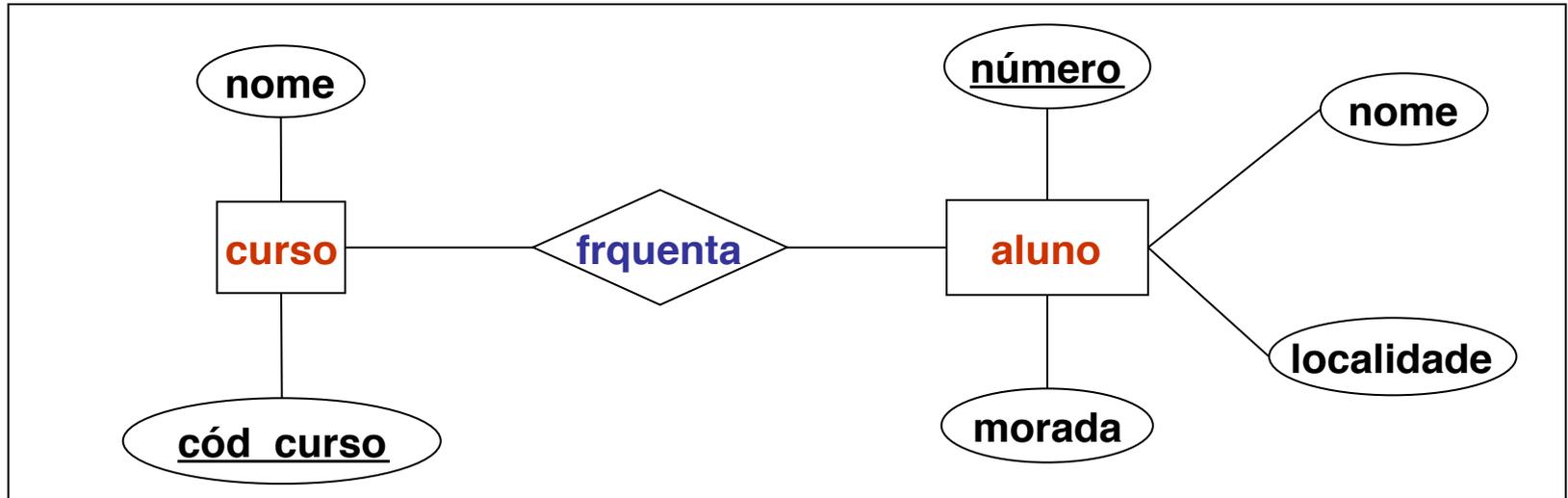


# Capítulo 2: Modelo ER

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

# Diagramas ER (DER)

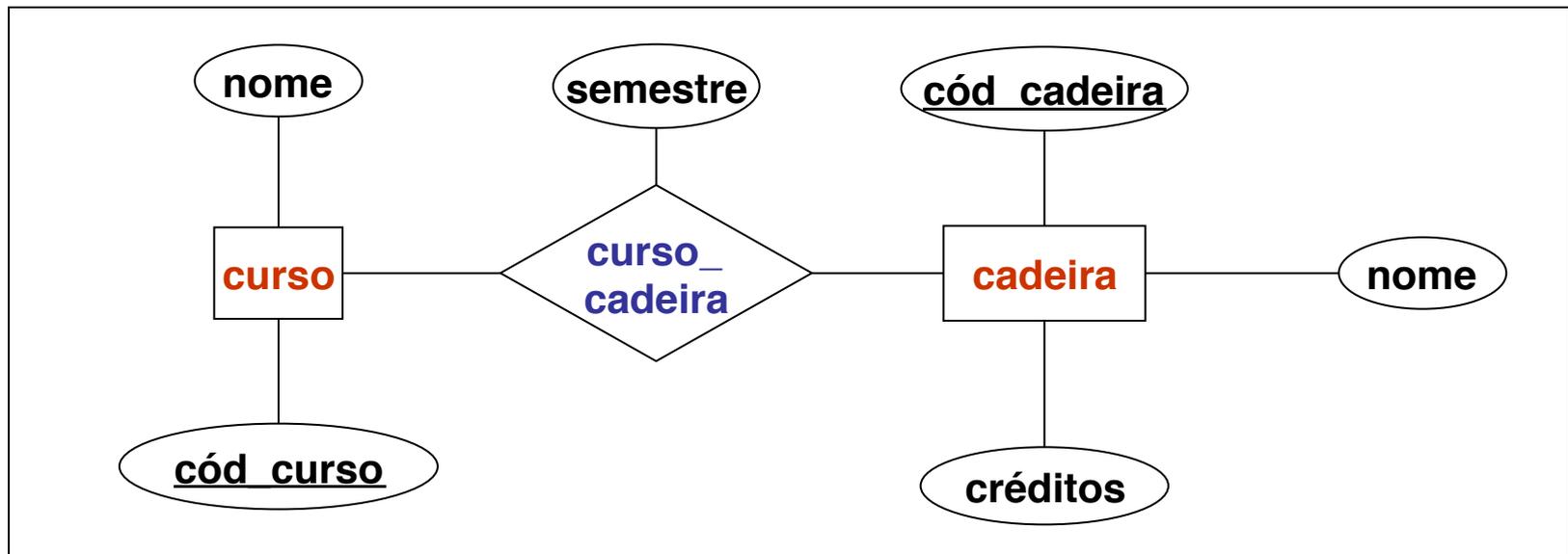
- Permitem representar graficamente as entidades, atributos, relações, restrições de mapeamento



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

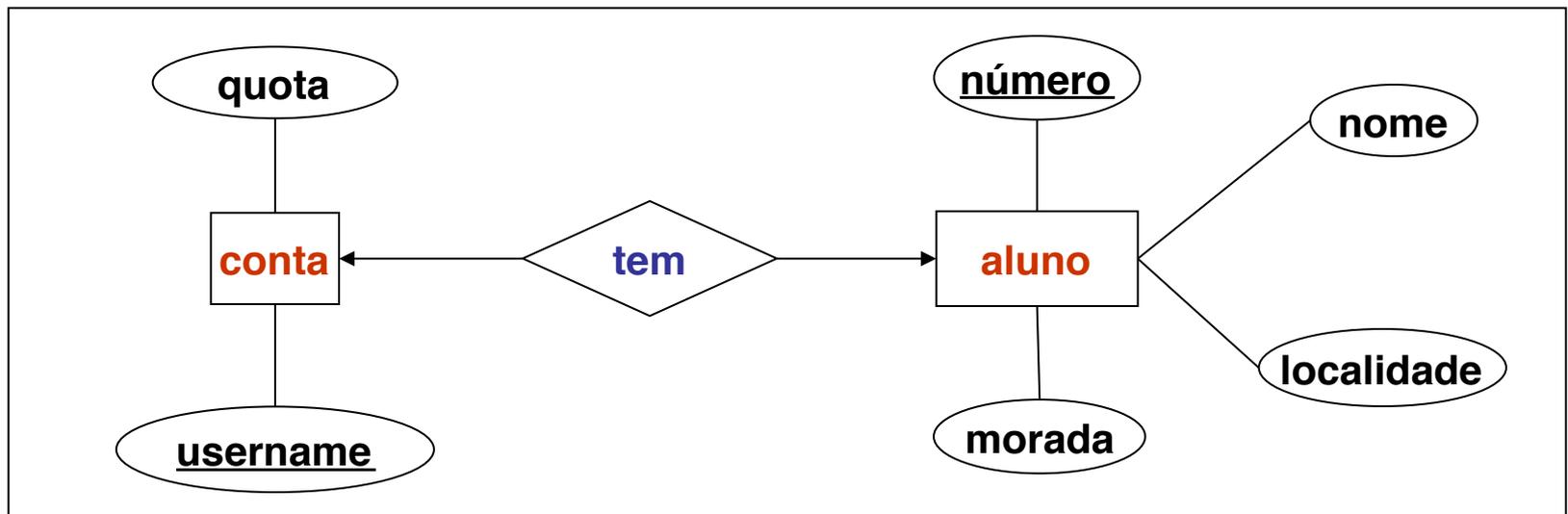
# Conjs. de Relação com Atributos

- 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.



