

O Modelo Entidade-Relacionamento (MER)

Professora: Heloise Manica

Fases de Projeto

- Caracterizar as **necessidade** de dados dos usuários do BD
 - Projetista deve **interagir extensivamente** com **especialistas** do domínio e **usuários**
- Escolher um modelo de dados e traduzir as necessidades para um esquema **conceitual**
 - No modelo relacional, esta fase produz um diagrama chamado entidade-relacionamento
- Implementar o BD num SGBD (projeto **lógico**)
- Projeto **Físico**

Modelagem Conceitual

- **Modelo Conceitual:** é uma descrição do banco de dados de forma independente de implementação em um SGBD.
- O modelo conceitual registra que dados podem aparecer no banco de dados, mas não registra como estes dados estão armazenados a nível de SGBD.
- A **1ª etapa do projeto** de um banco de dados é a construção de um modelo conceitual, a chamada modelagem conceitual.
- **Objetivo:** obter uma **descrição abstrata**, independente da implementação em computador dos dados que serão armazenados no banco de dados.
- ⇒ A técnica mais difundida de modelagem conceitual é a abordagem entidade/relacionamento (ER).
- Nesta técnica, um modelo conceitual é usualmente representado através de um **diagrama entidade-relacionamento (DER)**.

Modelo Entidade-Relacionamento

- Baseado na percepção do mundo real, que consiste em um conjunto de objetos básicos chamados de entidades e nos relacionamentos entre estes objetos.
- Abordagem criada em 1976 por Peter Chen.
- O projetista de banco de dados primeiro identifica as **entidades** e **relacionamentos** que são de interesse para a empresa usando a técnica diagramática Entidade-Relacionamento.
- Neste estágio, o projetista deve examinar os dados do ponto de vista da **empresa como um todo** (não a visão de um programador de aplicação específico).

Modelo Entidade-Relacionamento

- Modelo ER é representado **graficamente** pelo **diagrama entidade-relacionamento (DER)**
- Conceitos
 - Entidade
 - Relacionamento
 - Atributo
 - Generalização/especialização
 - Entidade associativa

Entidades e Conjuntos de Entidades

- Uma **entidade** é um objeto que existe e é distinguível dos outros objetos.
 - **Exemplo:** um aluno de uma escola com um número de matrícula é uma entidade. Uma conta bancária é uma entidade.
- Entidades podem ser **tangíveis**, como uma pessoa, ou **intangíveis**, como um dia do calendário, uma transação bancária.
- **Conjuntos de entidades** são agrupamentos de entidades de um mesmo tipo, que compartilham as mesmas propriedades.
 - **Exemplo:** conjunto de todas as pessoas, contas bancárias, 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

Um **conjunto de entidades** é representado em diagrama ER através de um retângulo:

PESSOA	representa um conjunto de entidades pessoa
DEPARTAMENTO	representa um conjunto de entidades departamento

⇒ Informações sobre entidades, tais como o nome de uma pessoa, não são consideradas entidades, mas sim, **atributos de entidades**.

⇒ A **terminologia** pode variar de um autor para outro:

Conjunto de Entidade	⇔	Entidade
Entidade	⇔	Ocorrência de Entidade

TERMINOLOGIA

conjunto	elemento do conjunto
entidade	instância
conjunto de entidades	entidade
classe	instância

Heuser (2004)

Silberschatz (2006)

Exercício Identificar entidades

Deseja-se construir um banco de dados para um sistema de vendas. Em cada venda são vendidos vários produtos e um determinado produto pode aparecer em diferentes vendas. Cada venda é efetuada por um vendedor para um determinado cliente. Um produto está armazenado em uma prateleira.

