

**Material disponível aos professores
cadastrados no site da Editora**

Modelo entidade-relacionamento

Baseado no livro Sistemas de Banco de Dados

Modelagem

- Um *banco de dados* pode ser modelado como:
 - Uma coleção de entidades
 - Relacionamento entre entidades
- Uma entidade é um objeto que existe e é distinguível de outros objetos.
 - Exemplo: pessoa, empresa, evento e planta específicos
- Entidades possuem *atributos*
 - Exemplo: pessoas têm *nomes* e *endereços*
- Um conjunto de entidades é um grupo de entidades do mesmo tipo que compartilham as mesmas propriedades.
 - Exemplo: conjunto de todas as pessoas, empresas, árvores, feriados

Conjuntos de entidades *cliente* e *empréstimo*

321-12-3123	Jones	Main	Harrison
019-28-3746	Smith	North	Rye
677-89-9011	Hayes	Main	Harrison
555-55-5555	Jackson	Dupont	Woodside
244-66-8800	Curry	North	Rye
963-96-3963	Williams	Nassau	Princeton
335-57-7991	Adams	Spring	Pittsfield

cliente

L-17	1000
L-23	2000
L-15	1500
L-14	1500
L-19	500
L-11	900
L-16	1300

empréstimo

Conjuntos de relacionamento

- Um relacionamento é uma associação entre várias entidades

Exemplo:

Hayes

depositante

A-102

entidade *cliente*

conjunto de relacionamento

entidade *conta*

- Um conjunto de relacionamento é uma relação matemática entre $n \geq 2$ entidades, cada uma tomada de conjuntos de entidades

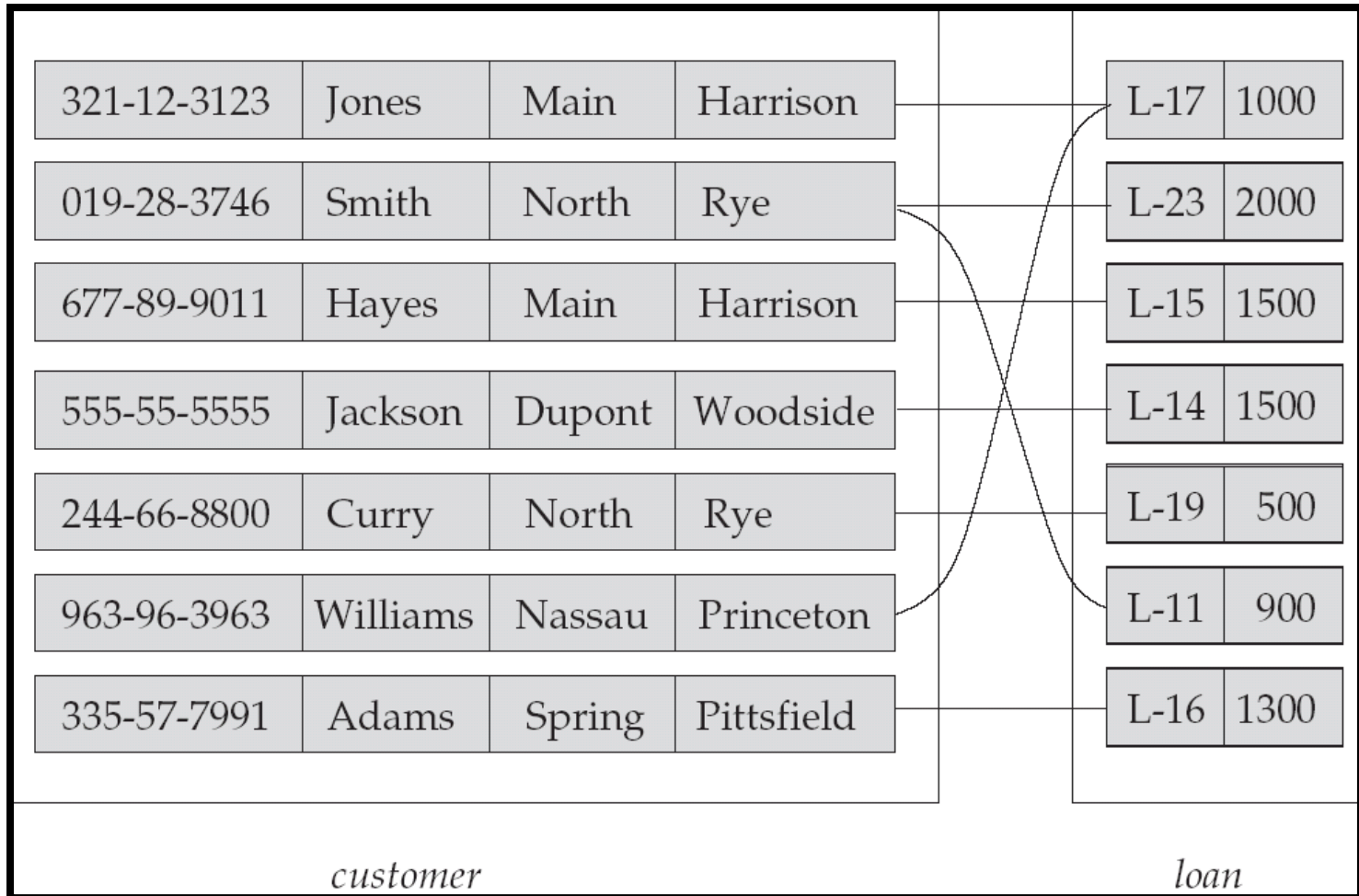
$$\{(e_1, e_2, \dots, e_n) \mid e_1 \in E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n\}$$

onde (e_1, e_2, \dots, e_n) é um relacionamento

Exemplo:

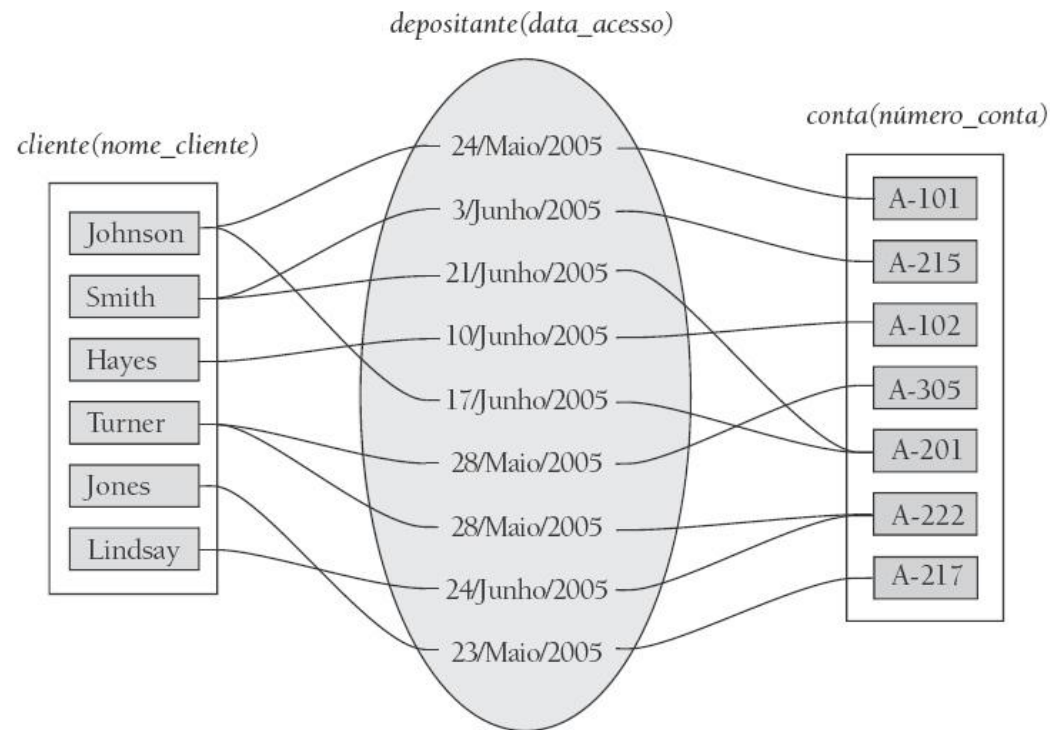
$(\text{Hayes}, \text{A-102}) \in \text{depositante}$

Conjunto de relacionamento *tomador*



Conjuntos de relacionamento (cont.)

- Um atributo também pode ser uma propriedade de um conjunto de relacionamento
- Por exemplo, o relacionamento *depositante* entre os conjuntos de entidades *cliente* e *conta* pode ter o atributo *data-acesso*



Grau de um conjunto de relacionamento

- Número de conjuntos de entidades que participam em um conjunto de relacionamento
- Conjuntos de relacionamento que envolvem dois conjuntos de entidades são binários (ou de grau 2)
- Os relacionamentos podem envolver mais de dois conjuntos de entidades
 - Exemplo: Suponha que os funcionários de um banco possam ter atividades (responsabilidades) em várias agências, com diferentes cargos em diferentes agências. Então, existe um conjunto de relacionamento ternário entre os conjuntos de entidades funcionário, cargo e ag
- Os relacionamentos entre mais de dois conjuntos de entidades são raros. A maioria dos relacionamentos é binária

Atributos

- Uma entidade é representada por um conjunto de atributos, que são propriedades descritivas processadas por todos os membros de um conjunto de entidades.

- Exemplo:

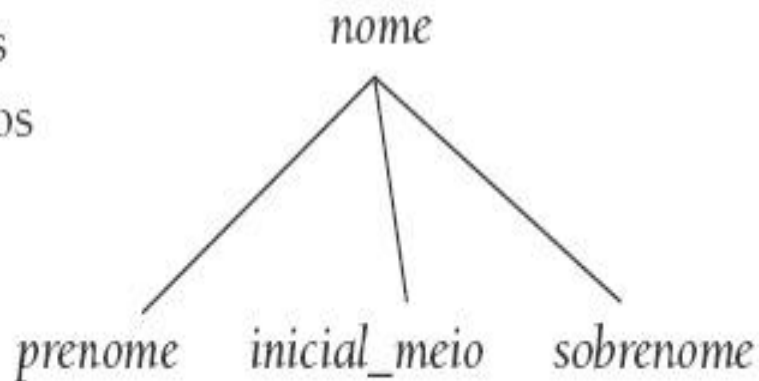
- cliente = id_cliente, nome_cliente, rua_cliente, cidade_cliente*

