

Apostila DER – Prof. Dr. Gerson Pastre de Oliveira

Introdução

O *diagrama de entidades-relacionamentos* (DER ou E-R) é uma notação gráfica extremamente útil, largamente usada para a modelagem de dados. Trata-se, segundo Yourdon (1994) de “um modelo em rede que descreve a diagramação dos dados armazenados em alto nível de abstração” (p. 290). Assim,

o modelo de entidade-relacionamento é baseado na percepção do mundo real que consiste em um conjunto de objetos básicos chamados *entidades* e nos *relacionamentos* entre esses objetos. Ele foi desenvolvido para facilitar o projeto de banco de dados permitindo a especificação de um *esquema de empresa*. Tal esquema representa a estrutura lógica geral do banco de dados (KORTH; SILBERSCHATZ, 1995, p. 25)

Grande parte das vezes, pode ser muito importante examinar as estruturas de dados de um sistema e seus relacionamentos de forma independente, em relação à maneira como isso acontecerá (funções). Esta atitude possibilita respostas mais objetivas e abalizadas para perguntas dos usuários, como “de que dados precisamos para nossos negócios?”, “como esses dados se relacionam com outros dados?”, “a quem pertencem os dados?” e “quem está autorizado a ter acesso a esses dados?” (Yordoun, 1994, p.290). Para o analista de sistemas, um grande benefício do DER pode consistir justamente no fato de o mesmo realçar os relacionamentos entre depósitos de dados.

Entidades e conjuntos de entidades

Segundo Korth e Silberschatz (1995, p.25), “uma *entidade* é um objeto que existe e é distinguível dos outros objetos”. Para mencionar um exemplo, a aluna Giovanna Luiza, com o número de matrícula 456894, é uma entidade, já que se encontra unicamente identificada neste universo particular. Segundo os mesmos autores, “uma entidade pode ser concreta, como uma pessoa ou um livro, ou pode

ser abstrata, como um feriado ou um conceito” (p. 25). Yourdon (1994) utiliza os termos *exemplares* e *instâncias* para designar entidades. Segundo este autor, as características dos exemplares seriam as seguintes:

- *Cada um deles só pode ser identificado de uma única forma*, de maneira a diferenciá-los (um aluno é diferente do outro, e tal distinção pode ser possível através do número de matrícula, por exemplo, ou do CPF);
- *Cada um exerce um papel no sistema em construção*, ou seja, o sistema não deve poder funcionar sem acesso aos membros deste tipo de objeto;
- *Cada um pode ser descrito por um ou mais elementos de dados*, o que significa que um *aluno* pode ser descrito, por exemplo, pelo nome, endereço, telefone, entre outros. É importante observar que cada instância deve possuir os atributos mencionados.

Uma coleção de entidades do mesmo tipo recebe o nome de *conjunto de entidades* (segundo Korth e Silberschatz) ou *tipo de objeto* (segundo Yourdon). Por exemplo, o conjunto de todos os alunos de uma faculdade pode ser definido como o conjunto de entidades denominado *aluno*. Componentes do DER deste tipo são representados por um retângulo.



Figura 1 – Um conjunto de entidades

Via de regra, um conjunto de entidades é a representação de algo do mundo real, assim como clientes, itens de pedidos de compra, funcionários, materiais ou peças fabricadas. Pode ser, também, algo imaterial, como escalas, planos, padrões, estratégias, entre outros.

Pessoas são, muitas vezes, conjuntos de entidades em um sistema, e pode acontecer que vários tipos diferentes de entidades sejam representados por pessoas em modelos de dados diferentes ou até no mesmo modelo. Assim, Giovanna Luiza pode ser *funcionária* em um modelo de dados e *aluna* em outro, ou as duas coisas num mesmo modelo (YOURDON, 1994). Sobre este mesmo assunto, pode-se dizer que

Conjunto de entidades não precisam ser disjuntos. Por exemplo, é possível definir o conjunto de entidades de todos os funcionários de um banco (*funcionário*) e o conjunto de entidades de todos os clientes de um banco (*clientes*). Uma entidade *pessoa* pode ser uma entidade *funcionário*, uma entidade *cliente*, ambas ou nenhuma delas (KORTH; SILBERSCHATZ, 1995, p.26)

Resumindo:

- Cliente: conjunto de entidades;
- Maria da Silva: entidade.