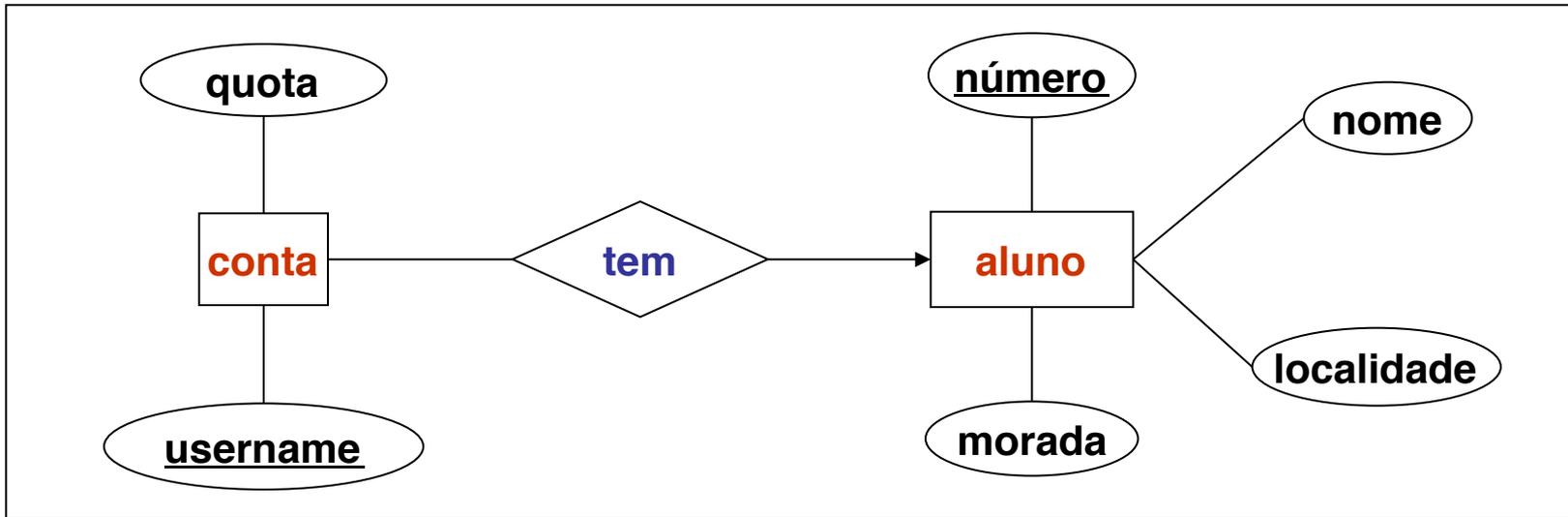
# Restrições de Mapeamento

- 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.



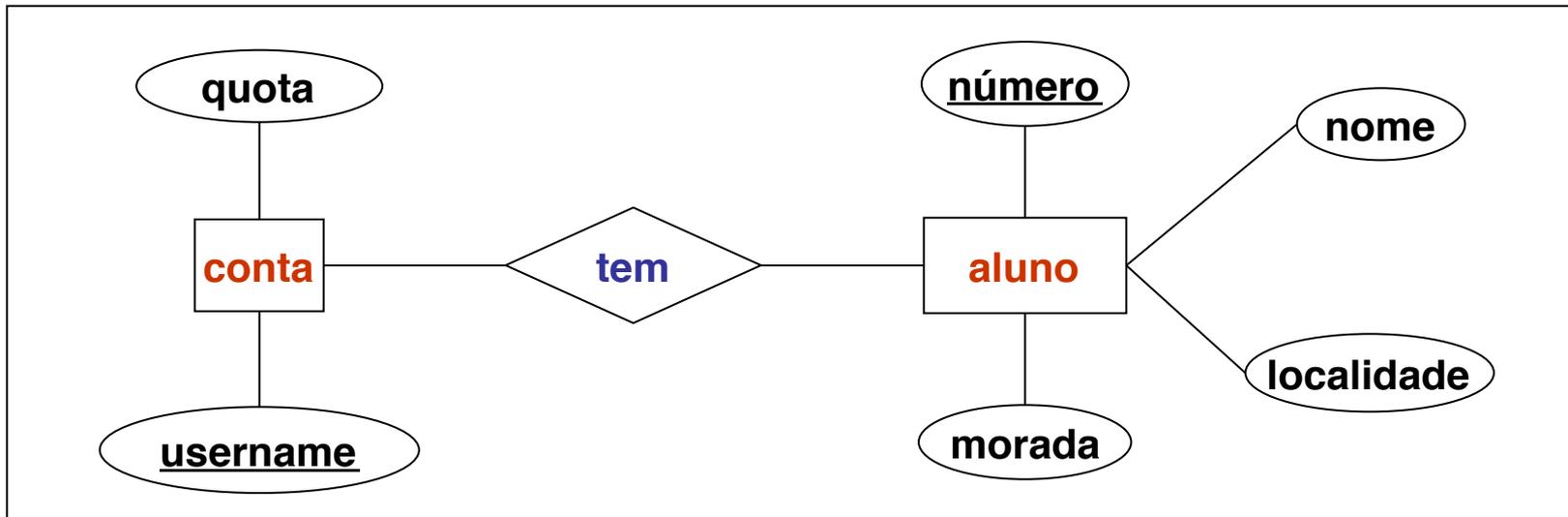
# Associações muitos para um

- Na relação muitos para um, uma conta está associada no máximo com um aluno através da relação *tem*, enquanto que um aluno pode estar associado com várias contas (podendo ser 0) através de *tem*



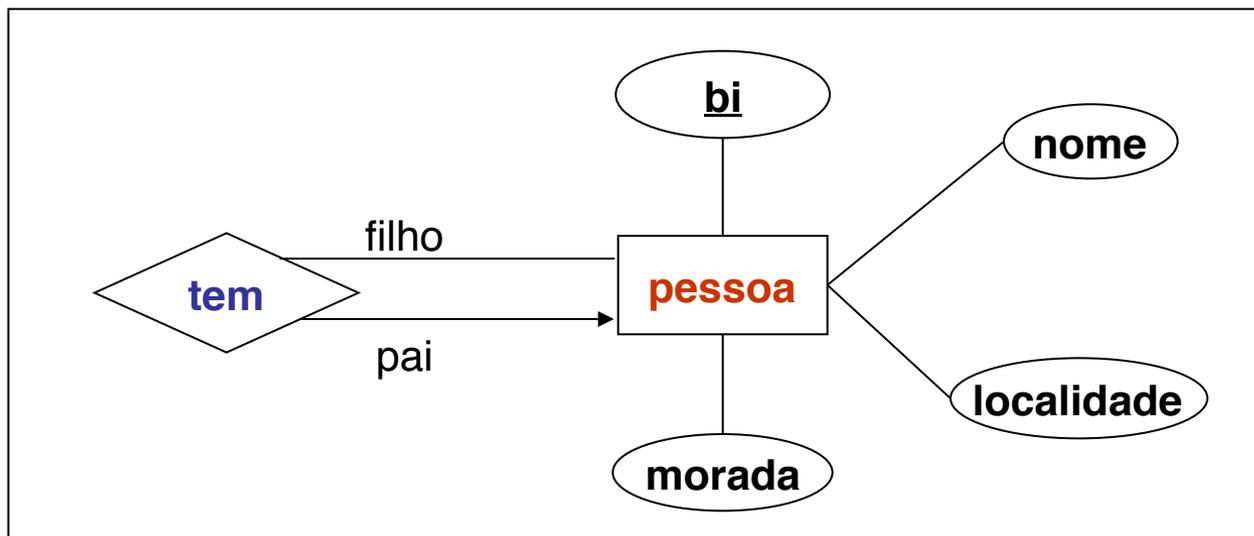
# Associações muitos para muitos

- Um aluno está associado com várias contas (possivelmente 0) através da relação *tem*.
- Uma conta está associada com vários alunos (possivelmente 0) através da relação *tem*. Por exemplo, quando há contas para grupos de alunos.



