

Banco de Dados I

Modelagem Conceitual e Projeto de Banco de Dados



Objetivo da aula

- Descrever os conceitos de modelagem de um modelo de dados de alto nível, o modelo Entidade-Relacionamento (ER); e mostrar como um projeto de esquema conceitual no modelo ER pode ser mapeado para um esquema de banco de dados relacional.



Processo de Projeto de um Banco de Dados

A criação de uma aplicação de banco de dados envolve várias tarefas:

- Projeto do esquema de banco de dados
- Projeto dos programas que acessam e atualizam os dados
- Projeto de um esquema de segurança para controlar o acesso aos dados

O projetista de banco de dados interage com os usuários da aplicação para entender as necessidades e representá-las de uma maneira alto nível.

A **modelagem conceitual** desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de um sistema de banco de dados, sendo o **modelo Entidade-Relacionamento (ER)** uma escolha popular.

Modelo de dados conceituais para projeto de banco de dados

Visão geral simplificada do processo de projeto de banco de dados

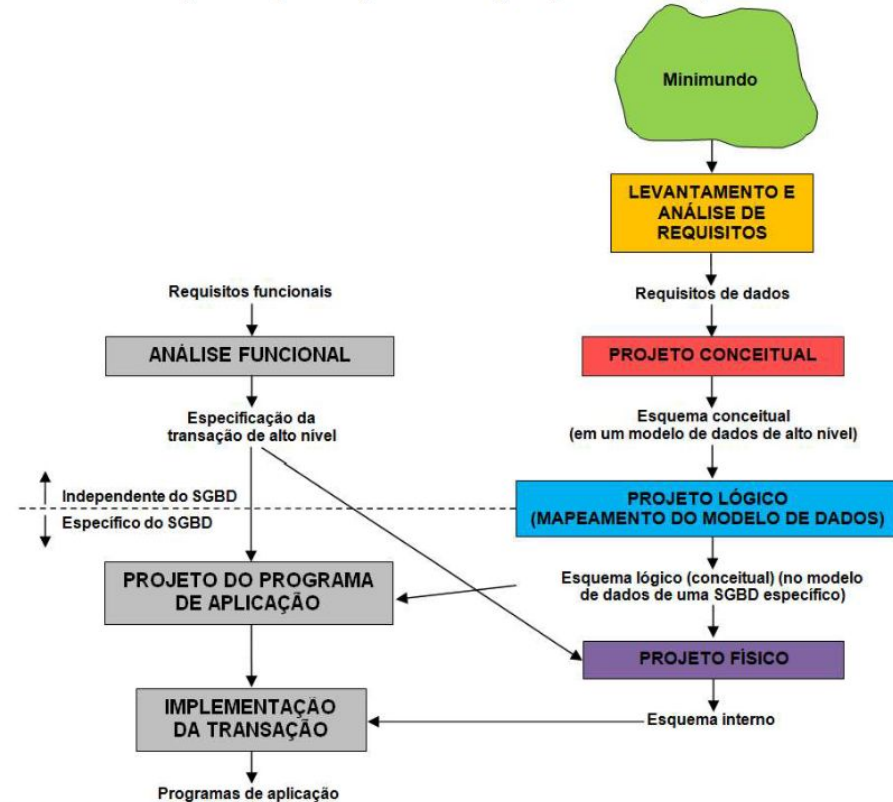
A primeira etapa mostrada é o **levantamento e análise de requisitos**:

- Projetistas de BD entrevistam os usuários para compreender e documentar os requisitos de dados.

Resultado:

- conjunto de requisitos de usuários, devendo ser especificados com o máximo de detalhes e completude.
- determinação dos requisitos funcionais da aplicação (operações (ou transações) definidas pelo usuário). Para isso é comum usar diagrama de fluxos de dados, diagramas de sequência, cenários.

