

Modelo ER

■ Tópicos

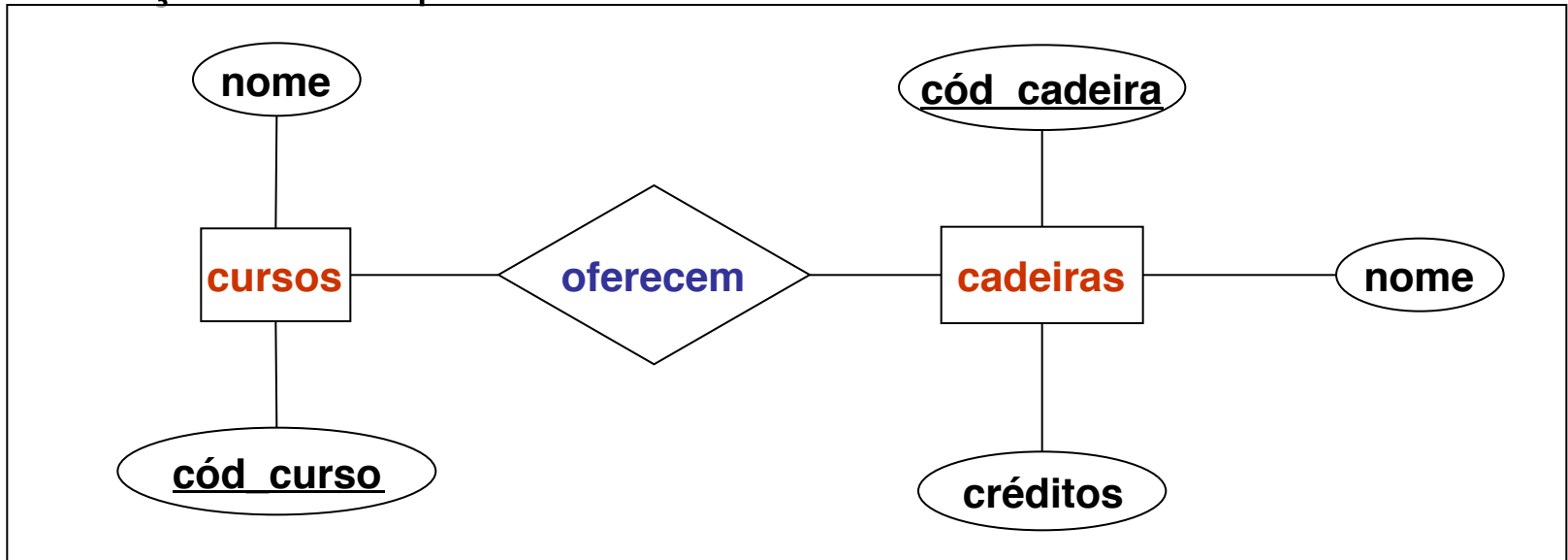
- ✧ O processo de desenho
- ✧ Conjuntos de entidades
- ✧ Conjuntos de relações
- ✧ Restrições de Mapeamento
- ✧ Chaves
- ✧ Diagrama ER
- ✧ Opções de desenho
- ✧ Extensões ao modelo ER
- ✧ Exemplo

■ Bibliografia

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

Diagramas ER (DER)

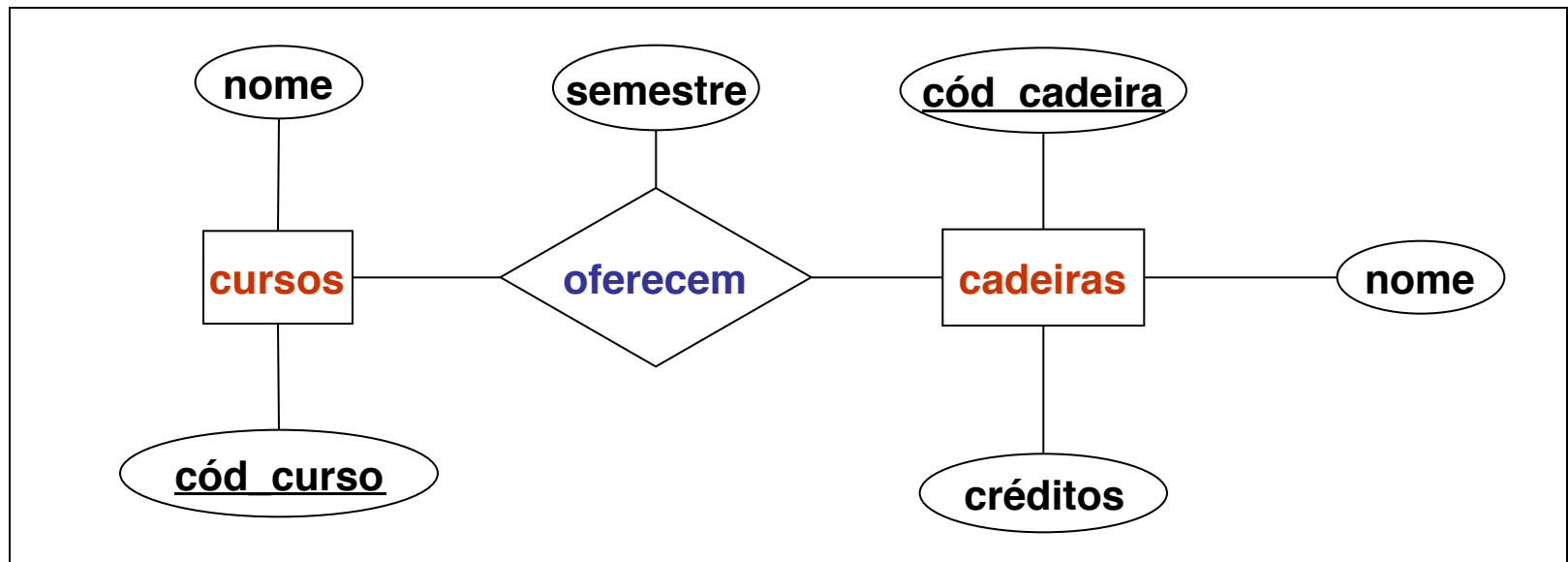
- Permitem representar graficamente as entidades, atributos, relações, restrições de mapeamento



- **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

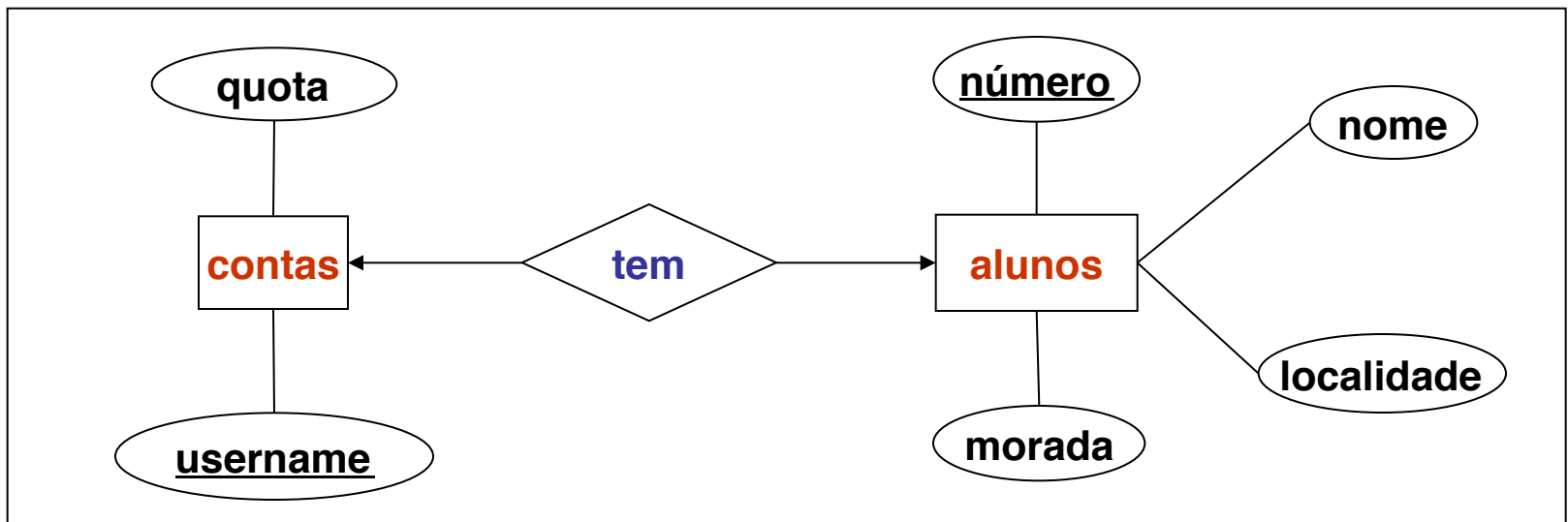
Conjs. de Relação com Atributos

- 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.



