

Abordagem Entidade Relacionamento

Como vimos no Capítulo 1, a primeira etapa do projeto de um banco de dados é a construção de um modelo conceitual, a chamada *modelagem conceitual*. O objetivo da modelagem conceitual é obter uma descrição abstrata, independente de implementação em computador, dos dados que serão armazenados no banco de dados.

A técnica de modelagem de dados mais difundida e utilizada é a *abordagem entidade-relacionamento (ER)*. Nesta técnica, o modelo de dados é representado através de um *modelo entidade-relacionamento (modelo ER)*. Usualmente, um modelo ER é representado graficamente, através de um *diagrama entidade-relacionamento (DER)*. A abordagem ER foi criada em 1976 por Peter Chen. Ela pode ser considerada como um padrão de fato para modelagem conceitual. Mesmo as técnicas de modelagem orientada a objetos que têm surgido nos últimos anos baseiam-se nos conceitos da abordagem ER.

Este capítulo tem por objetivo apresentar os conceitos centrais da abordagem ER: *entidade, relacionamento, atributo, generalização/especialização e entidade associativa*. Junto com os conceitos, é apresentada uma notação gráfica para diagramas ER. A notação gráfica usada no capítulo é a notação originalmente introduzida por Peter Chen. No Capítulo 3, são discutidas outras notações para representar diagramas ER.

2.1 ENTIDADE

O conceito fundamental da abordagem ER é o conceito de *entidade*.

entidade
=
conjunto de objetos ¹ da realidade modelada sobre os quais deseja-se manter informações no banco de dados

Uma entidade representa, no modelo conceitual, um conjunto de objetos da realidade modelada. Como o objetivo de um modelo ER é modelar de forma abstrata um BD, interessam-nos somente os objetos sobre os quais deseja-se manter informações. Vejamos alguns exemplos. No sistema de informações industrial que usamos no Capítulo 1, alguns exemplos de entidades poderiam ser os produtos, os tipos de produtos, as vendas ou as compras. Já em um sistema de contas correntes, algumas entidades podem ser os clientes, as contas correntes, os cheques e as agências. Observe que uma entidade pode representar tanto objetos concretos da realidade (uma pessoa, um automóvel), quanto objetos abstratos (um departamento, um endereço²).

Em um DER, uma entidade é representada através de um retângulo que contém o nome da entidade. Alguns exemplos são mostrados na Figura 2.1.



Figura 2.1: Representação gráfica de entidades

Como dito acima, cada retângulo representa um *conjunto* de objetos sobre os quais deseja-se guardar informações. Assim, no exemplo, o primeiro retângulo designa o conjunto de todas as pessoas sobre as quais se deseja manter informações no banco de dados, enquanto o segundo retângulo designa o conjunto de todos os departamentos sobre os quais se deseja manter informações. Caso seja necessário referir um objeto particular (uma determinada pessoa ou um determinado departamento) fala-se em *ocorrência* de entidade (alguns autores usam também o anglicismo “*instância*” de entidade).

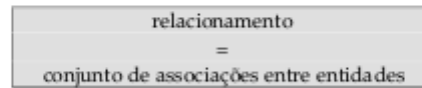
Há autores que preferem usar o par de termos *conjunto de entidades* e *entidade* para designar respectivamente o conjunto de objetos e cada objeto individual. Essa terminologia é a primeira vista mais adequada pois corresponde ao uso dos termos na linguagem natural, onde “entidade” é um indivíduo e não um coletivo. Entretanto, esta terminologia não é adequada no

projeto de BD, no qual falamos com grande frequência sobre conjuntos de objetos e raramente sobre indivíduos. Por esse motivo preferimos usar o par de termos *entidade e ocorrência de entidade*.

2.2 RELACIONAMENTO

2.2.1 Conceituação

Além de especificar os objetos sobre os quais deseja-se manter informações, o DER deve permitir a especificação das propriedades dos objetos que serão armazenadas no BD. Uma das propriedades sobre as quais pode ser desejável manter informações é a associação entre objetos. Exemplificando, pode ser desejável saber quais pessoas estão associadas a quais departamentos em uma organização.



Em um DER, um relacionamento é representado através de um losango, ligado por linhas aos retângulos representativos das entidades que participam do relacionamento. A Figura 2.2 apresenta um DER contendo duas entidades, **PESSOA** e **DEPARTAMENTO**, e um relacionamento, **LOTAÇÃO**.



Figura 2.2: Representação gráfica de relacionamento

Este modelo expressa que o BD mantém informações sobre:

- ❑ um conjunto de objetos classificados como pessoas (relacionamento **PESSOA**)
- ❑ um conjunto de objetos classificados como departamentos (relacionamento **DEPARTAMENTO**)
- ❑ um conjuntos de associações, que ligam um departamento a uma pessoa. (relacionamento **LOTAÇÃO**).

Da mesma forma que fizemos com entidades, quando quisermos nos referir a associações particulares dentro de um conjunto, vamos nos referir a *ocorrências de relacionamentos*. No caso do relacionamento **LOTAÇÃO** uma ocorrência seria um par específico formado por uma determinada ocorrência da entidade **PESSOA** e por uma determinada ocorrência da entidade **DEPARTAMENTO**.

