

[MAC0313]

Introdução aos Sistemas de Bancos de Dados

Aula 2 (Parte 2)

O Projeto Conceitual de Bancos de Dados
e o Modelo Entidade-Relacionamento

Kelly Rosa Braghetto

DCC-IME-USP

13 de agosto de 2014

Projeto de bancos dados

Envolve as seguintes etapas:

1. Levantamento e análise dos requisitos
2. Projeto conceitual
3. Projeto lógico
4. Projeto físico

Fase 1: Levantamento e análise dos requisitos

Nessa fase, o projetista:

- ▶ Registra concisamente os requisitos dos usuários com relação aos dados
- ▶ Define requisitos funcionais conhecidos das aplicações
 - ▶ operações/transações empregadas no BD

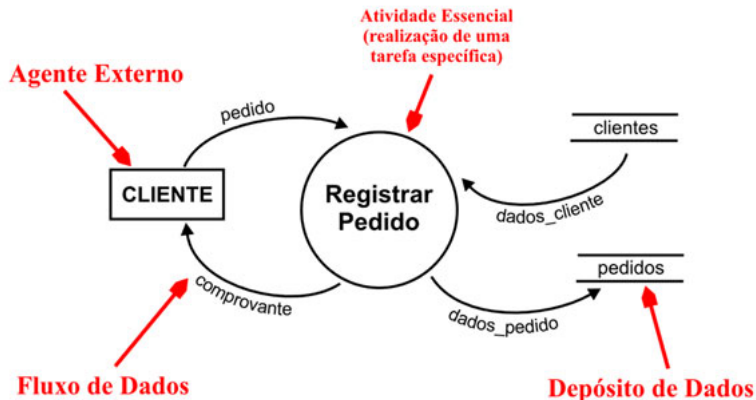
Fase 1: Levantamento e análise dos requisitos

Sobre os requisitos:

- ▶ São levantados por meio de entrevistas com os produtores e os usuários dos dados, e podem ser descritos por meio de técnicas para a especificação de requisitos, como os diagramas de fluxos de dados (DFDs)
- ▶ Incluem os dados exigidos para processamento, os seus relacionamentos naturais e as informações relevantes para a escolha da plataforma de software para o BD

Fase 1: Levantamento e análise dos requisitos

Exemplo de diagrama DFD



Fonte: <http://www.linhadecodigo.com.br/artigo/1293/a-importancia-do-modelagem-de-objetos-no-desenvolvimento-de-sistemas.aspx>

Fase 2: Projeto conceitual

Fase de criação de um esquema conceitual para o BD, utilizando um modelo de dados conceitual de alto nível.

Esquema conceitual (definição):

Descrição concisa de requisitos de dados dos usuários, contendo descrições detalhadas sobre os tipos de entidades, relacionamentos e restrições, expressos de acordo com os conceitos existentes no modelo de dados conceitual de alto nível empregado

Fase 2: Projeto conceitual

Características de um esquema conceitual:

- ▶ Fácil compreensão (não envolve detalhes de implementação)
- ▶ Pode ser usado na comunicação com usuários não técnicos

Exemplos bastante usados:

- ▶ Modelo ER (Entidade-Relacionamento)
- ▶ Diagramas de classe da UML

Fase 3: Projeto lógico

Essa fase corresponde ao mapeamento do esquema conceitual para um modelo de dados de implementação. \Rightarrow Passo necessário para a implementação real do BD utilizando um SGBD comercial.

Exemplos de modelos de implementação bastante usados:

- ▶ modelo relacional
- ▶ modelo objeto-relacional

Fase 3: Projeto lógico

Refinamento do esquema:

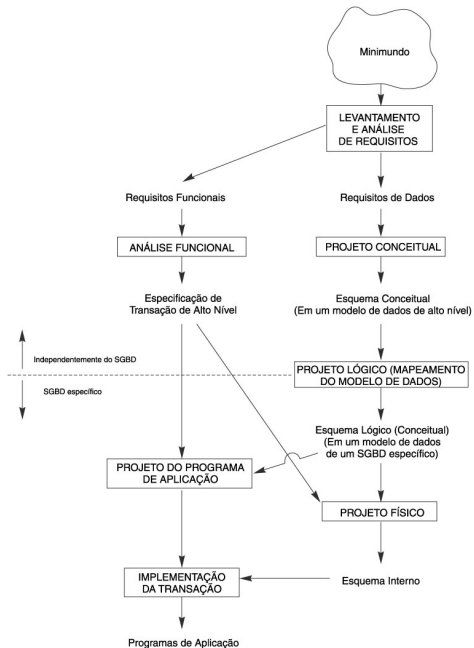
- ▶ É uma etapa **opcional** no projeto lógico
- ▶ Identifica problemas em potencial no modelo lógico criado e aplica técnicas de refinamento do modelo
- ▶ Exemplo: no modelo relacional, é necessária uma etapa de **normalização** das relações
 - ▶ A normalização tem como objetivo evitar esquemas de BDs em que anomalias de alterações dos dados possam ocorrer