Venda, Produto, Vendedor, Cliente, Prateleira

Relacionamento

- Um relacionamento é uma **associação** entre várias entidades
- É representado por **linhas** ligadas aos retângulos representativos das entidades que participam do relacionamento.
- Um relacionamento também é frequentemente chamado de **associação**.
- Exemplo (relacionamento LOTAÇÃO)**

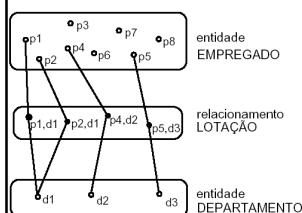


- ocorrência** = par específico formado por uma ocorrência de PESSOA e uma ocorrência de DEPARTAMENTO

Relacionamento



Diagrama de ocorrências

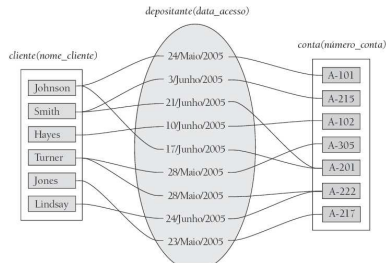


Um **conjunto de relacionamento** é uma relação matemática entre $n \geq 2$ entidades, cada uma tomada de conjuntos de entidades

$$\{(e_1, e_2, \dots, e_n) \mid e_1 \in E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n\} \text{ onde } (e_1, e_2, \dots, e_n) \text{ é um relacionamento}$$

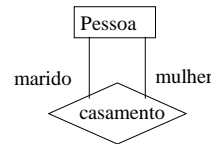
Conjunto de Relacionamento

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



Relacionamento

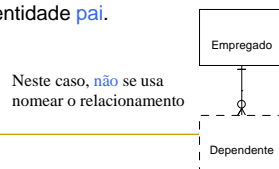
- Um relacionamento pode associar **mesmas** entidades.
- Exemplo de auto-relacionamento:



- Neste caso temos um conceito adicional, o de **papel da entidade** no relacionamento.
- Apesar de envolver mesma entidade, é considerado um relacionamento **binário**
 - Uma ocorrência de pessoa exerce o **papel** de marido
 - Uma ocorrência de pessoa exerce o **papel** de esposa

Entidade Fraca

- Pode ser interessante para uma empresa saber quantos e quais são os dependentes de cada um de seus empregados.
- Neste caso, **dependente** é uma entidade que só pode existir **se houver** um empregado do qual esta dependa.
- Quando uma determinada entidade não associativa **só existe se uma outra existir**, dizemos que esta é uma **entidade fraca**, ou entidade **filha**, enquanto que a entidade principal é chamada de entidade **pai**.



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*)

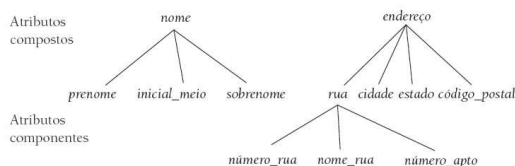
empréstimo = (*número_empréstimo*, *conta*)

- Domínio** – conjunto de valores permitidos para cada atributo

Atributos

- Tipos de atributo:**

- Atributos **simples** e **compostos**



Atributos

- Tipos de atributo:**

- Atributos de **valor único** e de **valores múltiplos**

- Exemplo de atributo com valores múltiplos:
 - empregado pode ter um atributo (nome-dependentes) multivalorado;
 - cliente pode ter os atributos (telefone e endereço) multivalorado.

- O atributo multivalorado pode ter um **limite superior** ou/e **inferior** para o número de ocorrências em um atributo **multivalorado**.

Atributos

- **Tipos de atributo:**
 - **Nulos:** um **valor nulo** é usado quando uma entidade não possui valor para determinado atributo.
 - Exemplo:
 - Se o empregado **não possui** número da carteira de reservista, o valor nulo é atribuído a este atributo significando que o atributo **não é aplicável** a ele.
 - Valores **desconhecidos** podem ser representados por valores nulos significando, neste caso, a **omissão** da informação.

Atributos

- **Tipos de atributo:**
 - Atributos **derivados** - podem ser calculados a partir de outros atributos
 - ▶ Exemplos:
 - ▶ O atributo Idade (derivado) é calculado a partir do atributo Data_nascimento (armazenado);
 - ▶ O valor do tempo de casa de um funcionário pode ser calculado a partir da sua data de contratação.

