

# Modelo ER

## ■ Tópicos

- \* Conjuntos de entidades
- \* Conjuntos de relações
- \* Restrições de Mapeamento
- \* Chaves
- \* Diagrama ER
- \* Opções de desenho
- \* Extensões ao modelo ER
- \* Exemplo

## ■ Bibliografia

- \* Capítulo 7 do livro recomendado
- \* Capítulo 2 do livro de Ramakrishnan et al.

## Modelo ER (Entidade-Relações ou Entidades-Associações)

- “Ferramenta” [Chen 76] para descrever:
  - \* informação
  - \* relações entre tipos de informação
  - \* significado da informação
  - \* (algumas formas de) restrições sobre os dados
- Construção de grafos que objetivam as características da informação a armazenar
- No modelo ER, uma *base de dados* pode ser modelada como:
  - \* uma coleção de **entidades**,
  - \* uma coleção de **relações** (ou associações) entre entidades.

# Conjuntos de entidades

- Uma *entidade* é um objecto existente e que é distinguível de todos os outros objectos. Eg:
  - ★ O cliente 33 do banco, que se chama João mora em Lisboa e tem o telefone 22222
  - ★ A conta 11111 que pertence aos clientes 33 e 22 e cujo saldo é 1000 Euros
- As entidades possuem propriedades (*atributos*)
  - ★ Exemplo: os clientes têm *nº*, *nome*, *endereço* e *telefone*
- Um *conjunto de entidades* é um conjunto de entidades do mesmo tipo e que partilham as mesmas propriedades.

Exemplo: o conjunto de todos os clientes, o conjunto de todas as contas, etc

# Conjunto de Entidades *customer* e *loan*

**customer**

**loan**

**id**                    **name**                    **address**                    **city**

**I\_number**    **amount**

13123	Luís Trindade	Rue Central	Paris
43242	Pedro Silva	Rua da Sofia	Coimbra
36645	Joana Sobral	Rua D <sup>a</sup> Maria	Coimbra
21313	Susana Dias	Av do Brasil	Lisboa

L-17	100
L-24	2000
L-38	3000
L-44	20

# Atributos

- **Atributo**: Propriedade de uma entidade. E.g.
  - ❖ *Nome dum cliente*
  - ❖ *Saldo dum conta*
- Entidades são representadas por atributos
- Conjuntos de Entidades agregam entidades, todas descritas pelos mesmos atributos
- Cada atributo tem um **domínio** (conjunto de valores permitidos para o atributo).
  - ❖ *Domínio de “Nome”*: strings de até 50 caracteres
  - ❖ *Domínio de “Saldo”*: números inteiros

# Atributos

## ■ Tipos de atributos:

- ★ *Atributo simples*

- ★ *Atributo compostos*: Composto por vários atributos simples

  - ❖ E.g. *Morada (com nome de rua, nº de porta, Localidade, CP)*

- ★ *Atributos univalor e multivalor*

  - ❖ E.g. atributo multivalor: *números de telefone*

- ★ *Atributos derivados*: Que podem ser calculado a partir de outros atributos

  - ❖ E.g. *idade*, a partir da data de nascimento

## ■ Vamos fazer as coisas por forma a ter sempre atributos simples, univalor e não derivados.

- ★ Lá mais para a frente veremos melhor porquê!!

# Conjuntos de Relações

- Uma *relação* é uma associação entre várias entidades. E.g.:
  - ❖ *Associação entre a conta 1111 e o cliente 33 (um dos titulares da conta)*
- Um *conjunto de relações* é um conjunto de relações, todas do mesmo tipo. E.g. :
  - ❖ *Conjunto entre todas as associações entre contas e clientes seus titulares (depositantes)*
- Formalmente, é uma relação matemática entre  $n \geq 2$  entidades, cada uma pertencente a um conjunto de entidades
$$\{(e_1, e_2, \dots, e_n) \mid e_1 \in E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n\}$$