Fase 4: Projeto físico

Fase na qual são definidas as estruturas de armazenamento interno, índices, caminhos de acesso, organizações de arquivos para os arquivos do BD e outros ajustes finos.

- ▶ Finalidade: otimizar o desempenho das operações de consulta e manipulação dos dados
- ▶ Pode até mesmo modificar o projeto de BD resultante das fases anteriores, a fim de satisfazer critérios de desempenho desejados
- ▶ Exemplo: “denormalização” das relações em *Data Warehouses* (bancos de dados analíticos, em que o desempenho para os operações de consulta é um requisito importante)

Principais fases do projeto de um banco de dados



Abstrações de dados

A modelagem conceitual de dados está relacionada à representação dos dados por meio de um conjunto de abstrações.

Abstrações têm:

- ▶ **Estrutura:** do ponto de vista estrutural, abstrações são detalhes que deliberadamente se omitem numa dada visão de implementação para facilitar a visão global do tópico em questão.
- ▶ **Comportamento:** do ponto de vista comportamental, abstrações determinam restrições, regras e operações que devem ser tomadas (automaticamente) na manipulação do conjunto de elementos.

Modelo Entidade-Relacionamento (ER)

- ▶ Criado por Peter Chen em 1976
- ▶ É simples e de interpretação intuitiva (mesmo para usuários não-especialistas)
- ▶ É modelo mais usado para a modelagem conceitual de BDs
- ▶ Descreve os dados com base em três conceitos principais:
 - ▶ **entidades**
 - ▶ **relacionamentos**
 - ▶ **atributos**

Entidades e Atributos

- ▶ **Entidade** – “algo” do mundo real, com uma existência independente. Pode ter existência física (ex.: uma pessoa, uma casa, um carro, etc.) ou conceitual (ex.: um projeto, uma disciplina).
- ▶ **Atributos** – propriedades particulares que descrevem uma entidade (ex.: nome da pessoa, endereço, função, etc.). Um dada entidade terá um valor para cada um de seus atributos. Esses valores constituem a maior parte dos dados armazenados em um BD.

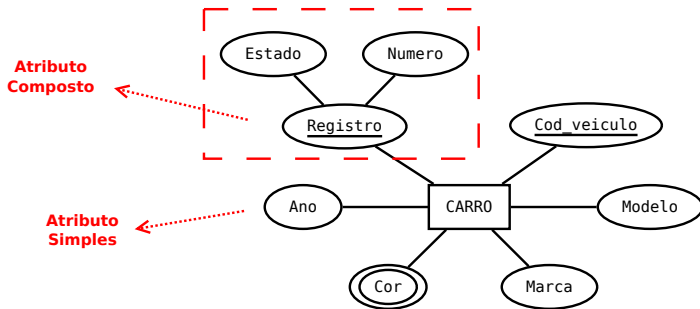
Tipos de atributos no modelo ER

Simplex (atômicos) × Compostos

- ▶ **Atributos compostos** – podem ser divididos em partes menores. Ex.: o atributo endereço pode ser dividido em Rua, Cidade, Estado e CEP.
 - ▶ O seu valor é dado pela concatenação dos valores dos atributos simples que os compõem.
 - ▶ Devem ser usados quando o usuário algumas vezes se refere ao atributo como um grupo, mas em outras se refere a um de seus componentes.
(Caso contrário, o endereço, por exemplo, poderia ser definido como um atributo simples).
- ▶ **Atributos simples (ou atômicos)** – os atributos que não são divisíveis.