Para fins didáticos, pode ser útil construir um *diagrama de ocorrências*, como o apresentado na Figura 2.3. Este diagrama refere-se ao modelo ER da Figura 2.2. Em um diagrama de ocorrências, ocorrências de entidades são representadas por círculos brancos e ocorrências de relacionamentos por círculos negros. As ocorrências de entidades participantes de uma ocorrência de relacionamento são indicadas pelas linhas que ligam o círculo negro repre-

sentativo da ocorrência de relacionamento aos círculos brancos representativos das ocorrências de entidades relacionadas. Assim, a Figura 2.3 representa que há uma ocorrência de **LOTAÇÃO** que liga a pessoa **p1** com o departamento **d1**. Observe-se que, na forma como está, o modelo da Figura 2.2 não informa quantas vezes uma entidade é associada através de um relacionamento (veremos como isso pode ser representado mais abaixo). O modelo apresentado permite que uma ocorrência de entidade (por exemplo, a pessoa **p3**) não esteja associada a nenhuma ocorrência de entidade através do relacionamento, ou uma ocorrência de entidade (por exemplo, a pessoa **p1**) esteja associada a exatamente uma ocorrência de entidade através do relacionamento, ou ainda, que uma ocorrência de entidade (por exemplo, o departamento **d1**) esteja associada a mais de uma ocorrência de entidade através do relacionamento.

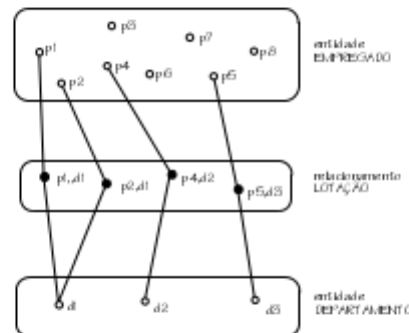


Figura 2.3: Diagrama de ocorrências

Não necessariamente um relacionamento associa entidades diferentes. A Figura 2.4 mostra um DER que contém um *auto-relacionamento*, isto é, um relacionamento entre ocorrências de uma mesma entidade. Neste caso, é necessário um conceito adicional, o de *papel* da entidade no relacionamento. No caso do relacionamento de casamento, uma ocorrência de pessoa exerce o papel de *marido* e a outra ocorrência de pessoa exerce o papel de *esposa*. Papéis são anotados no DER como mostrado na Figura 2.4. No caso de relacionamentos entre entidades diferentes, como o de **LOTAÇÃO** mostrado acima, não é necessário indicar os papéis das entidades, já que eles são óbvios.



Figura 2.4: Auto-relacionamento

A Figura 2.5 apresenta um possível diagrama de ocorrências para o DER da Figura 2.4. Os papéis (marido e esposa) das ocorrências de entidades em cada ocorrência de relacionamento foram anotadas nas linhas que ligam os círculos representativos das ocorrências de entidades e relacionamentos.

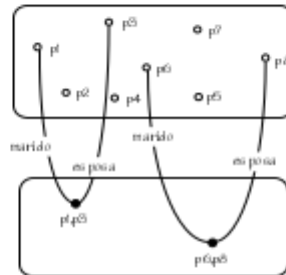


Figura 2.5: Diagrama de ocorrências para o relacionamento casamento

2.2.2 Cardinalidade de relacionamentos

Para fins de projeto de banco de dados, uma propriedade importante de um relacionamento é a de quantas ocorrências de uma entidade podem estar associadas a uma determinada ocorrência através do relacionamento. Esta propriedade é chamada de *cardinalidade* de uma entidade em um relacionamento. Há duas cardinalidades a considerar: a cardinalidade *máxima* e a cardinalidade *mínima*.

cardinalidade (mínima, máxima) de entidade em relacionamento
=
número (mínimo, máximo) de ocorrências de entidade associadas a uma ocorrência da entidade em questão através do relacionamento

2.2.3 Cardinalidade máxima

Para exemplificar o conceito de cardinalidade vamos retomar o exemplo da Figura 2.2. Vamos considerar as seguintes cardinalidade máximas:

- ❑ Entidade **EMPREGADO** tem cardinalidade máxima **1** no relacionamento **LOTAÇÃO**:

Isso significa que uma ocorrência de **EMPREGADO** pode estar associada a no máximo uma ocorrência de **DEPARTAMENTO**, ou em outros termos, que um empregado pode estar lotado em no máximo um departamento

- ❑ Entidade **DEPARTAMENTO** tem cardinalidade máxima **120** no relacionamento **LOTAÇÃO**:

Isso significa que uma ocorrência de **DEPARTAMENTO** pode estar associada a no máximo 120 ocorrências de **EMPREGADO**, ou em outros termos, que um departamento pode ter nele lotado no máximo 120 empregados.

Para fins práticos, não é necessário distinguir entre diferentes cardinalidades máximas maiores que 1. Por este motivo, apenas duas cardinalidades máximas são relevantes: a cardinalidade máxima **1** e a cardinalidade máxima “muitos”, referida pela letra **n**. Assim, no exemplo acima, diz-se que a cardinalidade máxima da entidade **DEPARTAMENTO** no relacionamento **LOTAÇÃO** é **n**.

A cardinalidade máxima é representada no DER conforme indicado na Figura 2.6. Observe a convenção usada. À primeira vista, ela pode parecer pouco natural, já que vai anotada “do outro lado” do relacionamento a qual se refere. Exemplificando, a cardinalidade máxima da entidade **EMPREGADO** no relacionamento **LOTAÇÃO** é anotada junto ao símbolo da entidade **DEPARTAMENTO**.



Figura 2.6: Cardinalidade máxima de relacionamento

2.2.4 Classificação de relacionamentos binários

A cardinalidade máxima pode ser usada para classificar relacionamentos binários. Um *relacionamento binário* é aquele cujas ocorrências envolvem duas entidades, como todos vistos até aqui. Podemos classificar os relacionamentos em **n:n** (muitos-para-muitos), **1:n** (um-para-muitos) e **1:1** (um-para-um). A Figura 2.7, a Figura 2.8 e a Figura 2.9 apresentam exemplos de relacionamentos com cardinalidades máximas 1:1, 1:n e n:n, respectivamente. A seguir comentamos a interpretação de alguns relacionamentos apresentados nestas figuras.