em que  $(e_1, e_2, \dots, e_n)$  é uma relação

➔ *Exemplo: (conta 1111, cliente 33) ∈ depositante*

# Conjunto de Relações *borrower*

**customer**

**loan**

**id**

**name**

**address**

**city**

**I\_number**

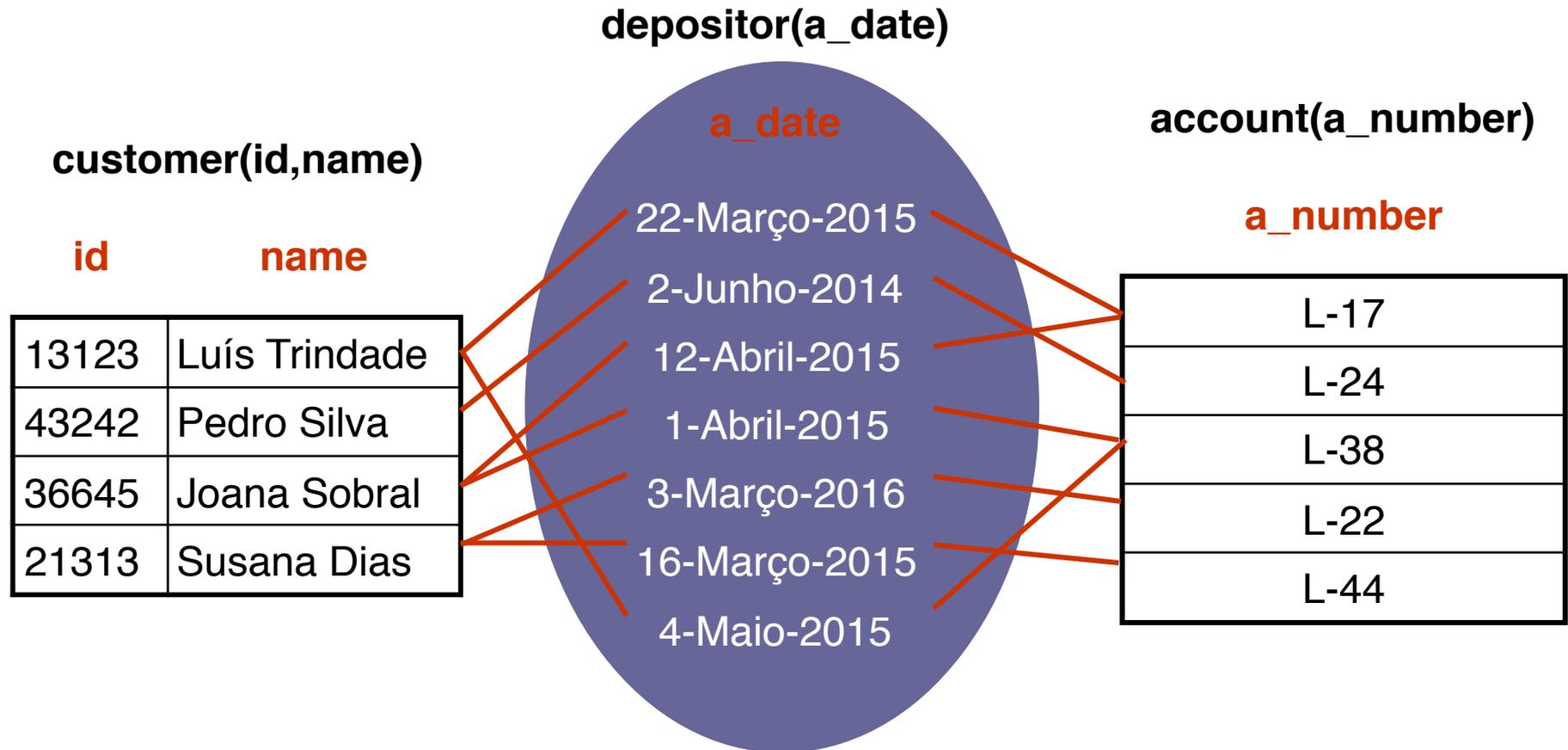
**amount**

13123	Luís Trindade	Rue Central	Paris		L-17	100
43242	Pedro Silva	Rua da Sofia	Coimbra		L-24	2000
36645	Joana Sobral	Rua D <sup>a</sup> Maria	Coimbra		L-38	3000
21313	Susana Dias	Av do Brasil	Lisboa		L-44	20

```
graph LR; C1[13123] --- L1[L-17]; C2[43242] --- L2[L-24]; C3[36645] --- L3[L-38]; C4[21313] --- L4[L-44]; C2 --- L3; C3 --- L4;
```

# Conjuntos de Relações (Cont.)

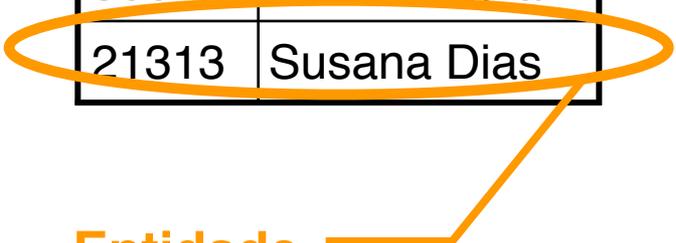
- Os conjuntos de relações também podem ter propriedades adicionais, descritas por **atributos**.
- Por exemplo, a relação de titulares entre clientes e contas pode ter o atributo *access-date*