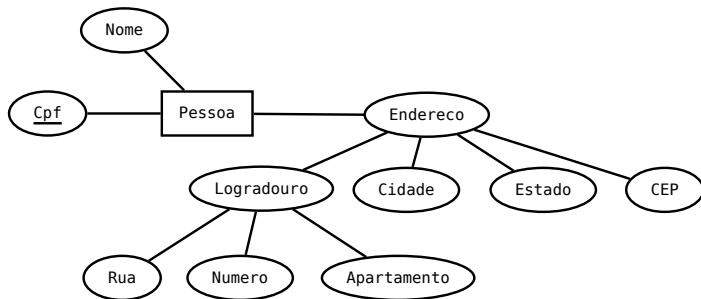
Notação para tipos de entidades e atributos no modelo ER

Exemplo de atributos simples e compostos



Tipos de atributos no modelo ER

Exemplo de hierarquia de atributos compostos



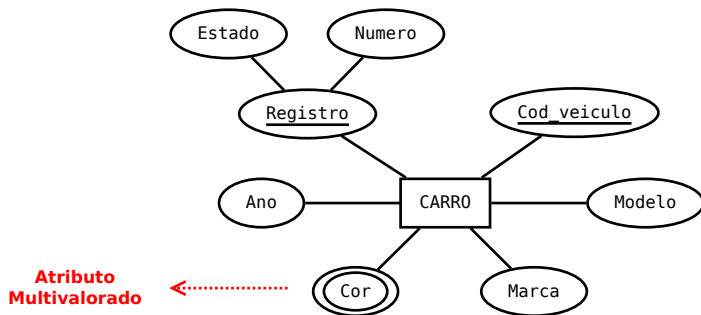
Tipos de atributos no modelo ER

Monovalorados × Multivalorados

- ▶ **Monovalorado** – atributo que tem um único valor para uma dada entidade.
 - ▶ **Ex.:** o atributo idade para uma pessoa.
- ▶ **Multivalorado** – atributo para o qual diferentes entidades podem ter diferentes quantidades de valores.
 - ▶ **Ex.:** atributo titulação para uma pessoa; algumas pessoas não possuem título algum, outras possuem 1, ou 2, ...
 - ▶ Um atributo multivalorado deve ter um **limite inferior e superior** pra restringir o número de valores permitidos a cada entidade individual.

Notação para tipos de entidades e atributos no modelo ER

Exemplo de atributo multivalorado



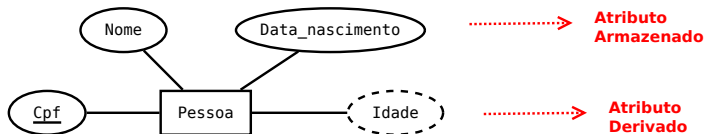
Tipos de atributos no modelo ER

Armazenados × Derivados

- ▶ **Atributo derivado** – é derivado a partir de outro(s) atributo(s) ou entidade(s) relacionado(s). Exemplos:
 - ▶ o atributo **idade** é derivado a partir da data de nascimento e da data corrente
 - ▶ o atributo **número de empregados** de um departamento pode ser derivado da contagem do número de empregados relacionados (que trabalham) nesse departamento
- ▶ **Atributo armazenado** – é um atributo que não é derivado.

Notação para tipos de entidades e atributos no modelo ER

Exemplo de atributo derivado



Tipos de atributos do modelo ER

Atributos Complexos

São atributos compostos e multivalorados, que podem ser aninhados de modo arbitrário.

- ▶ **Ex.:** se uma pessoa pode ter mais de uma residência, e cada uma delas pode ter múltiplos telefones, um atributo `EnderecoFone` pode ser especificado como a seguir

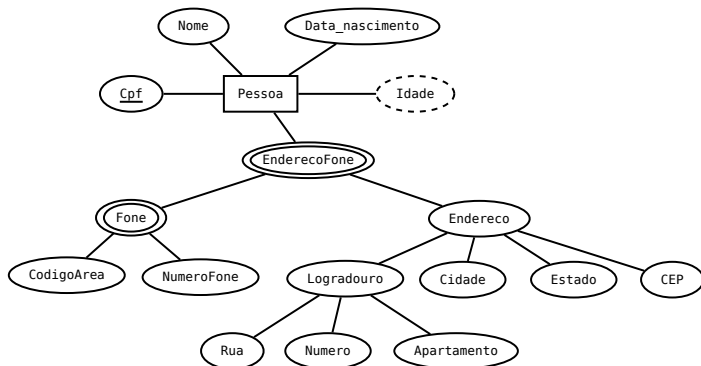
```
{EnderecoFone({Fone(CodigoArea,NumeroFone)},  
               Endereco(Logradouro(Numero,Rua,Apartamento),  
                          Cidade,Estado,CEP))}
```