- empréstimo = (número_empréstimo, conta)*

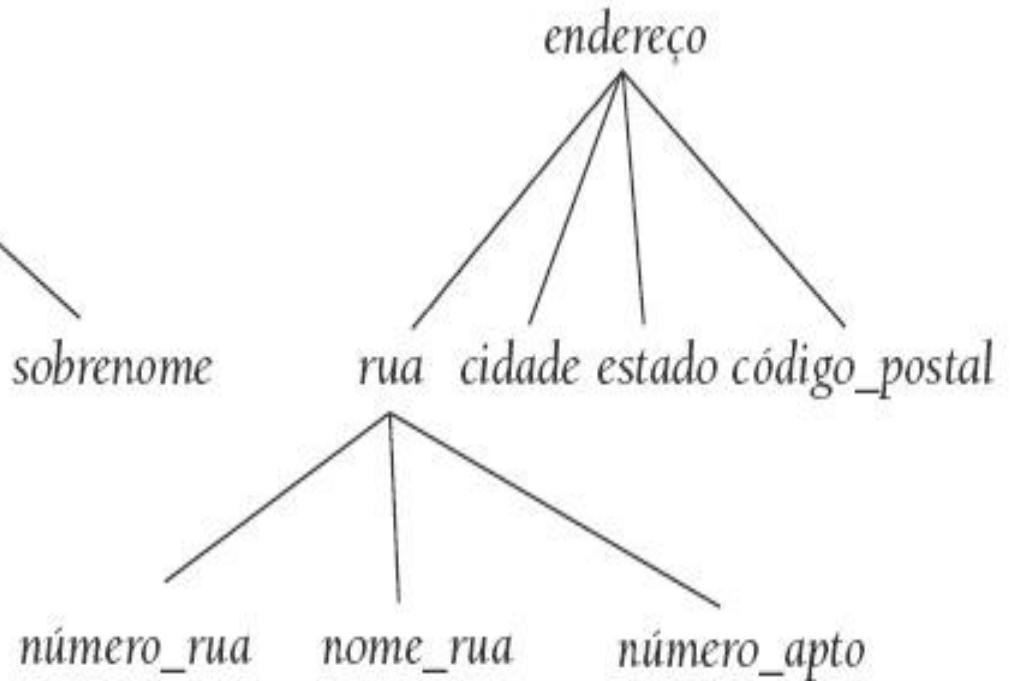
- Domínio: o conjunto de valores permitidos para cada atributo
- Tipos de atributo:
 - Atributos *simples* e *compostos*.
 - Atributos de valor único e de valores múltiplos
 - Exemplo: atributo de valores múltiplos: *números_telefone*
 - Atributos *derivados*
 - Podem ser calculados a partir de outros atributos
 - Exemplo: idade, dado *data_nascimento*

Atributos compostos

Atributos
compostos



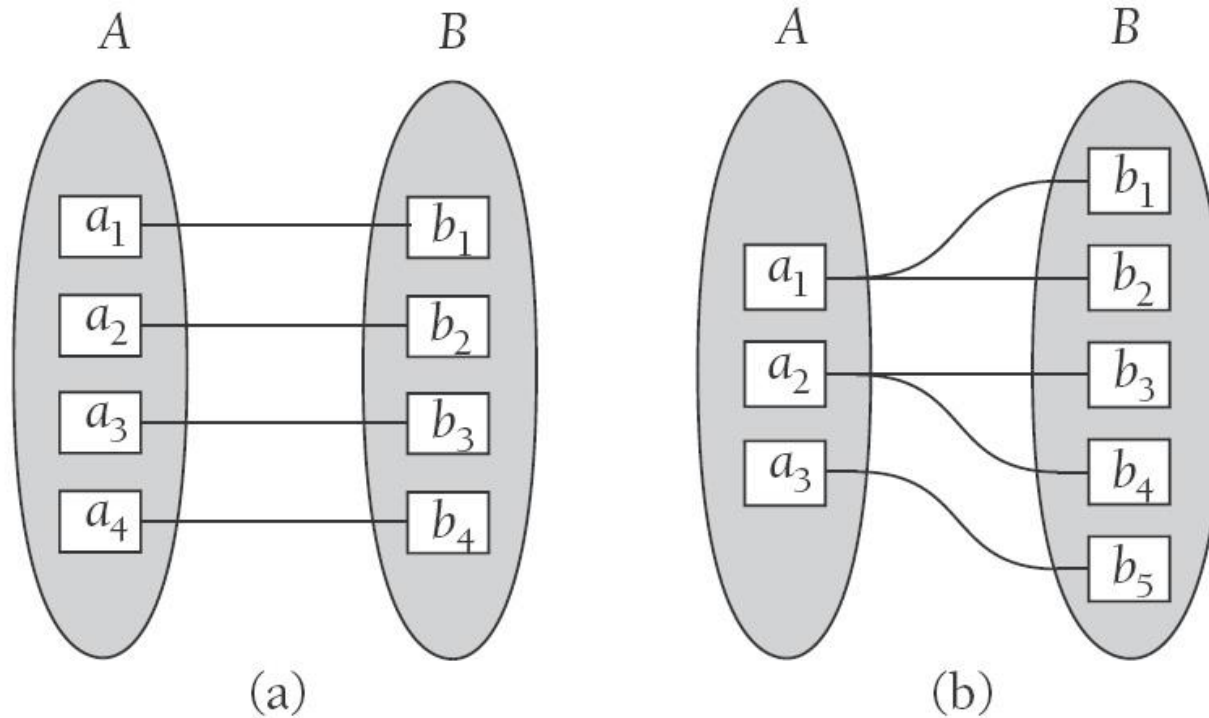
Atributos
componentes



Restrições de cardinalidade de mapeamento

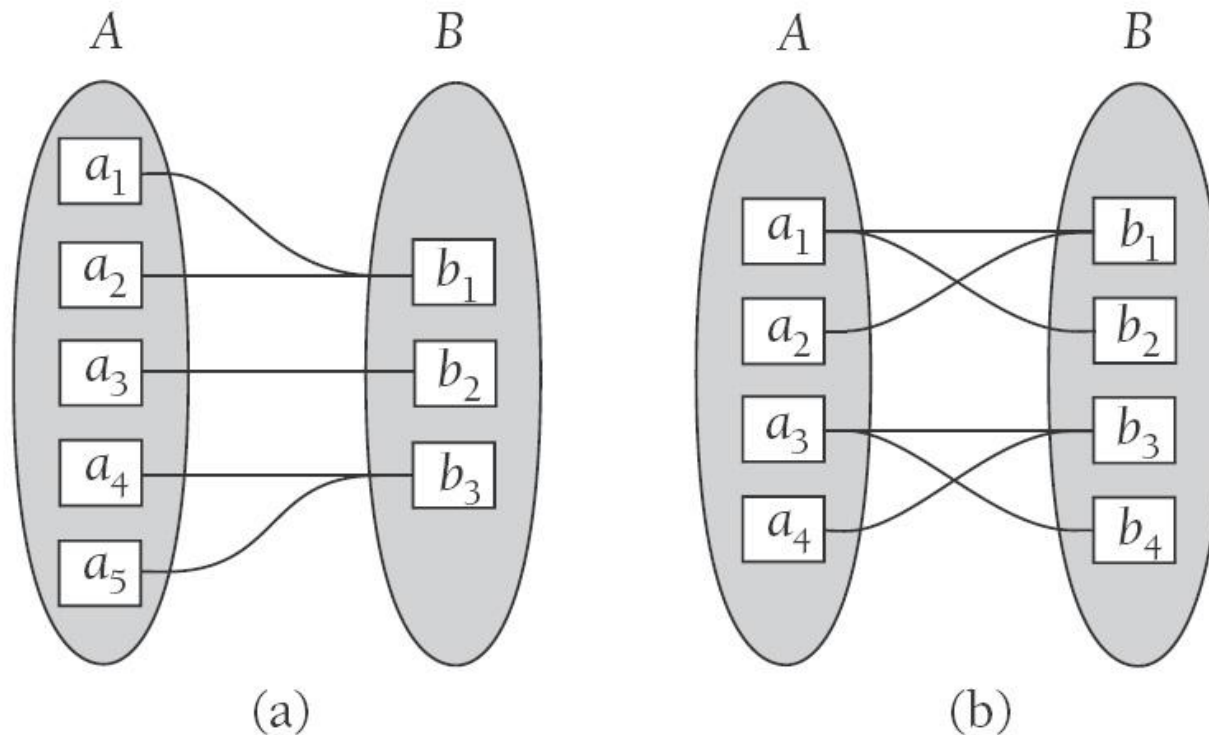
- ❑ Expressam o número de entidades ao qual outra entidade pode ser associada através de um conjunto de relacionamento
- ❑ Normalmente são úteis em descrever conjuntos de relacionamento binários
- ❑ Para um conjunto de relacionamento binário, a cardinalidade de mapeamento precisa ser de um dos seguintes tipos:
 - ❑ Um-para-um
 - ❑ Um-para-muitos
 - ❑ Muitos-para-um
 - ❑ Muitos-para-muitos

Cardinalidades de mapeamento



- (a) Um-para-um
- (b) Um-para-muitos
 - Nota: Alguns elementos em A e B podem não ser mapeados para quaisquer elementos no outro conjunto.

Cardinalidades de mapeamento

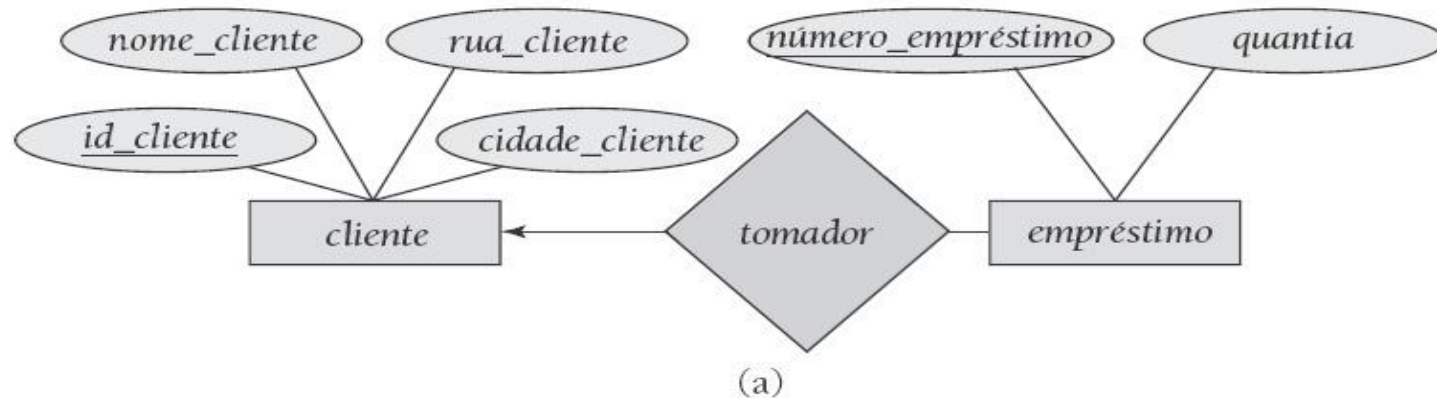


- (a) Muitos-para-um
- (B) Muitos-para-muitos
 - Nota: Alguns elementos em A e B podem não ser mapeados para quaisquer elementos no outro conjunto.