# Entidades e Relações

13123	Luís Trindade
43242	Pedro Silva
36645	Joana Sobral
21313	Susana Dias

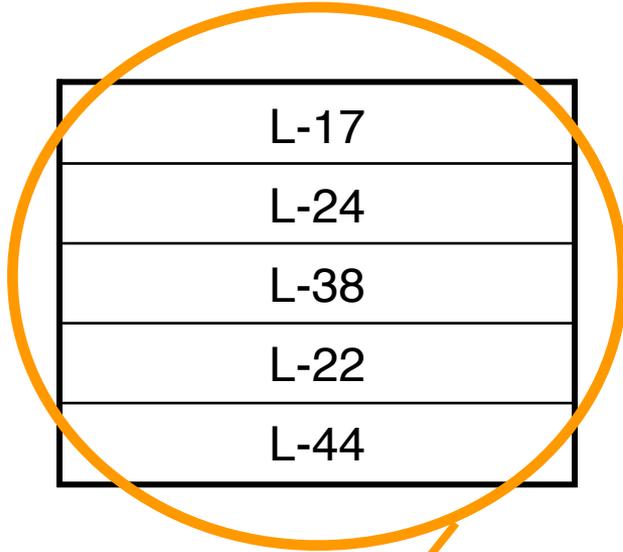
Entidade



L-17
L-24
L-38
L-22
L-44

# Entidades e Relações

13123	Luís Trindade
43242	Pedro Silva
36645	Joana Sobral
21313	Susana Dias



L-17
L-24
L-38
L-22
L-44

**Conjunto de  
Entidades**

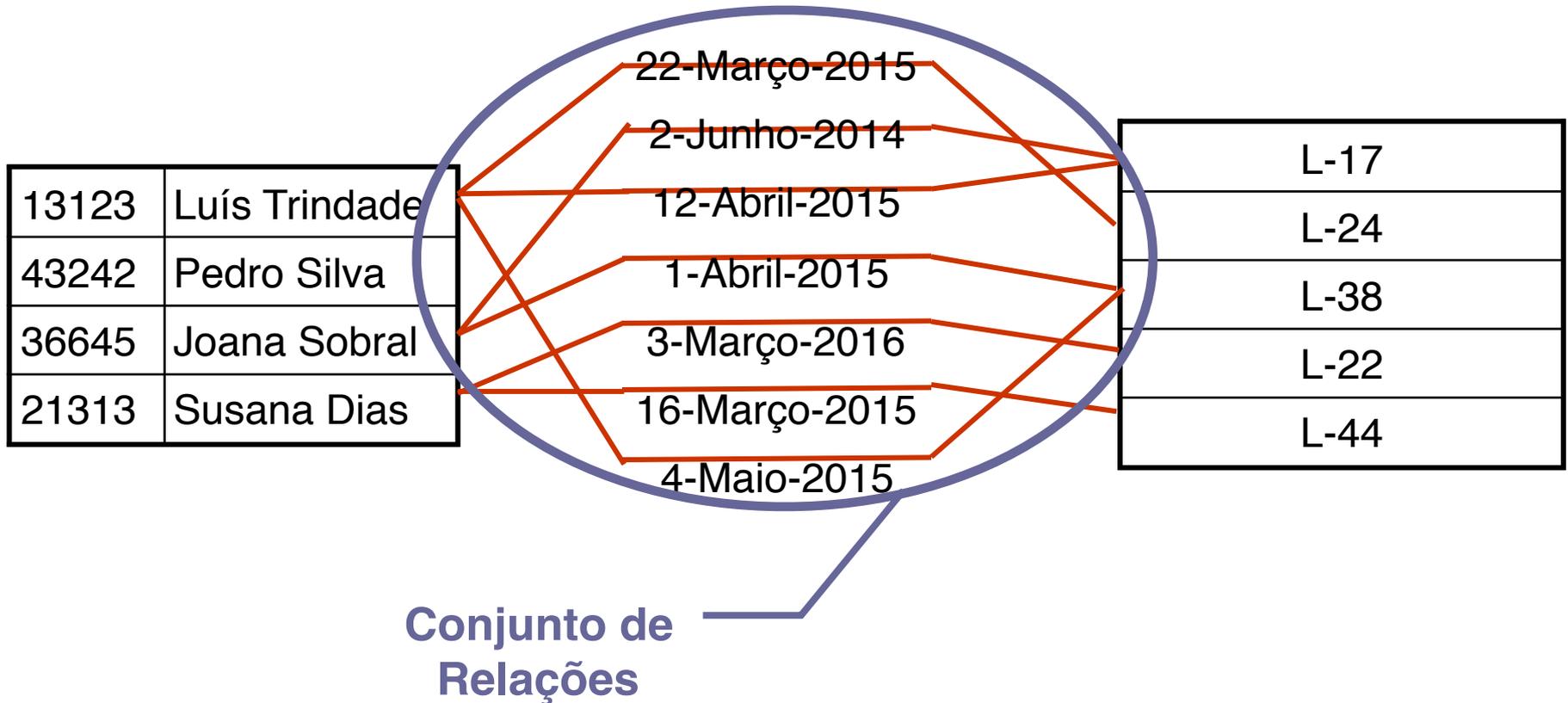
# Entidades e Relações

13123	Luís Trindade
43242	Pedro Silva
36645	Joana Sobral
21313	Susana Dias

L-17
L-24
L-38
L-22
L-44

Relação

# Entidades e Relações



# Grau de um Conjunto de Relações

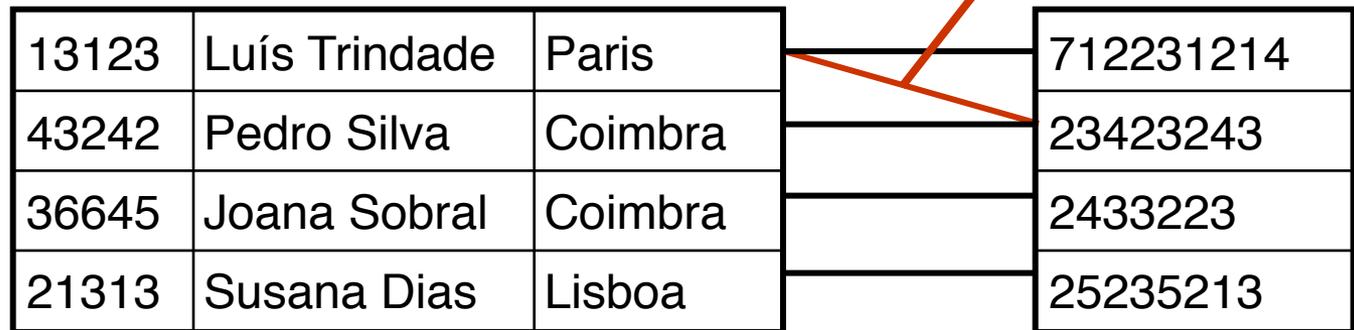
- Refere-se ao número de conjuntos de entidades que participam num conjunto de relações.
- Conjuntos de Relações que envolvem dois conjuntos de entidades são **binários** (ou de grau dois). Geralmente, os conjuntos de relações num sistema de bases de dados são binários.
- Conjuntos de Relações podem envolver mais do que dois conjuntos de entidades.
  - ▶ Exemplo: Consideremos os empregados de um banco que podem ter várias funções (responsabilidades) em diferentes balcões. Neste caso, existe uma relação ternária entre os conjuntos de entidades “empregados”, “balcões” e “funções”.

# Atributos vs relações

- Em vez de:

13123	Luís Trindade	Paris	712231214
43242	Pedro Silva	Coimbra	23423243
36645	Joana Sobral	Coimbra	2433223
21313	Susana Dias	Lisboa	25235213

- Porque não:



- Depende da aplicação em causa
- Temos que ver, (para já) intuitivamente, caso a caso

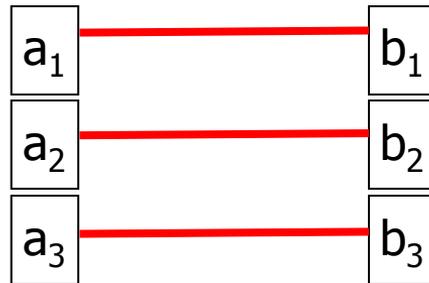
# Restrições de Mapeamento (Cardinalidades)

- Restringem o número de entidades com as quais pode estar associada uma outra entidade num determinado conjunto de relações.
- Para um conjunto de relações binárias a restrição de mapeamento pode ser uma das seguintes:
  - ✦ um para um (ou 1:1)
  - ✦ um para muitos (ou um para vários, ou 1:N)
  - ✦ muitos para um (ou vários para 1, ou N:1)
  - ✦ muitos para muitos (ou vários para vários, N:M)