Exemplo de entidades e atributos

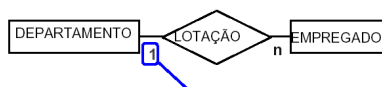
- Mundo real: um banco (simplificado)
- **Entidades:**
 - (cliente, agência, conta, empréstimo)
- **Esquemas:**
 - **Cliente** = (nome_cliente: string; seguro-social: string; rua_cliente: string; cidade_cliente: string).
 - **Conta** = (número_conta: integer; saldo: real).
 - **Empréstimo** = (número_empréstimo: integer; total: real).
 - **Agência** = (nome_agência: string; cidade_agência: string; fundos: real).

Chaves

- Uma **superchave** é um conjunto de um ou mais atributos que, tomados coletivamente, permitem identificar unicamente uma entidade no conjunto de entidades.
- Uma **chave candidata** de um conjunto de entidades é uma superchave mínima
 - **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 é **selecionada** pelo projetista do BD para ser a **chave primária**.

Cardinalidade de relacionamentos

- Expressam o número de entidades ao qual outra entidade pode ser associada através de um conjunto de relacionamento.
- Esta propriedade é chamada de **cardinalidade** de uma entidade em um relacionamento.
- Podemos definir cardinalidade como **mínima** e **máxima**.

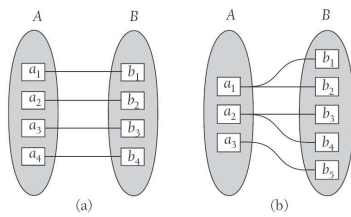


expressa que a uma ocorrência de EMPREGADO (entidade do lado oposto da anotação) pode estar associada ao máximo uma ("1") ocorrência de DEPARTAMENTO

Cardinalidade de relacionamentos

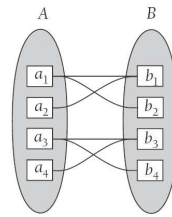
- Os relacionamentos entre mais de dois conjuntos de entidades são **raros**. A maioria dos relacionamentos é **binário**.
- Para um conjunto de relacionamento binário, a cardinalidade de mapeamento precisa ser de um dos seguintes tipos:
 - Um-para-um
 - Um-para-muitos
 - Muitos-para-muitos

Cardinalidade de relacionamentos



- (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.

Cardinalidade de relacionamentos



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

Associações de “Um para Um”

- Uma associação de “um para um” ocorre quando duas entidades A e B estão relacionadas da seguinte maneira:
- Cada ocorrência da entidade A está relacionada a, **no máximo**, uma ocorrência da entidade B e cada ocorrência da entidade B está relacionada a, **no máximo**, uma ocorrência da entidade A
- Exemplo:

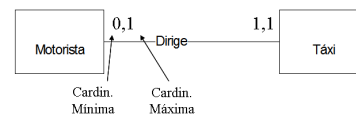


Associações de “Um para Um”

Exemplo - BD para uma companhia de táxi, que possui (entre outras) duas entidades **motorista** e **táxi**.

É definido que:

- Cada motorista deve dirigir um taxi.
- Para cada táxi existe apenas um motorista
- Eventualmente, podem haver táxis sem motorista.



- A **cardinalidade máxima** pode ser usada para classificar relacionamentos binários
- A **cardinalidade mínima** pode indicar obrigatoriedade (valor 1) ou opcional (valor 0)

Associações de “Um para Muitos”

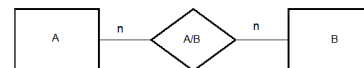
Uma associação de “um para muitos” ocorre quando duas entidades A e B estão relacionadas de tal forma que para **cada ocorrência da entidade A**, existem de **zero a qualquer número** de ocorrências da entidade B e para **cada ocorrência da entidade B**, existe **uma, e apenas uma**, ocorrência da entidade A.

Outro exemplo:



Associações de “Muitos para Muitos”

Uma associação de “muitos para muitos” ocorre quando duas entidades “A” e “B” estão relacionadas da seguinte maneira: Cada ocorrência da entidade “A” está relacionada a **zero, uma ou mais** ocorrências da entidade “B”, e cada ocorrência da entidade “B” está relacionada a **zero, uma ou mais** ocorrências da entidade “A”.