Na Figura 2.7, no relacionamento **CASAMENTO**, as cardinalidades máximas expressam que uma pessoa pode possuir no máximo um marido (uma instância de pessoa pode estar associada via relacionamento a no máximo outra pessoa no papel de esposa) e no máximo uma esposa.

Observe que este relacionamento, apesar de envolver apenas uma entidade, é também considerado como um relacionamento binário. O que determina o fato de o relacionamento ser binário é o número de ocorrências de entidade que participam de cada ocorrência do relacionamento. De cada ocorrência de **CASAMENTO** participam exatamente duas ocorrências da entidade **PESSOA** (um marido e uma esposa). Por este motivo, o relacionamento de **CASAMENTO** é classificado como sendo binário.

A Figura 2.8 mostra outros exemplos de relacionamentos 1:n, além do relacionamento **LOTAÇÃO** que já havia sido visto acima. O relacionamento **INSCRIÇÃO** modela a inscrição de alunos em uma universidade pública, onde existe a restrição de que um aluno pode estar inscrito em no máximo um curso.

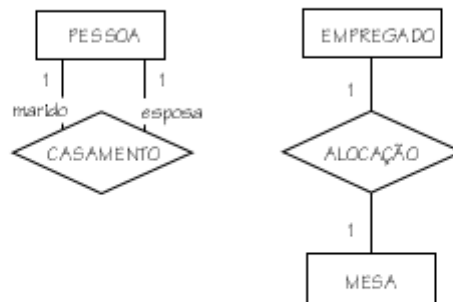


Figura 2.7: Relacionamentos 1:1

O relacionamento **INSCRIÇÃO** da Figura 2.8 representa a associação entre cursos de uma Universidade pública e seus alunos. Por tratar-se de uma universidade pública, cada aluno pode estar vinculado a um curso no máximo.

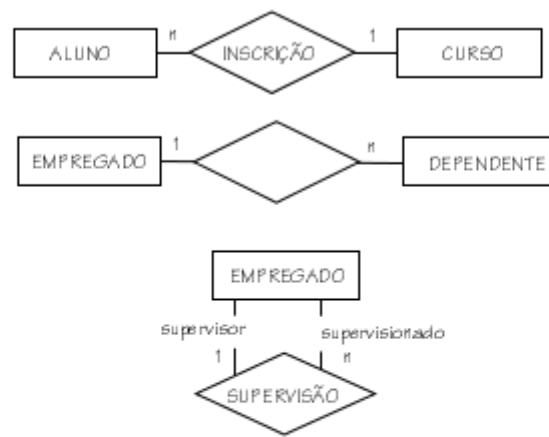


Figura 2.8: Relacionamentos 1:n

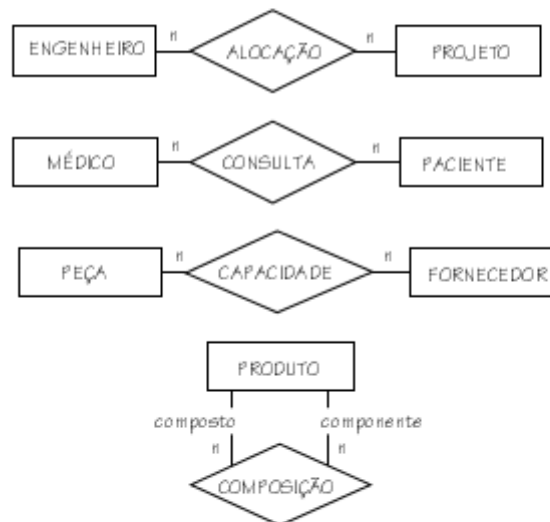


Figura 2.9: Relacionamentos n:n

O relacionamento entre as entidades **EMPREGADO** e **DEPENDENTE** (Figura 2.8) modela a associação entre um empregado e seus dependentes para fins de imposto de renda. Neste caso, um dependente pode estar associado a no máximo um empregado. Cabe observar que no DER, não foi anotado o nome do relacionamento. No caso de no DER não constar o nome do relaci-

onamento, este é denominado pela concatenação de nomes das entidades participantes. Assim, neste caso, o relacionamento é denominado **EMPREGADO-DEPENDENTE**.

O relacionamento **SUPERVISÃO** (Figura 2.8) é um exemplo de auto-relacionamento 1:n. Ele modela a associação entre um empregado (supervisor) e seus supervisionados imediatos. A cardinalidade máxima expressa que um empregado pode possuir no máximo um supervisor, mas muitos supervisionados.

O tipo menos restrito de relacionamento é o de cardinalidade **n:n**. A Figura 2.9 apresenta alguns relacionamentos deste tipo, inclusive o de um auto-relacionamento.

2.2.5 Relacionamento ternário

Todos exemplos até aqui mostrados são de relacionamentos binários, ou seja, de relacionamentos que associam exatamente duas entidades. A abordagem ER permite que sejam definidos relacionamentos de grau maior do que dois (relacionamentos ternários, quaternários,...). O DER da Figura 2.10 mostra um exemplo de um relacionamento ternário.

Cada ocorrência do relacionamento **DISTRIBUIÇÃO** associa três ocorrências de entidade: um produto a ser distribuído, uma cidade na qual é feita a distribuição e um distribuidor.