# Restrições mapeamento

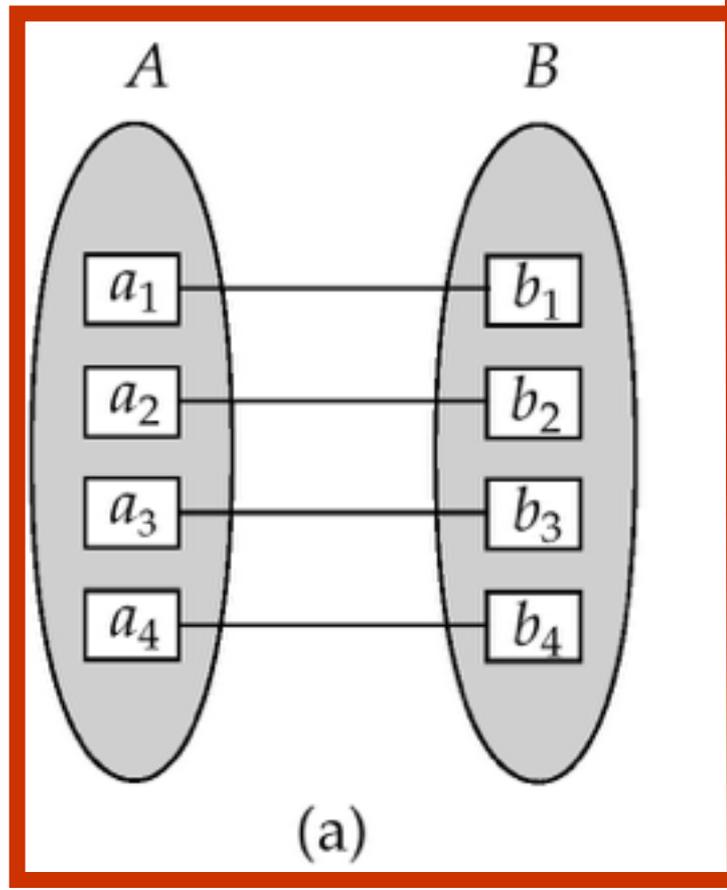
## ■ Um para um (1:1)

- ❖ *Numa empresa, um empregado tem no máximo um carro, e um carro está no máximo atribuído a um empregado.*



- $(e_1, e_2) \in R \wedge (e_1, e_3) \in R \Rightarrow e_2 = e_3$
- $(e_1, e_2) \in R \wedge (e_3, e_2) \in R \Rightarrow e_1 = e_3$

# Restrição 1:1



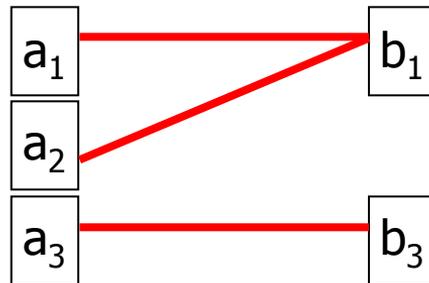
- **Proibe** que uma entidade de A se relacione com mais do que uma entidade de B.
- **Proibe** que uma entidade de B se relacione com mais do que uma entidade de A.
- *Exemplo:* Um empregado está associado **no máximo a um** carro, e um carro está associado **no máximo a um** empregado

Nota: Alguns elementos de A ou B podem não estar relacionados com elementos do outro conjunto.

# Restrições mapeamento

## ■ Vários para um (N:1)

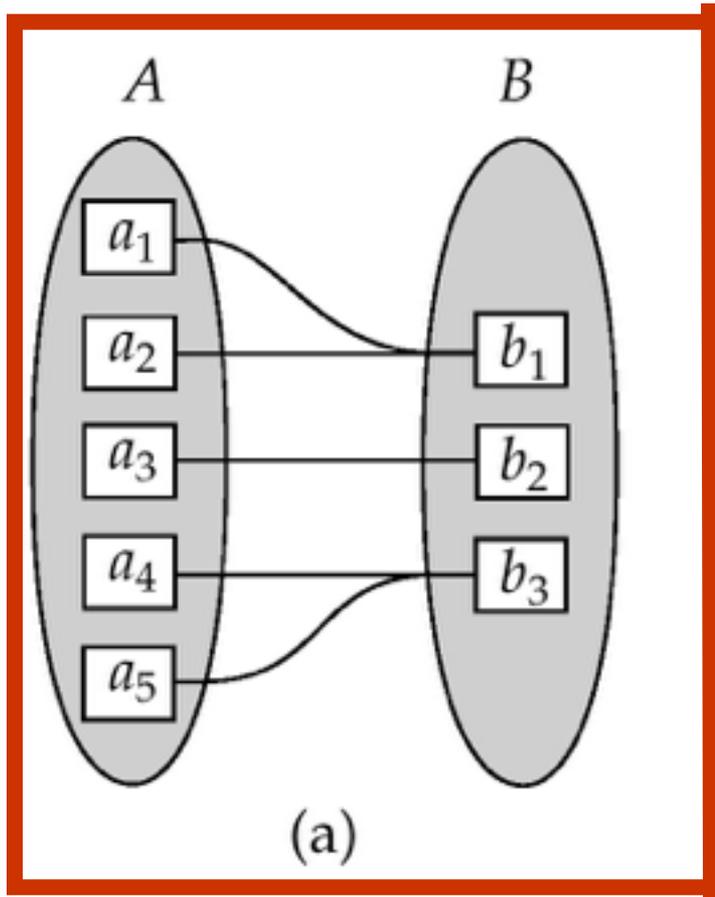
- ❖ *Uma turma tem vários estudantes, mas um estudante só pertence a uma turma*



$$\bullet (e_1, e_2) \in R \wedge (e_1, e_3) \in R \Rightarrow e_2 = e_3$$

• Não há restrição no outro sentido

# Restrição N:1



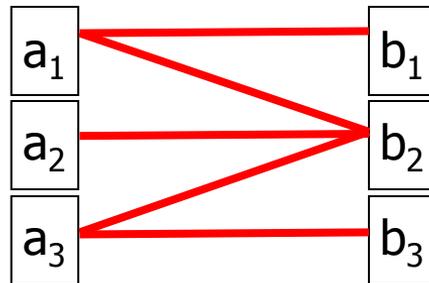
- **Proibe** que uma entidade de A se relacione com mais do que uma entidade de B.
- **Permite** que uma entidade de B se relacione com mais do que uma entidade de A.
- *Exemplo:* Um estudante está associado a **no máximo uma** turma, mas uma turma pode estar associada a mais que um estudante

Nota: Alguns elementos de A ou B podem não estar relacionados com elementos do outro conjunto.