Atributos

Uma entidade qualquer é representada por um conjunto de atributos, sendo que, para cada um deles, existe uma série de valores permitidos. Costuma-se chamar a série de valores válidos de um atributo de *domínio*. Por exemplo, o atributo *peso* do conjunto de entidades *paciente* pode ter um domínio constituído pelo conjunto dos números reais positivos de 0,5 até 300. Então, segundo Korth e Silberschatz (1995, p.26), “um atributo é uma função que mapeia um conjunto de entidades em um domínio”. Os atributos são geralmente representados por elipses, como pode ser visto na Figura 2.

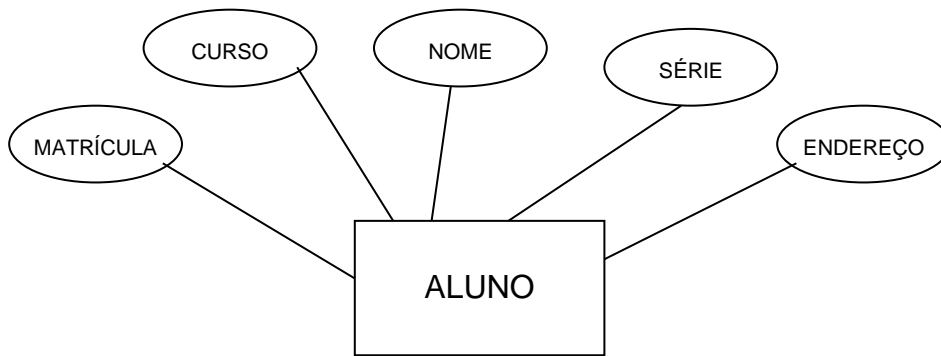


Figura 2 – Representação dos atributos de um conjunto de entidades

Relacionamentos e conjuntos de relacionamentos

Um *relacionamento* representa uma associação entre duas ou mais entidades. Os relacionamentos também podem ser vistos como conexões entre entidades. Um *conjunto de relacionamentos* consiste em uma coleção de relacionamentos do mesmo tipo, podendo associar um, dois ou mais conjuntos de entidades. Entretanto, a maioria dos relacionamentos do mundo real é binária. Na prática, então, utilizamos, nos diagramas de entidades-relacionamentos, o conceito de conjunto de relacionamentos.

Um conjunto de relacionamentos pode ter atributos (mas nem sempre isso acontece), representados da mesma maneira como feitos com os conjuntos de entidades. Um conjunto de relacionamentos é representado por um losango, conforme exposto na Figura 3.

Yourdon (1994, p.294) comenta que “um relacionamento pode ligar duas ou mais instâncias do mesmo objeto”. Ou seja: cada instância do relacionamento pode representar uma associação entre nenhuma ou mais ocorrências de um objeto e nenhuma ou mais ocorrências de outro. A Figura 4 e o posterior exemplo tornarão este conceito mais claro.

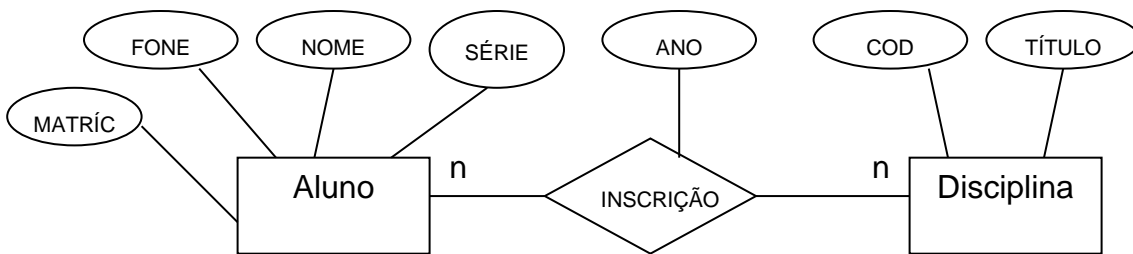


Figura 3 – Um conjunto de relacionamentos (INSCRIÇÃO)