Uma associação deste tipo só pode ser modelada definindo-se uma nova tabela com uma chave primária composta.

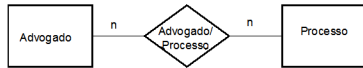
Os componentes da chave primária da nova tabela são as chaves primárias das tabelas das entidades “A” e “B”.

Assim, transformamos uma associação de “muitos para muitos” em duas associações de “um para muitos”

Associações de “Muitos para Muitos”

Exemplo- empresa de advocacia.

A empresa possui vários advogados e vários processos em andamento. Cada processo pode ter um ou vários advogados trabalhando nele, e cada advogado pode estar trabalhando em nenhum, um ou vários processos.



Como é impossível em bancos de dados relacionais implementar diretamente uma associação de “muitos para muitos”, criamos então uma **entidade associativa** “Advogado/Processo”.

Uma **entidade associativa** é um relacionamento que passa a ser tratado como uma **entidade**.

Outros exemplos “Muitos para Muitos”



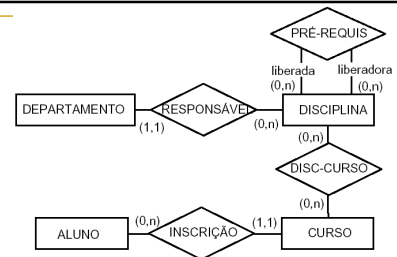
Exercício

Criar um modelo para o controle acadêmico de uma universidade. O modelo deve descrever o seguinte:

- Manter informações sobre cursos, alunos, disciplinas e departamentos;
- Manter informações sobre associações de
 - alunos/cursos;
 - disciplinas/cursos;
 - disciplinas/departamentos;
 - disciplinas/disciplinas pré-requisitos;

→ OBS: Para especificar cardinalidade mínima é necessário conhecer a ordem de execução das transações de inclusão, exclusão das entidades!

Solução



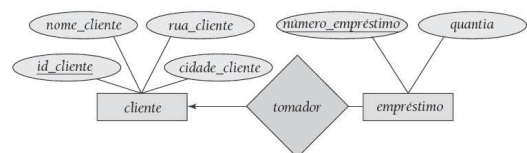
Modifique as cardinalidades mínimas de forma a especificar o seguinte:

- Um curso não pode estar vazio, isto é, deve possuir ao menos uma disciplina em seu currículo
- Um aluno, mesmo que não inscrito em nenhum curso, deve permanecer por algum tempo no banco de dados

Diagramas ER

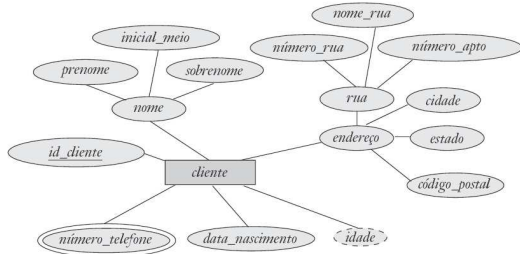
- Existem várias notações para o diagrama.
- A seguir apresentamos aquelas usadas nos exemplos ilustrados, conforme SILBERSCHATZ (2006) e HEUSER (2004).

Diagramas ER, Silberschatz (2006)

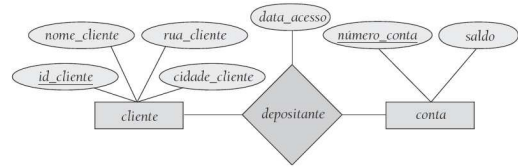


- Retângulos representam entidades.
- Losangos representam relacionamentos.
- Linhas vinculam atributos a conjuntos de entidades e estes a conjuntos de relacionamento.
- Elipses representam atributos
 - Elipses duplas = atributos de valores múltiplos.
 - Elipses tracejadas = atributos derivados.
- Sublinhados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

Diagrama ER com atributos compostos, derivados e de valores múltiplos, Silberschatz (2006)