Chaves

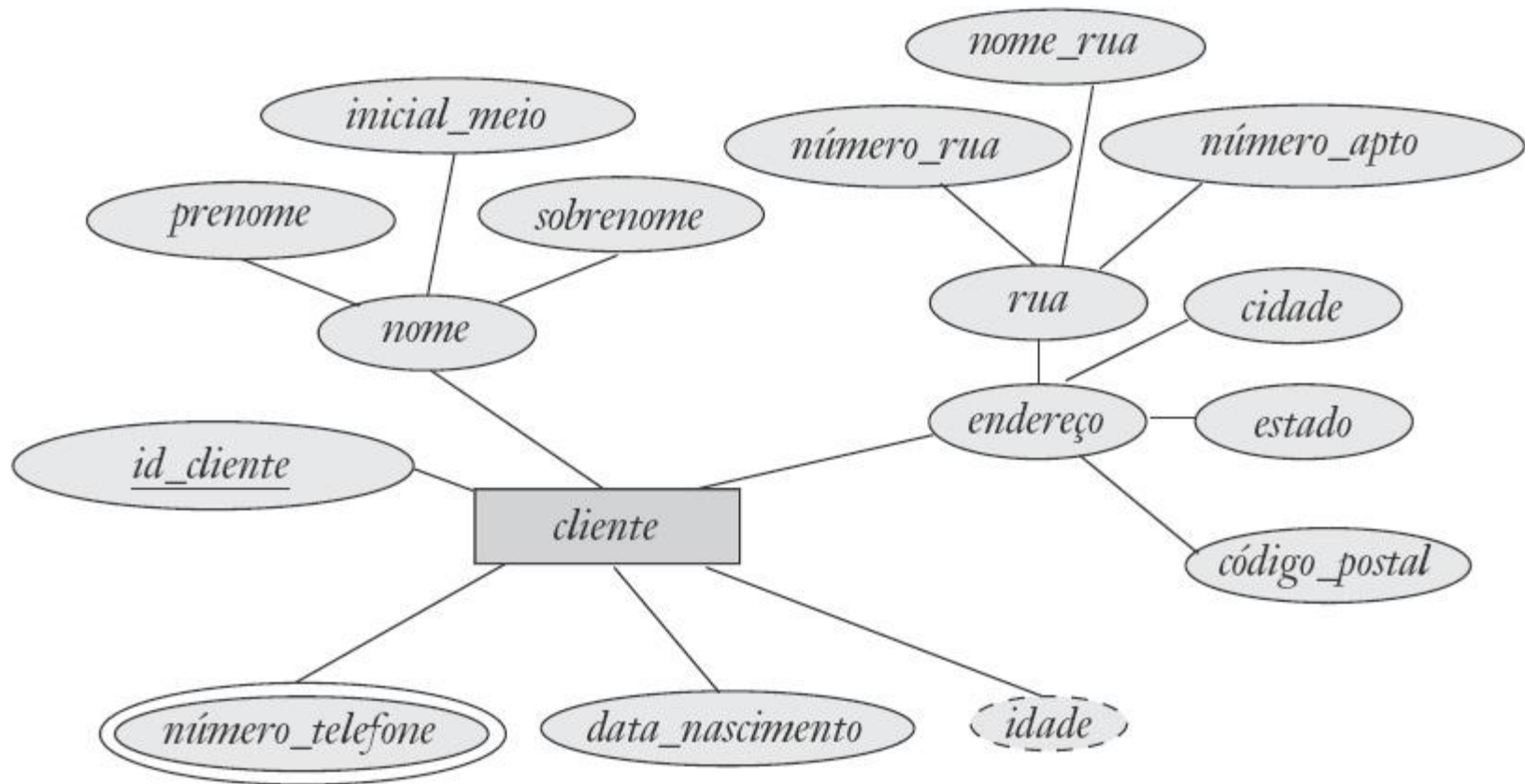
- Uma chave candidata de um conjunto de entidades é conjunto mínimo de atributos que identifica uma entidade
 - *Id_cliente* é uma chave candidata de *cliente*
 - *número_conta* é uma chave candidata de *conta*
- Embora possam existir várias chaves candidatas, uma das chaves candidatas deve ser selecionada para ser a chave

Diagramas ER

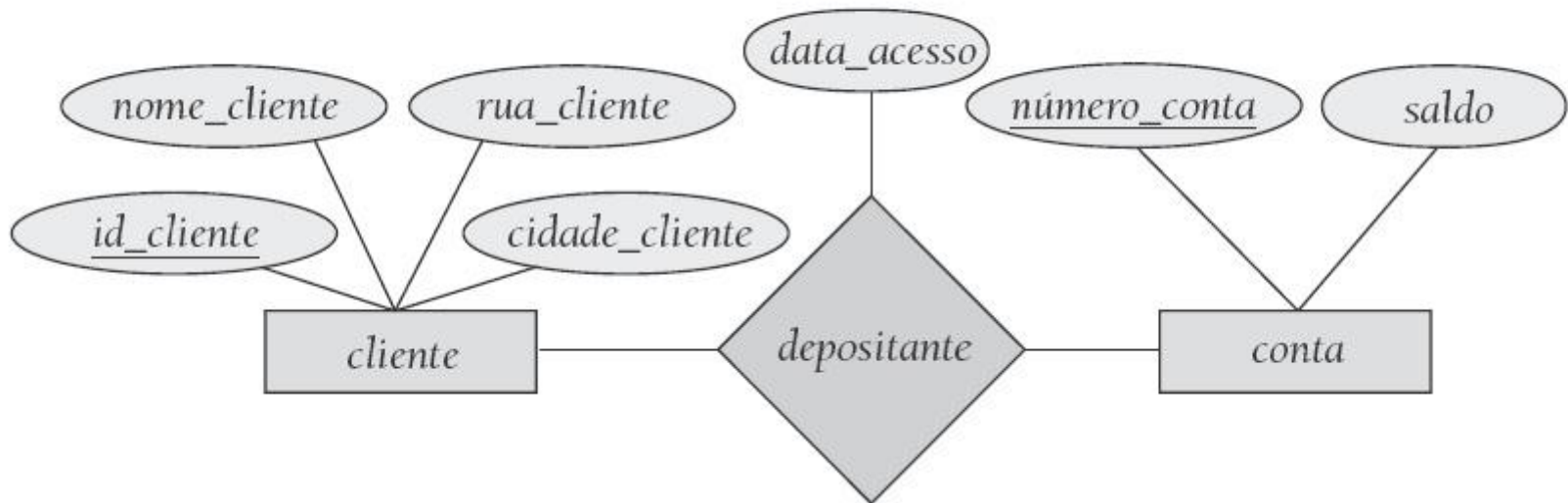


- Retângulos representam conjuntos de entidades
- Losangos representam conjuntos de relacionamento
- Linhas vinculam atributos a conjuntos de entidades e estes a conjuntos de relacionamento
- Elipses representam atributos
- Sublinhados indicam atributos de chave primária
 - Elipses duplas representam atributos de valores múltiplos
 - Elipses tracejadas indicam atributos derivados

Diagrama ER com atributos compostos, derivados e de valores múltiplos

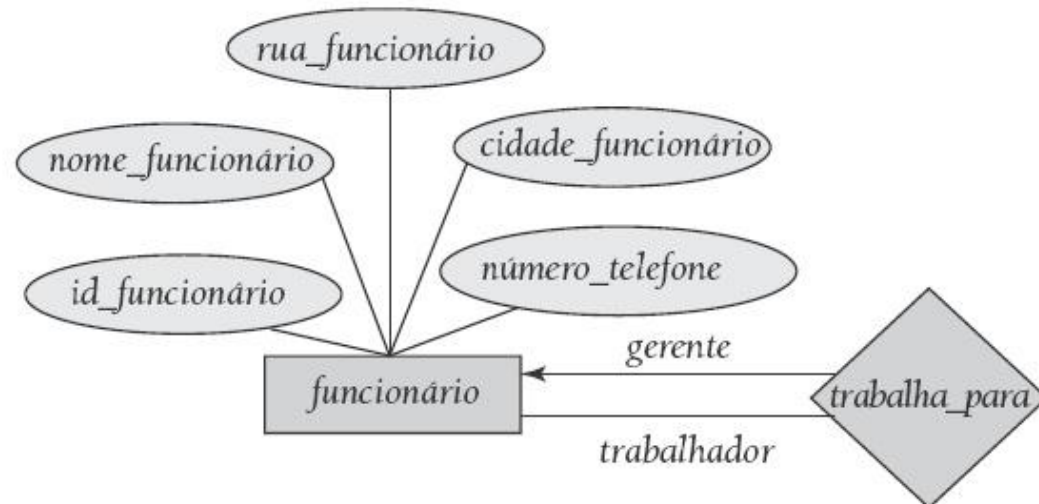


Conjuntos de relacionamento com atributos



Funções

- ❑ Conjuntos de entidades de um relacionamento não precisam ser distintos
- ❑ Os rótulos “gerente” e “funcionário” são chamados funções; eles especificam como as entidades de funcionário interagem através do conjunto de relacionamento *trabalha_para*.
- ❑ As funções são indicadas nos diagramas ER rotulando as linhas que conectam os losangos aos retângulos.
- ❑ Os rótulos de função são opcionais e são usados para esclarecer a semântica do relacionamento

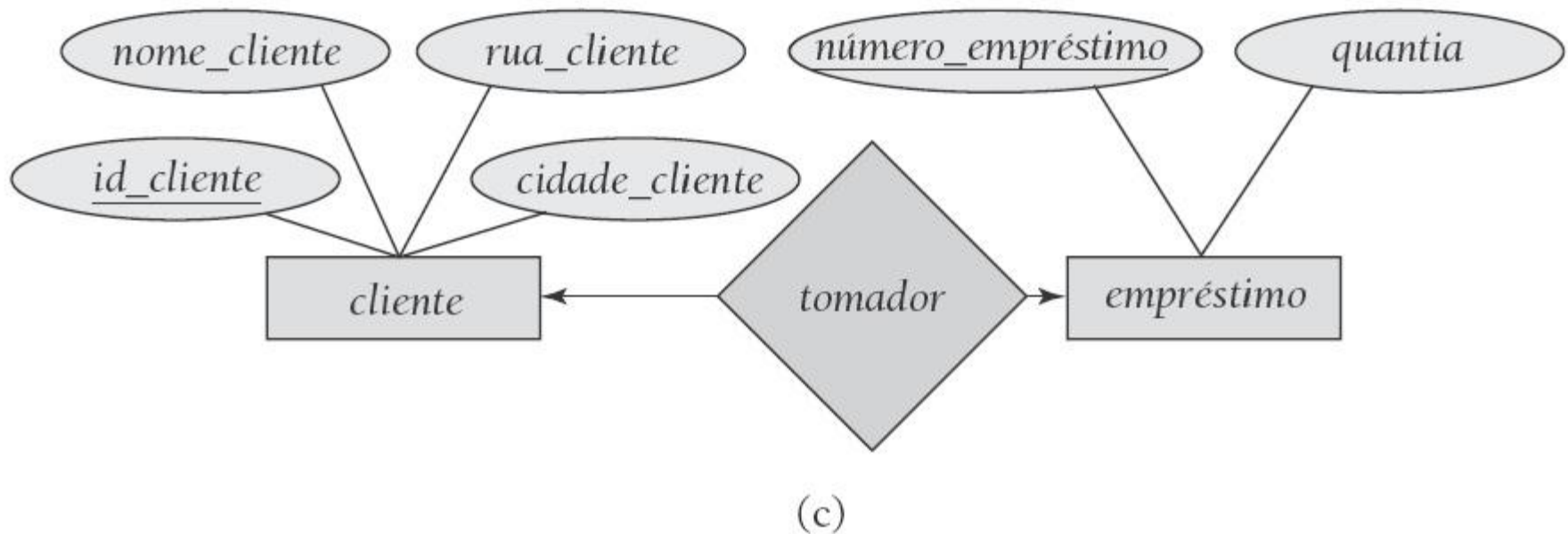


Restrições de cardinalidade

- Expressamos as restrições de cardinalidade desenhando uma linha direcionada (\rightarrow), significando “um”, ou uma linha não direcionada (—), significando “muitos”, entre o conjunto de relacionamento e o conjunto de entidades.
- Relacionamento um-para-um:
 - Um cliente está associado, no máximo, a um empréstimo através do relacionamento *tomador*
 - Um empréstimo está associado, no máximo, a um cliente através de *tomador*