No caso de relacionamentos de grau maior que dois, o conceito de cardinalidade de relacionamento é uma extensão não trivial do conceito de cardinalidade em relacionamentos binários. Lembre-se que, em um relacionamento binário R entre duas entidades A e B, a cardinalidade máxima de A em R indica quantas ocorrências de B podem estar associadas a cada ocorrência de A. No caso de um relacionamento ternário, a cardinalidade refere-se a *pares de entidades*. Em um relacionamento R entre três entidades A, B e C, a cardinalidade máxima de A e B dentro de R indica quantas ocorrências de C podem estar associadas a um par de ocorrências de A e B.

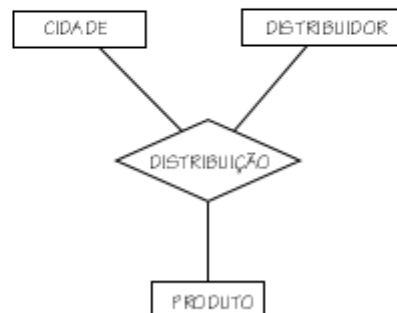


Figura 2.10: Relacionamento ternário

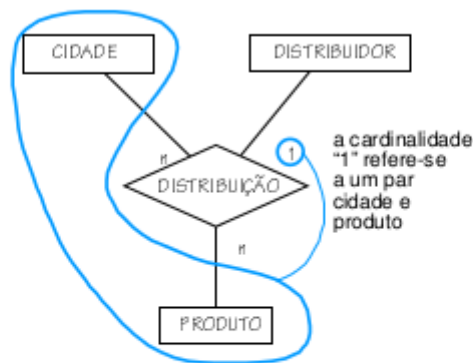


Figura 2.11: Cardinalidade em relacionamentos ternários

Exemplificando, na Figura 2.11, o “1” na linha que liga o retângulo representativo da entidade **DISTRIBUIDOR** ao losango representativo do relacionamento expressa que cada par de ocorrências (cidade, produto) está associado a no máximo um distribuidor. Em outros termos, não há concorrência pela distribuição de um produto em uma cidade.

Já os dois “n” expressam que:

- ❑ A um par (cidade, distribuidor) podem estar associados muitos produtos, ou em outros termos, um distribuidor pode distribuir em uma cidade muitos produtos.
- ❑ A um par (produto, distribuidor) podem estar associadas muitas cidades, ou em outros termos um distribuidor pode distribuir um produto em muitas cidades.

2.2.6 Cardinalidade mínima

Além da cardinalidade máxima, uma outra informação que pode ser representada por um modelo ER é o número mínimo de ocorrências de entidade que são associadas a uma ocorrência de uma entidade através de um relacionamento. Para fins de projeto de BD, consideram-se apenas duas cardinalidades mínimas: a cardinalidade mínima 0 e a cardinalidade mínima 1.

A cardinalidade mínima 1 também recebe a denominação de “associação obrigatória”, já que ela indica que o relacionamento deve obrigatoriamente associar uma ocorrência de entidade a cada ocorrência da entidade em questão. Com base na mesma linha de raciocínio, a cardinalidade mínima 0 também recebe a denominação de “associação opcional”.

A cardinalidade mínima é anotada no diagrama junto a cardinalidade máxima, conforme mostrado na Figura 2.12. Nesta figura, aparece novamente o exemplo da alocação de empregados a mesas que já foi apresentado anteriormente. Aqui, a cardinalidade mínima é usada para especificar que cada empregado deve ter a ele alocada obrigatoriamente uma mesa

(cardinalidade mínima 1) e que uma mesa pode existir sem que a ela esteja alocado um empregado (cardinalidade mínima 0).

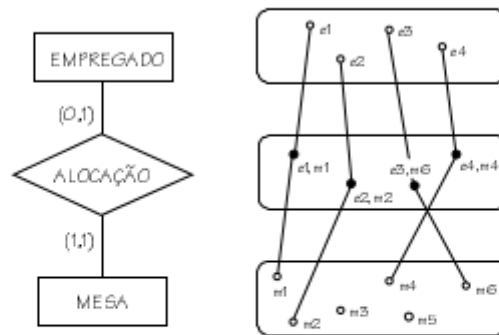


Figura 2.12: Cardinalidade mínima de relacionamento

2.2.7 Exemplo de uso de entidades e relacionamentos

A Figura 2.13 apresenta um exemplo de um diagrama entidade-relacionamento mais abrangente que os anteriores, envolvendo diversas entidades e relacionamentos. Como se vê, um diagrama ER é apresentado na forma de um grafo. A distribuição dos símbolos de DER no papel é totalmente arbitrária e não tem maior significado do ponto de vista formal. Entretanto, para tornar o diagrama mais legível é usual evitar-se cruzamentos de linhas. Para isso, a recomendação geral é a de posicionar os retângulos representativos de entidades que participam de muitos relacionamentos no centro do diagrama.