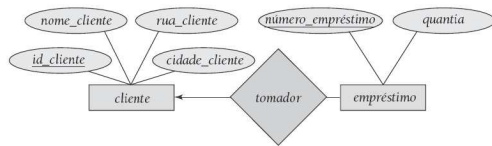
Conjuntos de relacionamento com atributos, Silberschatz (2006)



Restrições de cardinalidade, Silberschatz (2006)

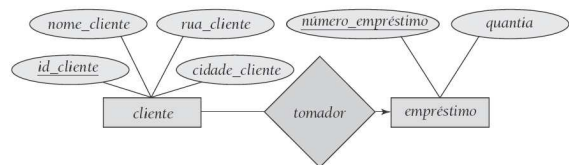
■ Expressamos as restrições de cardinalidade:

- uma linha direcionada (→), significando “um”;
- uma linha não direcionada (—), significando “muitos”



■ FIGURA: **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**

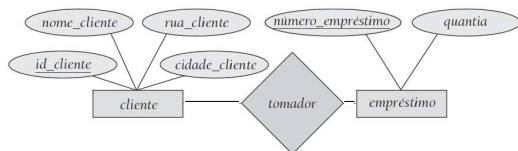
Restrições de cardinalidade, Silberschatz (2006)



■ FIGURA: **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**

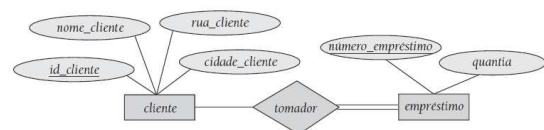
Restrições de cardinalidade, Silberschatz (2006)



- Um cliente está associado a **vários** empréstimos através de **tomador**
- Um empréstimo está associado a **vários** clientes através de **tomador**

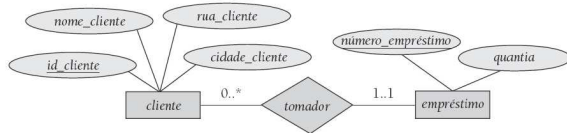
Restrições de cardinalidade, Silberschatz (2006)

- **Participação total** (indicada por uma linha dupla): cada entidade no conjunto de entidades participa **no mínimo** em **um** relacionamento no conjunto de relacionamento
 - Por exemplo, a participação de **empréstimo** em **tomador** **é total**
 - Cada empréstimo precisa ter **um cliente** associado através de **tomador**
- **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, Silberschatz (2006)

- Os limites de cardinalidade também podem expressar restrições de participação



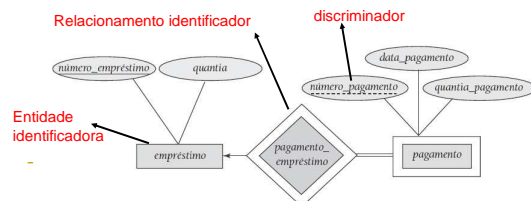
- Cada empréstimo precisa ter exatamente um cliente associado
- Um cliente pode ter 0 ou mais empréstimos

→ Cuidado com a interpretação invertida!!!!

→ Qual a interpretação se tivesse 1..* na borda entre cliente e tomador???

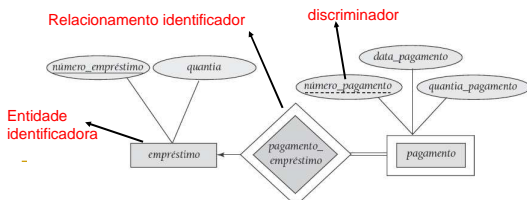
Conjuntos de entidades fracas, Silberschatz (2006)

- Conjunto de entidades que não tem atributos suficientes para formar uma chave primária. Precisa estar relacionada a uma entidade **identificadora** (ou **proprietária**).
- Representado por retângulos duplos.
- Sublinhamos o **discriminador** (chave parcial) de um conjunto de entidades fraco com uma linha tracejada.