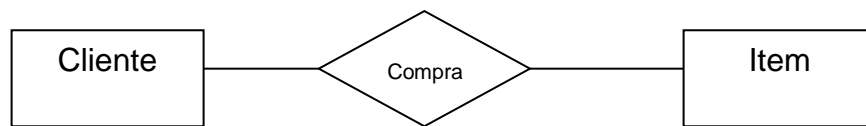


Figura 4 – Um conjunto de relacionamentos (Yourdon, 1994, p.294)

Considerando, então, a Figura 4, segundo Yourdon (1994, p.294), hipoteticamente:

- Instância 1: cliente 1 compra item 1;
- Instância 2: cliente 2 compra itens 2 e 3;
- Instância 3: cliente 3 compra item 4;
- Instância 4: cliente 4 compra itens 5, 6 e 7;
- Instância 5: cliente 5 não compra itens;
- Instância 6: clientes 6 e 7 compram item 8;
- Instância 7: clientes 8, 9 e 10 compram itens 9, 10 e 11;
- etc.

Pode haver, em algumas circunstâncias, mais de um relacionamento entre dois conjuntos de entidades. Isto ocorre quando as relações entre os conjuntos de entidades se expressam de mais de uma forma, como no exemplo da Figura 5.

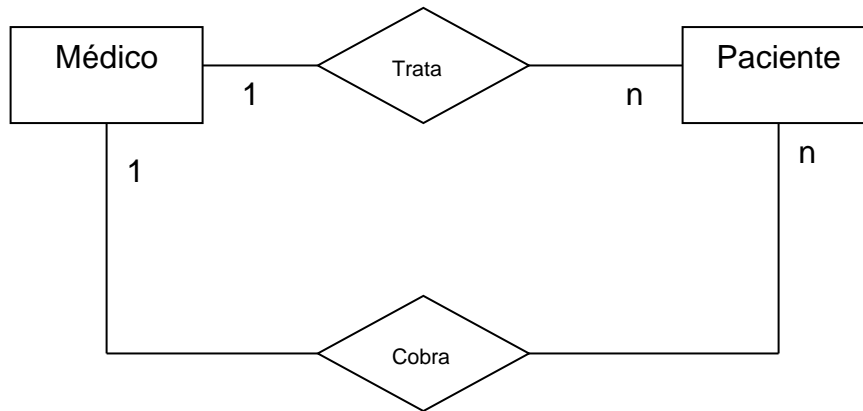


Figura 5 – Múltiplos relacionamentos entre conjuntos de entidades (Yourdon, 1994, p. 295)

Tipos de relacionamento

Os tipos de relacionamento diferem de acordo com o número de conjunto de entidades envolvido, como pode ser observado a seguir:

- a) Unário: relaciona entidades de um mesmo conjunto;

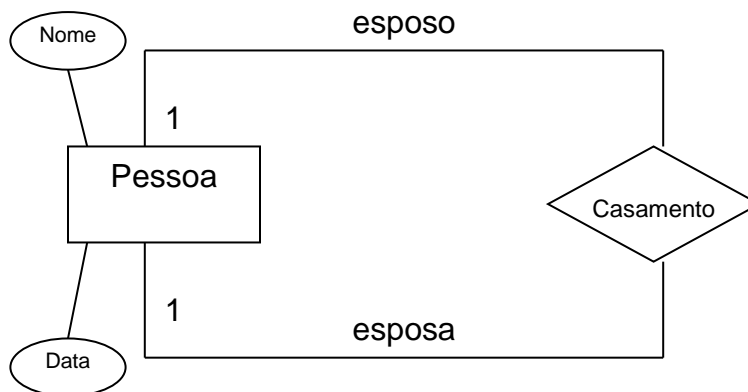


Figura 6 – Relacionamento Unário

- b) Binário: associa entidades de dois conjuntos distintos (exemplos nas Figuras 3 e 4);

- c) Múltiplo: associa entidades de 3 ou mais conjuntos de entidades distintos.