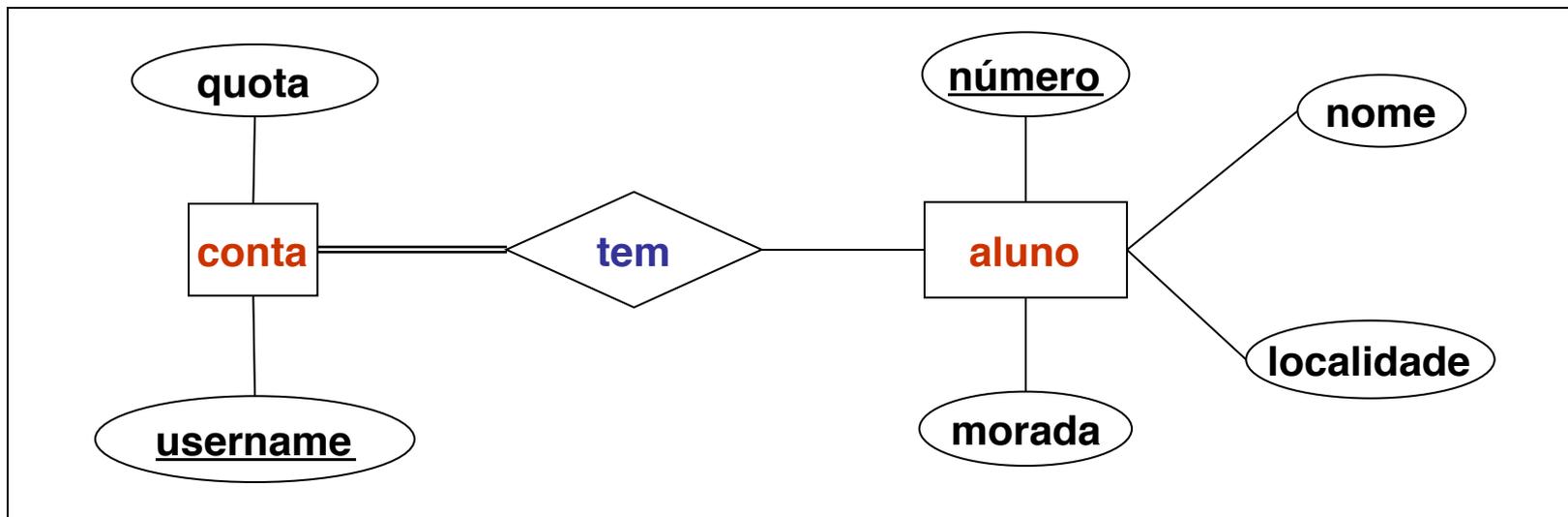
# Papéis

- 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 rectângulos.
- Os papéis são opcionais, sendo utilizados para clarificar a semântica da relação.



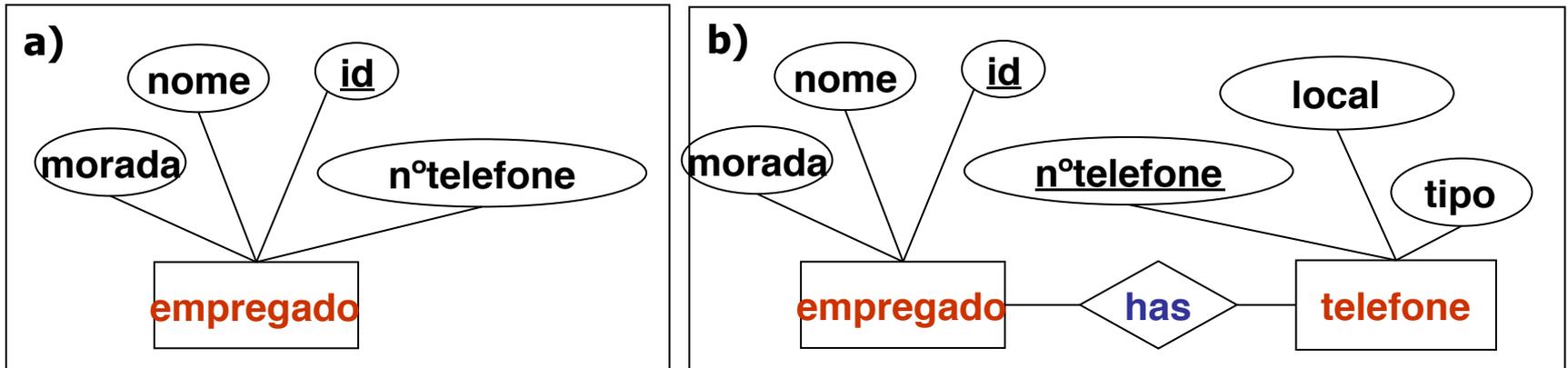
# Participação de um Conj. de Entidades num Conj. de Relação

- **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 *conta* em *tem* é total
    - todo a conta tem de ter um aluno associado
- **Participação parcial**: algumas entidades podem não participar em qualquer relação do conjunto de relações.
  - E.g. a participação de *aluno* em *tem* é parcial pois podem existir alunos sem contas.



# Opções de desenho

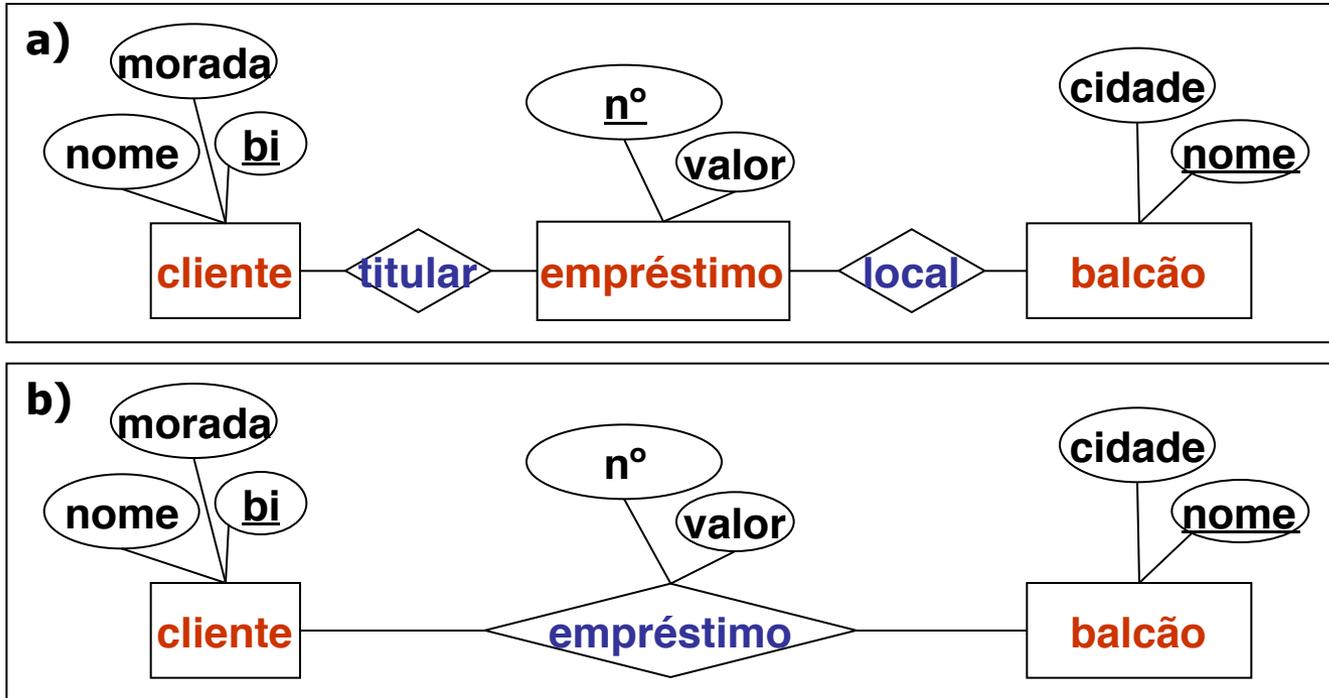
## ■ Atributos vs Conjuntos de Entidades



- Em a), um *empregado* só pode ter um número de telefone, enquanto em b) pode ter vários.
- O modelo b) é mais apropriado quando se pretende manter outras propriedades associadas ao telefone.
- O modelo a) é mais simples enquanto o modelo b) é mais geral.
- A escolha depende do que está a ser modelado.