Conjuntos de entidades fracas, Silberschatz (2006)

- Chave primária** do conjunto de entidades fracas é formado pela
 - chave primária do conjunto de entidades identificador mais o
 - discriminador do conjunto de entidades fraco
- Chave primária de pagamento é {número_remprestimo, número_pagamento}



Notação conforme (Heuser, 2004)

Conceito	Símbolo
Entidade	
Relacionamento	
Atributo	
Atributo identificador	
Generalização/especialização	
Entidade associativa	

Atributo (Heuser, 2004)

Dado ou informação que é associado a cada ocorrência de uma entidade ou de um relacionamento



- Na prática atributos não são representados graficamente para não sobrecarregar os diagramas.

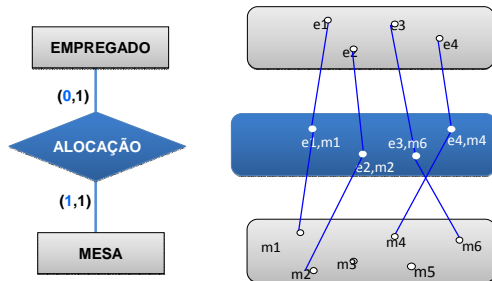
- Para tal usamos um **dicionário de dados**.

Atributos com cardinalidade (Heuser, 2004)

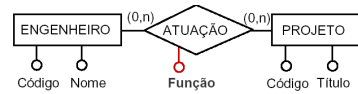
- Cardinalidade mínima**
 - atributo obrigatório (cardinalidade mínima "1")
 - cada entidade possui no mínimo um valor associado
 - atributo opcional (cardinalidade mínima "0")
- Cardinalidade máxima**
 - atributo monovalorado (cardinalidade máxima "1")
 - cada entidade possui no máximo um valor associado
 - atributo multivalorado (cardinalidade máxima "n")



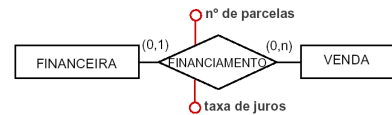
Cardinalidade mínima (Heuser,2004)



Exemplos



Função é um atributo que não pode ser nem de engenheiro nem de projeto.

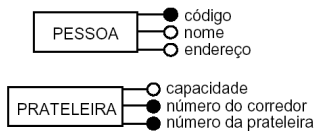


Parcelas e **taxa de juros** poderia ficar em **vendas**, neste caso seriam atributos opcionais.

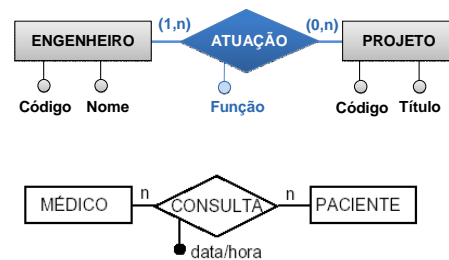
Identificando Entidades (Heuser,2004)

- Cada entidade deve possuir um **identificador**.
- Identificador → conjunto de um ou mais atributos cujos valores servem para distinguir uma ocorrência da entidade das demais ocorrências da mesma entidade.
- Um identificador deve ser **mínimo**.

Atributo identificador

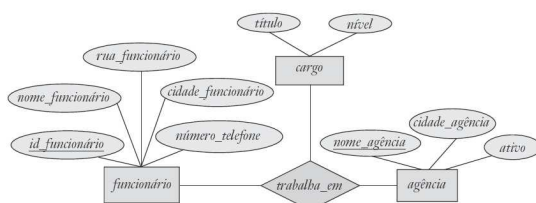


Identificando Relacionamentos



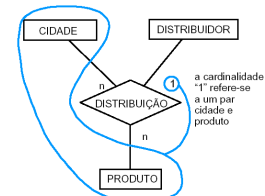
Relacionamento Ternário

- Os exemplos anteriores são de relacionamentos **binários**.
- A abordagem E-R permite que sejam definidos relacionamentos de **grau maior que dois**.
- Exemplo:



Relacionamento Ternário

Num relacionamento **ternário**, a cardinalidade refere-se a pares de entidades.