Um diagrama simplificado para ilustrar as principais fases do projeto de banco de dados



Fonte: Elmasri & Navathe (2011)

Modelo de dados conceituais para projeto de banco de dados

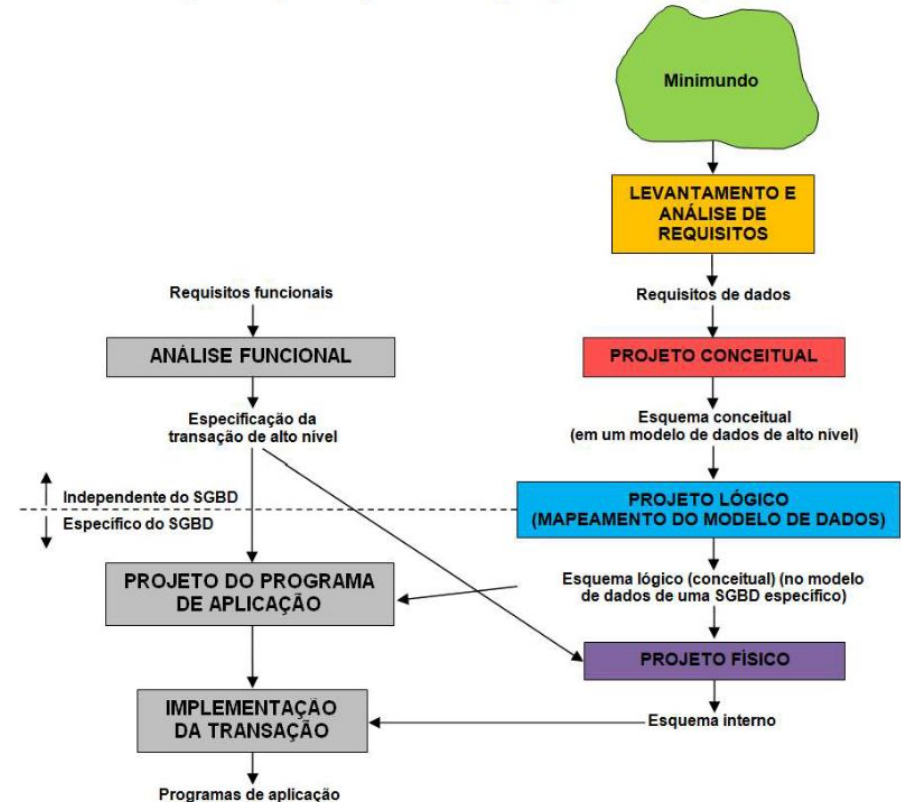
Visão geral simplificada do processo de projeto de banco de dados

Após é criado um **esquema conceitual** para o **banco de dados**, usando um modelo de dados conceitual de alto nível - **projeto conceitual**. O esquema conceitual é uma representação abstrata dos requisitos de dados dos usuários, descrevendo os elementos essenciais do sistema de informação de forma simplificada, incluindo:

1. Tipos de Entidade;
2. Relacionamentos;
3. Restrições.

Usados para a comunicação com usuários não técnicos, concentrando-se em especificar as propriedades dos dados, sem detalhes de armazenamento e implementação

Um diagrama simplificado para ilustrar as principais fases do projeto de banco de dados



Fonte: Elmasri & Navathe (2011)

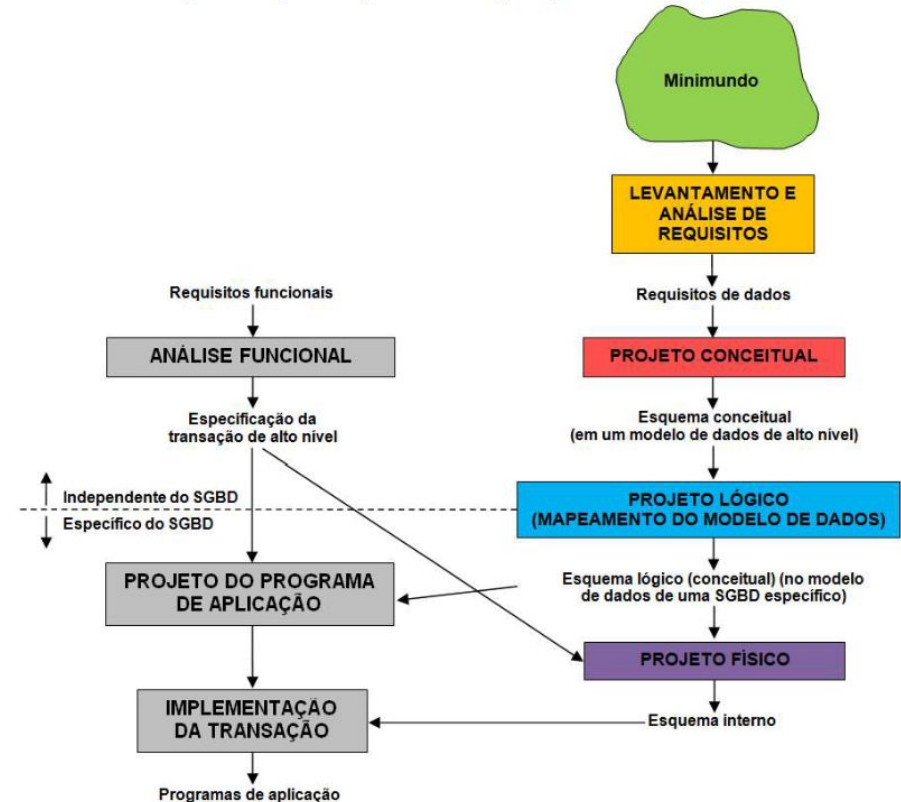
Modelo de dados conceituais para projeto de banco de dados