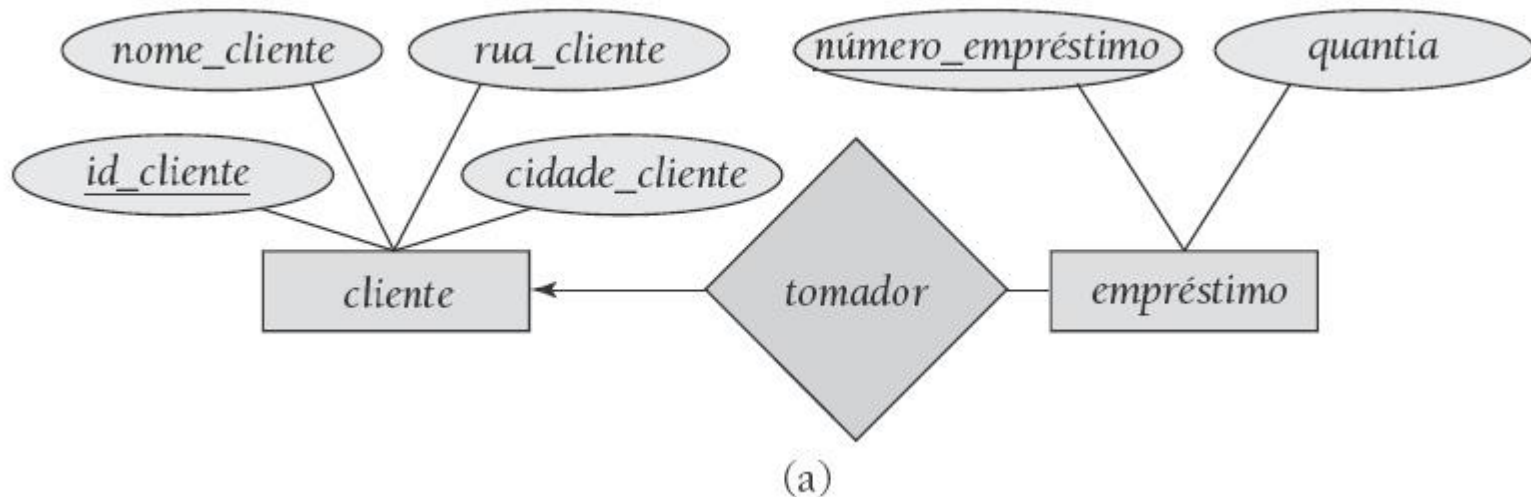
Restrições de cardinalidade

- Relacionamento um-para-um:
 - Um cliente está associado, no máximo, a um empréstimo através do relacionamento *tomador*
 - Um empréstimo está associado, no máximo, a um cliente através de *tomador*



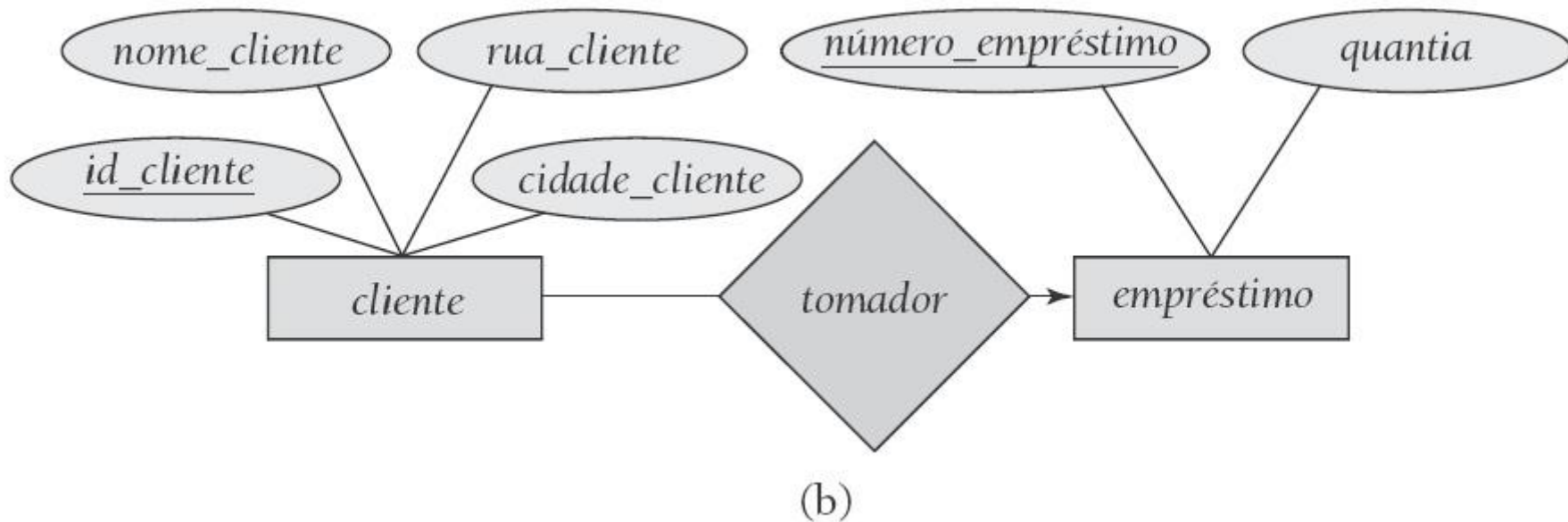
Relacionamento um-para-muitos

- No relacionamento um-para-muitos, um empréstimo está associado, no máximo, a um cliente através de *tomador*, um cliente está associado a vários (inclusive 0) empréstimos através de *tomador*



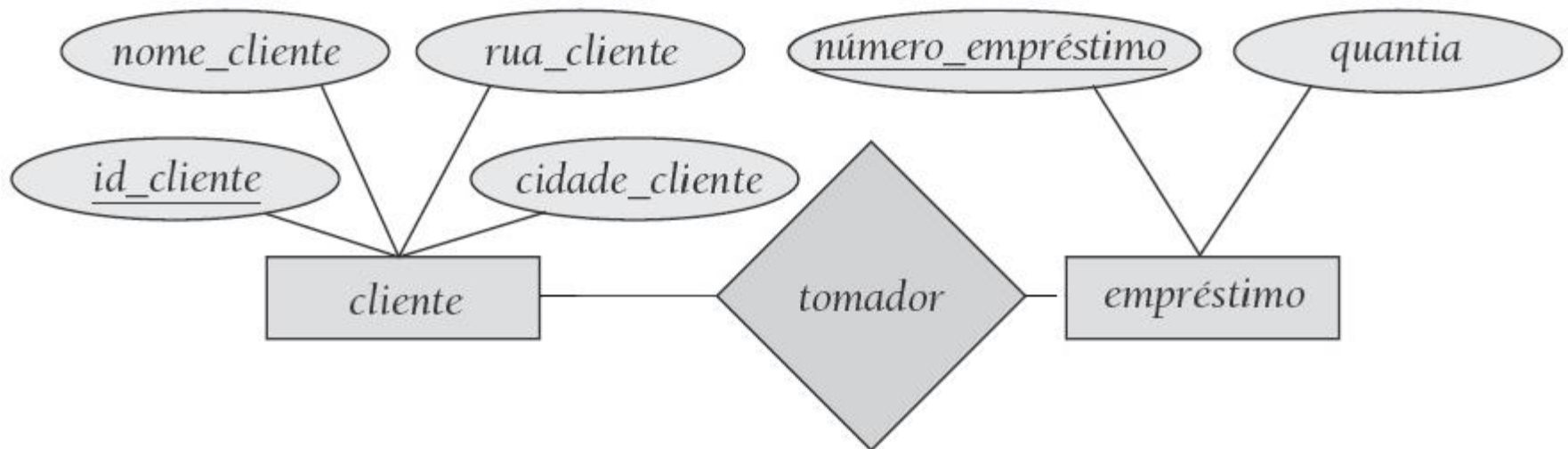
Relacionamento muitos-para-um

- Em um relacionamento muitos-para-um, um empréstimo está associado a vários (inclusive 0) clientes através de *tomador*, um cliente está associado, no máximo, a um empréstimo através de *tomador*



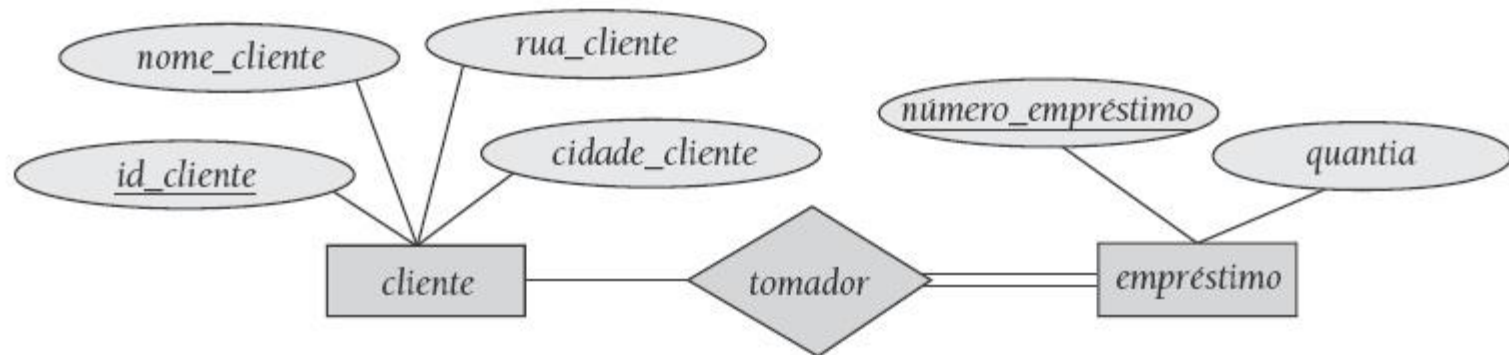
Relacionamento muitos-para-muitos

- Um cliente está associado a vários (possivelmente 0) empréstimos através de *tomador*
- Um empréstimo está associado a vários (possivelmente 0) clientes através de *tomador*