# Opções de desenho

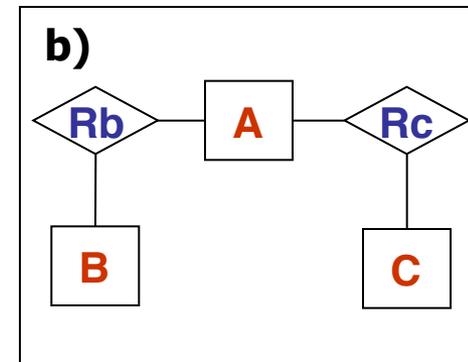
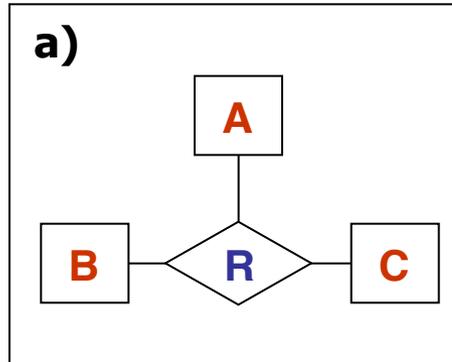
## ■ Conjuntos de Entidades vs Conjuntos de Relações



- Se cada empréstimo está associado com exactamente um cliente e está localizado em exactamente um balcão, então o modelo b) poderá servir.
- O modelo b) só permite um empréstimo por cada cliente em cada balcão.
- O modelo b) não é adequado para modelar empréstimos com mais do que um titular. Nesse caso, teríamos de ter uma relação para cada titular, onde replicaríamos a informação relativa ao nº e valor do empréstimo (redundante).

# Opções de desenho

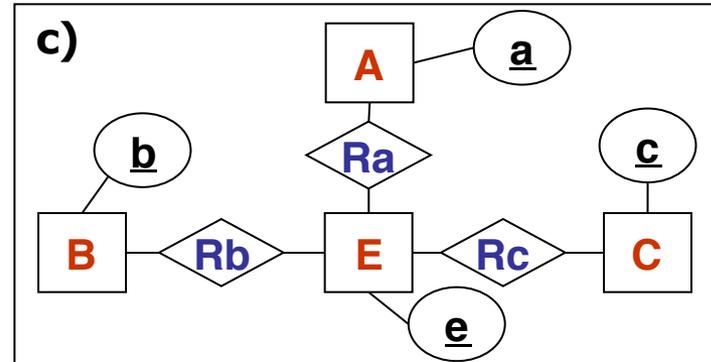
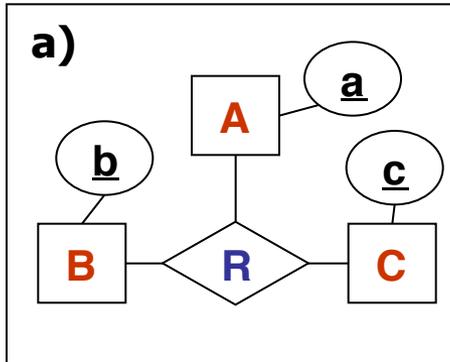
## ■ Conjuntos de relações binários vs. n-ários



- Há relações aparentemente n-árias que são melhor representadas por várias relações binárias.
- Por exemplo, uma relação R em a) relacionando uma criança (A) com o seu pai (B) e a sua mãe (C) não é tão conveniente como a representação em b). Em b) é possível incluir informação sobre um dos progenitores sem conhecer o outro.
- Nem sempre é possível representar o modelo a) através do modelo b). Por exemplo, se quisermos representar que um empregado (A) tem determinados cargos (B) em determinados balcões (C) não o podemos fazer com b).

# Opções de desenho

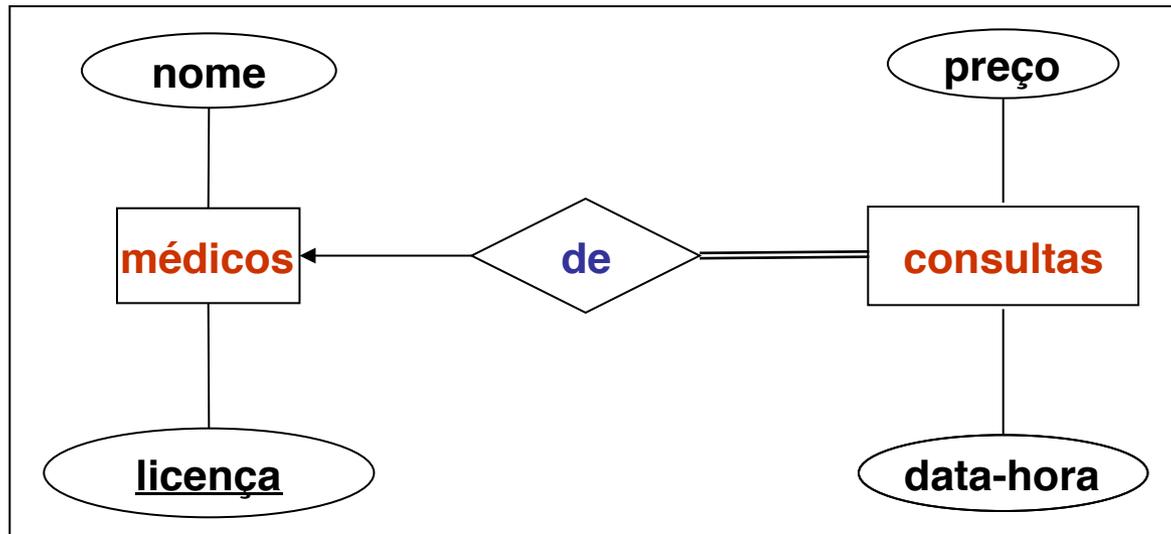
## ■ Conjuntos de relações binários vs. n-ários



- É sempre possível substituir uma relação n-ária por  $n$  relações binárias, adicionando uma nova entidade.
- No caso de  $n=3$  representado em a) podemos substituí-lo por c) criando o conjunto de entidades  $E$  (com os atributos de  $R$  e um novo atributo  $e_i$  que será a sua chave)  $e$ , para cada  $(a_i, b_i, c_i) \in R$ , temos  $(e_i, a_i) \in R_a$ ,  $(e_i, b_i) \in R_b$ ,  $(e_i, c_i) \in R_c$ .
- Desvantagens:
  - ✳ Obriga à criação de um novo atributo, **artificial**, que, juntamente com as novas relações vão implicar maior complexidade na implementação.
  - ✳ Uma relação n-ária ilustra melhor a participação dos vários conjuntos de entidades na relação.
  - ✳ Existem restrições sobre as relações n-árias que não podem ser traduzidas por restrições sobre as relações binárias (e.g. cada par de elementos de  $B$  e  $C$  só poderem estar associados no máximo com um elemento de  $A$ ).

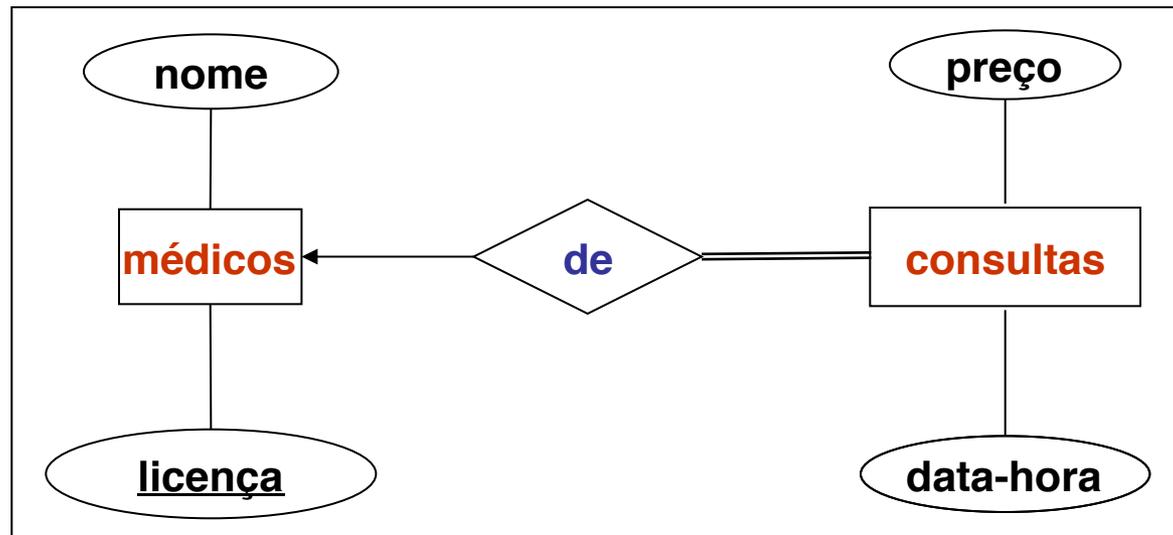
# Conjunto de entidades fraco

- Um conjunto de entidades pode não ter atributos suficientes para formar uma chave primária.
- Nesse caso é designado por *conjunto de entidades fraco*.
  - ★ Consultas numa clínica, com data/hora, preço, especialidade, etc... Pode haver duas consultas com a mesma data/hora, o mesmo preço e a mesma duração. Têm é que ser de médicos diferentes.
  - ★ Acessos a uma conta, com data/hora e duração. Pode haver dois acessos com a mesma data/hora e a mesma duração. Têm é que ser de contas diferentes.