Visão geral simplificada do processo de projeto de banco de dados

A próxima etapa envolve a implementação do BD utilizando um SGBD comercial. Nessa fase, o esquema conceitual é transformado do modelo de dados de alto nível para o modelo de dados de implementação, conhecido como **projeto lógico** ou **mapeamento do modelo de dados**.

O resultado é um esquema de banco de dados no modelo de dados da implementação do SGBD. O mapeamento do modelo de dados normalmente é auto ou semi-automatizado nas ferramentas de projeto de banco de dados.

Um diagrama simplificado para ilustrar as principais fases do projeto de banco de dados



Fonte: Elmasri & Navathe (2011)

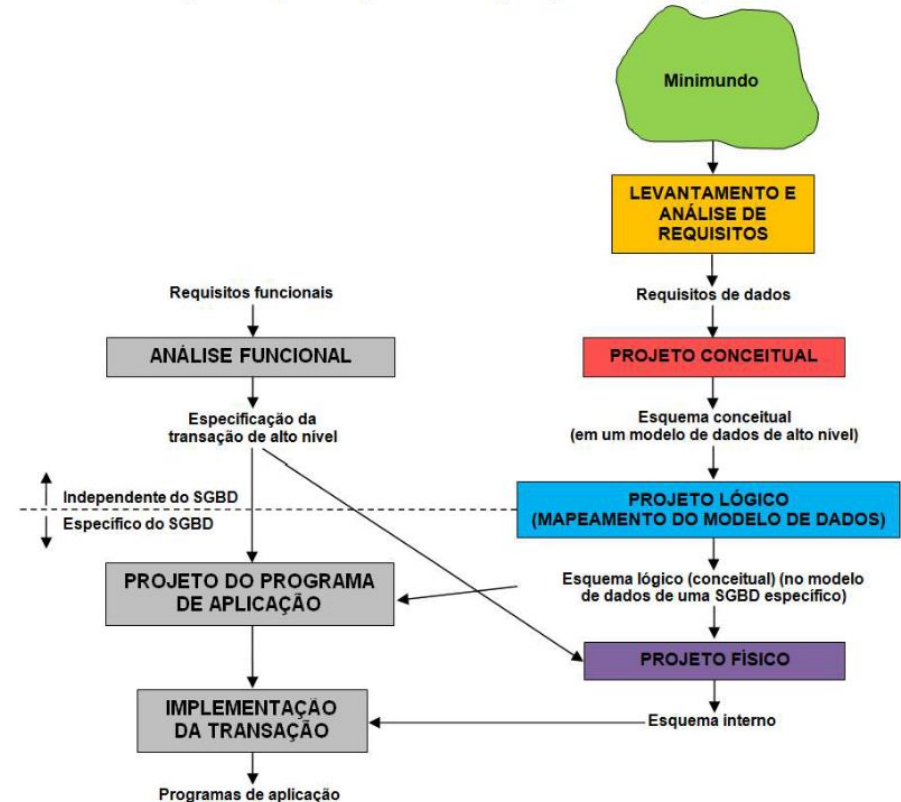
Modelo de dados conceituais para projeto de banco de dados

Visão geral simplificada do processo de projeto de banco de dados

A última etapa do projeto de banco de dados é o **projeto físico**, onde as estruturas internas de armazenamento, organização de arquivos, índices, caminhos de acesso e parâmetros físicos dos arquivos do banco de dados são definidos.