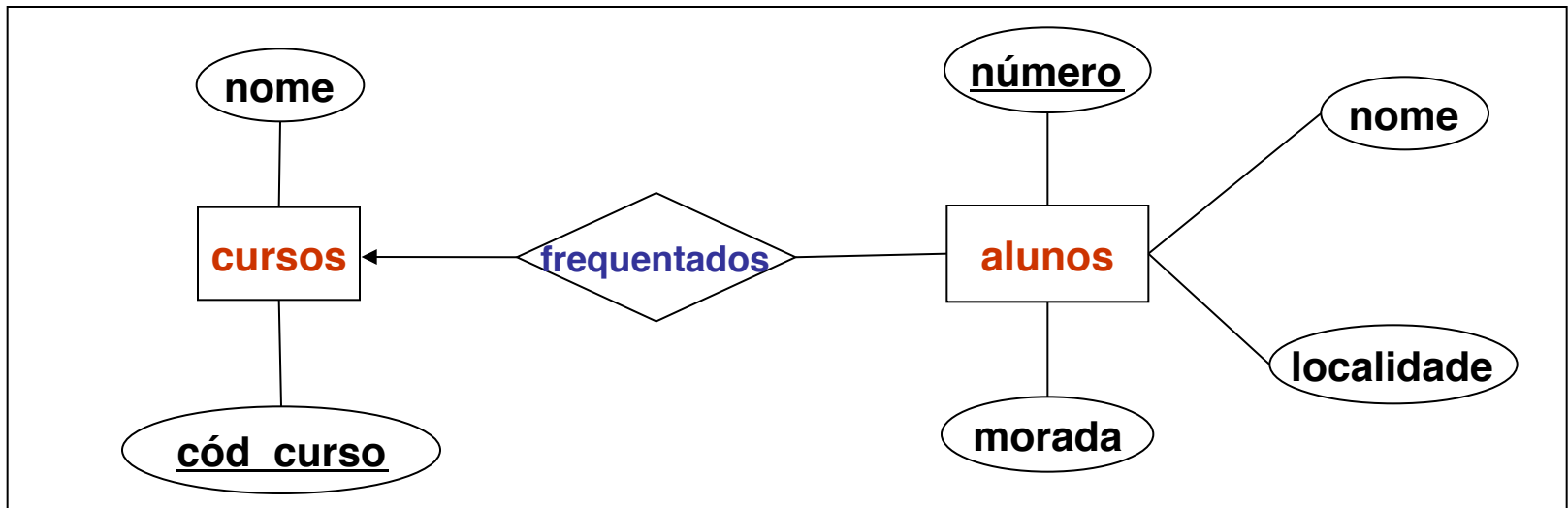
Restrições de Mapeamento

- 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.



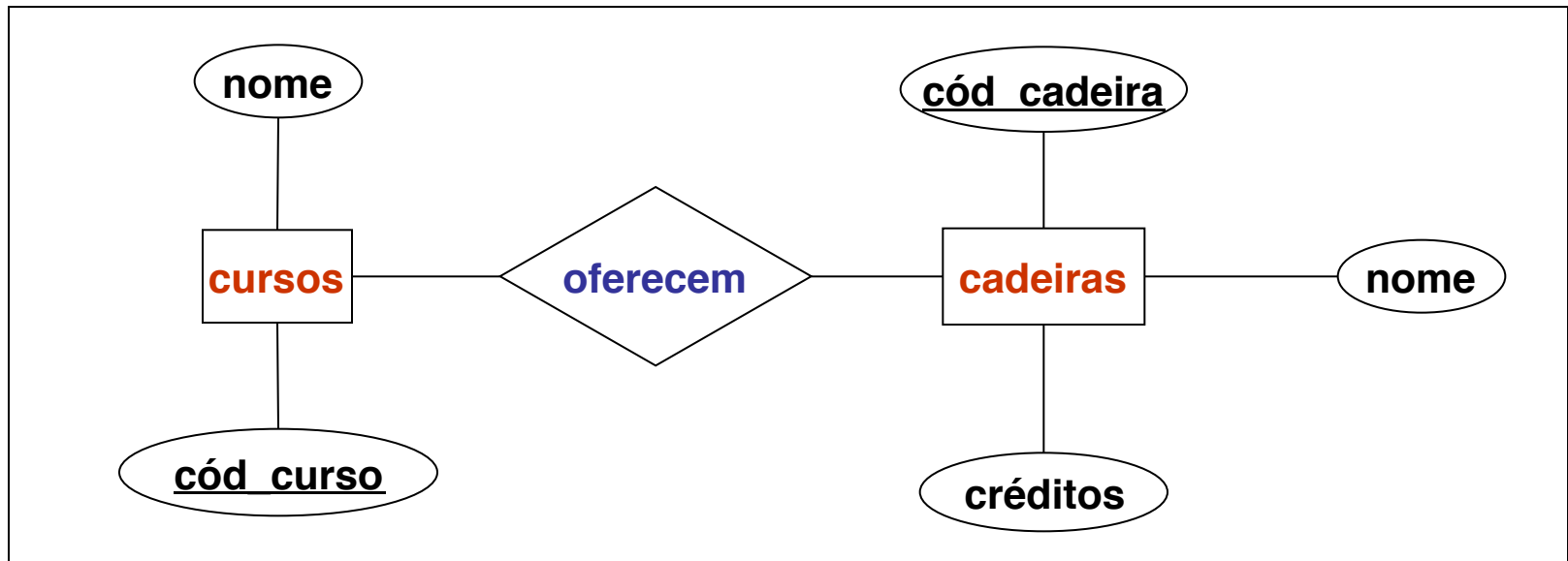
Associações muitos para um

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



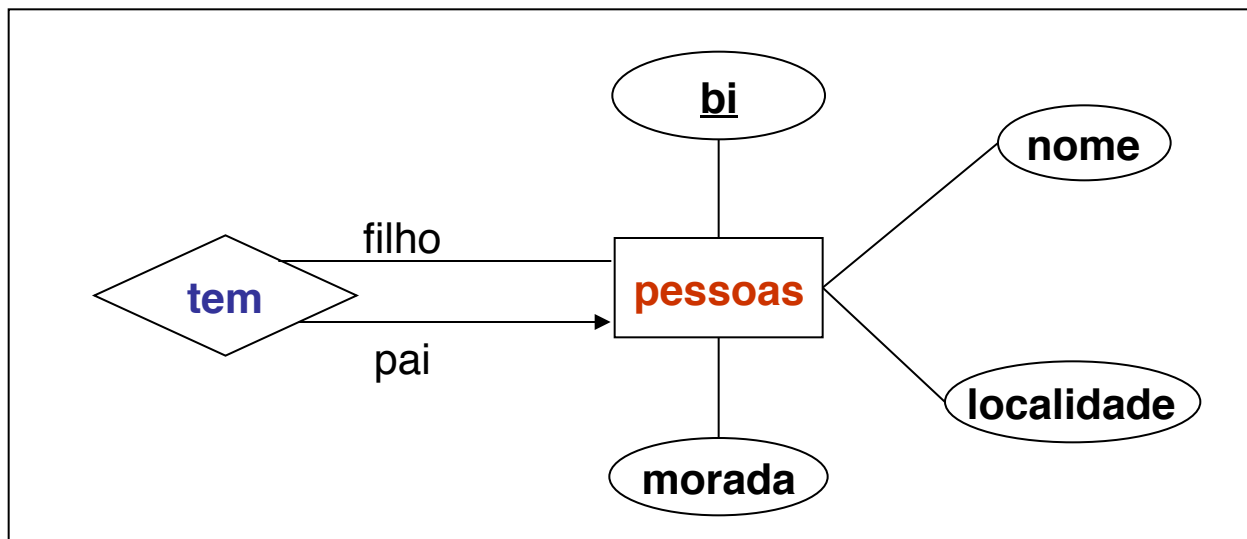
Associações muitos para muitos

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



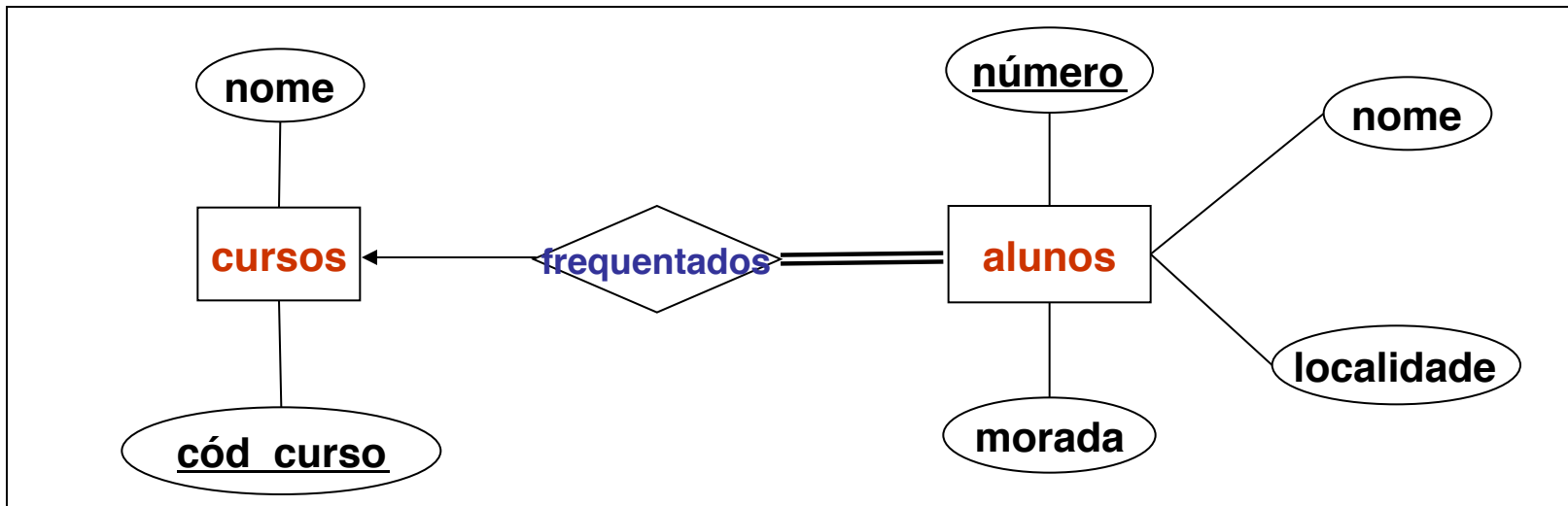
Papéis

- 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.