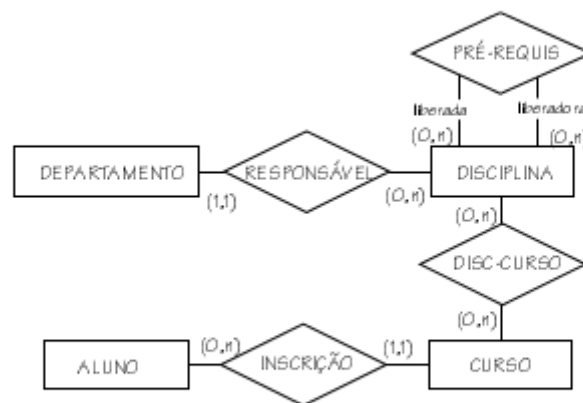


Figura 2.13: DER para o controle acadêmico de uma universidade

O modelo da Figura 2.13 é uma parte do modelo de dados de um sistema de controle acadêmico de uma universidade fictícia. O modelo descreve o seguinte:

- ❑ Deseja-se manter informações sobre alunos, cursos, disciplinas e departamentos.
- ❑ Além disso, deseja-se manter informações sobre a associação de alunos a cursos, de disciplinas a cursos, de disciplinas a departamentos, bem como de disciplinas a suas disciplinas pré-requisitos.
- ❑ Através das cardinalidades expressa-se que:
 - Cada disciplina possui exatamente um departamento responsável, e um departamento é responsável por muitas disciplinas, inclusive por nenhuma. Note-se que, apesar de sabermos que os departamentos em uma universidade existem para ser responsáveis por disciplinas, especificamos a cardinalidade mínima de DEPARTAMENTO em RESPONSÁVEL como sendo "0". Com isso admitimos a possibilidade de existirem departamentos vazios. Esta cardinalidade foi especificada considerando o estado do banco de dados imediatamente após a criação de um novo departamento, bem como o estado imediatamente antes da eliminação de um departamento. Da forma como a restrição foi especificada, é possível incluir o departamento em uma transação, para, depois, em transações subsequentes, vinculá-lo às disciplinas sob sua responsabilidade. Se tivesse sido especificada a cardinalidade mínima "1", ao menos uma disciplina teria que ser vinculada ao departamento já na própria transação de inclusão do departamento. Como observa-se da discussão acima, para especificar as cardinalidades mínimas é necessário possuir conhecimento sobre as transações de inclusão e exclusão das entidades.
 - Uma disciplina pode possuir diversos pré-requisitos, inclusive nenhum. Uma disciplina pode ser pré-requisito de muitas outras disciplinas, inclusive de nenhuma.
 - Uma disciplina pode aparecer no currículo de muitos cursos (inclusive de nenhum) e um curso pode possuir muitas disciplinas em seu currículo (inclusive nenhuma).
 - Um aluno está inscrito em exatamente um curso e um curso pode ter nele inscritos muitos alunos (inclusive nenhum).

2.3 ATRIBUTO

Para associar informações a ocorrências de entidades ou de relacionamentos usa-se o conceito de *atributo*.

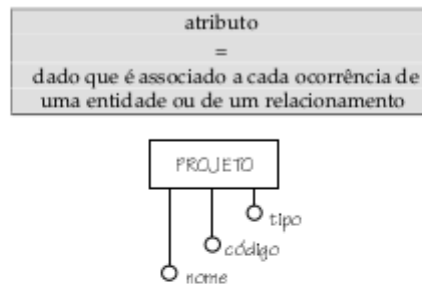


Figura 2.14: Atributos de uma entidade

Atributos são representados graficamente conforme mostra a Figura 2.14. A figura expressa que a cada ocorrência de PROJETO é associado exatamente um nome, um código e um tipo.

Na prática, atributos não são representados graficamente, para não sobrecarregar os diagramas, já que muitas vezes entidades possuem um grande número de atributos. Prefere-se usar uma representação textual que aparece separadamente do diagrama ER. Ao final deste capítulo, é fornecida uma possível sintaxe para uma representação textual dos atributos. No caso de ser usado um software para construção de modelos ER, o próprio software encarrega-se do armazenamento da lista de atributos de cada entidade em um *dicionário de dados*.

Um atributo pode possuir uma cardinalidade, de maneira análoga a uma entidade em um relacionamento. A cardinalidade de um atributo define quantos valores deste atributo podem estar associados a uma ocorrência da entidade/relacionamento a qual ele pertence. A representação diagramática da cardinalidade de atributos é derivada da representação da cardinalidade de entidades em relacionamentos, conforme mostra a Figura 2.15. No caso de a cardinalidade ser (1,1) ela pode ser omitida do diagrama. Assim, o exemplo da Figura 2.15 expressa que nome e código são atributos obrigatórios (cardinalidade mínima "1" – cada entidade possui no mínimo um valor associado) e mono-valorados (cardinalidade máxima "1" – cada entidade possui no máximo um valor associado). Já o atributo telefone, é um atributo opcional (cardinalidade mínima 0) e multi-valorado (cardinalidade máxima n).



Figura 2.15: Cardinalidade de Atributos

Assim como entidades possuem atributos, também relacionamentos podem possuir atributos. A Figura 2.16 mostra um DER no qual um relacionamento, **ATUAÇÃO**, possui um atributo, a função que um engenheiro exerce dentro de um projeto. Esta não pode ser considerada atributo de **ENGENHEIRO**, já que um engenheiro pode atuar em diversos projetos exercendo diferentes funções. Também, não é atributo de **PROJETO**, já que, em um projeto, podem atuar diversos engenheiros com funções diferentes.



Figura 2.16: Atributo de relacionamento n:n

Outro exemplo de atributo em relacionamento, agora em um relacionamento 1:n, é mostrado na Figura 2.17. Este diagrama modela vendas em uma organização comercial. Algumas vendas são à vista, outras à prazo. Vendas à prazo são relacionadas a uma financeira, através do relacionamento **FINANCIAMENTO**. Os atributos **nº de parcelas** e **taxa de juros** são atributos do relacionamento.