# Conjunto de entidades fraco

- A existência de um conjunto de entidades fraco depende da existência de um (ou mais) *conjunto de entidades dominante*
- O conjunto de entidades dominante (ou identificador) deve relacionar-se com o conjunto de entidades fraco através de uma relação um para muitos, total do lado do conjunto de entidades fraco.
  - ★ *Médicos é o conjunto de entidades dominante de Consultas.*
  - ★ *Conta é conjunto de entidades dominante de Acessos*

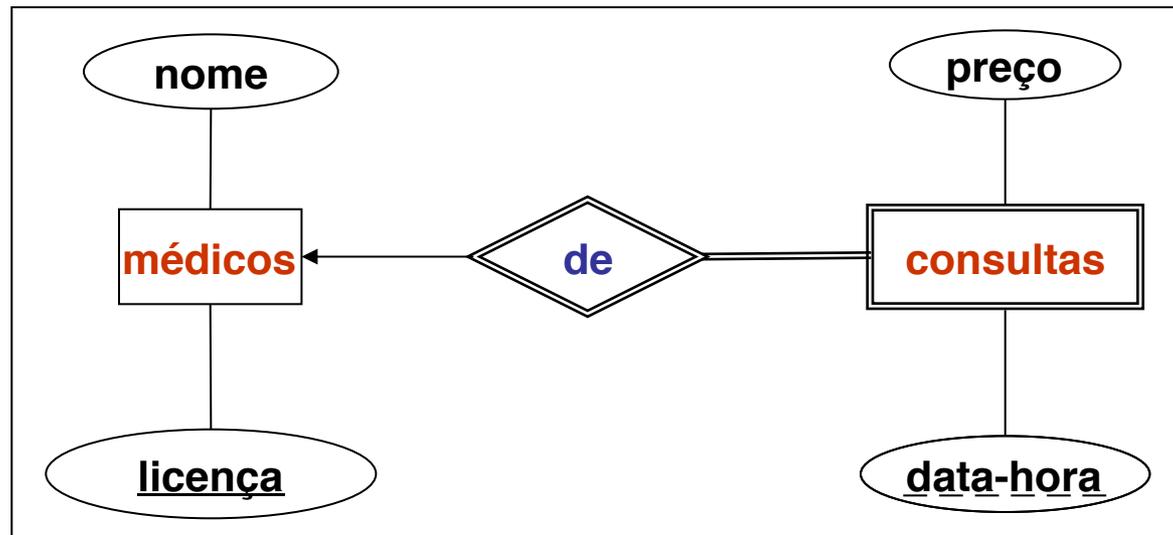


# Conjunto de entidades fraco (cont.)

- O *discriminante* (ou *chave parcial*) é o conjunto de atributos que distingue as entidades de um conjunto fraco, associadas a uma mesma entidade do conjunto dominante.
  - ✦ Exemplo: data/hora é discriminante pois, para uma mesma conta, não pode haver dois movimentos simultâneos.
  - ✦ Exemplo: data/hora é discriminante pois, para um mesmo médico, não pode haver duas consultas simultâneas.
- A *chave primária de um conjunto de entidades fraco* é constituída pela *chave primária do conjunto de entidades dominante* do qual depende e pelo *discriminante do conjunto de entidades fraco*.

# Conjunto de Entidades Fraco (Cont.)

- Um conjunto de entidades fraco é representado por um rectângulo duplo.
- O discriminante do conjunto de entidades fraco é sublinhado a tracejado.
- A relação entre o conjunto fraco e o dominante é representada por um losango duplo



# Conjunto de Entidades Fraco (Cont.)

- **Nota:** a chave primária do conjunto de entidades dominante (ou forte) **não** é explicitamente representada no conjunto de entidades fraco, dado ser implícita na relação de dominância.
- Se *id (do médico)* fosse representado explicitamente, *consultas* poderia ser um conjunto de entidades fortes, mas assim a relação entre *consultas* e médico seria duplicada por uma relação implícita definida pelo atributo *id* comum a *médicos* e a *consultas*