# Restrições mapeamento

## ■ Vários para vários (M:N)

- ❖ *Um cliente pode ter várias contas e uma conta pode pertencer a vários clientes*
- ❖ *Um livro pode ser requisitado por vários leitores, e um leitor pode requisitar vários livros.*



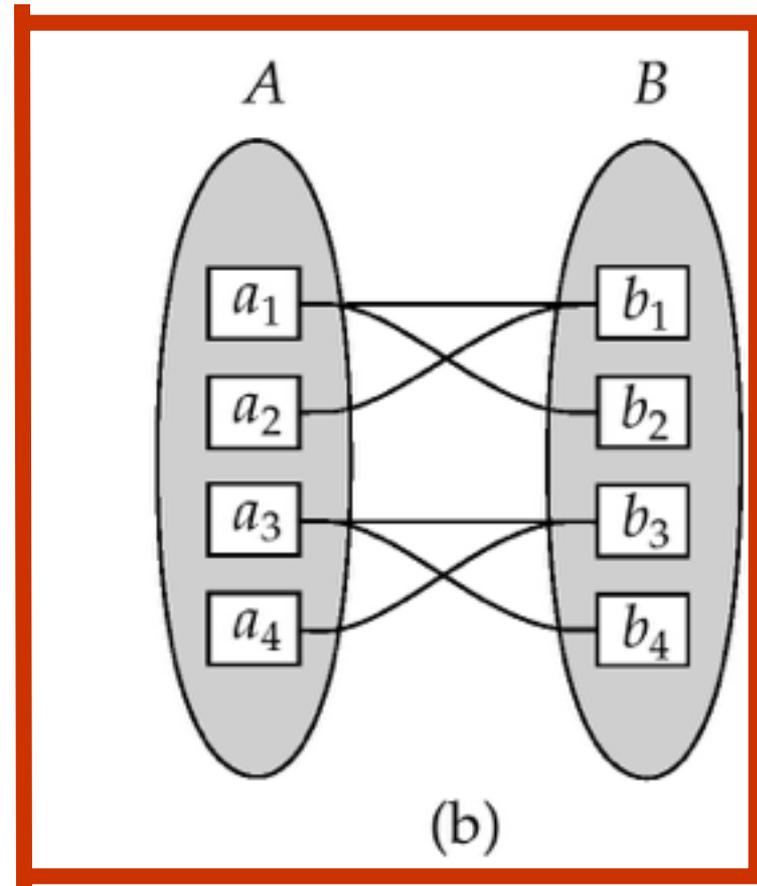
- Não há restrições em nenhum dos sentidos

# “Restrição” N:M

## ■ Não impõe restrições

- ★ **Permite** que uma entidade de A se relacione com mais do que uma entidade de B.
- ★ **Permite** que uma entidade de B se relacione com mais do que uma entidade de A.

- *Exemplo:* Uma conta pode estar associada a mais do que um cliente, e um cliente pode ter mais do que uma conta associada



Nota: Alguns elementos de A ou B podem não estar relacionados com elementos do outro conjunto.

## As cardinalidades afectam o desenho

- Se a relação entre *clientes* e *contas* fosse de um para vários (i.e. um cliente pode ter várias contas mas uma conta só pode pertencer a um cliente) então *data-de-acesso* poderia ser um atributo de *conta*, em vez de um atributo da relação.

# Chaves

- Como distinguir entre várias entidades (ou entre várias relações) dentro dum mesmo conjunto?
- *Super-chave* de um conjunto de entidades é um conjunto de um ou mais atributos cujos valores determinam univocamente cada uma das entidades dentro do conjunto.
- A determinação unívoca depende do contexto em causa e é imposta como restrição.
  - ❖ *O n° de cliente é super-chave em clientes*
  - ❖ *O par n° de cliente e nome também é super-chave*
- Uma super-chave pode ter informação desnecessária.
  - ❖ *O nome é desnecessário na super-chave com o n° e nome.*

# Chaves candidatas e primárias

- Uma *chave candidata* de um conjunto de entidades é uma super-chave minimal
  - ❖ *O n° de cliente é minimal*
  - ❖ *{telefone, nome} também (assumindo que pode haver várias pessoas com o mesmo nome, com o mesmo telefone, mas nunca com o mesmo nome e telefone)*
- *Chave primária* é uma chave candidata designada (escolhida) por quem desenha a base de dados para identificar as entidades dum conjunto
  - ❖ *O n° de cliente é mais conveniente como chave primária por ser mais “curta”, e não ser expectável que sofra alterações ao longo do tempo.*