Figura 2.17: Atributo de relacionamento 1:n

Estes dois atributos poderiam ter sido incluídos na entidade **VENDA**. Neste caso, seriam atributos opcionais, já que nem toda venda é à prazo e possui estes atributos. Assim, preferiu-se usar o modelo da figura, exatamente para explicitar o fato de os atributos **nº de parcelas** e **taxa de juros** pertencerem somente a vendas à prazo.

2.3.1 Identificando entidades

Cada entidade deve possuir um *identificador*. Um identificador é um conjunto de um ou mais atributos (e possivelmente relacionamentos, como visto abaixo) cujos valores servem para distinguir uma ocorrência da entidade das demais ocorrências da mesma entidade.

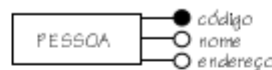


Figura 2.18: Identificador simples

O caso mais simples é o da entidade que possui um único atributo como identificador. No DER, atributos identificadores são representados por um círculo preto. No exemplo da Figura 2.18, o atributo **código** é identificador. Isso significa que cada pessoa possui um código diferente. Já os atributos **nome** e **endereço** não são identificadores – o mesmo nome (ou o mesmo endereço) pode ser associados a diferentes pessoas.

A Figura 2.19 mostra um exemplo no qual o identificador da entidade é composto por diversos atributos. Considera-se um almoxarifado de uma empresa de ferragens organizado como segue. Os produtos ficam armazenados em prateleiras. Estas prateleiras encontram-se em armários organizados em corredores. Os corredores são numerados sequencialmente a partir de um e as prateleiras são numeradas sequencialmente a partir de um dentro de um corredor. Assim, para identificar uma prateleira é necessário conhecer seu número e o número do corredor em que se encontra. Para cada prateleira deseja-se saber sua capacidade em metros cúbicos.



Figura 2.19: Identificador composto

Finalmente, há casos em que o identificador de uma entidade é composto não somente por atributos da própria entidade mas também por relacionamentos dos quais a entidade participa (*relacionamento identificador*). Um exemplo deste caso é mostrado na Figura 2.20. Este diagrama apresenta empregados de uma organização, relacionados com os seus dependentes para fins de imposto de renda. Cada dependente está relacionado a exatamente um empregado. Um dependente é identificado pelo empregado ao qual ele está relacionado e por um número de sequência que distingue os diferentes dependentes de um mesmo empregado. No DER, o relacionamento usado como identificador é indicado por uma linha mais densa, conforme mostra a Figura 2.20.

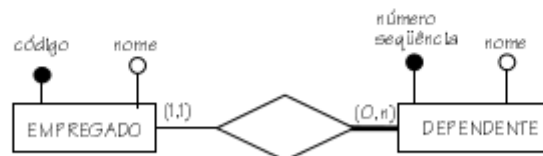


Figura 2.20: Relacionamento identificador

Nesse caso, alguns autores dizem que a entidade **DEPENDENTE** é uma entidade *fraca*. O termo “fraca” deriva-se do fato de a entidade somente existir quando relacionada a outra entidade e de usar como parte de seu identificador, entidades relacionadas. Entretanto, os autores de livros mais recentes preferem não utilizar o conceito, já que as entidades chamadas “fracas” por este critério podem, dependendo da realidade modelada, ser centrais a um modelo. Considere o fragmento de um DER sobre empresas, mostrado na Figura 2.21. No exemplo, é representada a divisão de grupos de empresas em empresas e de empresas em filiais de empresas. Para identificar um grupo de empresas é usado um código. Já uma empresa é identificada pelo grupo ao qual está relacionada e por um número da empresa dentro do grupo. Finalmente, uma filial é identificada pela empresa a qual está vinculada e por um número de filial dentro da empresa. Pela definição acima, tanto **EMPRESA** quanto **FILIAL** são entidades fracas. Entretanto, ao considerarmos que a maior parte das entidades que eventualmente comporiam o restante do modelo estariam ligadas a **EMPRESA** ou **FILIAL** vemos que o conceito de “fraqueza” introduzido acima não se aplica ao caso em questão.

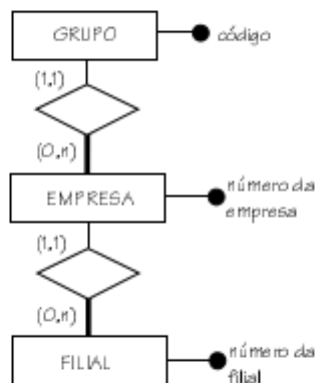


Figura 2.21 : Entidades com relacionamentos identificadores

identificador de entidade
=
conjunto de atributos e relacionamentos cujos valores distinguem uma ocorrência da entidade das demais

O identificador de uma entidade, seja ele simples, composto por diversos atributos, ou composto por identificadores externos, deve obedecer duas propriedades:

- ❑ O identificador deve ser *mínimo*. Isso significa que o identificador de uma entidade deve ser composto de tal forma que, retirando um dos

atributos ou relacionamentos que o compõe, ele deixa de ser identificador. Exemplificando, na entidade **PESSOA** na Figura 2.18, o par **código** e **nome** poderia ser usado para distinguir uma ocorrência de **PESSOA** das demais. Entretanto, estes atributos não formam um identificador mínimo, já que **código** é suficiente para distinguir as ocorrências de **PESSOA**.

- ❑ Cada entidade deve possuir um *único* identificador. Em alguns casos, diferentes conjuntos de atributos podem servir para distinguir as ocorrências da entidade. Exemplificando, a entidade **EMPREGADO** da Figura 2.22 poderia possuir como identificador tanto o atributo **código**, quanto o atributo **CIC** (identificador único do contribuinte junto a Receita Federal). Cabe ao modelador decidir qual dos dois atributos será usado como identificador da entidade. Alguns critérios para esta decisão aparecem mais adiante, no capítulo relativo ao projeto de BD a partir do modelo ER.