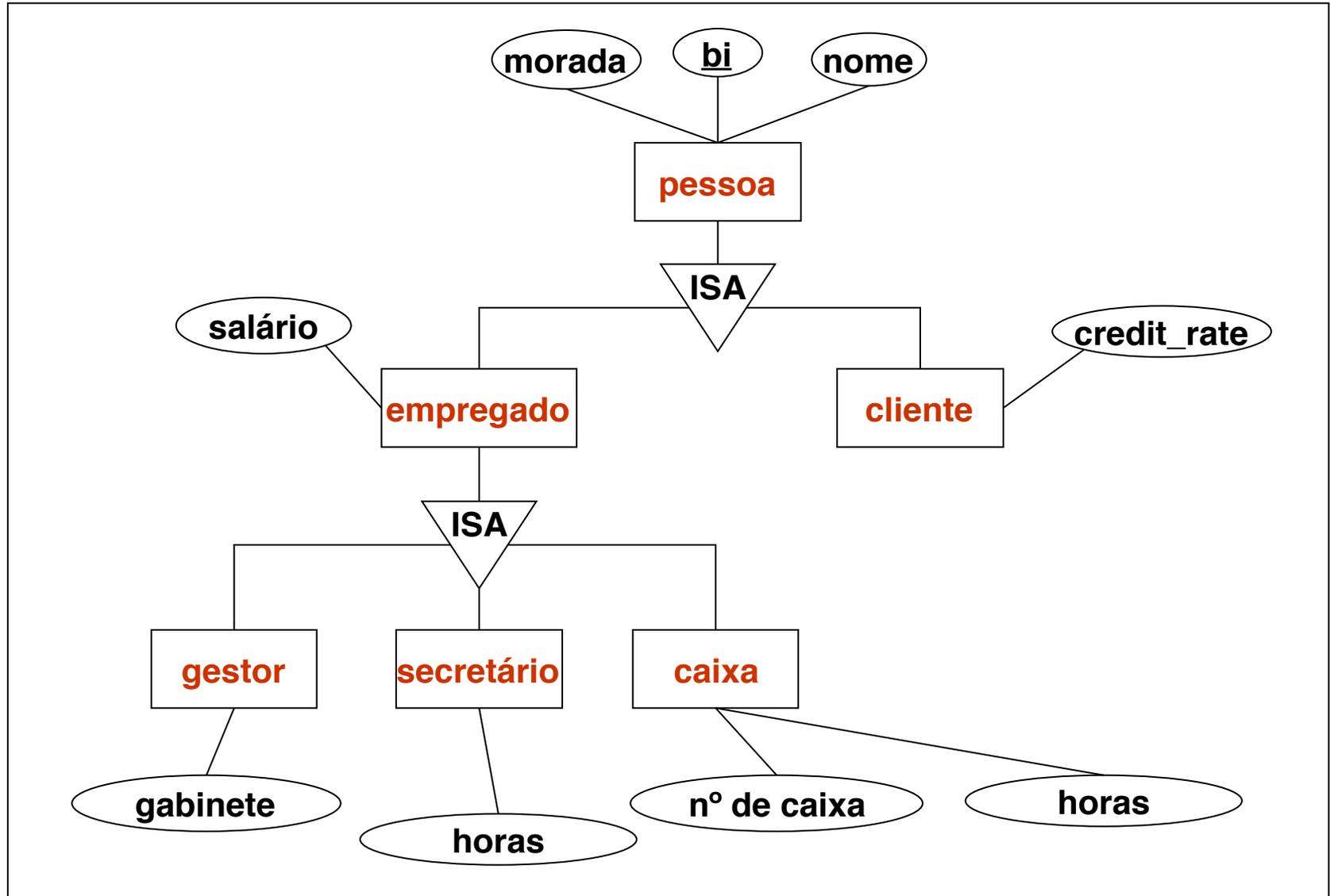
# Especialização/Generalização

- Há entidades que são “parecidas” mas não exactamente dum mesmo conjunto.
  - ✦ E.g. quer os empregados quer os clientes têm um nome, morada, telefone, etc. Mas os empregados têm salário (e os clientes não) e os clientes tem rating de crédito (e os empregados, enquanto tal, não).
- **Método de desenho descendente**: designamos subgrupos dentro de um conjunto de entidades que são distintas de outras entidades nesse conjunto (Especialização).
  - ✦ E.g. Designar subgrupo empregados e clientes dentro do conjunto mais geral de pessoas.
- **Método de desenho ascendente** (bottom-up) (outra maneira de ver) – combinar num conjunto de entidades de maior nível (generalização) um certo número de conjuntos de entidades que partilham as mesmas características
- Os subgrupos (especializações) tornam-se conjuntos de entidades de “menor” nível que têm atributos ou participam em relações que não se aplicam ao conjunto de entidades de maior nível.

# DER de Especialização/Generalização

- Desenhado por um *triângulo* anotado com ISA: um cliente é (“is a”) uma *pessoa*.
- **Herança de atributos** – um conjunto de entidades de menor nível herda todos os atributos e participa em todas as relações do conjunto de entidades de maior nível ao qual está ligado.
  - ✦ Os atributos dos conjuntos de entidades mais gerais **não** são explicitamente representados nos conjuntos de entidades mais específicos.
    - ❖ Nomeadamente, os atributos que constituem a chave primária apenas são indicados no conjunto de entidades mais geral.

# Exemplo de Especialização

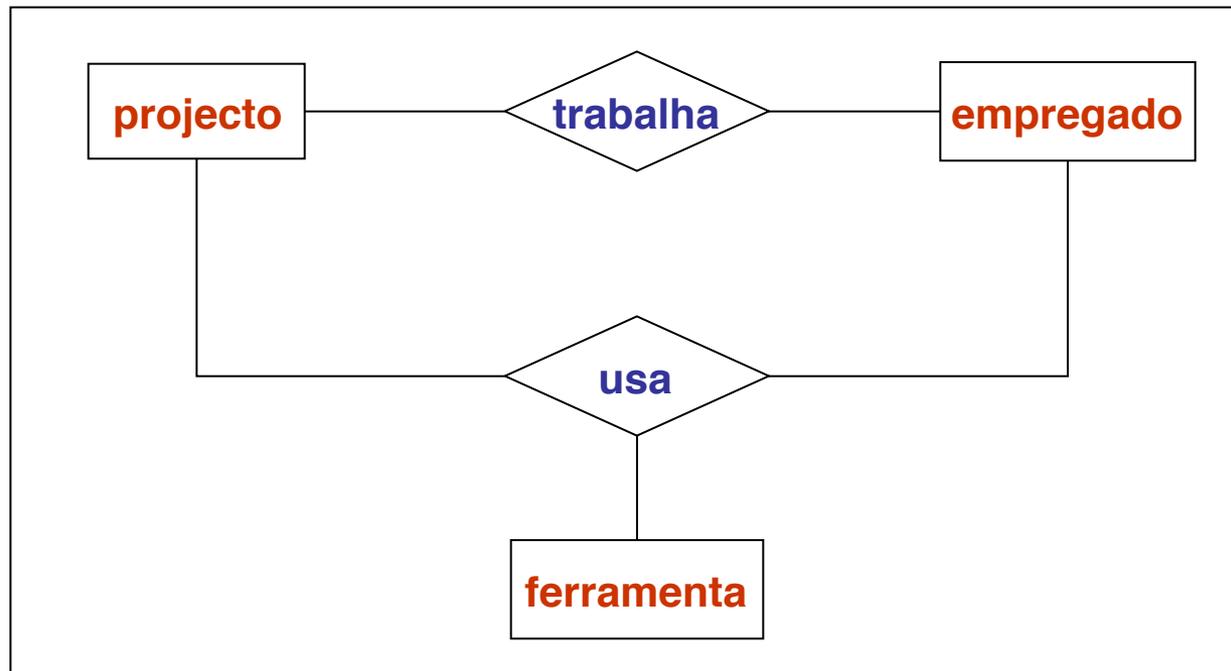


# Restrições de Desenho para Especialização/Generalização

- **Restrição de pertença** – especifica se uma entidade no conjunto de maior nível *pode ou não pertencer* a mais que um conjunto do nível inferior.
  - \* **disjuntas** : só pode pertencer a um do nível inferior (anotado com a palavra *disjoint* ao lado do triângulo)
  - \* **sobrepostas**: pode pertencer a mais que um.
- **Restrição de completude** – especifica se uma entidade no conjunto de maior nível *tem ou não que pertencer* a pelo menos um dos conjuntos do nível inferior.
  - \* **total** : tem de pertencer pelo menos a um (indicado por uma linha dupla)
  - \* **parcial**: pode não pertencer a nenhum

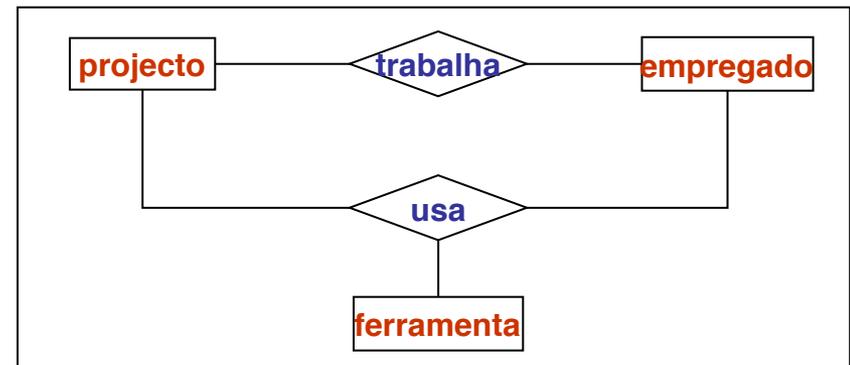
# Agregação

- Consideremos um cenário onde existem **projectos**, **empregados** e **ferramentas**:
  - ✦ *Um empregado pode trabalhar em vários projectos (e num projecto pode haver vários empregados).*
  - ✦ *Queremos guardar informação sobre as ferramentas usadas por um empregado num projecto.*



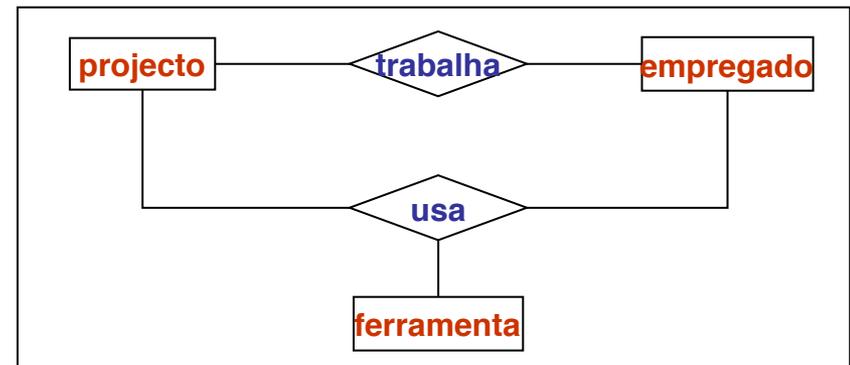
# Agregação

- O conjunto de relações **trabalha** e **usa** contém uma intersecção de informação.
  - ✦ Cada relação **usa** corresponde a uma relação **trabalha**.
  - ✦ No entanto, algumas relações **trabalha** podem não corresponder a nenhuma relação **usa**.
    - ❖ Por isso, não podemos eliminar a relação **trabalha**.
- As ferramentas devem apenas ser usadas por empregados em projectos nos quais esses empregados trabalhem.
  - ❖ A relação **usa** permite relacionar ferramentas com projectos e empregados que não estão relacionados através da relação **trabalha**