# Chaves para Conjuntos de Relações

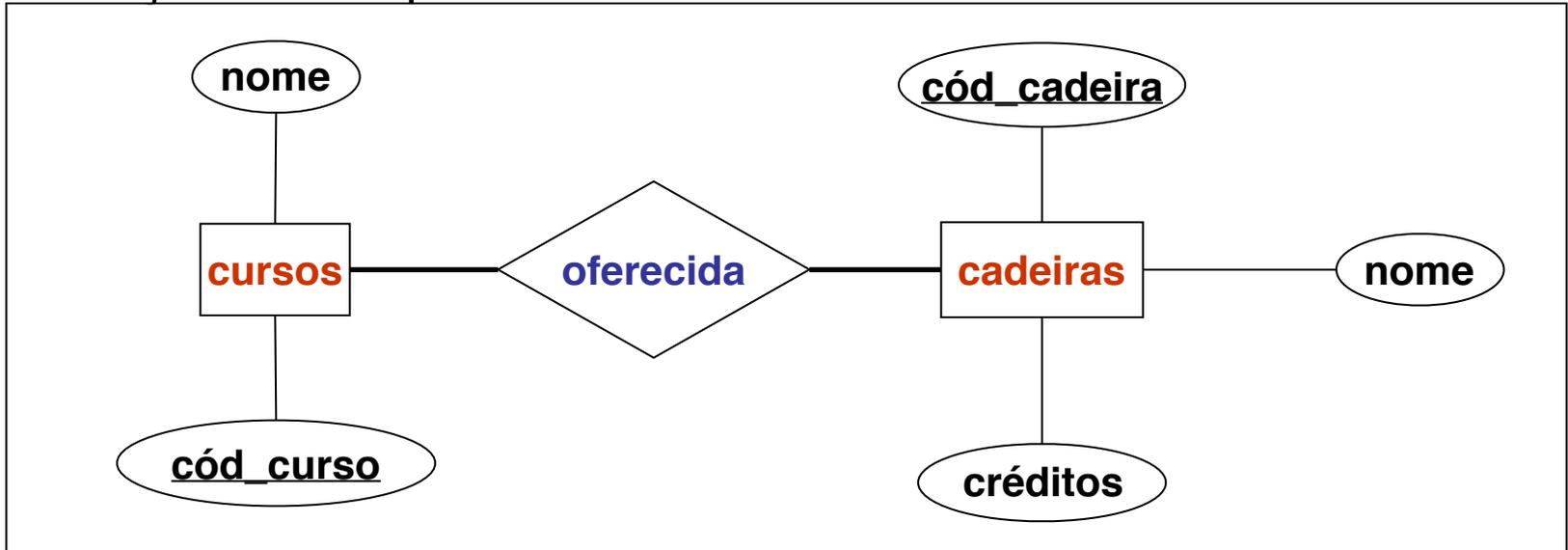
- A combinação das chaves primárias dos conjuntos de entidades participantes formam uma super-chave do conjunto de relações.
- *(customer\_id, account\_number)* é super-chave de *depositor*
  - ★ *NOTA: isto significa que um par de entidades pode aparecer no máximo uma vez num conjunto de entidades.*
    - ❖ Exemplo: se desejarmos manter todas as datas de acesso a cada conta por cada cliente, não poderíamos assumir uma relação para cada acesso.
- Temos que considerar a cardinalidade de mapeamento dos conjuntos de entidades quando decidimos quais as chaves candidatas dos conjuntos de relações.
  - ★ Voltaremos a este assunto mais tarde...

# Restrições de Participação

- A participação de um conjunto de entidades  $E$  numa relação  $R$  é **total** se toda a entidade em  $E$  participa em pelo menos uma relação em  $R$ .
  - ★ Por exemplo, a participação do conjunto de entidades *loan* na relação *borrower* deve ser total pois todos os empréstimos devem ter um mutuário.
- Se apenas algumas entidades de  $E$  participam em relações de  $R$ , diz-se que a participação de  $E$  em  $R$  é **parcial**.
  - ★ A participação do conjunto de entidades *customer* na relação *borrower* deve ser parcial pois é natural que existam clientes sem empréstimos.

# Diagramas ER (DER)

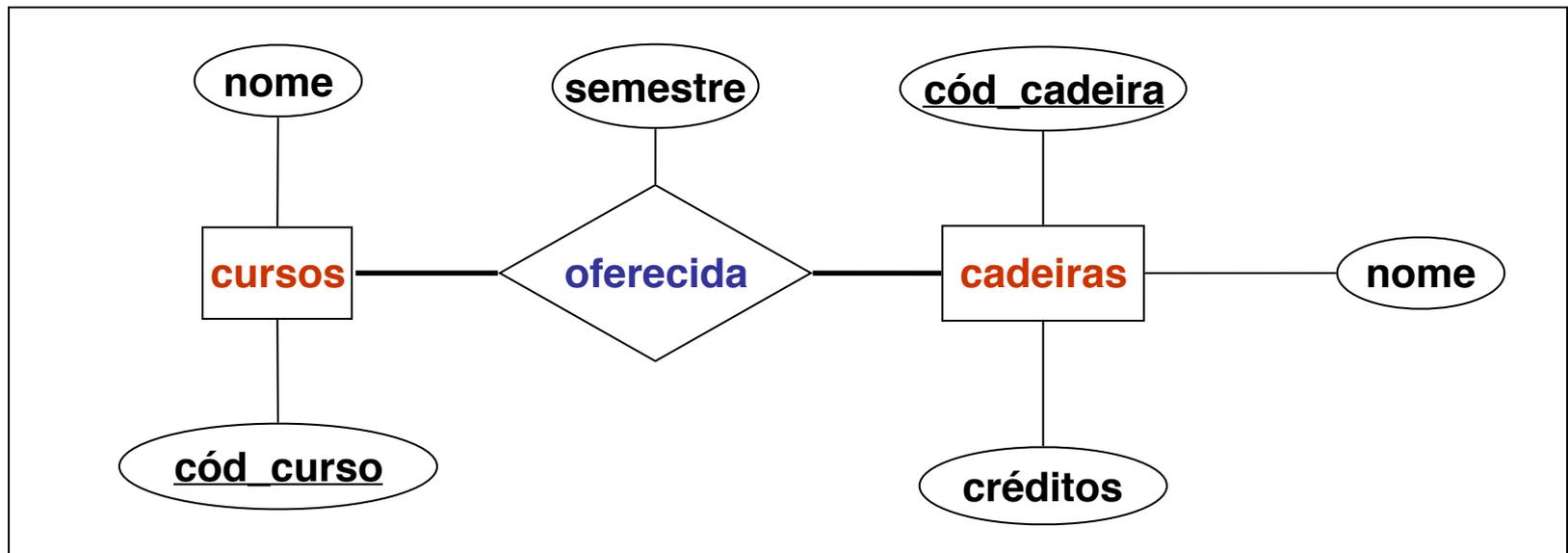
- Permitem representar graficamente as entidades, atributos, relações, restrições de mapeamento



- **Retângulos** representam conjuntos de entidades.
- **Losangos** representam conjuntos de relações.
- **Elipses** representam atributos
- **Linhas** ligam atributos aos conjuntos de entidades e conjuntos de entidades a conjuntos de associações.
- **Sublinhado** representa atributos constituintes da chave primária