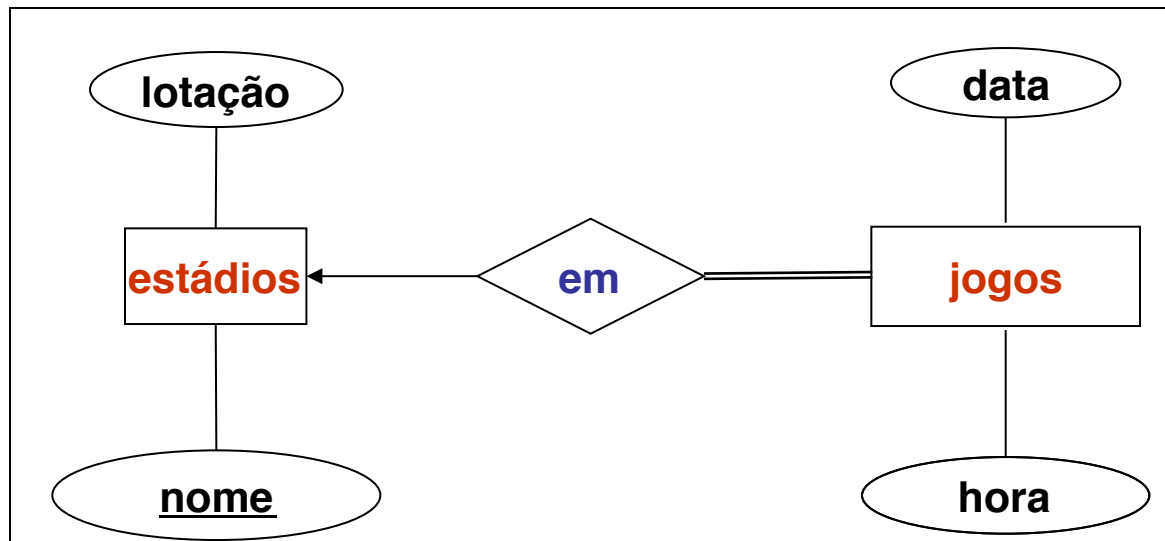
Participação de um Conj. de Entidades num Conj. de Relação

- **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 *cursos* em *frequenta* é parcial pois podem existir cursos sem aluno (e.g. quando o curso é criado)



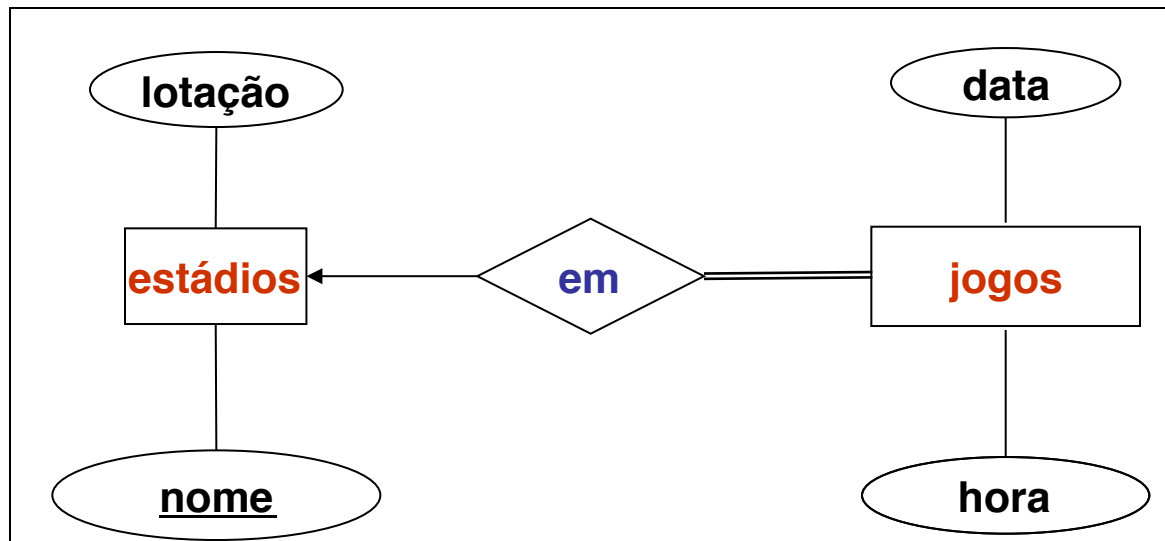
Conjunto de entidades fraco

- 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.
 - ★ Jogos, com data e hora. Pode haver dois jogos com a mesma data e hora. Têm é que ser em estádios 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.
- ★ *Estádios é conjunto de entidades dominante de Jogos*
 - ★ *Médicos é o conjunto de entidades dominante de Consultas.*

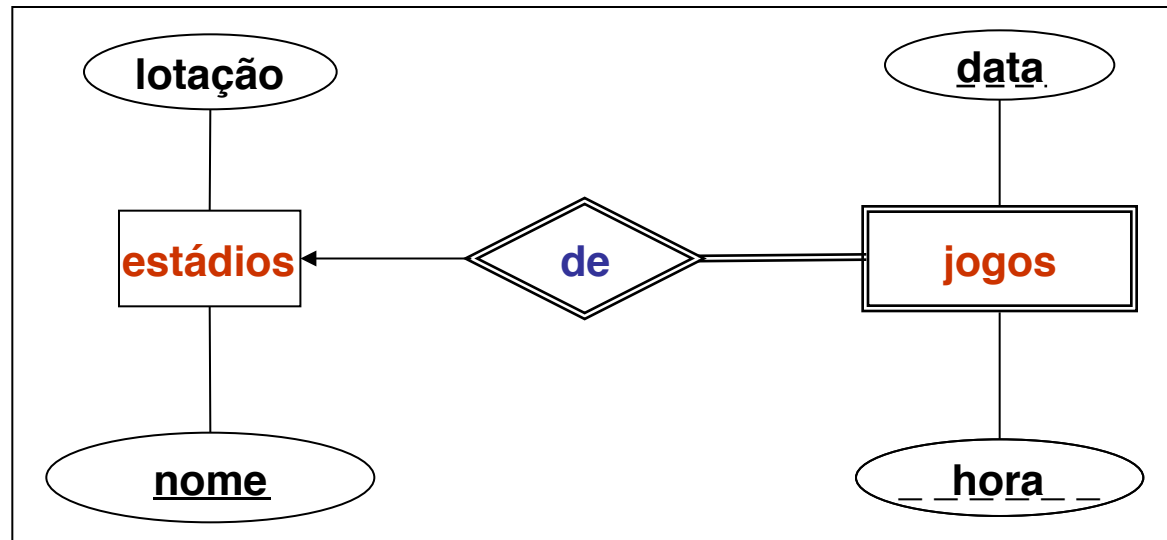


Conjunto de entidades fraco (cont.)

- 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 um mesmo estádio, não pode haver dois jogos em simultâneo.
 - ✦ 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.
- As relações entre o conjunto fraco e os dominantes são representadas por losangos duplos.



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 *nome (do estádio)* fosse representado explicitamente, *jogos* poderia ser um conjunto de entidades forte.
 - ✦ Mas, assim, a relação entre *jogos* e *estádios* seria duplicada por uma relação implícita definida pelo atributo *nome* comum a *estádios* e a *jogos*