Notação

- ▶ `{atributo}` – atributo multivalorado
- ▶ `(atrib1,atrib2,atrib3,...)` – atributo composto

Notação para tipos de entidades e atributos no modelo ER

Exemplo de atributo complexo



Tipos de atributos do modelo ER

Valor NULL (nulo)

- ▶ É um valor especial, usado quando uma entidade **não possuiu um valor** para um atributo.
- ▶ O NULL serve tanto para indicar que um atributo **não se aplica** a uma dada entidade, quanto para indicar que o valor para um atributo de uma dada entidade é **desconhecido**.
- ▶ “Desconhecido” se aplica a dois casos distintos:
 - ▶ quando é sabido que existe um valor para o atributo, mas ele está faltando (**ex.:** Altura – todo mundo tem!)
 - ▶ quando não é sabido se o valor existe ou não (**ex.:** FoneResidencial – uma pessoa pode ou não ter)

Tipo de entidade

Um **tipo de entidade** define um conjunto de entidades que possuem os mesmos atributos.

Conceitos importantes:

- ▶ **Atributo-chave (restrição de exclusividade)** – é um atributo cujos valores são distintos para toda entidade pertencente ao conjunto de entidades do tipo.
 - ▶ Os valores do atributo-chave **identificam cada entidade univocamente**.

Tipo de entidade

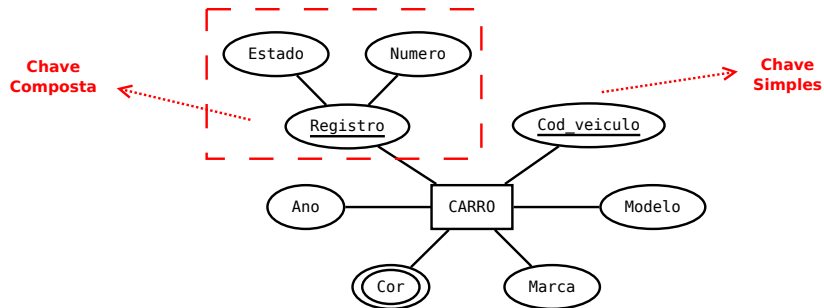
Um **tipo de entidade** define um conjunto de entidades que possuem os mesmos atributos.

Conceitos importantes:

- ▶ **Chave composta** – é uma chave formada por diversos atributos, cuja a combinação dos valores é distinta para cada entidade. Uma chave composta deve ser mínima, no sentido de que todos os atributos componentes devem ser considerados na composição para garantir a unicidade.
- ▶ Alguns tipos de entidade têm mais de um atributo chave (ex.: NUSP e CPF). Outros, podem nem ter uma chave – são os chamados **tipos de entidade fraca**.

Notação para tipos de entidades e atributos no modelo ER

Exemplo de atributos chave



Tipo de Entidade

Exemplo de dois tipos de entidade e algumas entidades membro de cada um deles:

NOME DO TIPO ENTIDADE:

EMPREGADO

Nome, Idade, Salario

EMPRESA

Nome, Sede Administrativa, Presidente

**CONJUNTO DE ENTIDADE:
(EXTENSÃO)**

e_1 ●

(John Smith, 55, 80k)

e_2 ●

(Fred Brown, 40, 30K)

e_3 ●

(Judy Clark, 25, 20K)

⋮

c_1 ●

(Sunco Oil, Houston, John Smith)

c_2 ●

(Fast Computer, Dallas, Bob King)

⋮

Notação para tipos de entidades e atributos no modelo ER

Conjunto de entidades do tipo de entidade CARRO

CARRO
Registro(NumeroRegistro, Estado), IDVeiculo, Marca, Modelo, Ano, {Cor}

car₁ •
((ABC 123, TEXAS), TK629, Ford Mustang, conversível, 1998, {vermelho, preto})

car₂ •
((ABC 123, NOVA YORK), WP9872, Nissan Maxima, 4 portas, 1999, {azul})

car₃ •
((VSY 720, TEXAS), TD729, Chrysler LeBaron, 4 portas, 1995, {branco, azul})

⋮

Domínio de valores dos atributos

- ▶ Cada atributo simples de um tipo de entidade possui um **domínio de valores**, que determina o conjunto de valores válidos que ele pode assumir em cada entidade.
- ▶ Os domínios de valores não são mostrados no diagrama ER.