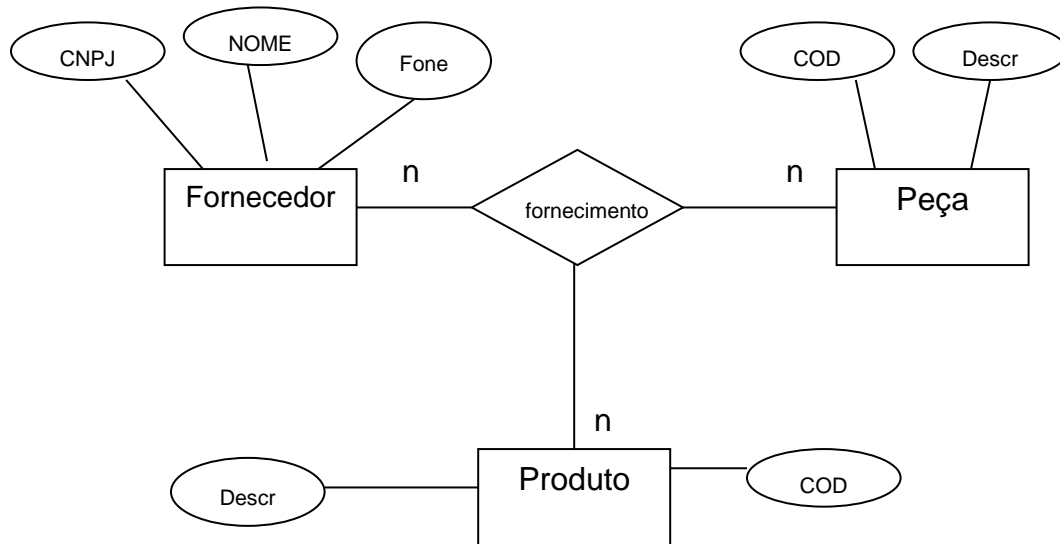


Figura 7 – Relacionamento Múltiplo

Cardinalidades de mapeamento

Uma importante restrição de um esquema E-R são as *cardinalidades do mapeamento*, que “expressam o número de entidades às quais outra entidade pode estar associada via um conjunto de relacionamentos” (KORTH; SILBERSCHATZ, 1995, p.30). Aqui, a maior utilidade está ligada aos relacionamentos binários, apesar de poder auxiliar na descrição de relacionamentos múltiplos. Na descrição de Korth e Silberschatz (1995, p.31), considerando os conjuntos de entidades *A* e *B*, a cardinalidade do mapeamento pode assumir uma das seguintes formas:

- Um-para-um: Uma entidade de *A* está associada no máximo a uma entidade de *B*, e uma entidade de *B* está associada no máximo a uma entidade de *A* (Figura 6);

- Um-para-muitos: Uma entidade de *A* está associada a qualquer número de entidades de *B*. Uma entidade de *B*, entretanto, pode estar associada no máximo a uma entidade de *A* (Figura 5);
- Muitos-para-um: Uma entidade de *A* está associada no máximo a uma entidade de *B*. Uma entidade de *B*, entretanto, pode estar associada a qualquer número de entidades de *A* (Figura 8);
- Muitos-para-muitos: Uma entidade de *A* está associada a qualquer número de entidade de *B*, e uma entidade de *B* está associada a qualquer número de entidades de *A* (Figura 3).

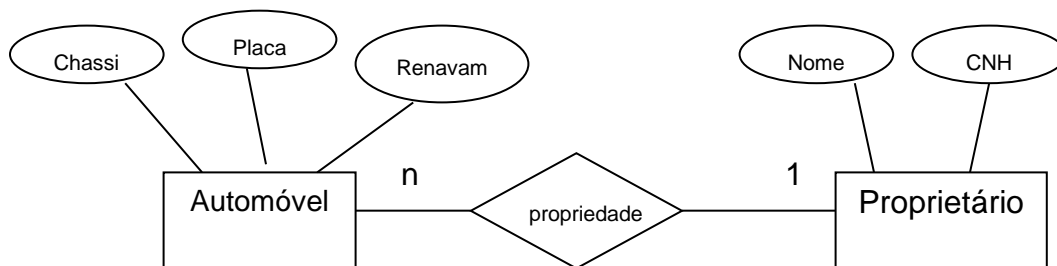


Figura 8 – Relacionamento binário com cardinalidade muitos-para-um

Chaves

Deve existir, evidentemente, alguma maneira de identificar entidades e relacionamentos específicos em seus respectivos conjuntos. Esta diferenciação ocorre de acordo com os atributos de cada entidade e/ou relacionamento, em relação ao seu conjunto.