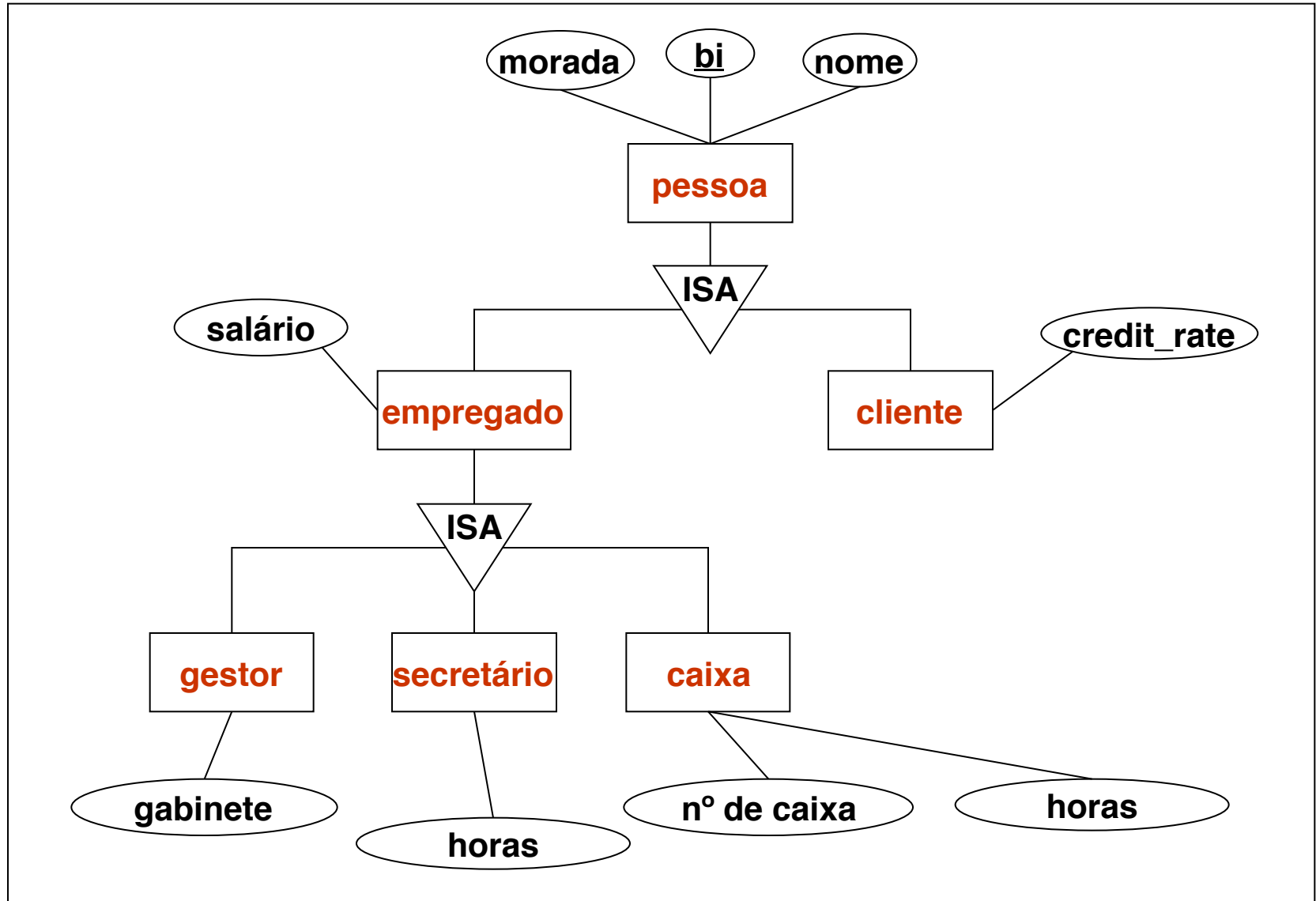
Especialização/Generalização

- 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

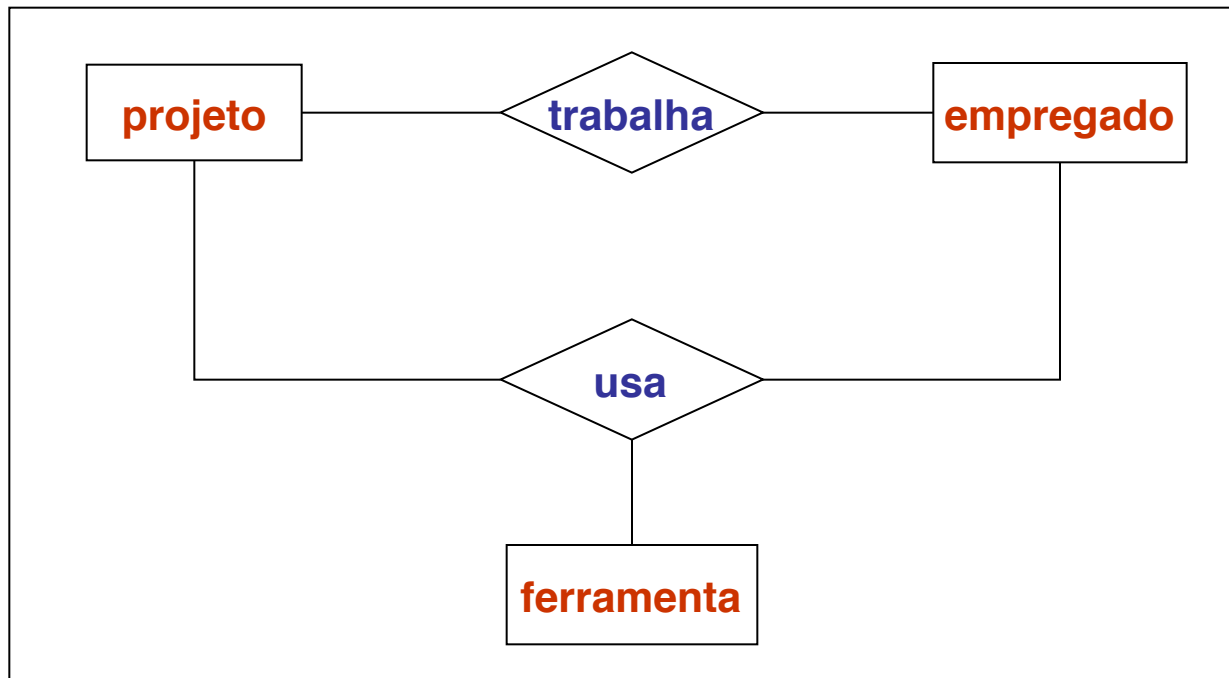


Restrições de Desenho para Especialização/Generalização

- **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

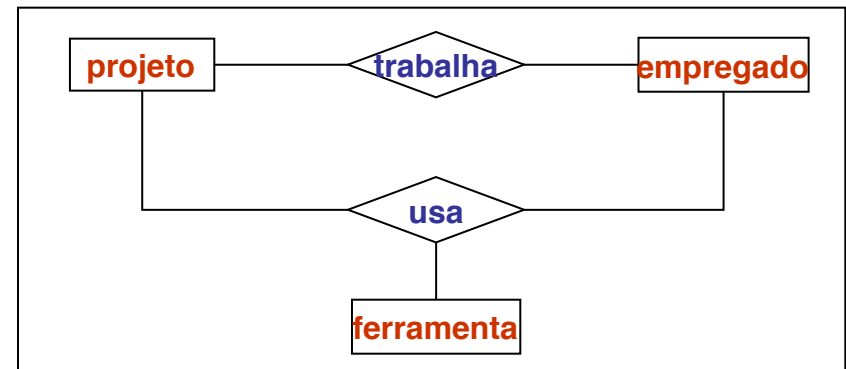
Agregação

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



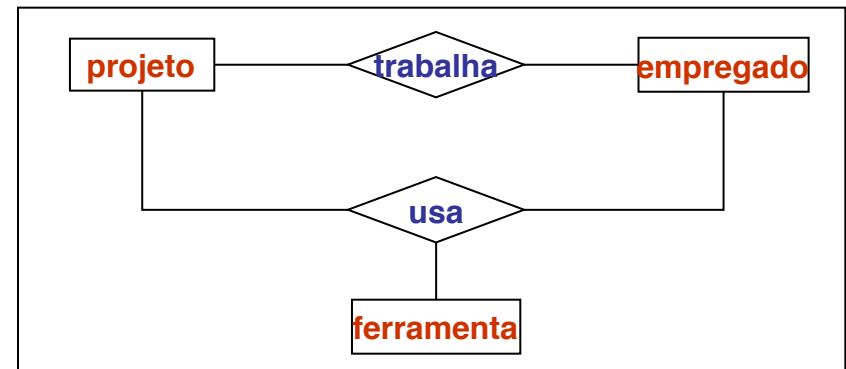
Agregação

- 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 projetos nos quais esses empregados trabalhem.
 - ❖ A relação **usa** permite relacionar ferramentas com projetos e empregados que não estão relacionados através da relação **trabalha**



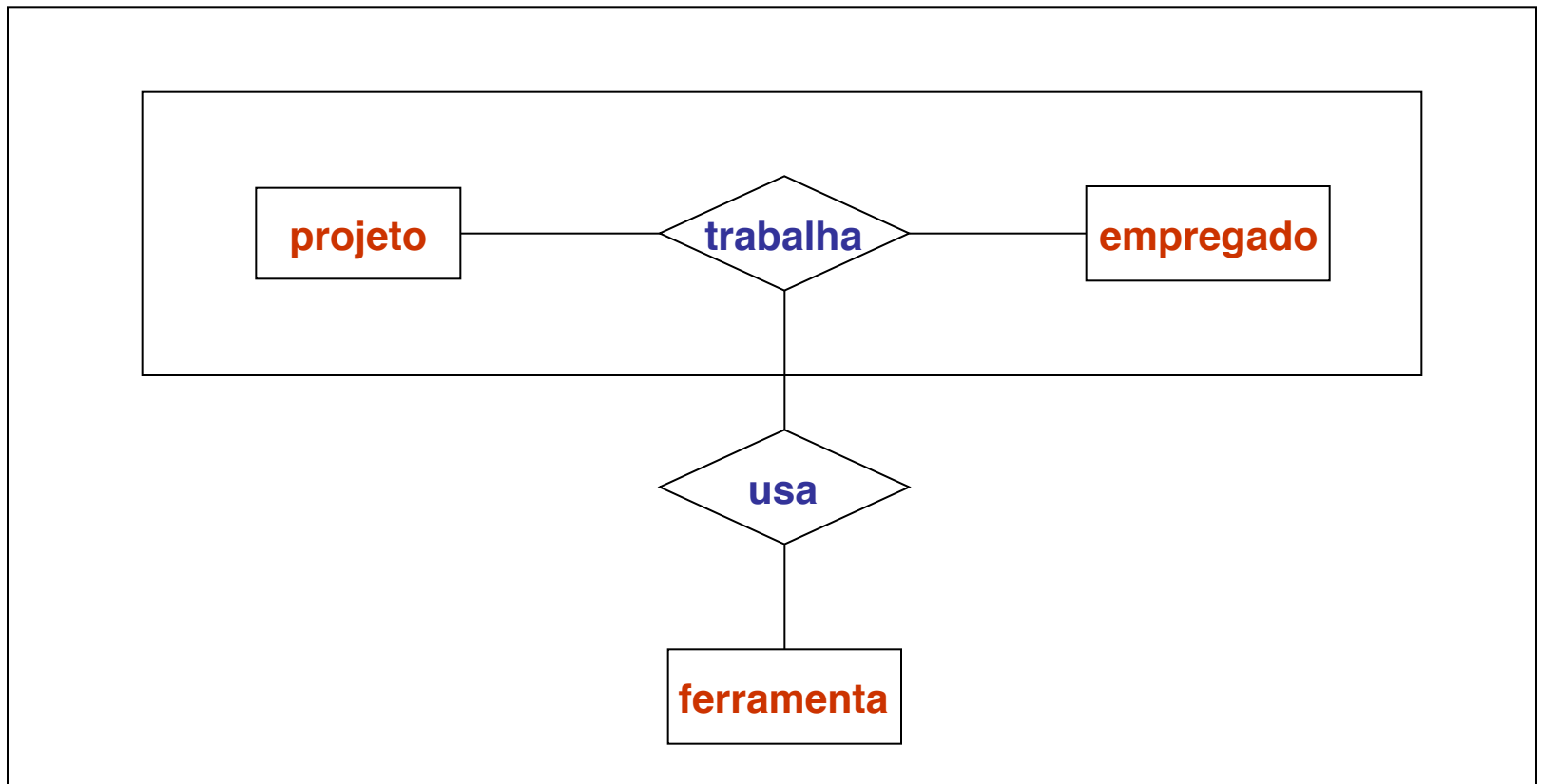
Agregação

- Elimina-se esta redundância e restringe-se a participação na relação **usa** através da introdução do conceito de **agregação**.
 - ✳ Tratando relações como entidades abstratas.
 - ❖ Neste caso, tratando a relação **trabalha** como sendo uma entidade abstrata
 - ✳ Permitindo relações em que participam estas entidades abstratas.
 - ❖ Neste caso, permitindo que esta entidade abstrata **trabalha** participe na relação **usa**.