Tipo de relacionamento

Um **tipo de relacionamento** R entre n tipos de entidades E_1, E_2, \dots, E_n define um conjunto de associações (= relacionamentos) entre essas entidades.

- ▶ Matematicamente, um tipo de relacionamentos R é um conjunto de instâncias de relacionamento r_i , em que cada r_i associa-se a n entidades individuais (e_1, e_2, \dots, e_n) , e cada entidade e_j em r_i é um membro do tipo de entidade E_j , $1 \leq j \leq n$.
- ▶ Cada tipo de entidade E_j é dito **participante** do relacionamento R , da mesma forma que cada entidade e_j é dita participante da instância de relacionamento r_i .
- ▶ Informalmente, cada r_i em R representa uma associação de entidades existente no minimundo, que inclui exatamente uma entidade de cada tipo de entidade participante.

Notação para tipos de relacionamento

Exemplo: relacionamento TRABALHA_PARA entre os tipos de entidade EMPREGADO e DEPARTAMENTO



Propriedades de um tipo de relacionamento

- ▶ **Grau** – é o número de entidades que participam do relacionamento.
 - ▶ grau 2 = relacionamento binário (mais frequente)
 - ▶ grau 3 = relacionamento ternário
 - ▶ ...
- ▶ **Nome do papel** – indica o papel que cada tipo de entidade desempenha em um tipo de relacionamento.
 - ▶ **Ex.:** no tipo de relacionamento TRABALHA_PARA, o EMPREGADO desempenha o papel de *trabalhador*, enquanto o DEPARTAMENTO desempenha o papel de *empregador*.

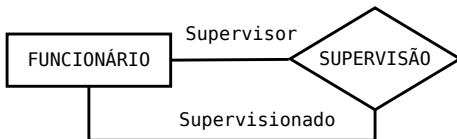


Propriedades de um tipo de relacionamento

Nomes dos papéis

- ▶ Só são estritamente necessários quando um mesmo tipo de entidade pode participar mais de uma vez em um mesmo tipo de relacionamento (= **relacionamento recursivo**).
 - ▶ Nesse caso, eles são fundamentais para definir o sentido de cada participação.

Ex.: tipo de relacionamento SUPERVISÃO, em que o tipo de entidade EMPREGADO participa duas vezes – uma no papel de *supervisor*, outra no papel de *supervisionado*.



Restrições sobre tipos de relacionamento binários

Existem restrições (determinadas por situações do minimundo) que limitam as combinações de entidades que podem participar de um relacionamento binário.

Ex.: um empregado pode apenas trabalhar para um único departamento.

Restrições possíveis para relacionamentos binários:

- ▶ Razão de cardinalidade
- ▶ Restrição de participação

Restrições sobre tipos de relacionamento binários

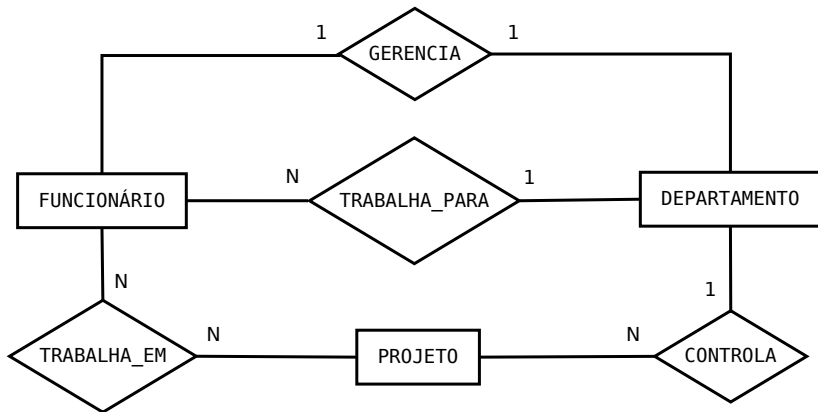
Razão de cardinalidade

- ▶ Especifica o **número máximo** de instâncias do relacionamento em que uma entidade pode participar.
- ▶ As razões de cardinalidade possíveis são 1:1, 1:N, N:1 e M:N.