Os atributos de um conjunto de entidades que, juntos, identificam uma entidade unicamente naquele mesmo conjunto formam uma *superchave*. Uma superchave poder ser constituída de um único atributo, desde que ele seja suficiente para uma identificação única no conjunto. O meio principal, escolhido pelo analista e/ou projetista para identificação de entidades recebe o nome de *chave primária*.

Conjuntos de relacionamentos não possuem chave primária formada apenas por atributos próprios, embora um ou mais de seus atributos possam contribuir para a formação da chave primária.

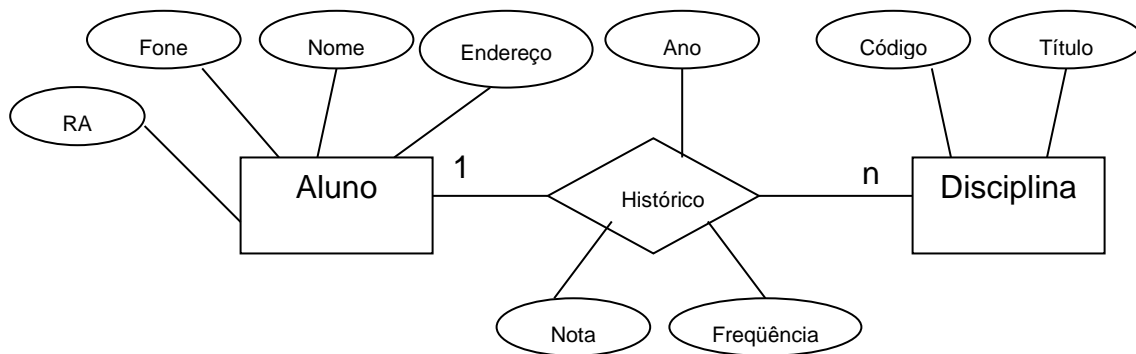


Figura 9 – Relacionamento binário um-para-muitos

Considerando a Figura 9:

- Pode-se considerar *chaves candidatas* do conjunto de entidades *Aluno* o atributo **RA** e o conjunto de atributos **NOME+FONE** (dificilmente, pessoas homônimas terão o mesmo telefone). Por uma questão de coerência, a chave primária deste conjunto será o **RA**;
- O conjunto de entidades *Disciplina* terá, obviamente, como chave primária, o atributo **CÓDIGO**. **TÍTULO** não poderia ser chave primária, já que disciplinas com uma mesma denominação podem ser diferentes (exemplo: informática aplicada);
- O conjunto de relacionamentos *Histórico*, que diz respeito aos *Alunos* que cursam *Disciplinas*, terá como chave primária **RA** (chave primária de *Aluno*) + **CÓDIGO** (chave primária de *Disciplina*) + o atributo próprio **ANO** (considerando que podem existir dependências).

Resumindo:

- a) Chave primária: conjunto mínimo de atributos (um ou mais) que identificam unicamente uma entidade no conjunto de entidades;
- b) Chave primária de relacionamentos: são formadas pelos atributos que são as chaves primárias das entidades associados pelo relacionamento e, possivelmente, por mais algum atributo próprio.

Entidades fortes e fracas

Toda entidade que possui atributos suficientes para a formação de uma chave primária recebe o nome de *entidade forte*. De modo contrário, existem entidades que não reúnem atributos suficientes para a criação de uma chave primária. Tais entidades recebem a denominação de *entidade fraca*. As entidades fracas são indicadas por retângulos com traços duplos em um DER.