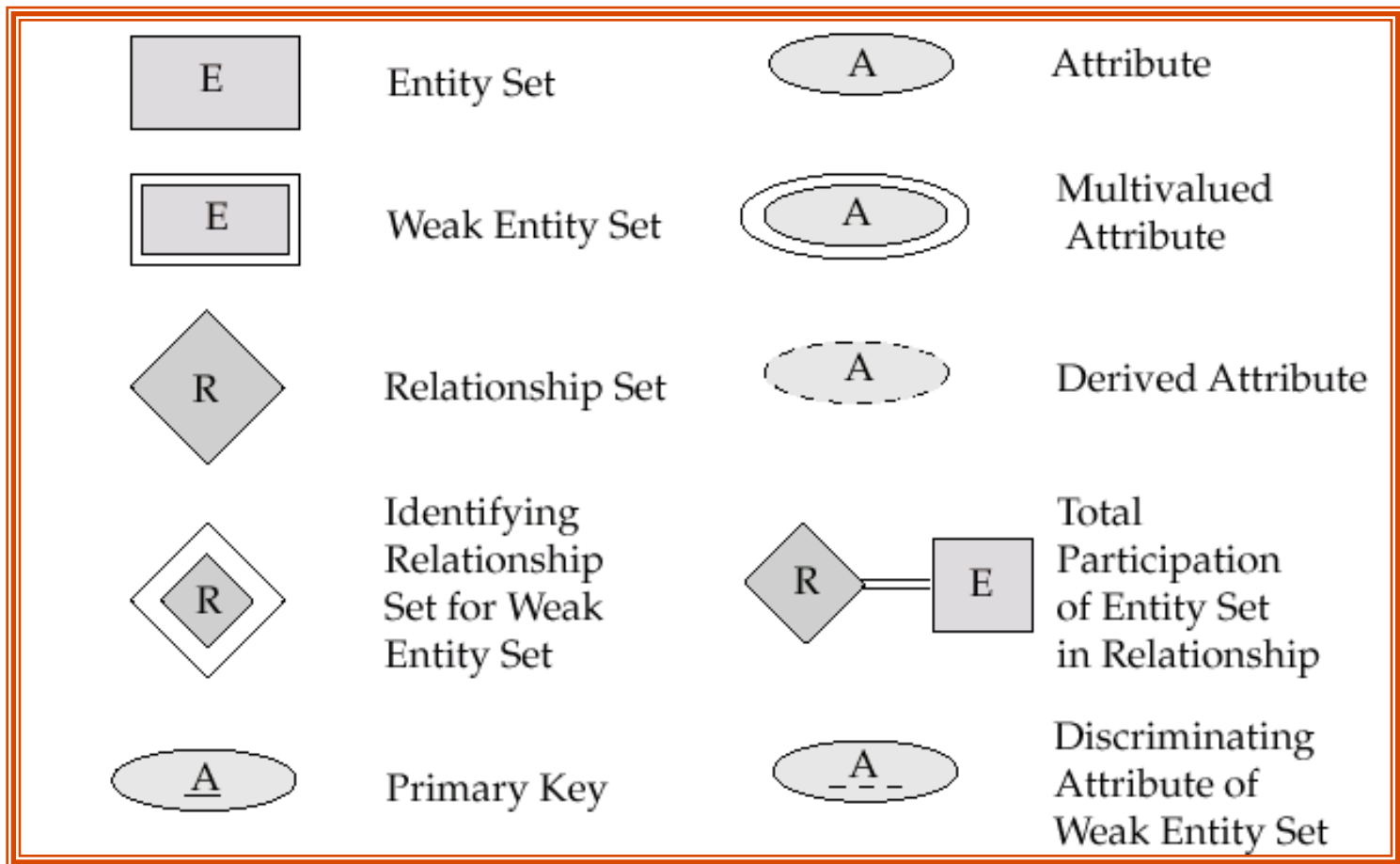


DER com Agregação

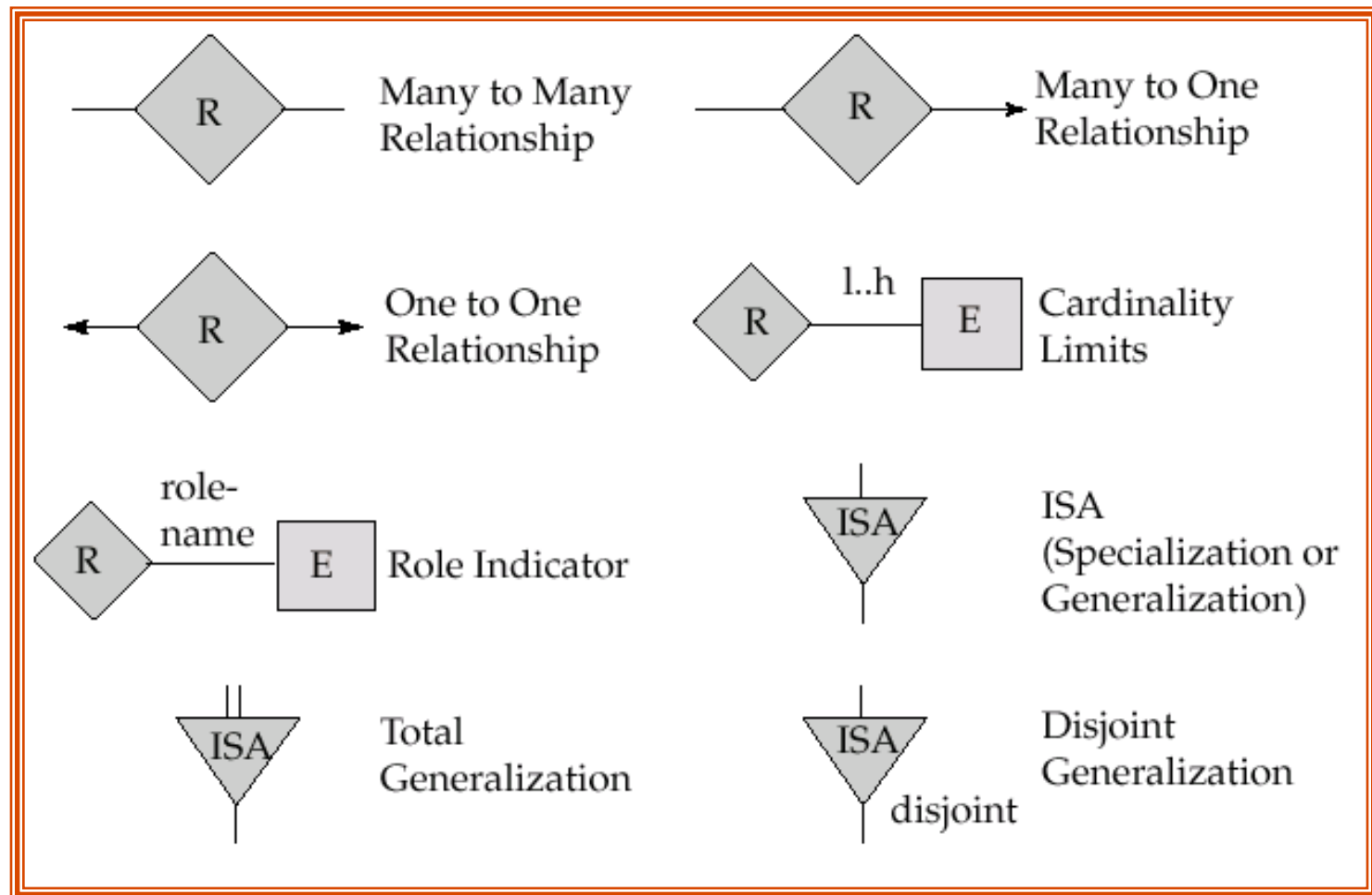
- Sem introdução de redundância, o diagrama representa:
 - ✦ Empregados trabalham em projetos;
 - ✦ Cada combinação projeto/empregado pode ter associada ferramentas.



Sumário dos Símbolos Utilizados na Notação ER



Sumário dos Símbolos (Cont.)