Ex.: no relacionamento TRABALHA_PARA, DEPARTAMENTO:EMPREGADO tem razão 1:N, ou seja, um departamento pode empregar qualquer número (= 0 ou mais) de empregados, mas um empregado pode trabalhar para apenas 1 departamento.

Notação da razão da cardinalidade

Exemplos de tipos de relacionamento com diferentes cardinalidades



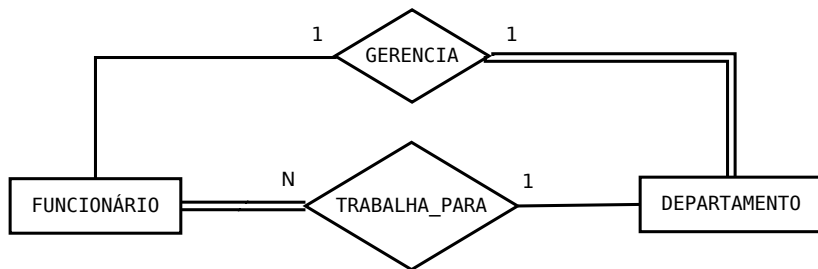
Restrições sobre tipos de relacionamento binários

Restrição de participação

- ▶ Determina o **número mínimo** de instâncias de relacionamento em que uma entidade deve participar.
 - ▶ Também é chamada de *restrição de cardinalidade mínima*
 - ▶ **total** – ex.: todo empregado deve trabalhar para um departamento, ou seja, um empregado só pode existir se estiver associado a um departamento. Assim, EMPREGADO tem participação total no relacionamento. Esse tipo de participação também é conhecido como **dependência de existência**.
 - ▶ **parcial** – ex.: nem todo empregado gerencia um departamento. Assim, EMPREGADO tem uma participação parcial no tipo de relacionamento GERENCIA.

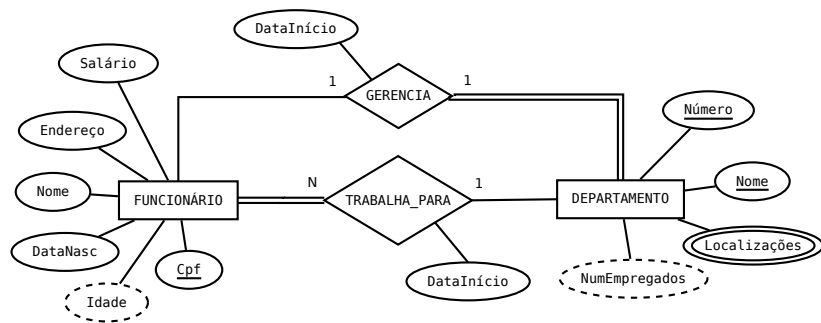
Notação da restrição de participação

Exemplos de tipos de relacionamento envolvendo diferentes restrições de participação



Atributos de tipos de relacionamento

Tipos de relacionamento podem ter atributos, de forma similar aos tipos de entidade.

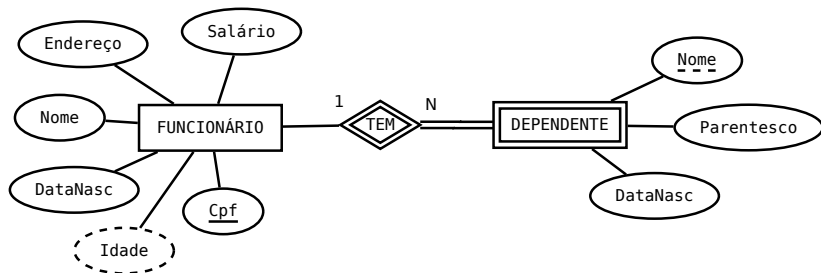


Tipo de entidade fraca

- ▶ **Tipo de entidade forte** – tipo de entidade que possui um atributo-chave.
- ▶ **Tipo de entidade fraca** – tipo de entidade que não possui um atributo-chave.
 - ▶ Entidades de tipos de entidade fraca são identificadas por estarem relacionadas (associadas) a entidades de um outro tipo de entidade (chamado de **tipo de entidade identificador** ou **tipo de entidade proprietária**).
 - ▶ Esse tipo de relacionamento é chamado de **relacionamento identificador** do tipo de entidade fraca.