Nesse estágio, também são projetados e implementados os programas de aplicação que correspondem às especificações de transações de alto nível.

Um diagrama simplificado para ilustrar as principais fases do projeto de banco de dados



Fonte: Elmasri & Navathe (2011)

Exemplo de aplicação de banco de dados

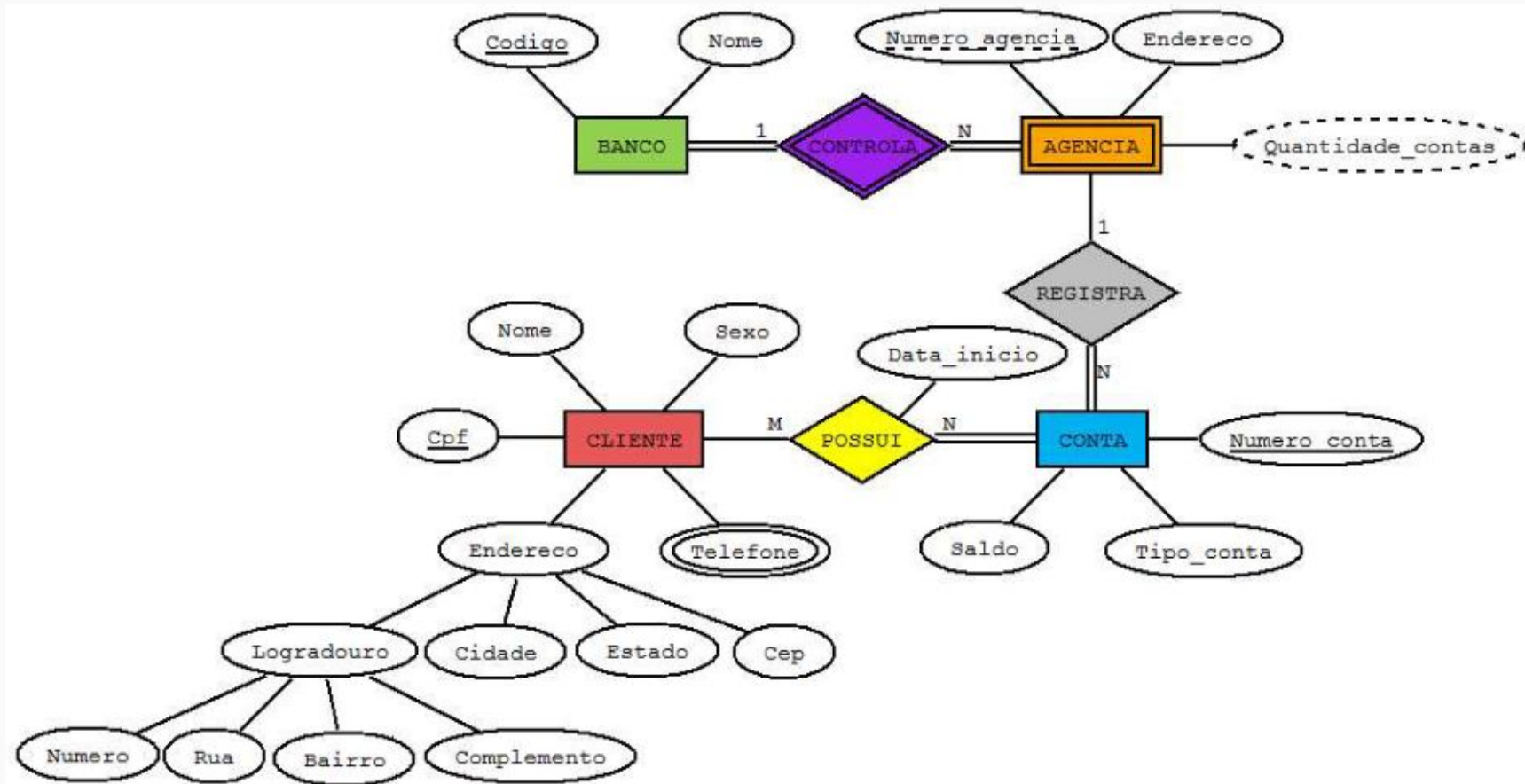
Exemplo: **Banco de dados BANCO**

O banco de dados BANCO registra os clientes, contas e agências de um banco.