Participação de um conjunto de entidades em um conjunto de relacionamento

- Participação total (indicada por uma linha dupla): cada entidade no conjunto de entidades participa no mínimo em um relacionamento no conjunto de relacionamento
 - Exemplo: Participação de *empréstimo* em *tomador* é total
- Participação parcial: algumas entidades podem não participar em relacionamento algum no conjunto de relacionamento
 - Exemplo: a participação de *cliente* em *tomador* é parcial



Notação alternativa para limites de cardinalidade

- Os limites de cardinalidade também podem expressar restrições de participação

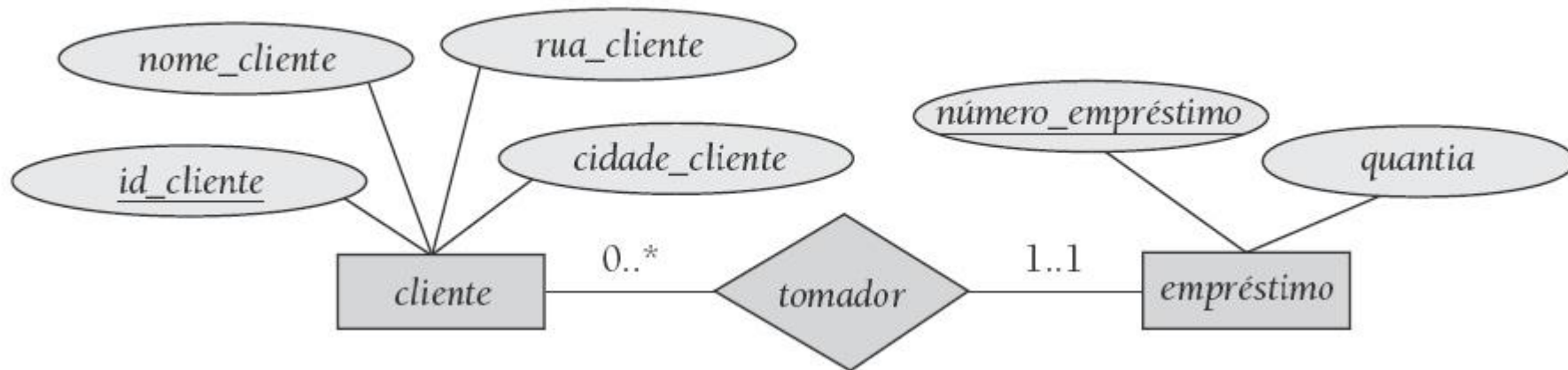
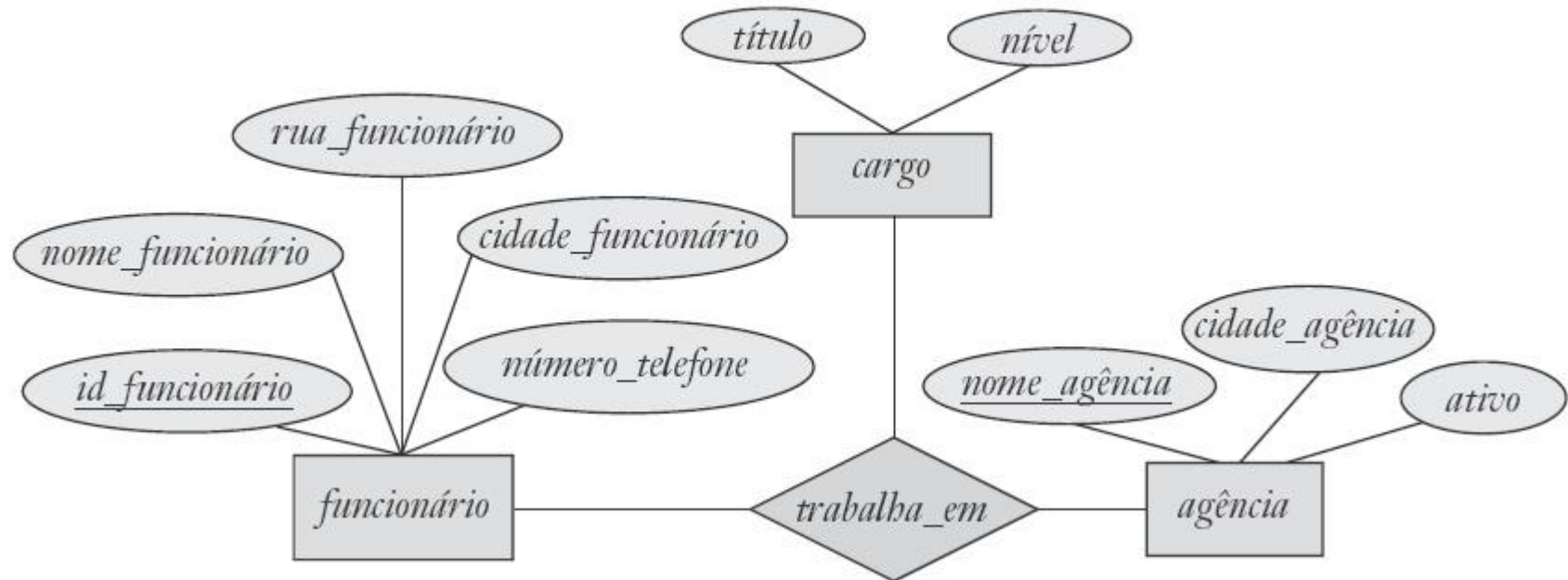


Diagrama ER com um relacionamento ternário

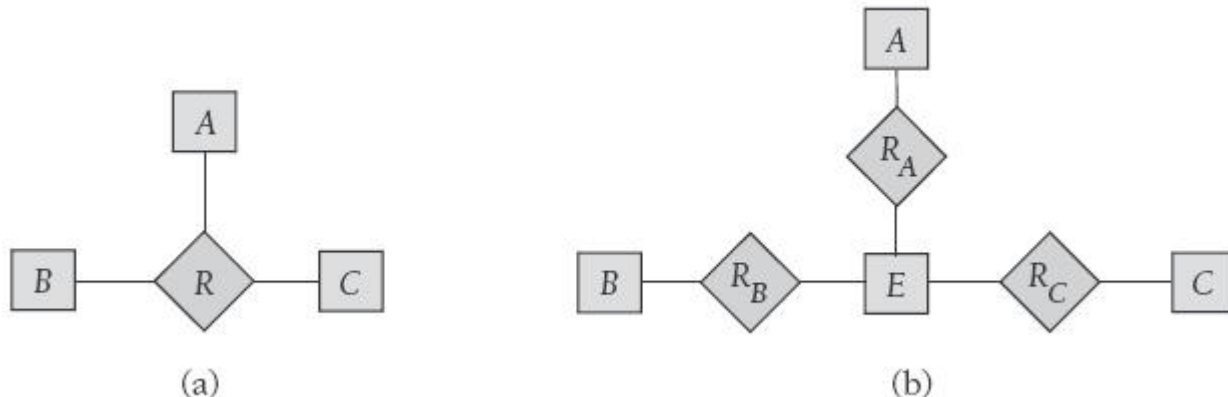


Relacionamentos binários *versus* não binários

- Alguns relacionamentos que parecem ser não binários podem ser mais bem representados por vários relacionamentos binários.
 - Por exemplo, um relacionamento ternário *pais*, relacionando um filho ao seu pai e mãe, é melhor representado por dois relacionamentos binários, *mãe* e *pai*
 - ▶ Usar dois relacionamentos binários permite informações parciais (por exemplo, se apenas a mãe for conhecida)
- Mas existem relacionamentos que são naturalmente não binários
 - ▶ Exemplo: *trabalha_em*

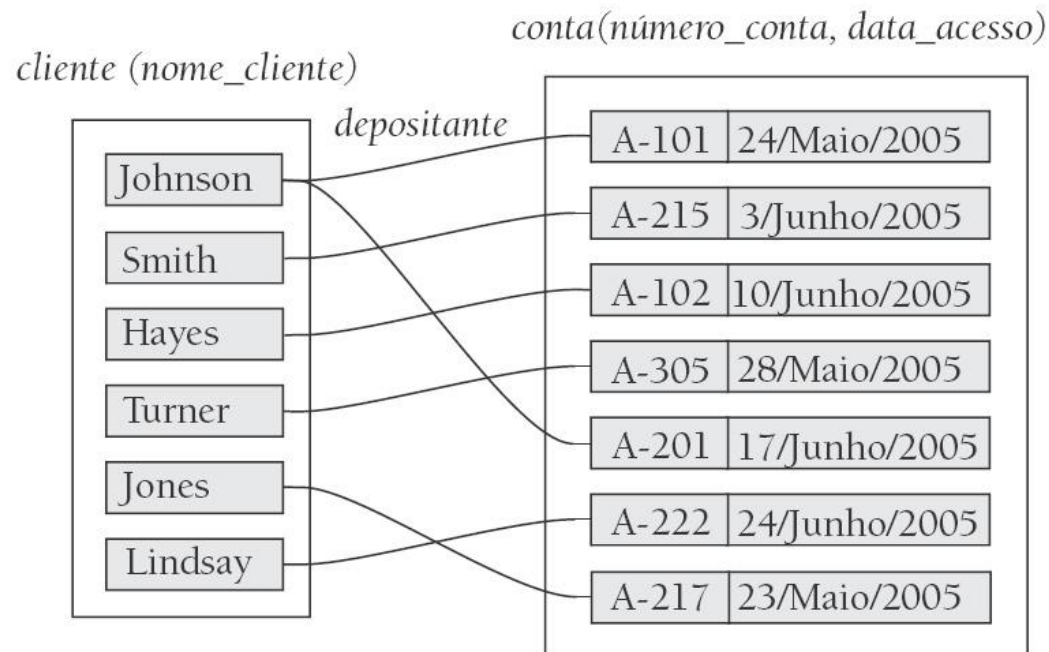
Convertendo relacionamentos não binários para a forma binária

- Em geral, qualquer relacionamento não binário pode ser representado usando relacionamentos binários criando um conjunto de entidades artificial.
 - Substitua R entre os conjuntos de entidades A , B e C por um conjunto de entidades E três conjuntos de relacionamento:
 1. R_A , relacionando E e A
 2. R_B , relacionando E e B
 3. R_C , relacionando E e C
 - Crie um atributo identificador especial para E
 - Inclua quaisquer atributos de R em E
 - Para cada relacionamento (a_i, b_i, c_i) em R ,
 1. crie uma nova entidade e_i no conjunto de entidades E
 2. inclua (e_i, a_i) em R_A
 3. inclua (e_i, b_i) em R_B
 4. inclua (e_i, c_i) em R_C



Cardinalidades de mapeamento afetam o projeto ER

- Podemos tornar a data de acesso um atributo de conta, em vez de um atributo de relacionamento, se cada conta puder ter apenas um cliente
 - Ou seja, o relacionamento de conta para cliente é muitos-para-um ou, equivalentemente, cliente para conta é um-para-muitos