Figura 2.22: Identificadores alternativos

2.3.2 Identificando relacionamentos

Em princípio, uma ocorrência de relacionamento diferencia-se das demais do mesmo relacionamento pelas ocorrências de entidades que dela participam. Exemplificando, uma ocorrência de **ALOCAÇÃO** (Figura 2.23) é identificada pela ocorrência de **ENGENHEIRO** e pela ocorrência de **PROJETO** que ela relaciona. Em outros termos, para cada par (engenheiro, projeto) há no máximo um relacionamento de alocação.



Figura 2.23: Relacionamento identificado por suas entidades

Entretanto, há casos nos quais entre as mesmas ocorrências de entidade podem existir diversas ocorrências de relacionamento. Um exemplo é o relacionamento **CONSULTA** entre entidades de **MÉDICO** e de **PACIENTE** (Figura 2.24). Entre um determinado médico e um determinado paciente podem haver diversas consultas. Neste caso, é necessário algo que distinga uma consulta entre um médico e seu paciente das demais consultas entre este médico e seu paciente. A diferenciação dá-se através de *atributos identificadores de relacionamentos*. No caso da Figura 2.24, o atributo identificador do relacionamento é **data/hora**.



Figura 2.24: Identificador de relacionamento

Assim, de forma geral, um relacionamento é identificado pelas entidades dele participantes, bem como pelos atributos identificadores eventualmente existentes.

2.4 GENERALIZAÇÃO/ESPECIALIZAÇÃO

Além de relacionamentos e atributos, propriedades podem ser atribuídas a entidades através do conceito de *generalização/especialização*. Através deste conceito é possível atribuir propriedades particulares a um subconjunto das ocorrências (*especializadas*) de uma entidade *genérica*. O símbolo para representar generalização/especialização é um triângulo isósceles, conforme mostra a Figura 2.25. A generalização/especialização mostrada nesta figura expressa que a entidade **CLIENTE** é dividida em dois subconjuntos, as entidades **PESSOA FÍSICA** e **PESSOA JURÍDICA** cada um com propriedades próprias.

Associada ao conceito de generalização/especialização está a idéia de *herança de propriedades*. Herdar propriedades significa que cada ocorrência da entidade especializada possui, além de suas próprias propriedades (atributos, relacionamentos e generalizações/especializações), também as propriedades da ocorrência da entidade genérica correspondente. Assim, segundo o DER da Figura 2.25, a entidade **PESSOA FÍSICA** possui, além de seus atributos particulares, **CIC** e **sexo**, também todas as propriedades da ocorrência da entidade **CLIENTE** correspondente, ou seja, os atributos **nome** e **código**, o seu identificador (atributo **código**), bem como o relacionamento com a entidade **FILIAL**. Resumindo, o diagrama expressa que toda pessoa física tem como atributos **nome**, **código**, **CIC** e **sexo**, é identificada pelo **código** e está obrigatoriamente relacionada a exatamente uma filial. Da mesma maneira, toda pessoa jurídica tem como atributos **nome**, **código**, **CGC** e **tipo de organização**, é identificada pelo **código** e está obrigatoriamente relacionada a exatamente uma filial.

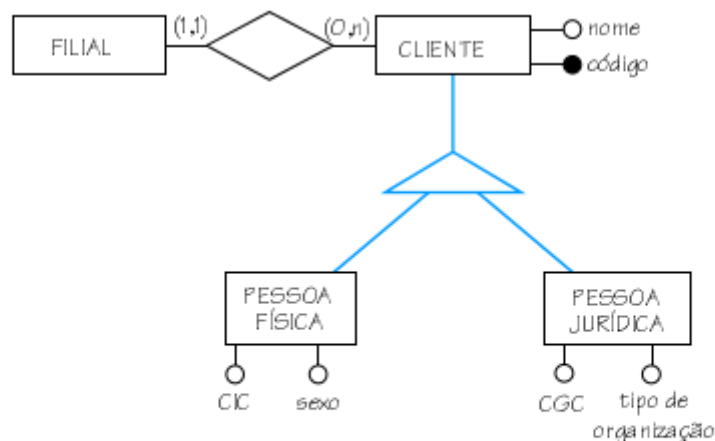
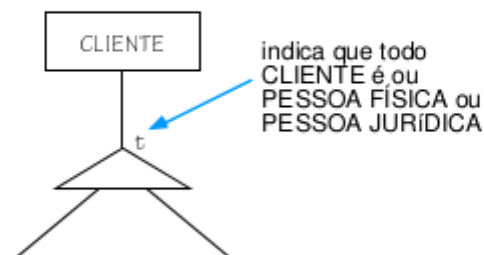


Figura 2.25: Generalização/especialização

A generalização/especialização pode ser classificada em dois tipos, *total* ou *parcial*, de acordo com a obrigatoriedade ou não de a uma ocorrência da entidade genérica corresponder uma ocorrência da entidade especializada.

Em uma generalização/especialização *total* para cada ocorrência da entidade genérica existe sempre uma ocorrência em uma das entidades especializadas. Esse é o caso do exemplo da Figura 2.25, no qual a toda ocorrência da entidade **CLIENTE** corresponde uma ocorrência em uma das duas especializações. Esse tipo de generalização/especialização é simbolizado por um "t" conforme mostrado na Figura 2.26.