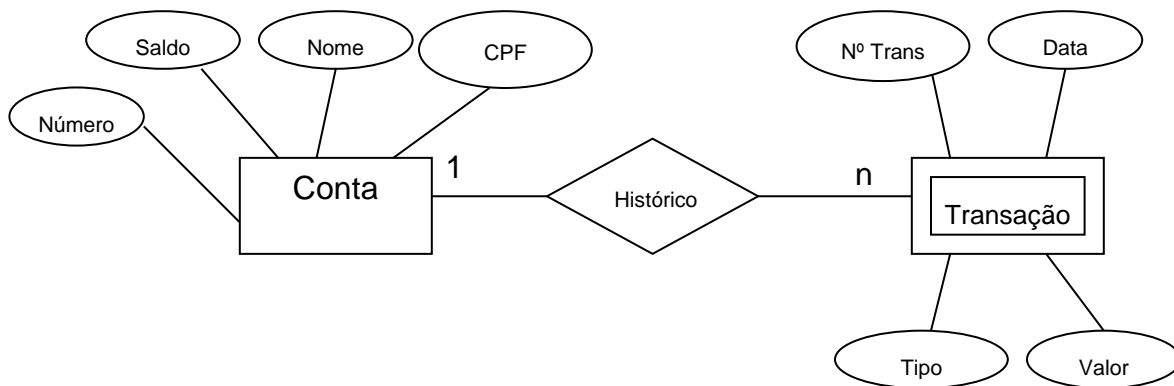


Figura 10 – Relacionamento binário um-para-muitos com entidade fraca

Deste modo, a distinção das entidades fracas admitirá um *discriminador*, que será único quando associado à entidade forte. Portanto, a chave primária da entidade fraca será formada pela chave primária da entidade forte + um discriminador (para

a entidade fraca *Transação*, existente na Figura 10, a chave primária será NÚMERO DA CONTA + NÚMERO DA TRANSAÇÃO).

Dependência Existencial

As entidades fracas dependem existencialmente das entidades fortes às quais estão associadas, isto é, se uma entidade forte for removida, as entidades fracas a ela associadas devem sê-lo igualmente. Exemplo: não faz sentido manter as transações bancárias de uma conta inexistente (Figura 10).

Agregação

O fato de não ser possível expressar relacionamentos entre relacionamentos constitui uma limitação do modelo E-R. Entretanto, existem ocasiões em que tal conceito é necessário, ou seja, no mundo real, existem diversas circunstâncias onde surgem relacionamentos entre relacionamentos. Como exemplo, Korth e Silberschatz (1995, p.47-49) propõem o seguinte caso: “(...)considere um banco de dados descrevendo informações sobre funcionários que trabalham em um determinado projeto e utilizam uma série de diferentes máquinas em seus trabalhos”. O modelo básico de E-R resultaria no diagrama expresso na Figura 11. Sobre este resultado, afirmam os autores que “talvez pareça que os conjuntos de relacionamentos *trabalho* e *usa* possam ser combinados em um único conjunto de relacionamentos. Todavia, eles não devem ser combinados, pois, caso isso ocorra, a estrutura lógica deste esquema seria obscurecida”.

Na verdade, ocorre que o conjunto de relacionamentos *usa* necessita empregar informações que já se encontram disponíveis no conjunto de relacionamentos *trabalho*. O que se pode inferir, neste caso, é que o *trabalho usa* a maquinaria. Evidentemente, então, o exemplo mostrado na Figura 11 ilustra um erro.