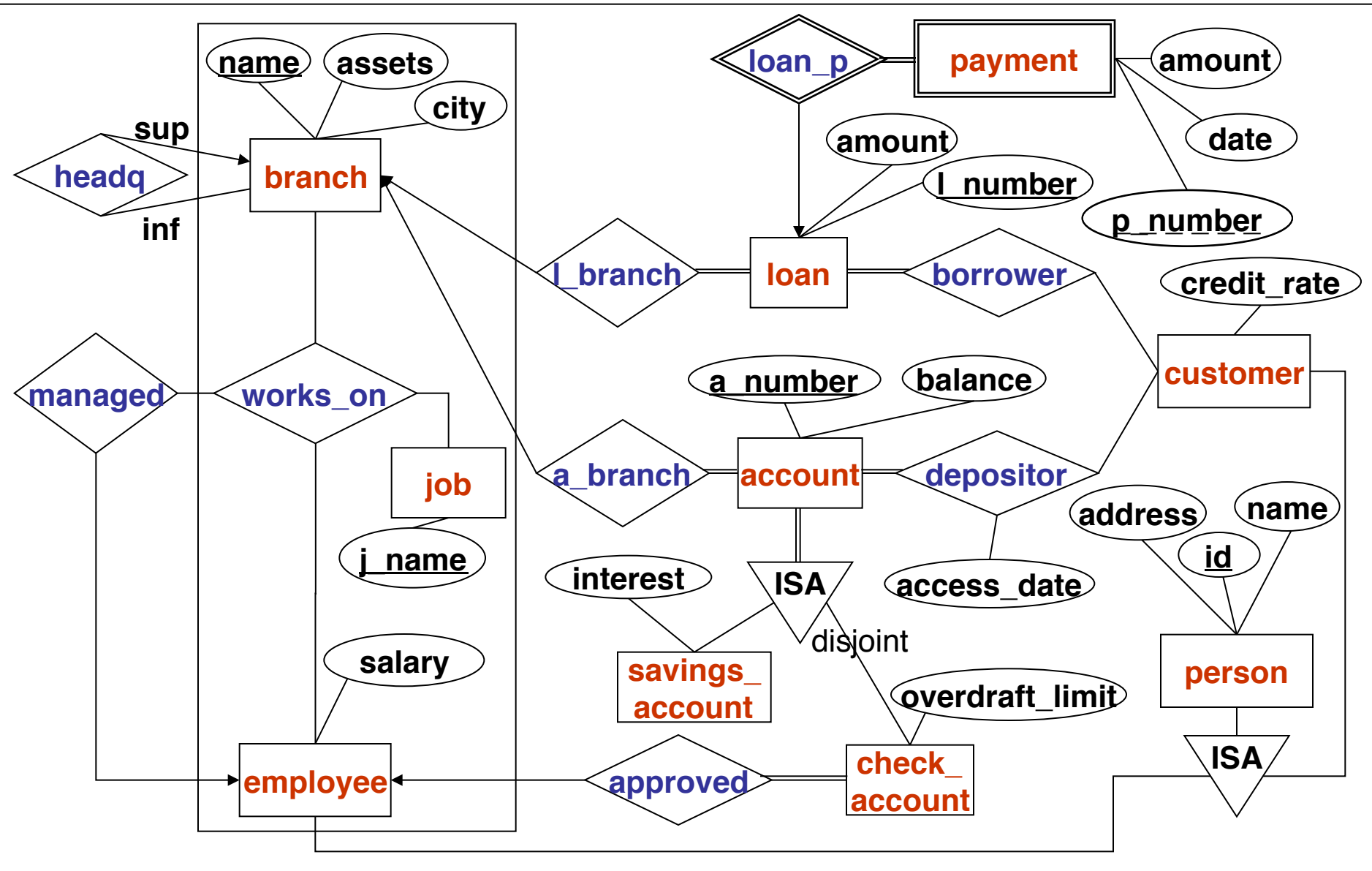


DER de um Banco

-
- Entretanto, 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. diretor de um balcão, supervisor e conselheiro noutro, etc...).
 - Sobre as contas, cada uma pode estar associada a um empregado no papel de gestor.

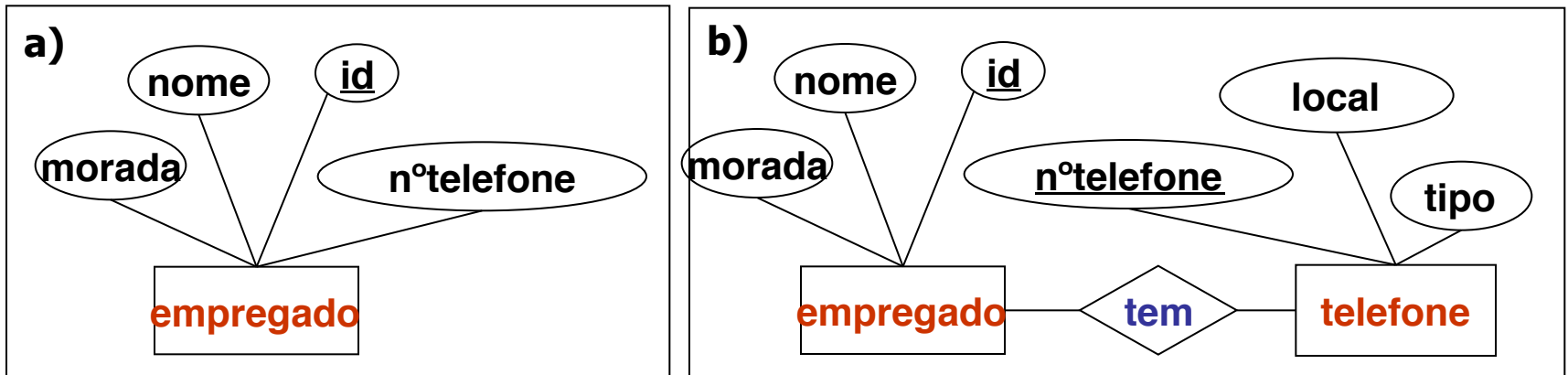
- Queremos também manter informação sobre o pagamento das prestações dos empréstimos. De cada prestação paga sabemos o seu número, a data de pagamento e o valor pago.
- Cada conta está associada a um balcão e tem um, ou mais, titulares. O mesmo se passa com os empréstimos.
- Pretende-se guardar a data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

DER de um Banco



Opções de desenho

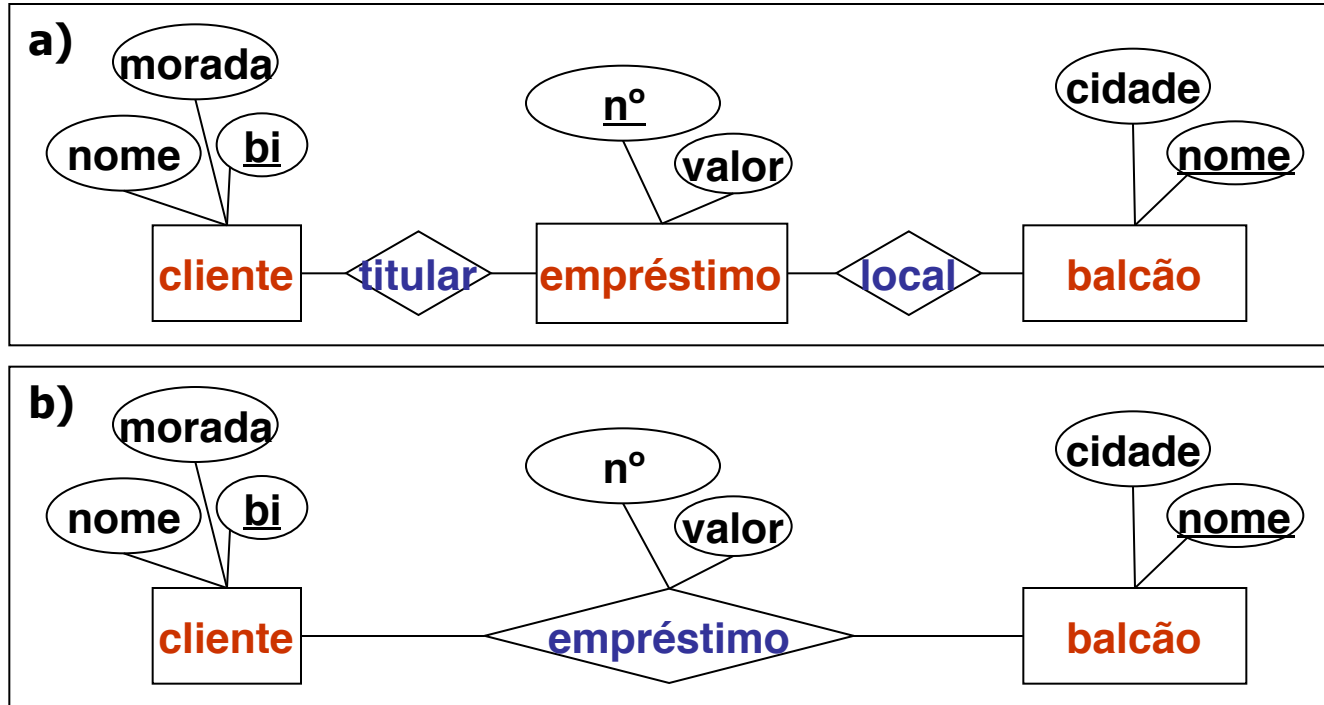
■ Atributos vs Conjuntos de Entidades



- 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

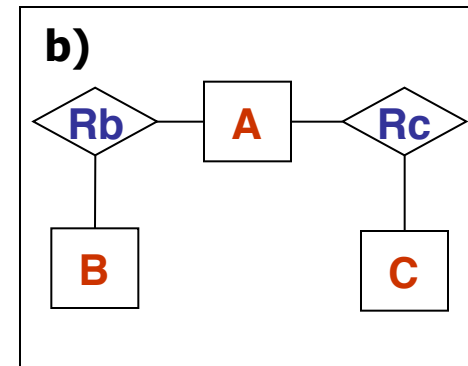
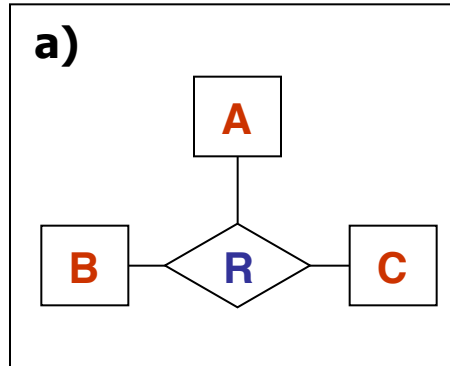
■ Conjuntos de Entidades vs Conjuntos de Relações