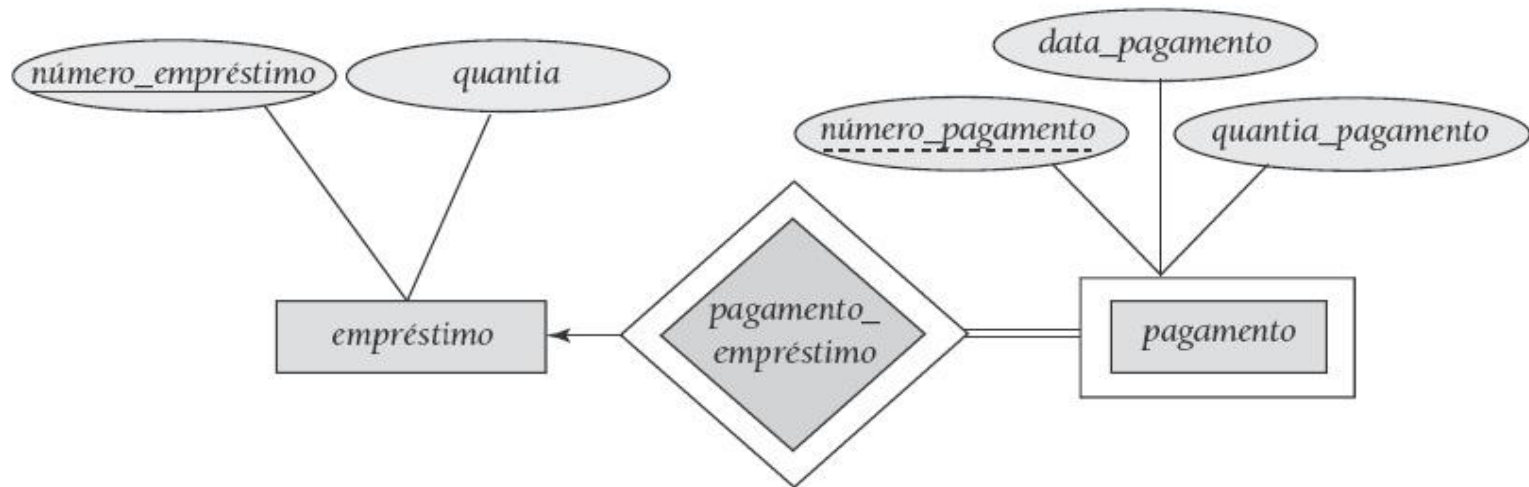


Conjuntos de entidades fracos

- Um conjunto de entidades que não possui uma chave primária é chamado de conjunto de entidades fraco.
- A existência de um conjunto de entidades fraco depende da existência de um conjunto de entidades identificador
 - Ele precisa se relacionar com o conjunto de entidades identificador através de um conjunto de relacionamento um-para-muitos total, do identificador para o conjunto de entidades fraco
 - Relacionamento identificador descrito usando um losango duplo
- O discriminador (ou *chave parcial*) de um conjunto de entidades fraco é o conjunto de atributos que distingue entre todas as entidades de um conjunto de entidades fraco.
- A chave primária de um conjunto de entidades fraco é formada pela chave primária do conjunto de entidades forte em que o conjunto de entidades fraco é dependente de existência, mais o discriminador do conjunto de entidades fraco.

Conjuntos de entidades fracos (cont.)

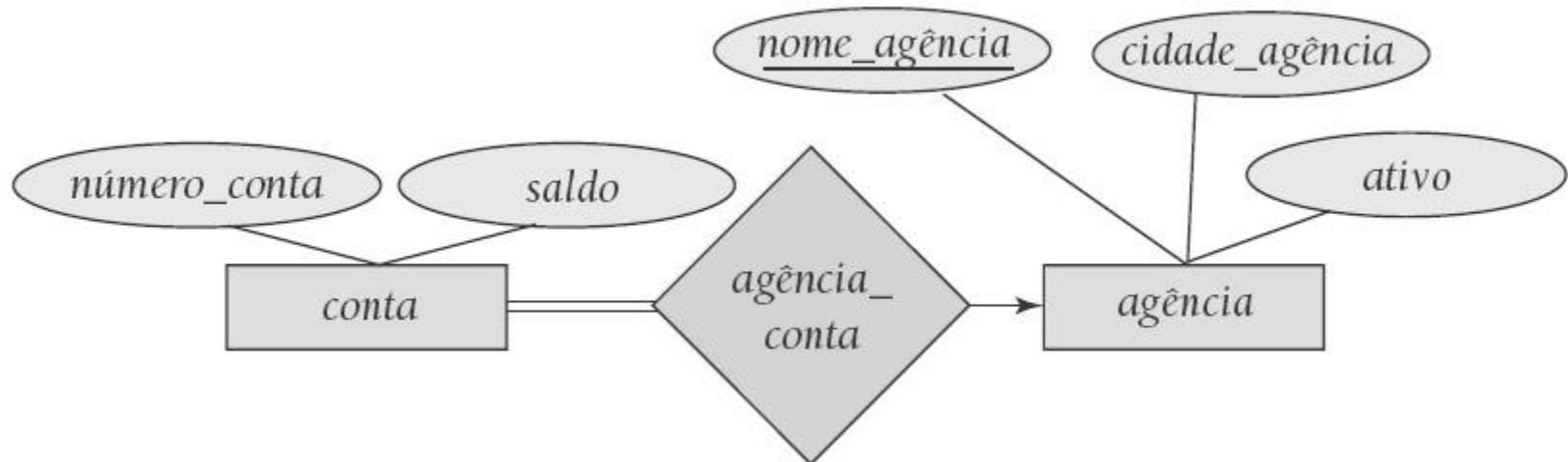
- ❑ Conjunto de entidades fraco: retângulos duplos
- ❑ Discriminador de um conjunto de entidades fraco: linha tracejada
 - ❑ *número_pagamento* é o discriminador do conjunto de entidades *pagamento*
- ❑ Chave primária para *pagamento*
 - ❑ *número_empréstimo*, *número_pagamento*



Conjuntos de entidades fracos (cont.)

- Nota: A chave primária do conjunto de entidades forte não é explicitamente armazenada com o conjunto de entidades fraco, já que ela está implícita no relacionamento identificador
- Se *número_empréstimo* fosse explicitamente armazenado, *pagamento* poderia se tornar uma entidade forte, mas, então, o relacionamento entre *pagamento* e *empréstimo* seria duplicado por um relacionamento implícito definido pelo atributo *número_empréstimo* comum a *pagamento* e *empréstimo*.

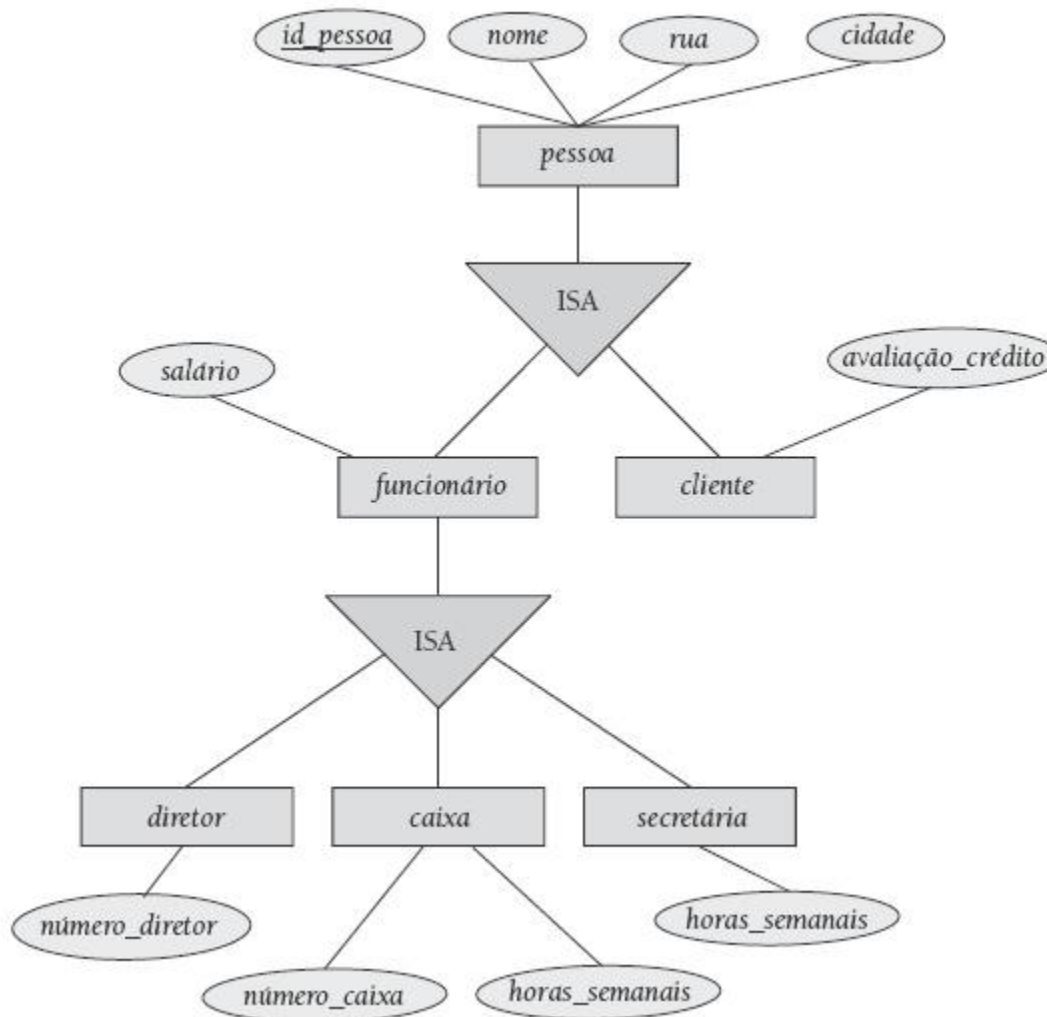
Entidade Forte com Relacionamento Total



Recursos de ER estendidos: Especialização

- Quando é possível identificar subagrupamentos dentro de um conjunto de entidades que são distintivos de outras entidades no conjunto
- Esses subagrupamentos se tornam conjuntos de entidades de nível inferior (entidades específicas) que possuem atributos ou participam em relacionamentos que não se aplicam ao conjunto de entidades de nível superior
- Representada por um componente *triângulo* rotulado ISA (por exemplo, *cliente* “é uma” *pessoa*)
- Herança de atributo
 - Um conjunto de entidades de nível inferior herda todos os atributos e a participação de relacionamento do conjunto de entidades de nível superior ao qual está vinculado.

Exemplo de especialização



Recursos de ER estendidos: Generalização

- É a combinação de vários conjuntos de entidades que compartilham os mesmos recursos em um conjunto de entidades de nível superior
- A especialização e a generalização são simples inversões uma da outra; são representadas em um diagrama ER da mesma maneira
- Os termos especialização e generalização são usados indistintamente

Especialização e generalização (cont.)

