Titulação  $\neq$  null

**if** Categoria = Adm **then** Titulação = null **and** Especialidade = null

# Mapeamento ER-Relacional

- Mapeamento de múltiplas especializações:

- ▶ Mapeamento direto:

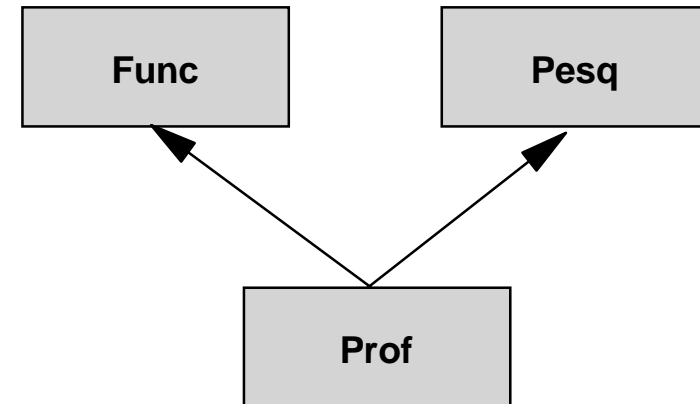
**Func**[CPF, Nome]

**Pesq**[Matr, Titulação]

**Prof**[CPF, Matr, Cargo]

**Prof**[CPF]  $\subseteq$  **Func**[CPF]

**Prof**[Matr]  $\subseteq$  **Pesq**[Matr]



- ▶ Mapeamento otimizado:

**Func**[CPF, Matr, Nome, Cargo]

**Pesq**[Matr, Titulação]

**Func**[Matr]  $\subseteq$  **Pesq**[Matr]

# Mapeamento ER-Relacional

## ■ Mapeamento de múltiplas especializações:

### ► Problema...

Func[CPF, Nome]

Pesq[Matr, Titulação]

Prof[CPF, Matr, Cargo]

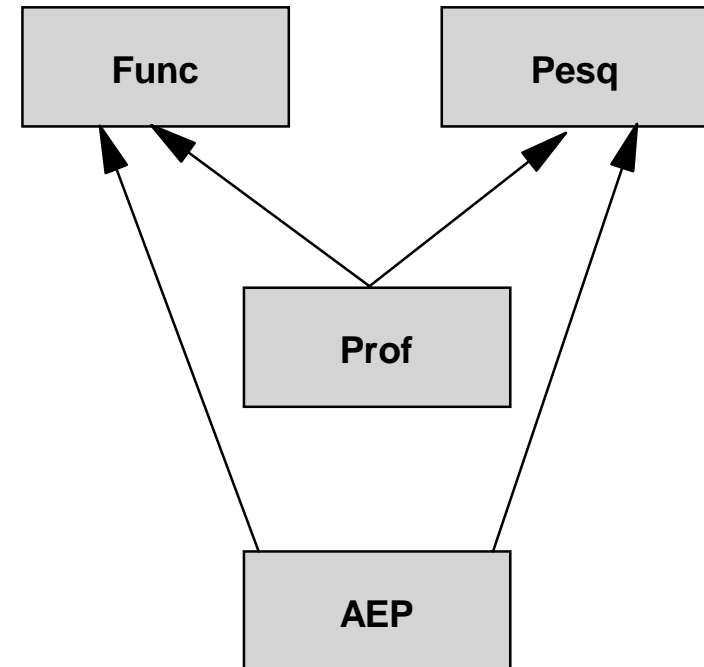
AEP[CPF, Matr, Idade]

Prof[CPF]  $\subseteq$  Func[CPF]

Prof[Matr]  $\subseteq$  Pesq[Matr]

AEP[CPF]  $\subseteq$  Func[CPF]

AEP[Matr]  $\subseteq$  Pesq[Matr]



**Prof**

29997 8	15731	Titular
31851 8	11352	Assist

**AEP**

299978	11352	
318518	15731	31

sem solução!

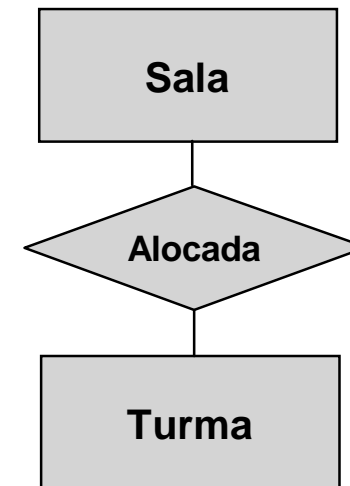
# Mapeamento ER-Relacional

## ■ Otimização de esquema de relacionamento n-m:

### ► Mapeamento direto:

Sala[End, Capacidade]  
Alocada[End, Cod, Id]  
Turma[Cod, Id]

Alocada[End]  $\subseteq$  Sala[End]  
Alocada[Cod, Id]  $\subseteq$  Turma[Cod, Id]



### ► Mapeamento otimizado:

Sala[End, Capacidade]  
Turma[Cod, Id, End]

Turma[End]  $\subseteq$  Sala[End]

inf1731	A	299978	---
inf1732	A	319732	L520

Notas: (1) Cod, Id, End é a chave de Turma  
(2) End admite valores nulos em Turma (quando a turma não tem sala alocada)

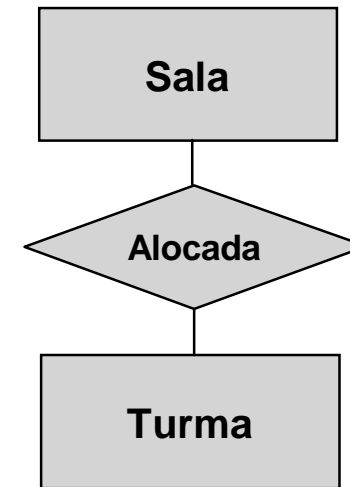
# Mapeamento ER-Relacional

## ■ Otimização de esquema de relacionamento n-m:

### ► Mapeamento direto:

Sala[End, Capacidade]  
Alocada[End, Cod, Id]  
Turma[Cod, Id, CPF not null]

Alocada[End]  $\subseteq$  Sala[End]  
Alocada[Cod, Id]  $\subseteq$  Turma[Cod, Id]



### ► Mapeamento otimizado:

Sala[End, Capacidade]  
Turma[Cod, Id, CPF not null, End]

Nota: a chave de Turma é Cod, Id, End

Turma[End]  $\subseteq$  Sala[End]  
Turma: Cod, Id  $\rightarrow$  CPF

inf1731	A	299978	L520
inf1731	A	299978	L512
inf1732	A	319732	L520

# Mapeamento ER-Relacional

## ■ Otimização de esquema de relacionamento n-m:

### ▶ Mapeamento otimizado:

Sala[End, Capacidade]  
Turma[Cod, Id, CPF not null, End]

Turma[End]  $\subseteq$  Sala[End]

Turma: Cod, Id  $\rightarrow$  CPF

Nota: a chave de Turma é Cod, Id, End

**não utilizar**

inf1731	A	299978	L520
inf1731	A	299978	L512
inf1732	A	319732	L520

### ▶ Problemas...

– a otimização criou

- informação redundante e, portanto,
- potencial para atualizações incorretas

– caracterização do problema:

- uma parte da chave - Cod, ID - determina um atributo - CPF