Suponha que, depois da fase de levantamento e análise de requisitos, os projetistas de banco de dados ofereçam a seguinte descrição do minimundo a parte da empresa que será representada no banco de dados:

- Um banco é organizado em agências. Cada banco tem um código, um nome e pode ter várias agências. Registramos o número e o endereço de cada agência. Uma agência controla uma série de contas. Desejamos saber a quantidade de contas que cada agência controla.
- Armazenamos o nome, número do Cadastro de Pessoa Física, sexo (gênero), telefone e endereço de cada cliente. Registramos para o endereço do cliente: rua, número, bairro, complemento, cidade, estado e CEP. Um cliente pode ter vários telefones (ex: residencial, comercial, celular) e diferentes contas que não necessariamente pertencem a uma mesma agência. De modo semelhante, uma conta pode ter mais de um titular.
- Queremos registrar as contas de cada cliente para fins de controle. Para cada conta, mantemos o número, o saldo e o seu tipo (ex: corrente, poupança)

Exemplo de aplicação de banco de dados



O modelo ER

- Descrever os dados de aplicações do mundo real em termos de objetos (entidades) e seus relacionamentos;
- É largamente utilizado para o desenvolvimento da fase inicial do projeto de BD;
- Fornece conceitos para partir de uma descrição informal dos usuários obter uma descrição mais detalhada.

Diagrama Entidade-Relacionamento (DER)

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

ENTIDADE

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

É um objeto do mundo real distinguível de outros objetos.

- Ex: cada pessoa em uma empresa é uma entidade
- Ex: o gerente do departamento de vendas

Pode ser um objeto com existência física ou conceitual;

Descrito por propriedades (**atributos**).

Coleção de entidades semelhantes → Conjunto de entidades (Tipo-Entidade)

- Ex: os empregados de uma empresa são as entidades de um conjunto de entidades denominado Empregado

Entidades de um mesmo conjunto de entidades

- Compartilham atributos
- É normal referenciar todas as entidades pelo mesmo nome do tipo_entidade. Ex: Empregado

Entidade

Usualmente, um modelo ER é representado graficamente, através de um **diagrama entidade-relacionamento (DER)**.

Em um **DER**, uma **entidade** é representada através de um **retângulo** que contém o nome da entidade.

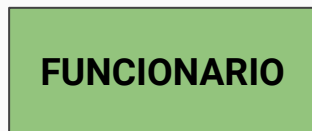


<https://app.diagrams.net/>

Entidade regular e Entidade fraca

Um tipo de **Entidade fraca** sempre tem uma *restrição de participação total (dependência de existência)* porque **a entidade fraca não pode ser identificada sem uma entidade proprietária.**

Em diagramas ER, um tipo de entidade fraca é identificado ao delimitar suas caixas com linhas duplas.



Atributos

Usados para descrever um **conjunto de entidades ou de relacionamentos**.

- Ex: o conjunto de entidades **Empregado** pode ter os seguintes atributos:
 - Nome
 - Matrícula
 - Sexo
 - Idade
 - Endereço

Obs.: **todas as entidades em um dado conjunto de entidades têm os mesmos atributos.**

Atributos

Cada atributo tem um **domínio de possíveis valores**.

- Ex: domínio do atributo nome de um Empregado → conjunto de 20 caracteres
Pode assumir o valor nulo.