- Pode ter múltiplas especializações de um conjunto de entidades com base em diferentes recursos
 - *funcionário_permanente* versus *funcionário_temporário*
 - *gerente* versus *escriturário* versus *caixa*
 - Cada funcionário específico seria
 - um membro de *funcionário_permanente* ou *funcionário_temporário*
 - e também um membro de *gerente*, *escriturário* ou *caixa*
- O relacionamento ISA também é chamado de relacionamento superclasse-subclasse

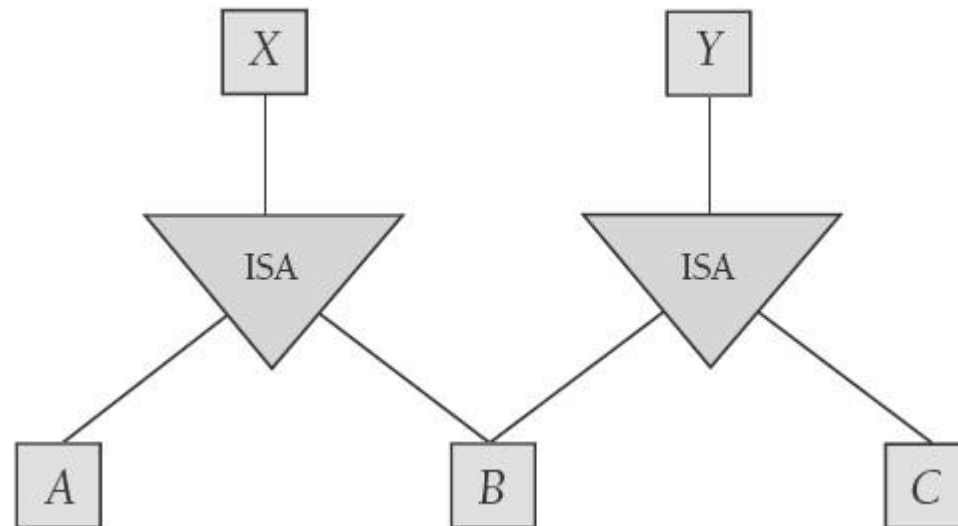
Restrições de projeto em uma especialização/generalização

- Quais entidades devem pertencer a um determinado conjunto?
 - Definido por condição
 - ▶ Todos os clientes com mais de 65 anos são membros do conjunto de entidades *cidadão_senior*, *cidadão_senior* ISA *pessoa*.
 - Definido pelo usuário
- Uma entidade pode pertencer a mais de um conjunto de entidades de nível inferior dentro de uma única generalização?
 - Disjuntos
 - ▶ uma entidade pode pertencer a não mais que um conjunto de entidades de nível inferior (indicados no diagrama ER pela inscrição de *disjunto* ao lado do triângulo ISA)
 - Superpostos
 - ▶ um conjunto de entidades pode pertencer a mais de um conjunto de entidades de nível inferior

Restrições de projeto em uma especialização/generalização (cont.)

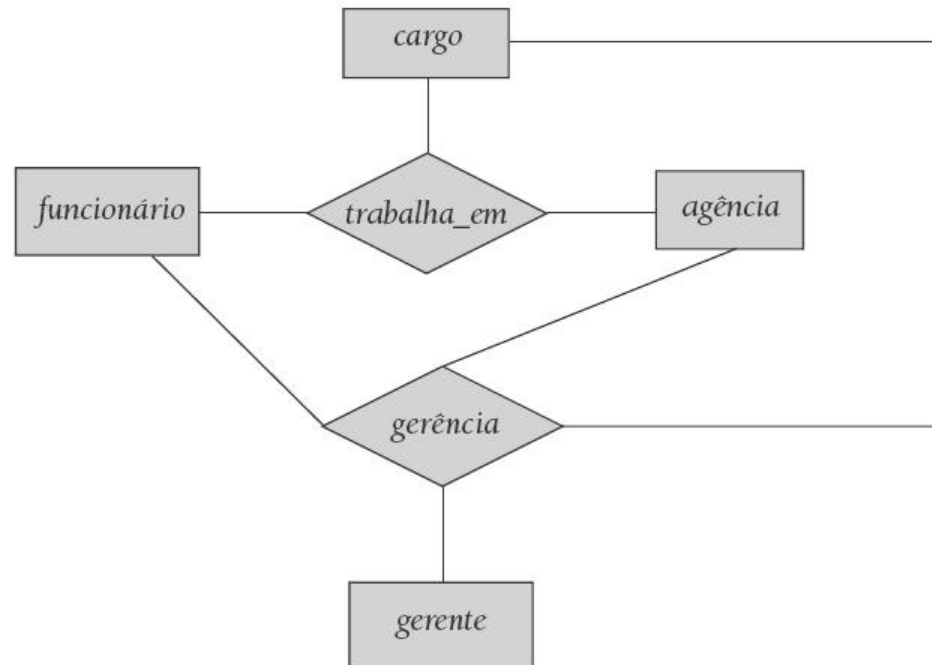
- Restrição de integralidade
 - Especifica se ou não uma entidade no conjunto de entidades de nível superior precisa pertencer a pelo menos um dos conjuntos de entidades de nível inferior dentro de uma generalização
 - total: uma entidade precisa pertencer a um conjunto de entidades de nível inferior
 - parcial: uma entidade não precisa pertencer a um conjunto de entidades de nível inferior

Herança múltipla



Agregação

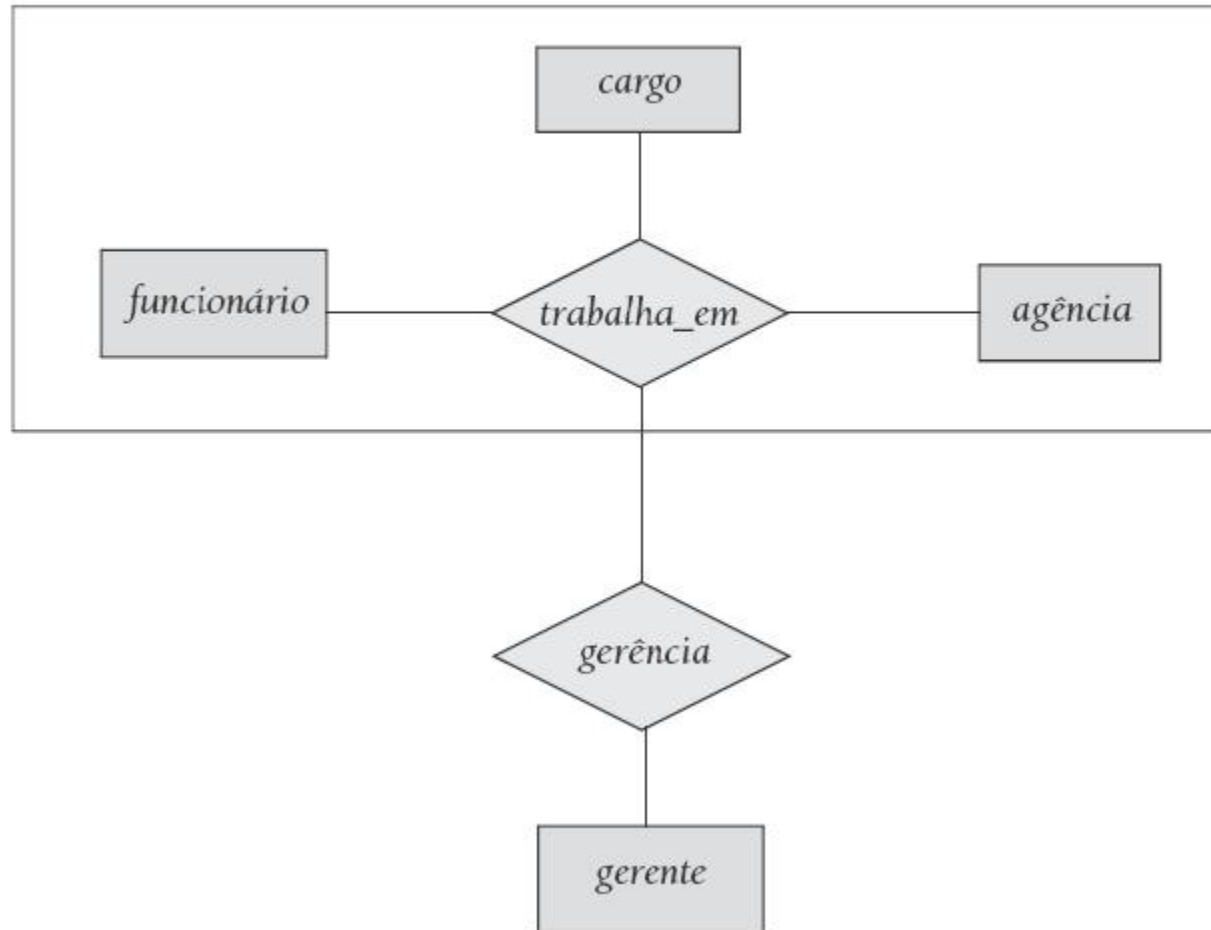
- ❑ Considere o relacionamento ternário *trabalha_em*, que vimos anteriormente
- ❑ Suponha que queremos registrar gerentes para tarefas realizadas por um funcionário em uma agência



Agregação (cont.)

- ❑ Permite tratar relacionamento como uma entidade abstrata
- ❑ Permite relacionamentos entre relacionamentos
- ❑ Abstração de relacionamento em nova entidade
 - Um funcionário trabalha em um cargo específico em uma agência específica
 - Um funcionário, agência ou combinação de cargos pode ter um gerente associado

Diagrama ER com agregação



Decisões de projeto ER

- ❑ Atributo ou um conjunto de entidades?
- ❑ Conjunto de entidades ou conjunto de relacionamento?
- ❑ Posição dos atributos (relacionamento ou entidade) ?
- ❑ Relacionamento ternário ou relacionamentos binários?
- ❑ Entidades forte ou fraca?
- ❑ Especialização/generalização?
- ❑ Agregação?