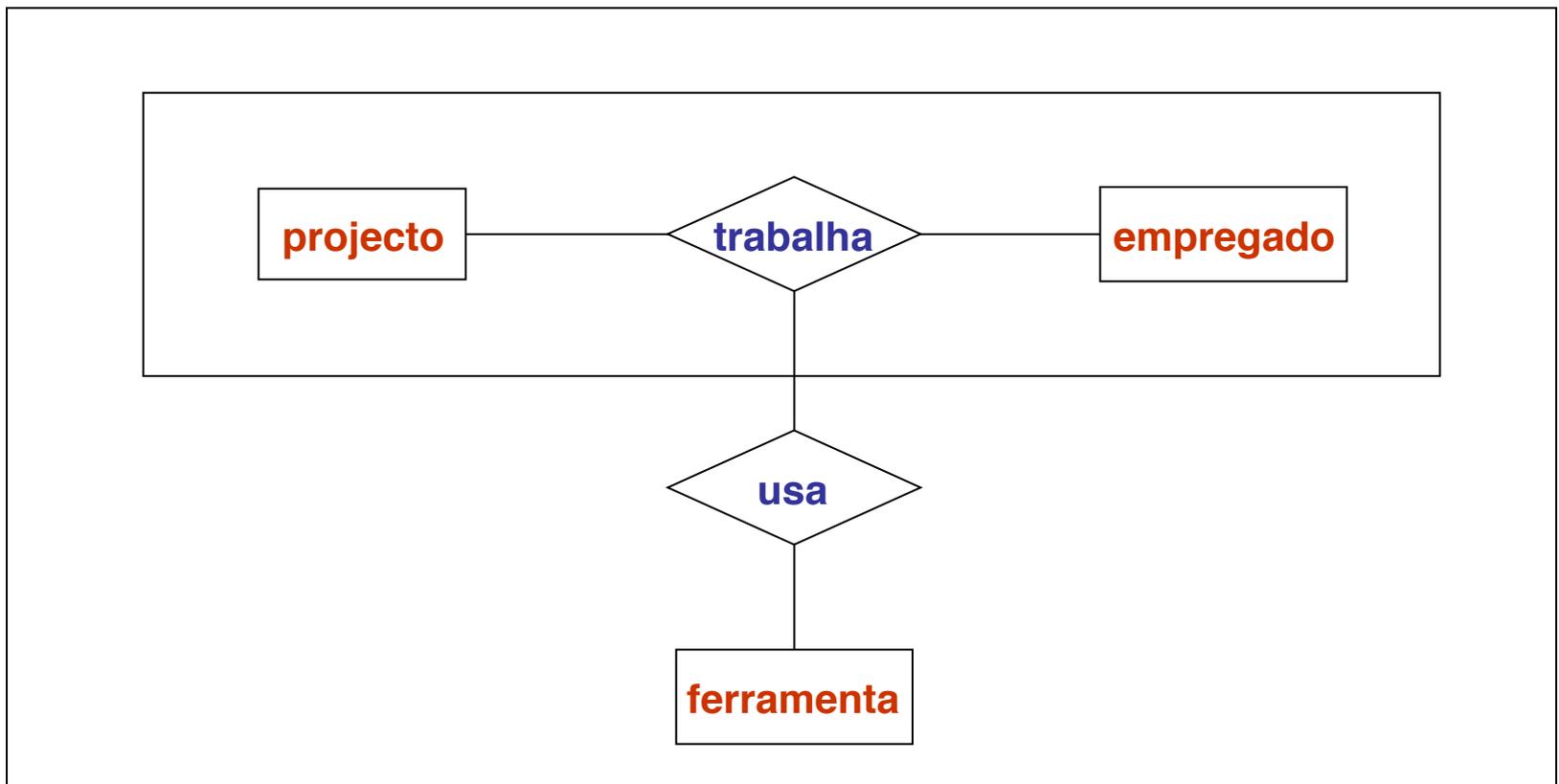
# Agregação

- Elimina-se esta redundância e restringe-se a participação na relação **usa** através da **agregação**.
  - ✦ Abstraindo relações em entidades novas
  - ✦ Tratando relações como entidades abstractas.
  - ✦ Permitindo relações entre estas relações abstraídas em entidades novas (ou entre estas e outras entidades)