Em uma generalização/especialização *parcial*, nem toda ocorrência da entidade genérica possui uma ocorrência correspondente em uma entidade especializada. Esse é o caso do exemplo da Figura 2.27, no qual nem toda entidade **FUNCIONÁRIO** possui uma entidade correspondente em uma das duas especializações (nem todo o funcionário é motorista ou secretária). Esse tipo de generalização/especialização é simbolizado por um "p" conforme mostrado na figura. Usualmente, quando há uma especialização parcial, na

entidade genérica (no caso do exemplo, em **FUNCIONÁRIO**) aparece um atributo que identifica o tipo de ocorrência da entidade genérica (no caso do exemplo, trata-se do atributo **tipo de funcionário**). Este atributo não é necessário no caso de especializações totais, já que a presença da ocorrência correspondente a entidade genérica em uma de suas especializações é suficiente para identificar o tipo da entidade.

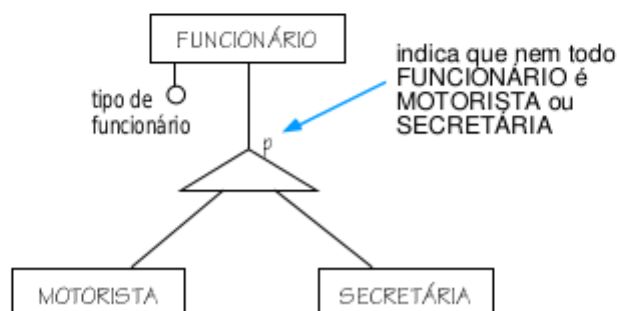


Figura 2.27: Generalização/especialização parcial

Uma entidade pode ser especializada em qualquer número de entidades, inclusive em uma única. Exemplificando, se no exemplo da Figura 2.27, apenas os motoristas possuísem propriedades particulares, haveria apenas uma entidade especializada, a de motoristas.

Além disso, não há limite no número de níveis hierárquicos da generalização/especialização. Uma entidade especializada em uma generalização/especialização, pode, por sua vez, ser entidade genérica em uma outra generalização/especialização. É admissível, inclusive, que uma mesma entidade seja especialização de diversas entidades genéricas (a chamada *herança múltipla*). A Figura 2.28 apresenta um DER em que aparecem múltiplos níveis de generalização/especialização, bem como o conceito de herança múltipla. Exemplificando, uma entidade **BARCO** é uma especialização de um **VEÍCULO AQUÁTICO**, que por sua vez é uma especialização de **VEÍCULO**. Assim um barco tem, além de suas propriedades específicas, também as propriedades de um veículo aquático, bem como as propriedades de um veículo em geral. O exemplo de herança múltipla aparece na entidade **VEÍCULO ANFÍBIO**. Um veículo anfíbio, possui, além de suas propriedades específicas, tanto as propriedades de um veículo aquático, quanto as propriedades de um veículo terrestre, já que é especialização destas duas últimas entidades.

A generalização/especialização como tratada neste livro é *exclusiva*. Generalização/especialização exclusiva significa que uma ocorrência de entidade genérica aparece, para cada hierarquia generalização/especialização, no máximo uma vez, nas folhas da árvore de generalização/especialização. Exemplificando, na Figura 2.28, um veículo é automóvel ou veículo anfíbio ou barco e somente um destes.

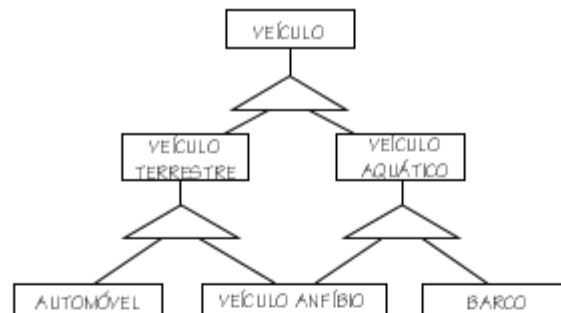


Figura 2.28: Generalização/especialização em múltiplos níveis e com herança múltipla

Há autores que permitem também especializações não exclusivas. Um exemplo é mostrado na Figura 2.29. Neste diagrama, considera-se o conjunto de pessoas vinculadas a uma universidade. Neste caso, a especialização não é exclusiva, já que a mesma pessoa pode aparecer em múltiplas especializações. Uma pessoa pode ser professor de um curso e ser aluno em outro curso, ou ser aluno de pós-graduação. Por outro lado, uma pessoa pode acumular o cargo de professor em tempo parcial com o cargo de funcionário, ou, até mesmo, ser professor de tempo parcial em dois departamentos diferentes, sendo portanto duas vezes professor. O principal problema que este tipo de generalização/especialização apresenta é que neste caso as entidades especializadas não podem herdar o identificador da entidade genérica. No caso, o identificador de pessoa não seria suficiente para identificar professores, já que uma pessoa pode ser múltiplas vezes professor.

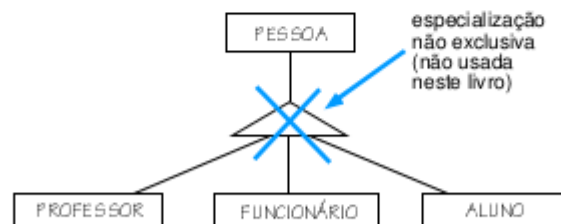


Figura 2.29: Generalização/especialização não exclusiva

Em casos como o mostrado, usa-se o conceito de relacionamento, ao invés do conceito de generalização/especialização. O modelo deveria conter três relacionamentos, associando a entidade **PESSOA** com as entidades correspondentes a cada um dos papéis de **PESSOA** (**PROFESSOR**, **FUNCIONÁRIO** e **ALUNO**).