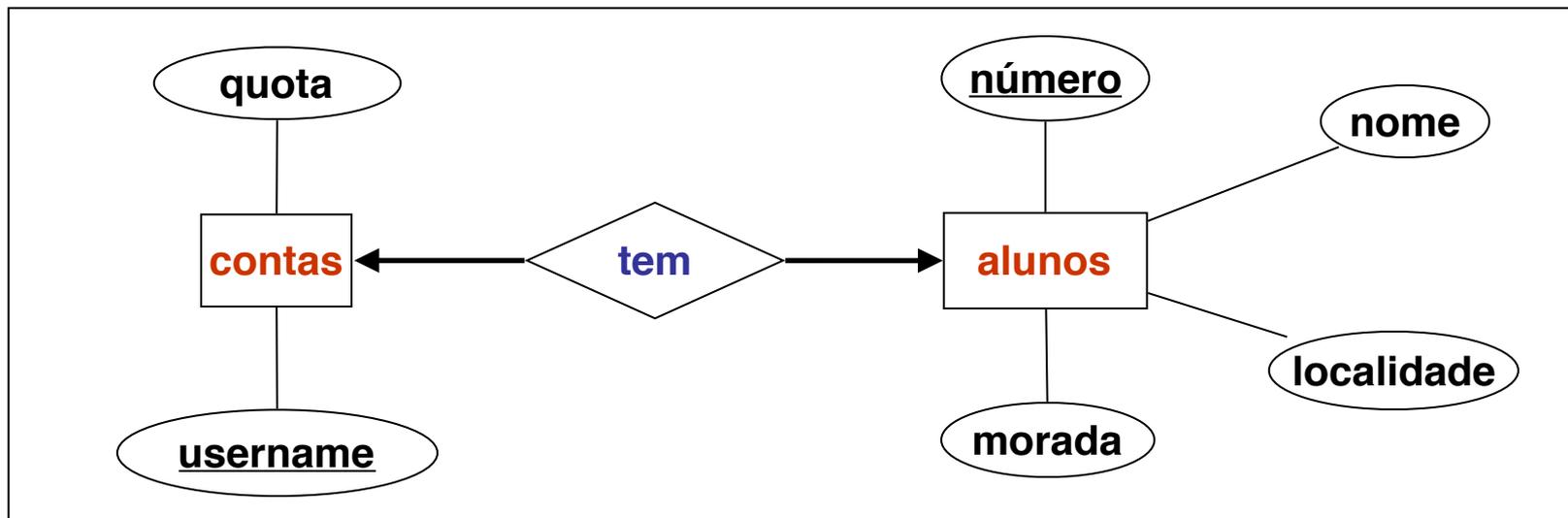
# Conjs. de Relação com Atributos

- Podemos ter atributos em conjuntos de relações. Por exemplo, para manter informação sobre o semestre em que uma dada cadeira é oferecida a um dado curso.



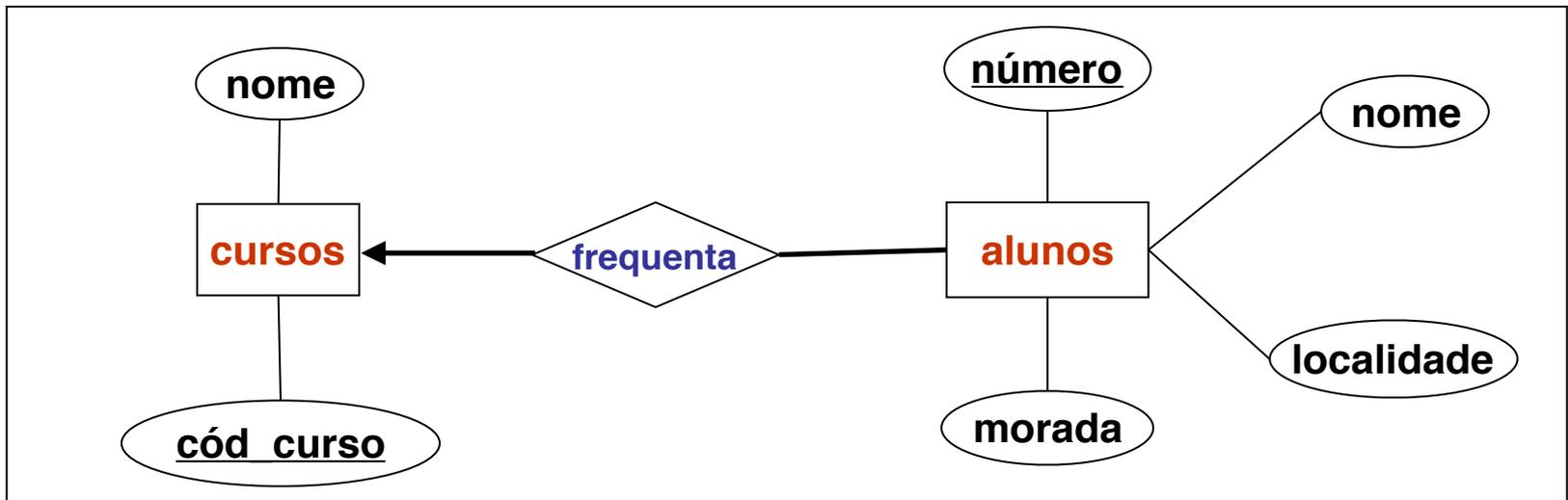
# Restrições de Mapeamento

- As restrições de mapeamento são expressas desenhando uma seta ( $\rightarrow$ ), significando “um,” ou uma linha ( $-$ ), significando “muitos,” entre o conj. de relações e o conj. de entidades.
- E.g.: relação um para um:
  - ★ Um aluno está associado no máximo a uma conta, através da relação *tem*.
  - ★ Uma conta está associada no máximo com um aluno.