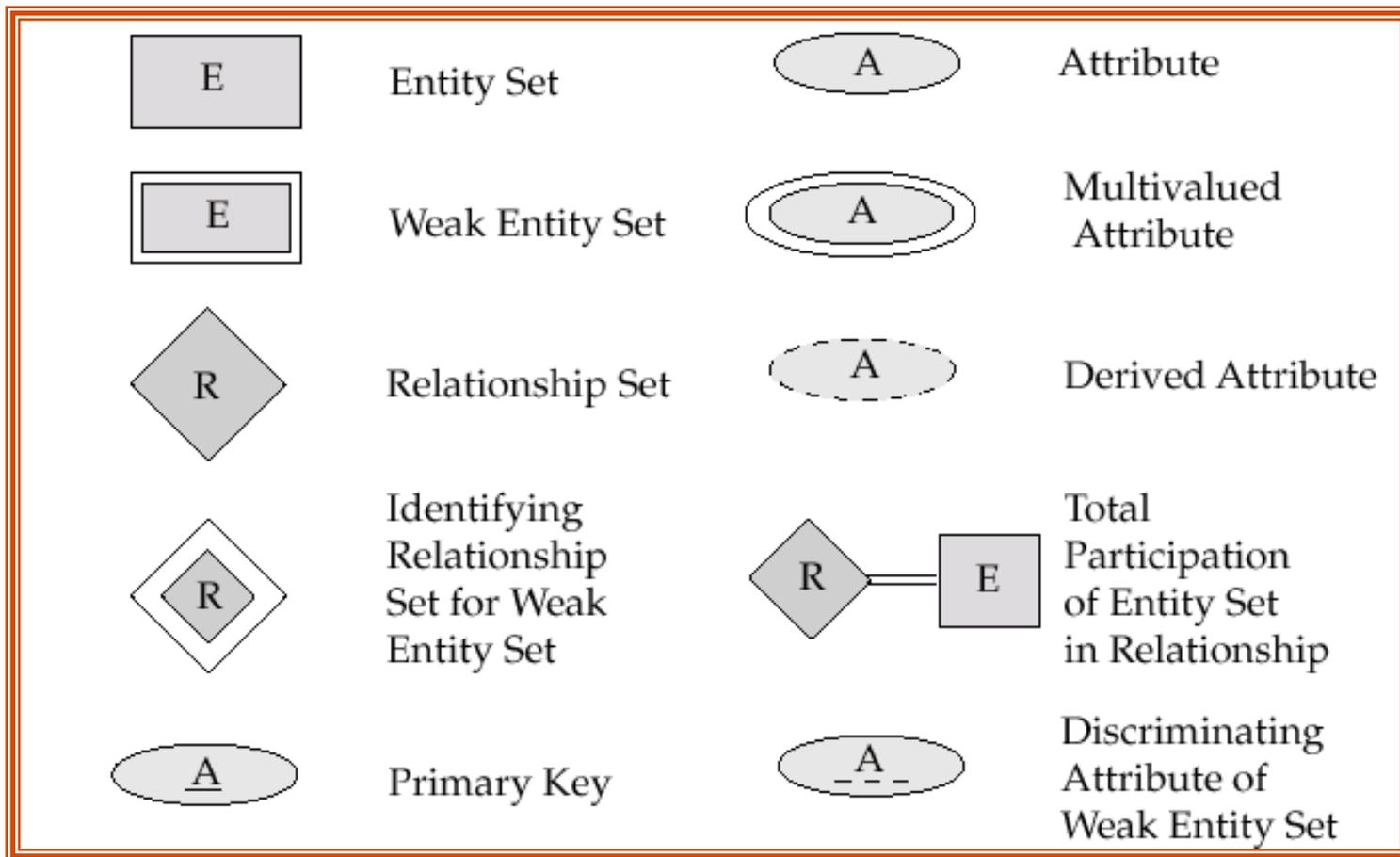


# DER com Agregação

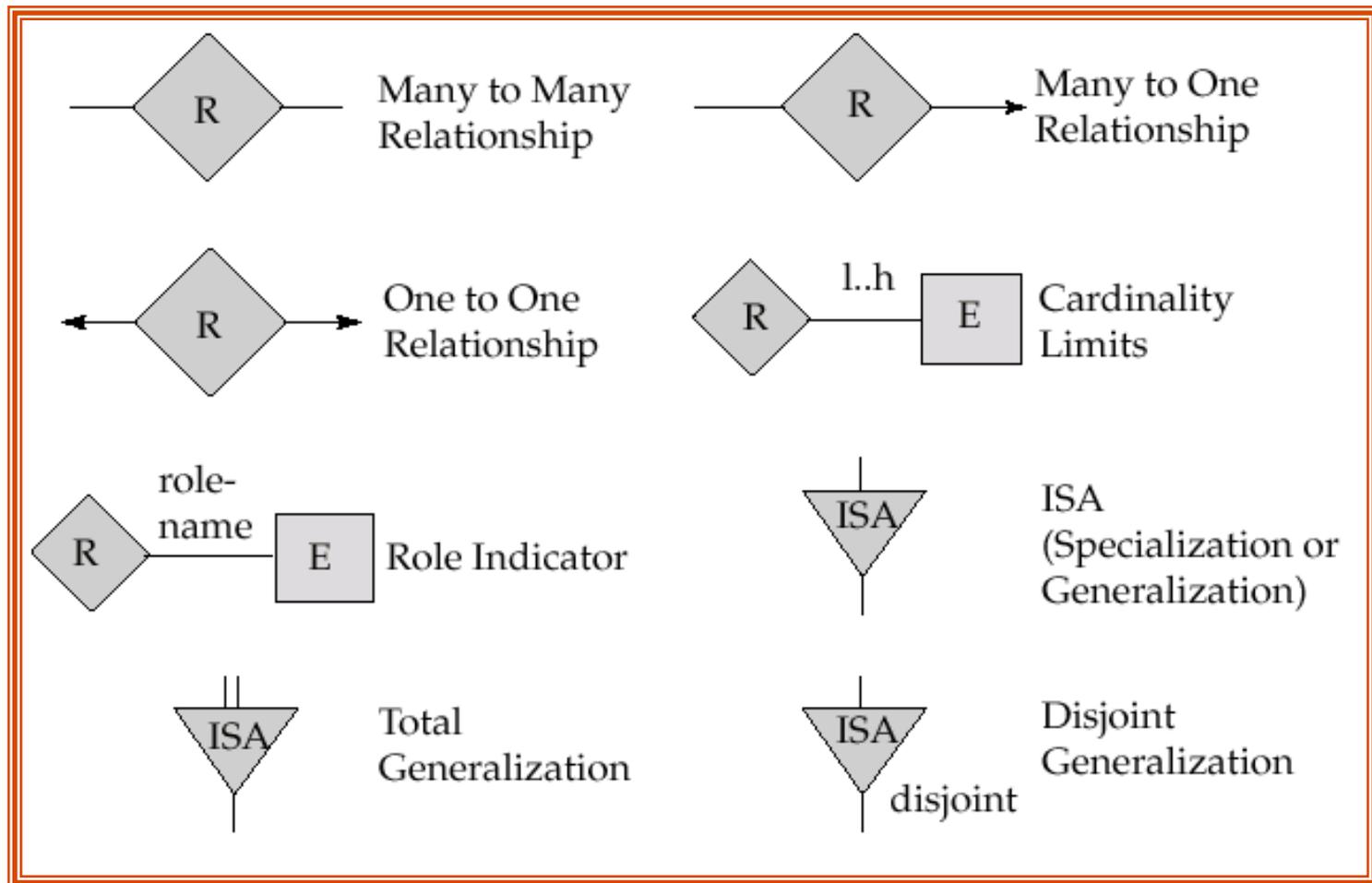
- Sem introdução de redundância, o diagrama representa:
  - ✦ Empregados trabalham em projectos;
  - ✦ Cada combinação projecto/empregado pode ter associada ferramentas.



# Sumário dos Símbolos Utilizados na Notação ER

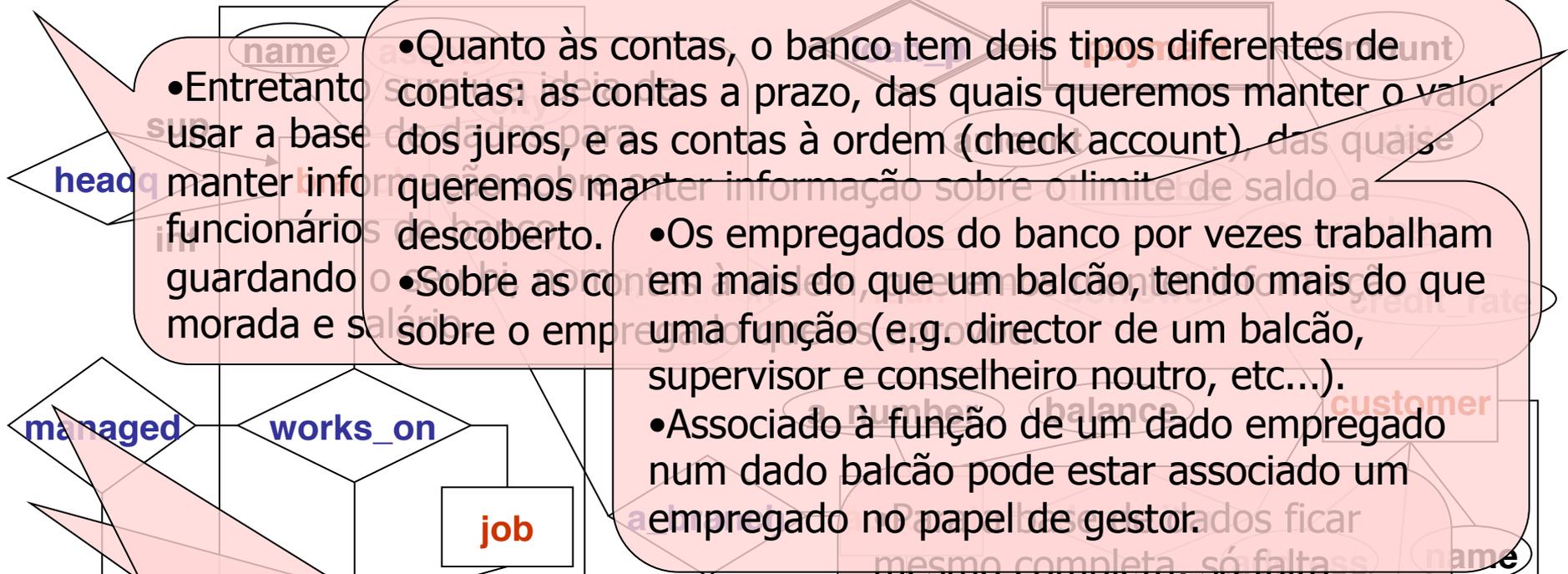


# Sumário dos Símbolos (Cont.)



# DER de um Banco

- Entretanto, usar a base de dados para manter informações sobre o funcionário guardando a morada e...
- Quanto às contas, o banco tem dois tipos diferentes de contas: as contas a prazo, das quais queremos manter o valor dos juros, e as contas à ordem (check account), das quais queremos manter informação sobre o limite de saldo a descoberto.
- Os empregados do banco por vezes trabalham em mais do que um balcão, tendo mais do que uma função (e.g. director de um balcão, supervisor e conselheiro noutra, etc...).
- Sobre as contas, descobrimos o limite de saldo a descoberto sobre o empréstimo.



- Queremos também manter informação sobre o pagamento das prestações dos empréstimos. De cada prestação paga sabemos o seu número, a data de pagamento e o valor pago.
- Cada conta está associada a um balcão e tem um, ou mais, titulares. O mesmo se passa com os empréstimos.
- Pretende-se guardar a data de acesso de cada titular a cada conta.

# DER de um Banco