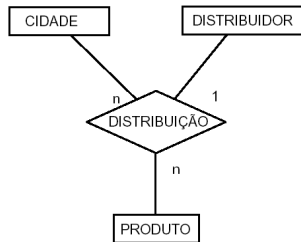


- Cidade/Produto está associado a no máximo um distribuidor (exclusividade)
- Um distribuidor pode distribuir em uma cidade muitos produtos
- Um distribuidor pode distribuir um produto em muitas cidades

Relacionamento Ternário

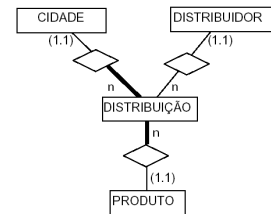
Exercício

Mostre como o modelo ER la ao lado pode ser representado sem uso de relacionamentos ternários, apenas usando relacionamentos binários



Relacionamento Ternário

solução



Equivalência entre modelos

- Dois modelos ER diferentes **podem ser equivalentes**.
- Modelos equivalentes:
 - expressam o mesmo,
 - modelam a mesma realidade.
- Para fins de projeto de BD, dois modelos ER são equivalentes quando:
 - geram o mesmo esquema de BD.

Equivalência entre modelos

Exemplo

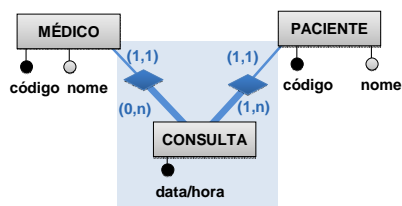
a) CONSULTA como relacionamento n:n



Equivalência entre modelos

Modelo equivalente

b) CONSULTA como entidade



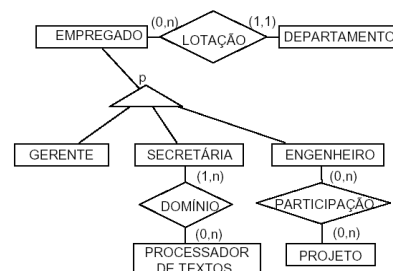
Exercício 1 - Faça o diagrama E-R.

- O almoxarifado pertence a um grupo de empresas do ramo industrial e serve para estocar peças destinadas às várias empresas do grupo. Cada empresa do grupo é considerada um cliente do almoxarifado.
- O almoxarifado está organizado em corredores. Cada corredor possui vários receptáculos de mesmo tamanho para peças (um receptáculo é uma bacia retangular de material plástico).
- Os corredores são numerados e os receptáculos são numerados por corredor. Por exemplo, o receptáculo 2-10 é o décimo receptáculo do segundo corredor.
- Quando necessário, são geradas ordens de compra a fornecedores e quando ocorre a chegada de peças, deve ser registrada a chegada das peças entregues.
- Uma entrega corresponde sempre a uma ordem de compra. Entretanto, são admitidas entregas parciais, isto é, entregas que não completam a ordem de compra. Em uma entrega podem ser entregues diferentes quantidades de diferentes peças.
- A saída do almoxarifado se dá através pedidos de clientes. Um pedido pode solicitar vários tipos de peças. Não há pedidos pendentes, isto é, os clientes sempre pedem quantidades de peças que há em estoque.

Exercício 2- Defina cada um dos termos abaixo:

- Banco de Dados
- Sistema de Gerencia de Banco de Dados
- Modelo Conceitual
- Abordagem Entidade-Relacionamento
- Modelo Lógico
- Projeto de banco de dados
- Instância e Esquema de banco de dados
- Redundância de dados
- Inconsistências de dados
- Linguagem de definição de dados
- Linguagem de manipulação de dados
- Administrador de Banco de Dados

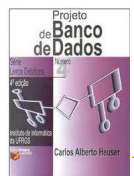
Exercício 3: Descreva em português tudo que o DER abaixo representa.



Bibliografia



- SILBERSCHATZ, Abraham; Korth, Henry F.; S. Sudarshan. Sistema de Banco de Dados. Editora Campus/Elsevier, 5ª. Edição, 2006.



- HEUSER, C. A. Projeto de Banco de Dados. Editora Sagra Luzzatto, 5ª edição, 2004.