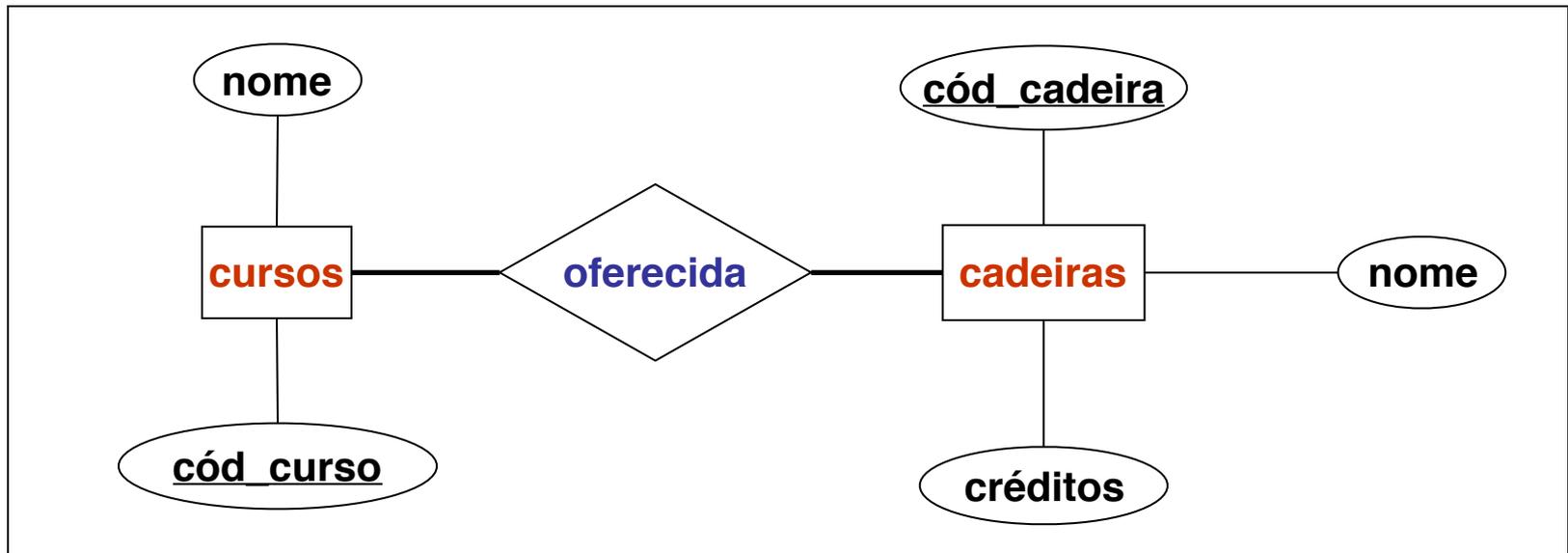
# Associações muitos para um

- Na relação muitos para um, um aluno está associada no máximo com um curso através da relação *frequenta*, enquanto que um curso pode estar associado com vários alunos (podendo ser 0) através de *frequenta*



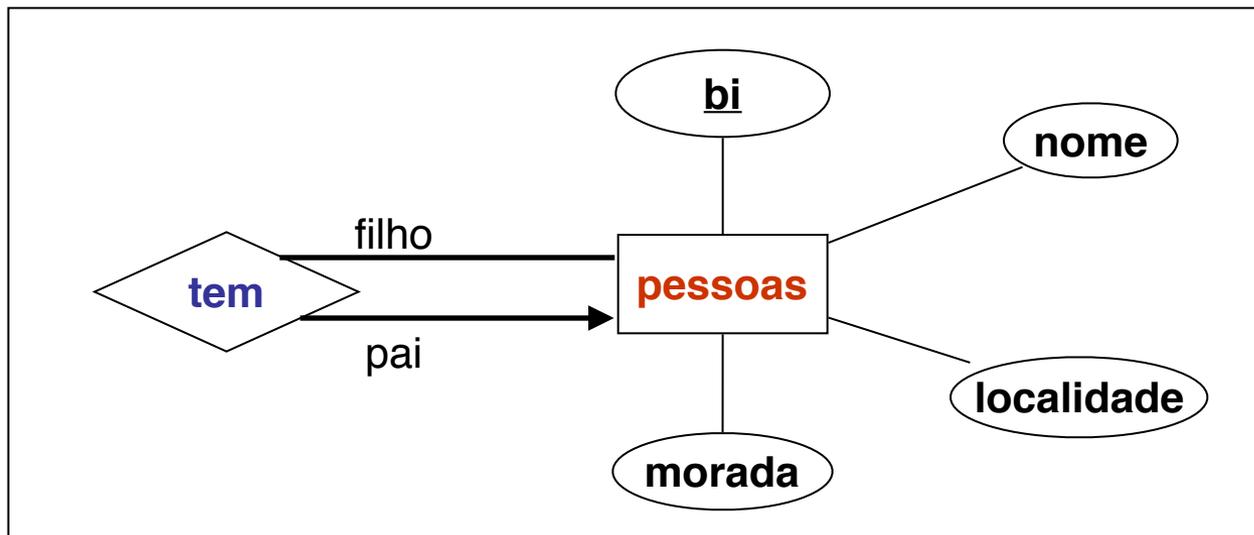
# Associações muitos para muitos

- Uma cadeira está associado com várias cursos (possivelmente 0) através da relação *oferecida*
- Um curso está associado com várias cadeiras (possivelmente 0) através da relação *tem*



# Papéis

- Os conjuntos de entidades participantes numa relação não são obrigatoriamente distintos:
- As etiquetas “pai” e “filho” são designadas **papéis**; especificam como as entidades *pessoa* se relacionam por intermédio do conjunto de relações *tem*.
- Os papéis são indicadas nos DERs anotando as linhas que ligam os losangos aos retângulos.
- Os papéis são opcionais, sendo utilizados para clarificar a semântica da relação.



# Participação de um Conj. de Entidades num Conj. de Relação

- **Participação total** (indicado por uma linha dupla): toda a entidade do conjunto de entidades participa em pelo menos uma relação do conjunto de relações.
  - E.g. a participação de *alunos* em *frequenta* é total
    - todo o aluno tem de ter um curso associado
- **Participação parcial**: algumas entidades podem não participar em qualquer relação do conjunto de relações.
  - E.g. a participação de *courses* em *frequenta* é parcial pois podem existir cursos sem aluno (e.g. quando o curso é criado)