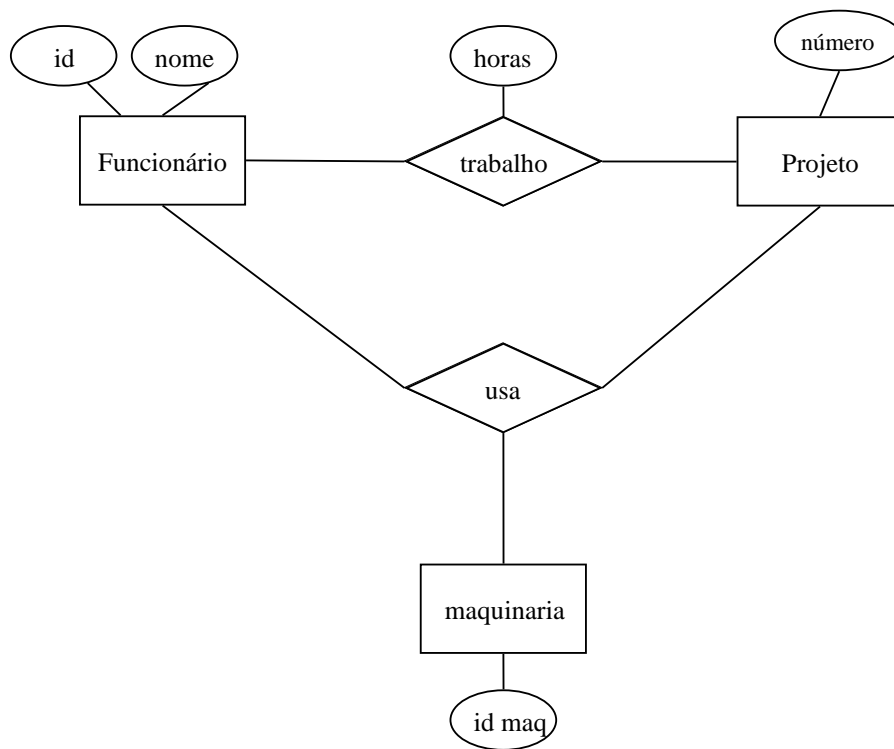


Figura 11 – Diagrama de E-R com relacionamentos redundantes (Korth e Silberschatz, 1995, p.48)

A solução, aqui, consiste no uso do conceito de *agregação*, que nada mais é do que “uma abstração, por meio da qual relacionamentos são tratados como entidades de nível superior” (KORTH; SILBERSCHATZ, 1995, p.48). A idéia consiste em tratar, de maneira conjunta, os conjuntos de entidades *funcionário* e *projeto* e o conjunto de relacionamentos *trabalho*, formando um conjunto de entidades de nível superior que assume o nome do conjunto de relacionamentos envolvido, ou seja, *trabalho*. Com a agregação, é construído um conjunto de relacionamentos ternário (ou múltiplo). Este conceito se encontra demonstrado na Figura 12.

As chaves primárias seriam facilmente identificáveis, também:

- *Funcionário*: id;

- *Projeto*: número;
- *Trabalho*: id+número;
- *Maquinaria*: id maq;
- *Usa*: id+número+id maq.

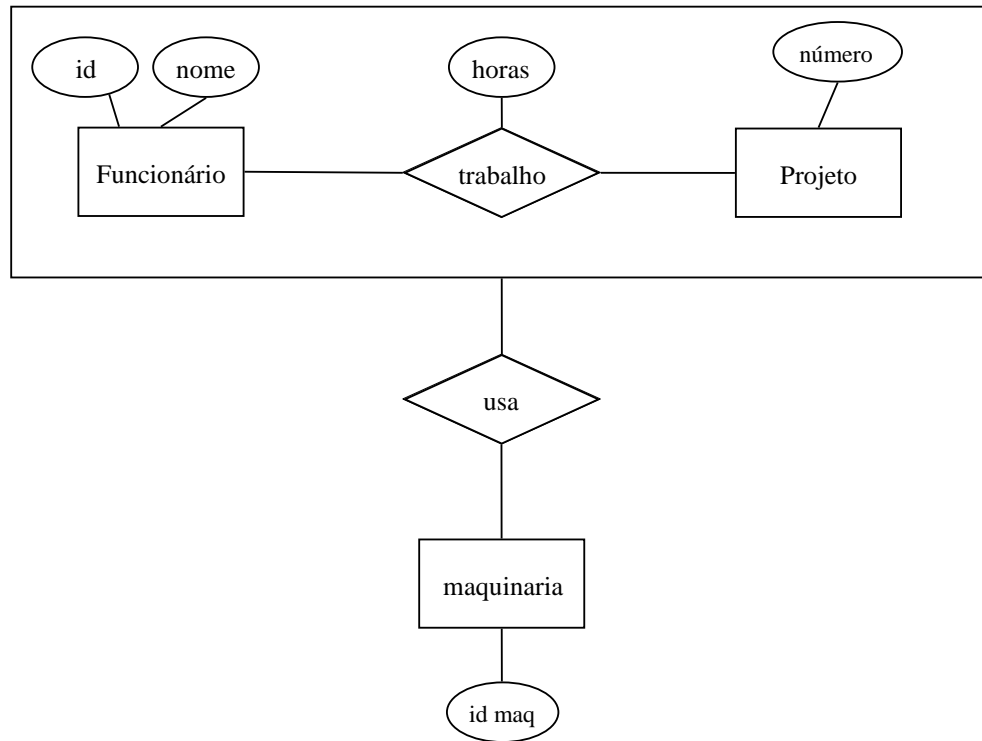


Figura 12 – Diagrama de E-R com agregação (Korth e Silberschatz, 1995, p.49)

Generalização

Utiliza-se a generalização quando se deseja destacar as semelhanças entre tipos de entidades de nível superior e esconder suas diferenças. Através da *herança de atributos* ocorre a distinção entre as entidades envolvidas. Os atributos de conjuntos de entidades de nível superior são, destarte, herdados por conjuntos de

entidades de nível inferior (o contrário não ocorre). Um exemplo, como o definido por Korth e Silberschatz (1995), completa o conceito:

Considere o conjunto de entidades *conta* com os atributos *número-conta* e *saldo*. Estenderemos nossos exemplos anteriores classificando cada conta como sendo um dos seguintes:

- *conta-poupança*;
- *conta-corrente*.