- Se cada empréstimo está associado com exatamente um cliente e está localizado em exatamente 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

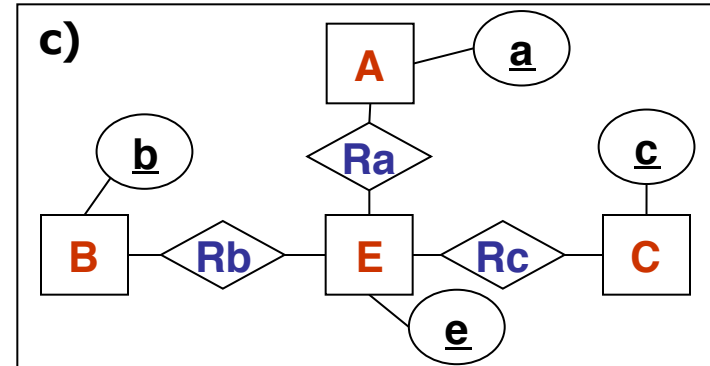
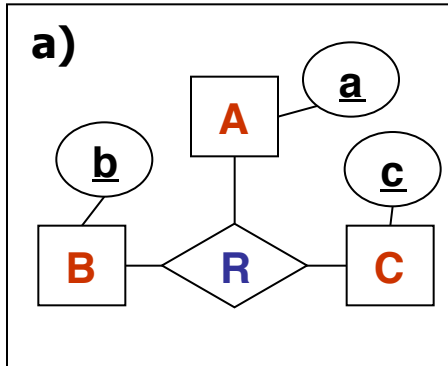
■ Conjuntos de relações binários vs. n-ários



- 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

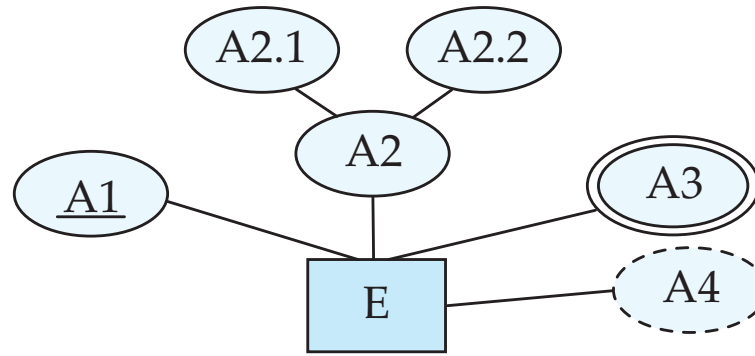


- É sempre possível substituir uma relação n-ária por n relações binárias, adicionando uma nova entidade.
- No caso de $n=3$ representado em a) podemos substituí-lo por c) criando o conjunto de entidades E (com os atributos de R e um novo atributo e_i que será a sua chave) e, para cada $(a_i, b_i, c_i) \in R$, 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).

Outras notações ER

■ Chen, IDE1FX, ...

entity set E with
simple attribute A1,
composite attribute A2,
multivalued attribute A3,
derived attribute A4,
and primary key A1



weak entity set



generalization



total
generalization

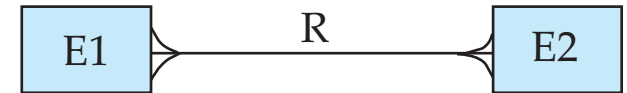
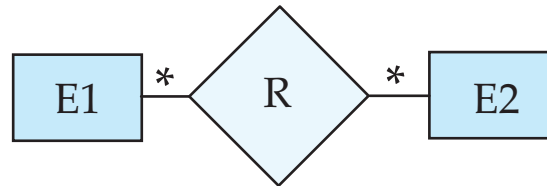


Outras notações ER

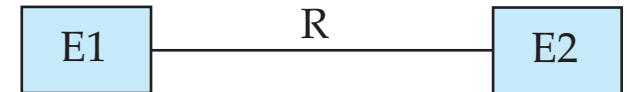
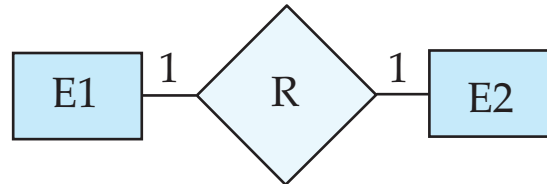
Chen

IDE1FX (pés de galinha)

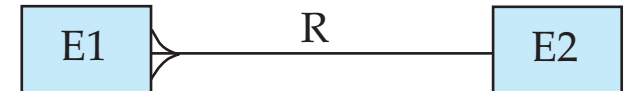
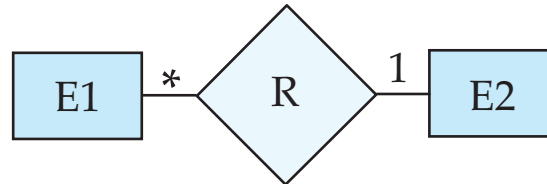
many-to-many
relationship



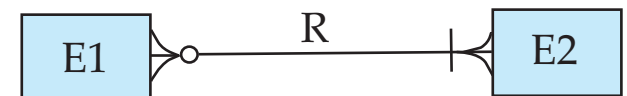
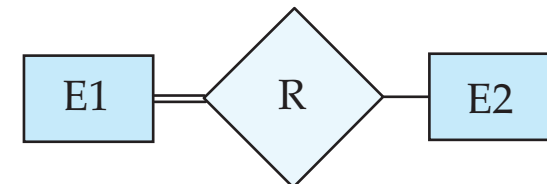
one-to-one
relationship



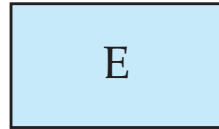
many-to-one
relationship



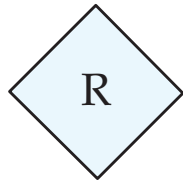
participation
in R: total (E1)
and partial (E2)



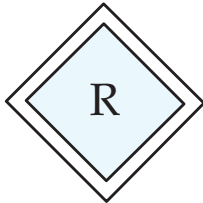
Notação ER utilizada na nova edição do livro



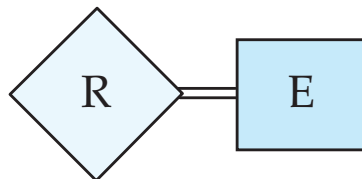
entity set



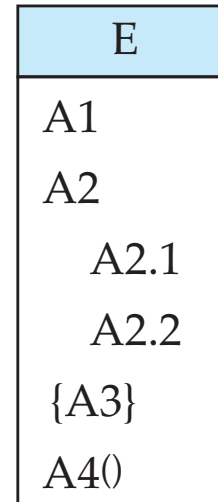
relationship set



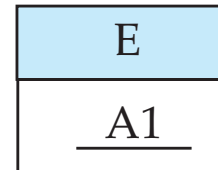
identifying
relationship set
for weak entity set



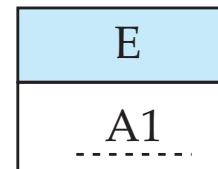
total participation
of entity set in
relationship



attributes:
simple (A1),
composite (A2) and
multivalued (A3)
derived (A4)