Resumo dos símbolos usados na notação ER








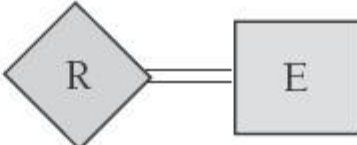
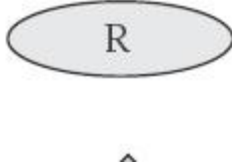
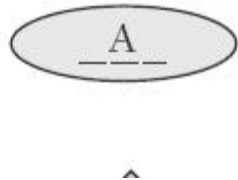
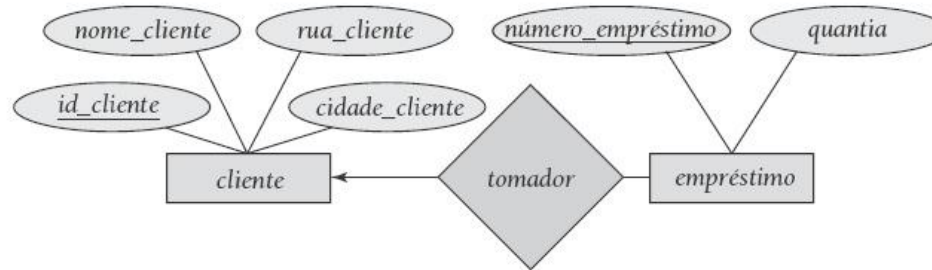
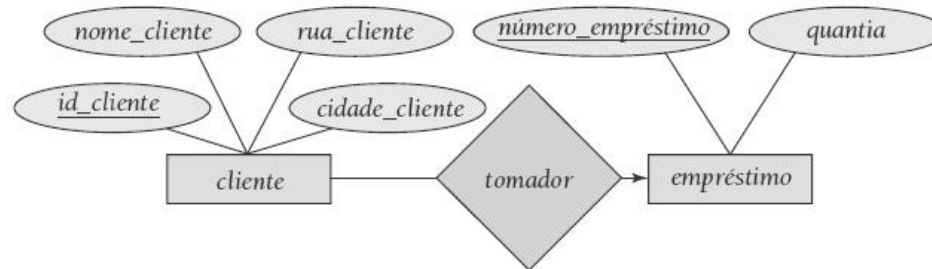
	conjunto de entidades		atributo
	conjunto de entidades fraco		atributo de valores múltiplos
	conjunto de relacionamentos		atributo derivado
	conjunto de relacionamentos identificador para conjunto de entidades fraco		participação total do conjunto de entidades no relacionamento
	chave primária		atributo discriminador do conjunto de entidades fraco

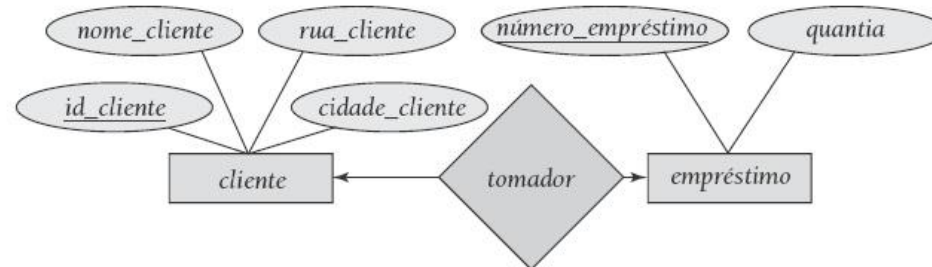
Figura 6.8



(a)



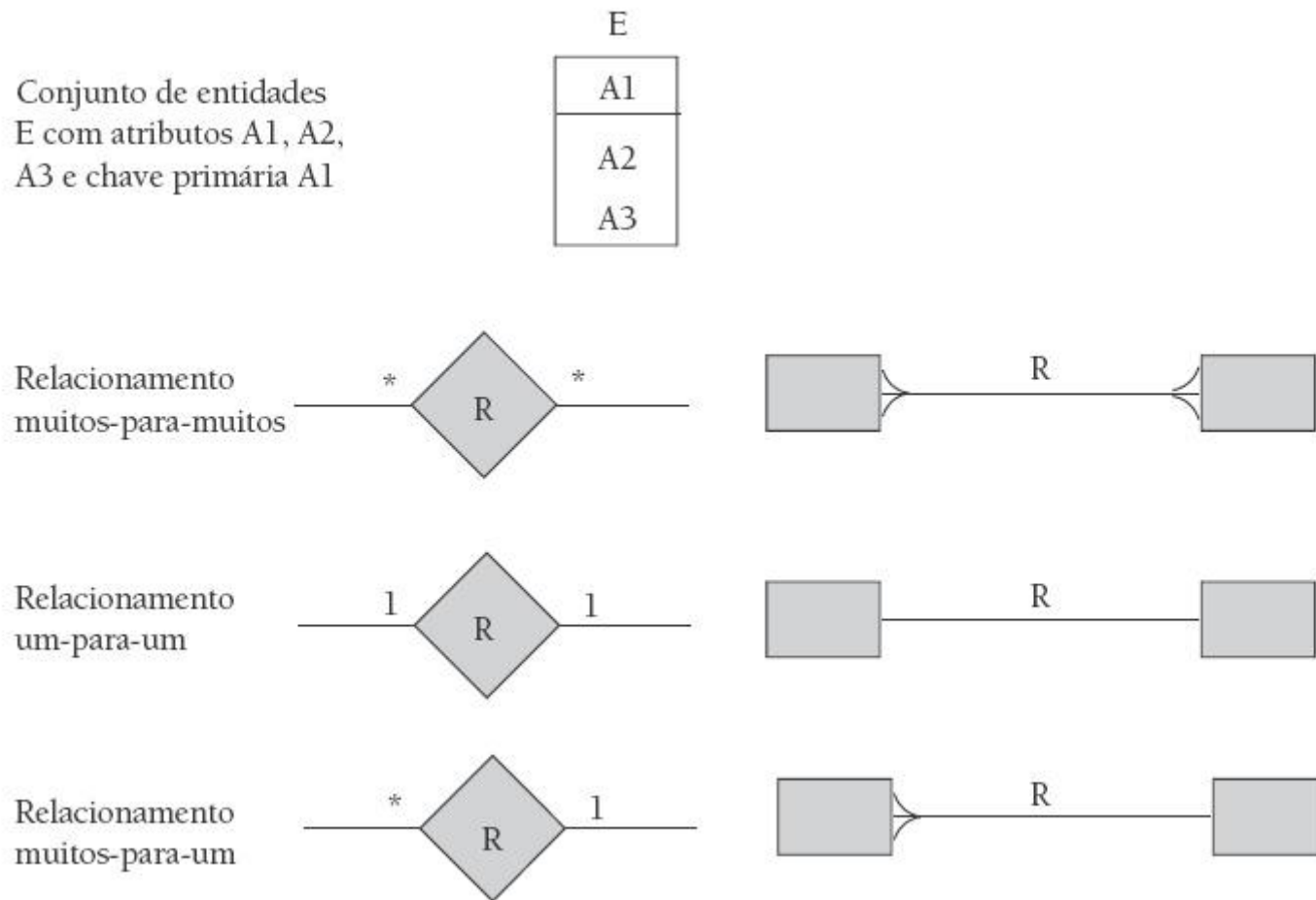
(b)



(c)

Notações ER alternativas

Figura 6.24



Exercícios – Versão 1 do Cenário

- Um órgão de registro universitário mantém dados sobre os cursos realizados incluindo o número (identificador), título, número de créditos, descrição e pré-requisitos dos cursos (outros cursos).
- Um curso pode ter nenhum ou vários pré-requisitos e pode ser pré-requisitos de vários outros, podendo não ser de nenhum.
- Quanto aos alunos, deverão ser mantidos o identificador e o nome.
- Já para os instrutores, será necessário manter o número identificador, o nome, departamento e a titulação.
- Além disso, é necessário conhecer informações sobre as turmas considerando o código da turma, os cursos associados, o ano, o semestre, o instrutor, a programação e os alunos.
- Uma turma só pode ter um e somente um instrutor e um instrutor pode estar associado a nenhuma ou várias turmas.
- Um aluno está associado a somente um curso e um curso pode ter nenhum ou vários alunos.
- Um aluno pode estar matriculado em nenhuma ou várias turmas e uma turma pode ter nenhum ou vários alunos. Contudo, um aluno em uma turma deve ter uma nota, quantidade de faltas e uma situação que varia entre aprovado, reprovado por nota ou reprovado por frequência.
- Uma turma deve estar associada a um ou vários cursos. Já o curso pode ser oferecido em nenhuma ou diversas turmas. Para uma turma em um curso, é necessário definir o tipo da turma (presencial ou distância)

Exercícios – Versão 2 do Cenário

- Um órgão de registro universitário mantém dados sobre os cursos realizados incluindo o número (identificador), título, número de créditos, descrição e pré-requisitos dos cursos (outros cursos).
- Um curso pode ter nenhum ou vários pré-requisitos e pode ser pré-requisito de vários outros, podendo não ser de nenhum.
- Quanto aos alunos, deverão ser mantidos o identificador e o nome.
- Já para os instrutores, será necessário manter o número identificador, o nome, departamento e a titulação.
- Além disso, é necessário conhecer informações sobre as turmas considerando o código da turma, os cursos associados, o ano, o semestre, o instrutor, a programação e os alunos.
- Uma turma só pode ter um e somente um instrutor e um instrutor pode estar associado a nenhuma ou várias turmas.
- Um aluno está associado a somente um curso e um curso pode ter nenhum ou vários alunos.
- Um aluno pode estar matriculado em nenhuma ou várias turmas e uma turma pode ter nenhum ou vários alunos. Contudo, um aluno em uma turma deve ter uma nota, quantidade de faltas e uma situação que varia entre aprovado, reprovado por nota ou reprovado por frequência.
- Uma turma deve estar associada a um ou vários cursos. Já o curso pode ser oferecido em nenhuma ou diversas turmas. Para uma turma em um curso, é necessário definir o tipo da turma (presencial ou distância).
- Para uma turma em um curso é necessário elaborar um inventário da turma no curso. Este inventário deve ter um código identificador, relato da experiência do instrutor, a quantidade de aprovados, quantidade de reprovados e quantidade de aulas efetivamente ministradas. Uma turma em um curso, deve ter somente um inventário (podendo não ter) e um inventário deve estar associado a somente uma turma em um curso.

Exercícios – Versão 2 do Cenário

- Um órgão de registro universitário mantém dados sobre os cursos realizados incluindo o número (identificador), título, número de créditos, descrição e pré-requisitos dos cursos (outros cursos).
- Um curso pode ter nenhum ou vários pré-requisitos e pode ser pré-requisito de vários outros, podendo não ser de nenhum.
- **Em um curso podem existir vários complementos. Um complemento só pode estar associado a um único curso. Estes complementos são caracterizados pelo código, nome, objetivo e carga horária. O código de um complemento não o identifica completamente. Para cursos diferentes, podem existir complementos com um mesmo código. Contudo, para um mesmo curso, os complementos devem ter códigos diferentes. Um complemento depende de um curso. Desta forma, caso um curso seja removido, todos os seus complementos deixam de existir.**
- Quanto aos alunos, deverão ser mantidos o identificador e o nome.
- Já para os instrutores, será necessário manter o número identificador, o nome, departamento e a titulação.
- Além disso, é necessário conhecer informações sobre as turmas considerando o código da turma, os cursos associados, o ano, o semestre, o instrutor, a programação e os alunos.
- Uma turma só pode ter um e somente um instrutor e um instrutor pode estar associado a nenhuma ou várias turmas.
- Um aluno está associado a somente um curso e um curso pode ter nenhum ou vários alunos.
- Um aluno pode estar matriculado em nenhuma ou várias turmas e uma turma pode ter nenhum ou vários alunos. Contudo, um aluno em uma turma deve ter uma nota, quantidade de faltas e uma situação que varia entre aprovado, reprovado por nota ou reprovado por frequência.
- Uma turma deve estar associada a um ou vários cursos. Já o curso pode ser oferecido em nenhuma ou diversas turmas. Para uma turma em um curso, é necessário definir o tipo da turma (presencial ou distância).
- Para uma turma em um curso é necessário elaborar um inventário da turma no curso. Este inventário deve ter um código identificador, relato da experiência do instrutor, a quantidade de aprovados, quantidade de reprovados e quantidade de aulas efetivamente ministradas. Uma turma em um curso, deve ter somente um inventário (podendo não ter) e um inventário deve estar associado a somente uma turma em um curso.