Cada uma delas é descrita por um conjunto de atributos que inclui todos os atributos do conjunto de entidades *conta*, mais atributos adicionais. Por exemplo, as entidades *conta-poupança* são descritas ainda pelo atributo *taxa-juros*, enquanto as entidades *conta-corrente* são ainda descritas por *quantia-saquedescoberto*. Existem semelhanças entre o conjunto de entidades *conta-corrente* e o conjunto de entidades *conta-poupança*, pois eles possuem diversos atributos em comum. Esta semelhança pode ser explicada pela *generalização*, que é um relacionamento de conteúdo existente entre um conjunto de entidades de *nível superior* e um ou mais conjuntos de entidades de *nível inferior*. No exemplo anterior, *conta* é o conjunto de entidades de nível superior e *conta-poupança* e *conta-corrente* são conjuntos de entidades de nível inferior. Em termos de um diagrama E-R, a generalização é representada por um triângulo rotulado “É UMA”(...). Este rótulo representa, por exemplo, que uma conta-poupança “é uma” conta (KORTH; SILBERSCHATZ, 1995, p. 45-46)

Resumindo, no caso do exemplo supramencionado:

- Os atributos do conjunto de entidades *conta* são *número-conta* e *saldo*. *Conta* é o conjunto de entidades de *nível superior*;
- Os atributos do conjunto de entidades *conta-poupança* são *número-conta*, *saldo* e *taxa-juros*; para o conjunto de entidades *conta-corrente*, os atributos são *número-conta*, *saldo* e *quantia-saquedescoberto*. Os conjuntos de entidades *conta-corrente* e *conta-poupança* são de *nível inferior*.

Quanto a chave primária, deve-se notar que, neste caso, será a mesma para os três conjuntos de entidades envolvidos no exemplo. Convém notar que, via de

regra, a construção representada pela Figura 13 formará três tabelas, sendo que *número-conta* seria a chave primária de todas. Assim:

- *Conta*: *número-conta* e *saldo*;
- *Conta-poupança*: *número-conta* e *taxa-juros*;
- *Conta-corrente*: *número-conta* e *quantia-saquedescoberto*.

Outra opção é formar apenas duas tabelas, *conta-poupança* e *conta-corrente*, incluindo os atributos *saldo* nas duas e mantendo-se os demais.

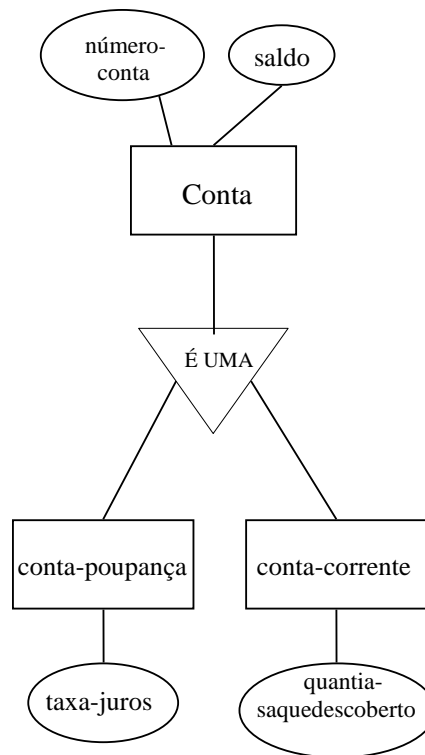


Figura 13 – Generalização (Korth e Silberschatz, 1995, p.46)

Referências bibliográficas:

KORTH, Henry F., SILBERSCHATZ, Abraham. *Sistema de Banco de Dados*. São Paulo : Makron Books, 1995.

YOURDON, Edward. *Análise Estruturada Moderna*. Rio de Janeiro : Campus, 1994.