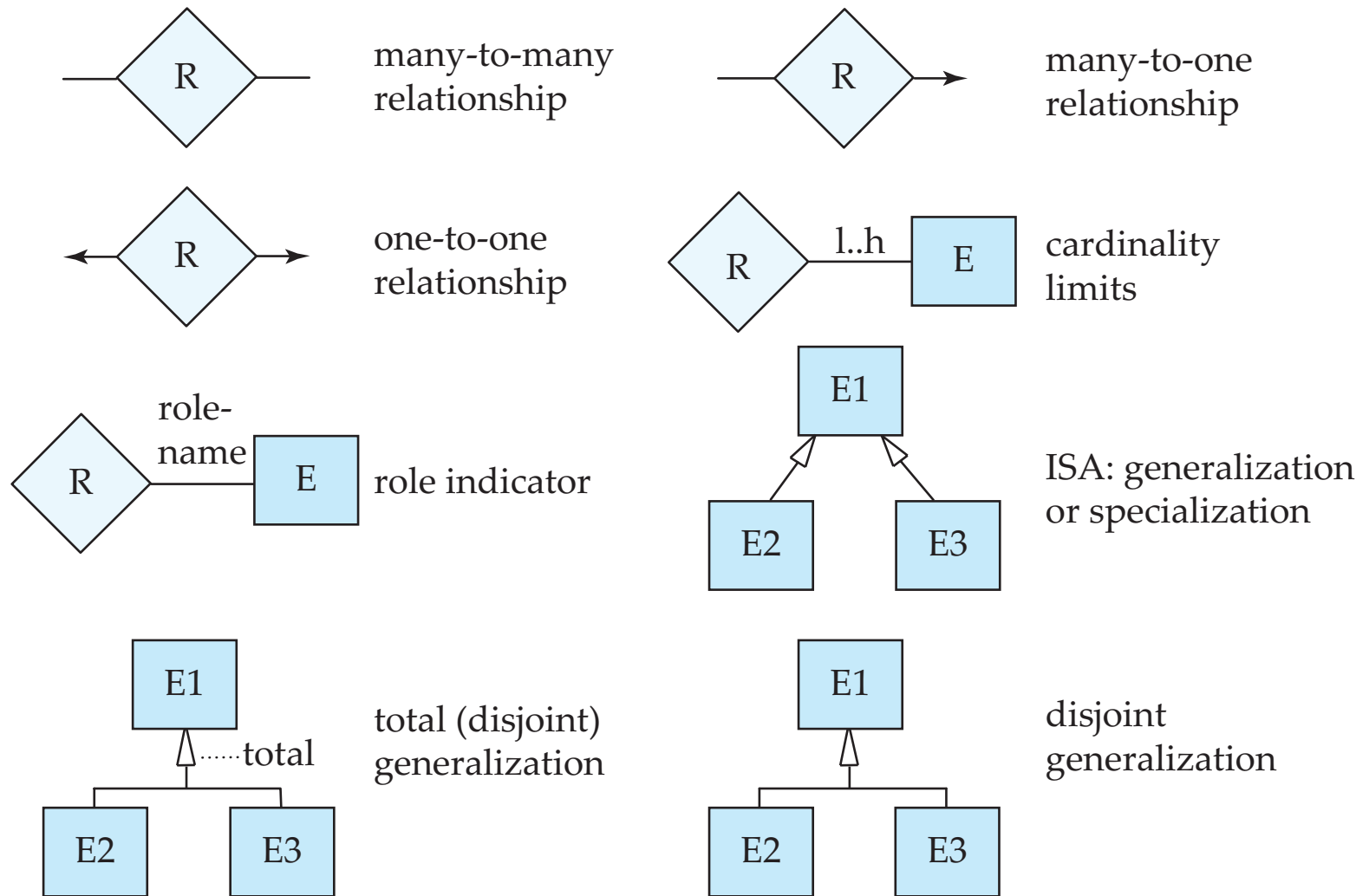


primary key



discriminating
attribute of
weak entity set

Notação ER utilizada na nova edição do livro

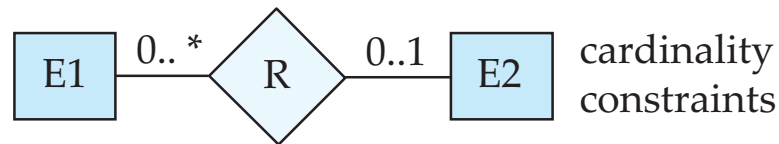
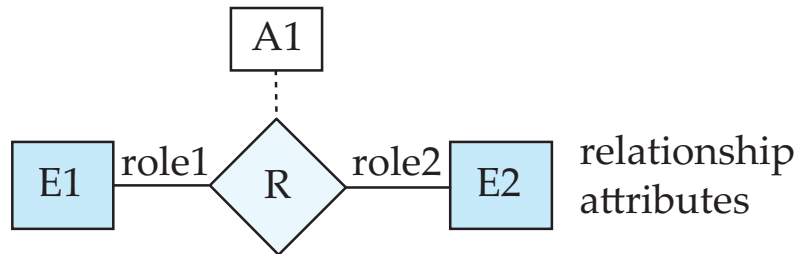
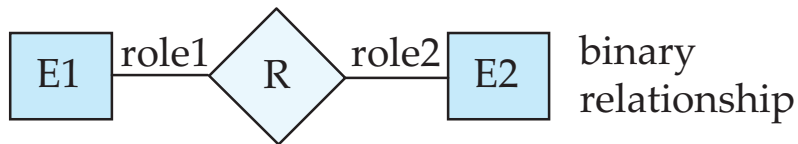
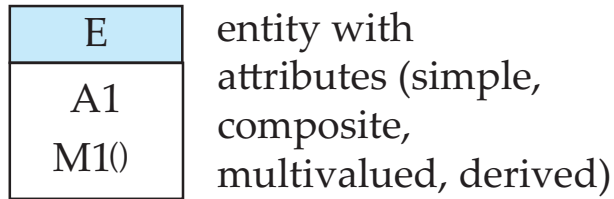


UML

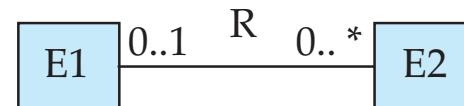
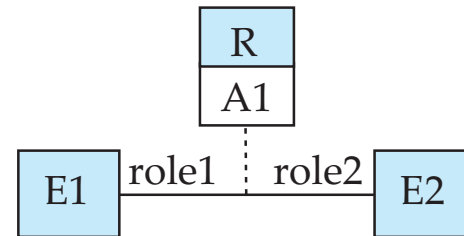
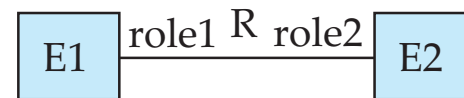
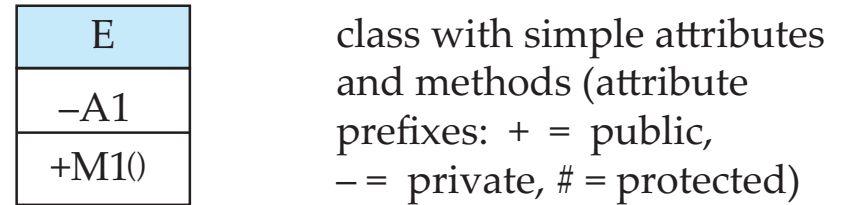
- **UML**: Unified Modeling Language
- UML has many components to graphically model different aspects of an entire software system tem uma notação gráfica muito rica para modelar os diferentes aspectos de um sistema de software
- Os diagramas de classe UML correspondendem aos diagramas E-R mas com diversas diferenças.

ER vs. UML

ER Diagram Notation



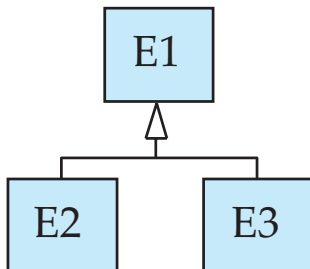
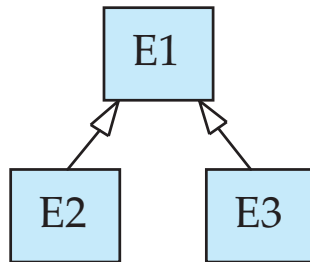
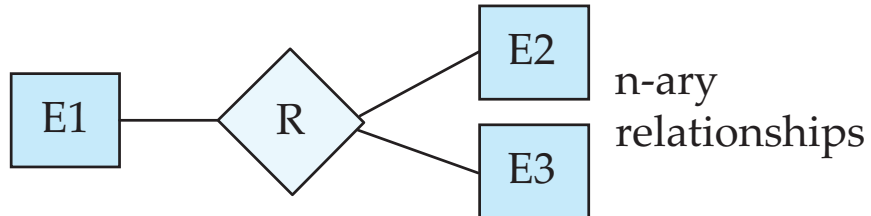
Equivalent in UML



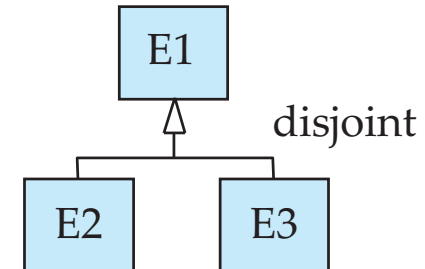
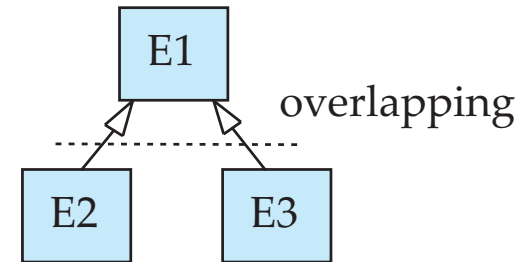
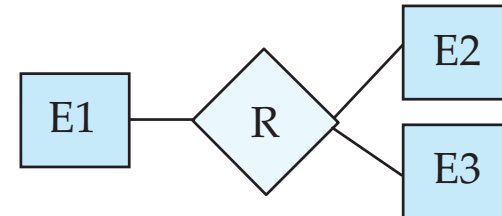
*Notar troca da colocação das restrições de cardinalidade

ER vs. UML

ER Diagram Notation



Equivalent in UML

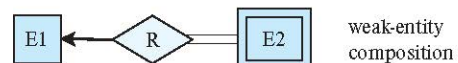
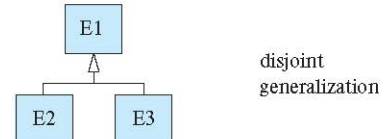
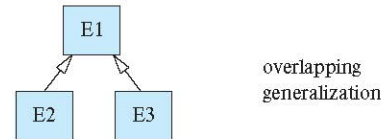
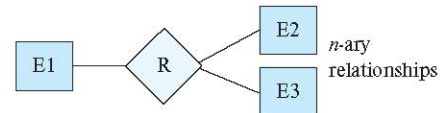
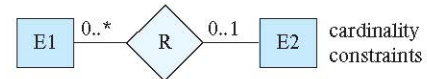
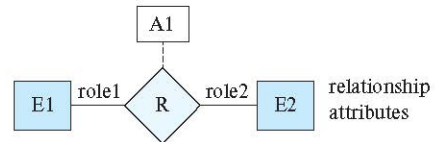
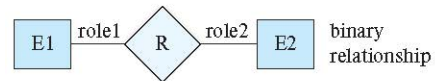
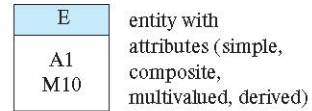


Diagramas de Classes UML (Cont.)

- As relações binárias são representadas em UML através de uma linha que ligue os conjuntos de entidades. O nome do conjunto de relações é colocado junto da linha.
- O papel de um conjunto de entidades também pode ser especificado escrevendo o nome do papel na linha, junto ao conjunto de entidades.
- O nome do conjunto de relações pode ser escrito numa caixa, juntamente com os seus atributos, e a caixa é ligada à linha que representa o conjunto de relações por intermédio de uma linha a tracejado.

ER vs. UML

ER Diagram Notation



Equivalent in UML