Notação dos tipos de entidade fraca

Exemplo: Tipo de entidade fraca DEPENDENTE em um relacionamento identificador com FUNCIONÁRIO



Tipo de entidade fraca

- ▶ Um tipo de entidade fraca sempre tem uma restrição de participação total em relação ao seu relacionamento identificador.
- ▶ Um tipo de entidade fraca normalmente tem uma **chave parcial**, que é um conjunto de atributos que identifica univocamente as entidades fracas que estão relacionadas a uma mesma entidade proprietária.
 - ▶ No pior caso, a chave parcial será a composição de todos atributos do tipo de entidade fraca.
- ▶ Quando um tipo de entidade fraca não é participante em tipos de relacionamento, então ele pode ser definido como um atributo complexo (composto, multivalorado) em seu tipo de entidade proprietária.

Diagrama ER para o esquema EMPRESA

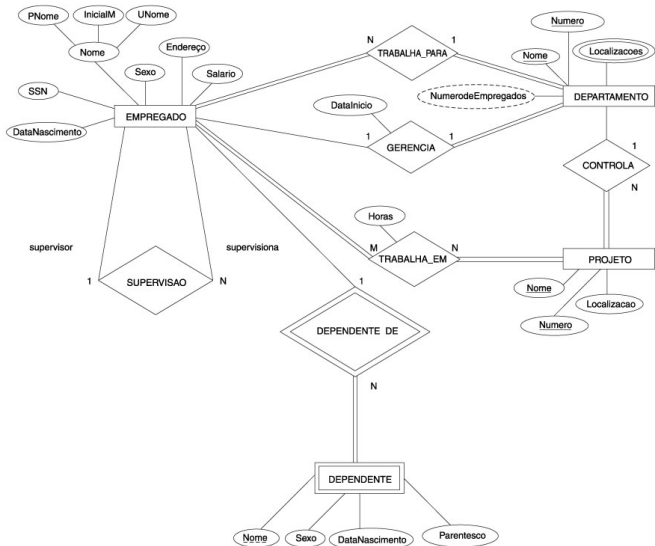


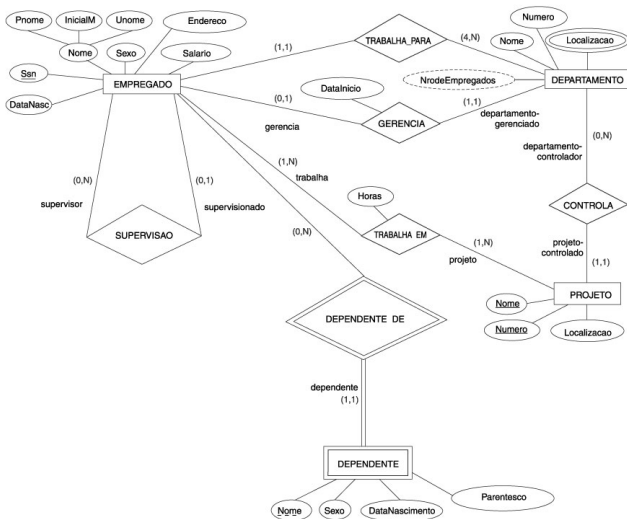
FIGURA 3.2 Um diagrama do esquema ER para o banco de dados EMPRESA.

Notações alternativas para o modelo ER

Notação (min,max) para a razão de cardinalidade

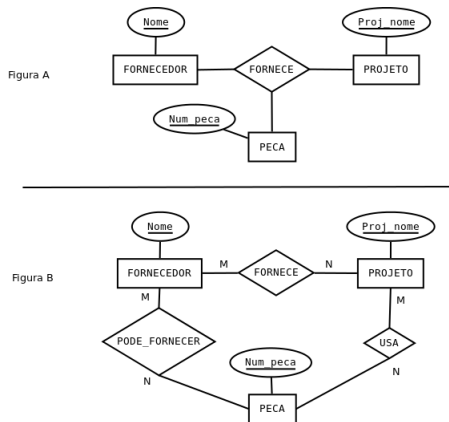
- ▶ Ideia: associar um par (min,max) a cada participação de um tipo de entidade no relacionamento
- ▶ Cada entidade do tipo de entidade deve participar de pelo menos *min* e no máximo *max* entidades do relacionamento
- ▶ *min* = 0 implica em participação parcial
- ▶ *min* > 0 implica em participação total

Diagrama ER para o esquema EMPRESA – com notação (min,max) e o nomes de papéis



Tipos de relacionamento de grau maior que dois

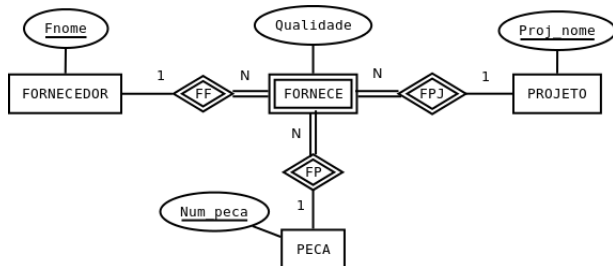
Exemplo: tipo de relacionamento FORNECE



Os 3 relacionamentos binários (Figura B) não são equivalentes ao ternário da Figura A.

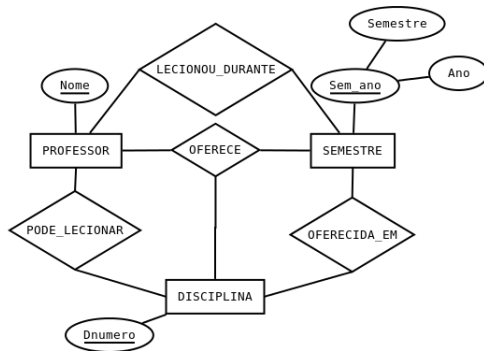
Tipos de relacionamento de grau maior que dois

Exemplo: FORNECE como um tipo de entidade fraca



Tipos de relacionamento de grau maior que dois

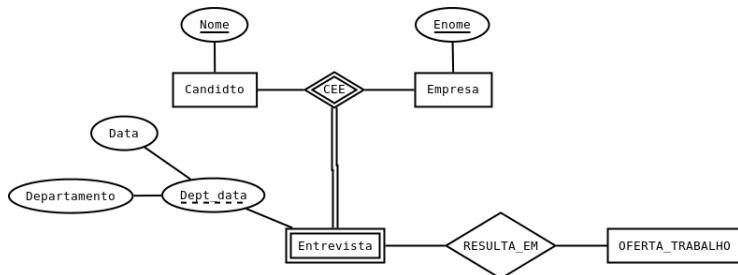
Exemplo: tipo de relacionamento OFERECE



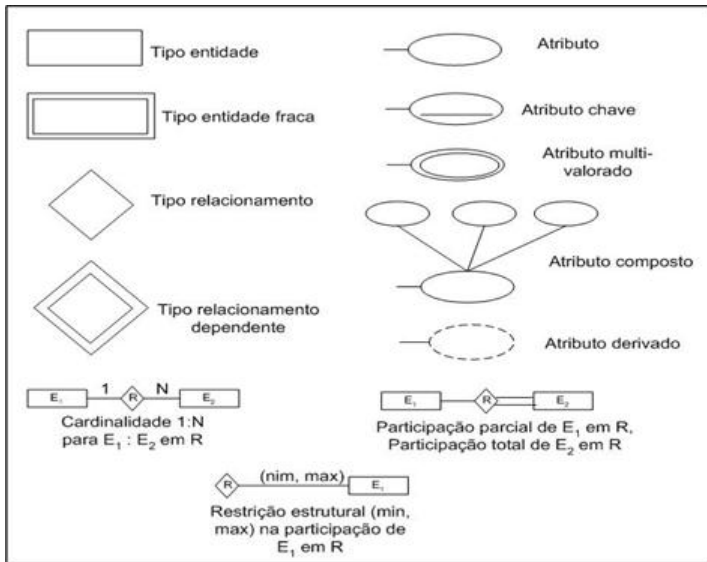
Os relacionamentos binários **LECIONOU_DURANTE** e **OFERECIDA_EM** são redundantes (suas instâncias podem ser deduzidas a partir das instâncias de **OFERECE**).

Tipos de relacionamento de grau maior que dois

Exemplo: um tipo de relacionamento de identificação ternário



Resumo da notação



Cenas dos próximos capítulos...

Mais sobre projeto conceitual de BDs:

- ▶ Modelo Entidade-Relacionamento Estendido (EER)