Chave

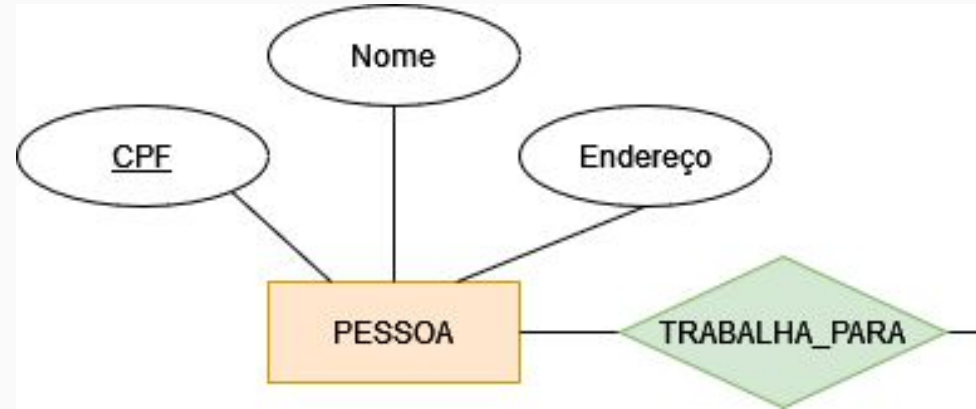
- É um conjunto mínimo de atributos cujos valores **identificam unicamente uma entidade em um conjunto de entidades**.
- Pode haver mais que uma chave candidata
 - Escolhe-se uma delas para ser a **chave primária**.

Tipo de Entidades Pessoa - Atributos:

- cpf
 - Ex: 11.111.111-11
- nome
 - Ex: João da Silva
- endereço
 - Ex: Rua xx, 200

entidade **p1**:

cpf: 11.111.111-11, nome: João da Silva, endereço: Rua xx, 200



Atributos - Classificação (*Elmasri & Navathe*)

Simples versus **Compostos**

- **atributo simples ou atômico:**
 - não pode ser decomposto (dividido) em atributos mais básicos:
 - exemplo: sexo {M, F}
- **atributo composto**
 - pode ser decomposto em atributos mais básicos:
 - exemplo: atributo endereço: nome_ rua, nro_casa, complemento, nome_bairro, ...



Monovalorados versus **Multivalorados**

- **atributo monovalorado**

- possui um único valor para cada entidade:
 - exemplo: idade

- **atributo multivalorado**

- possui múltiplos valores para cada entidade:
 - exemplo: atributo telefone
- pode possuir limites inferior/superior com relação à multiplicidade dos valores assumidos
 - exemplo: $nro_min = 0$, $nro_max = 3$



Atributos - Classificação (*Elmasri & Navathe*)

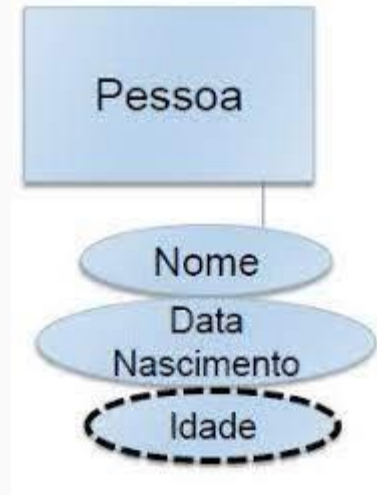
Armazenado *versus* Derivado

- atributo armazenado

- está realmente armazenado no BD

- atributo derivado

- pode ser determinado através de outros atributos ou através de entidades relacionadas
 - exemplos:
 - $idade = data_atual - data_nascimento$
 - $nro_empregados = \text{"soma de entidades"}$
- pode ou não ser armazenado no BD



Valores NULL

- Usado quando uma entidade não tem um valor aplicável para um atributo
- Usado quando o valor de um atributo para uma entidade não é conhecido

Exemplo:

- Atributo Telefone com o valor NULL para a entidade Pessoa indica que não se sabe o telefone da Pessoa

Relacionamento

A propriedade de entidade que especifica as associações entre objetos é o **relacionamento**.

RELACIONAMENTO

conjunto de associações entre ocorrências de entidades

Em um **DER**, um **relacionamento** é representado através de um **losango**, ligado por linhas aos retângulos representativos das entidades que participam do relacionamento.



DER contendo duas entidades, PESSOA e DEPARTAMENTO, e um relacionamento, TRABALHA_PARA

Relacionamento



Este modelo expressa que o banco de dados mantém informações sobre:

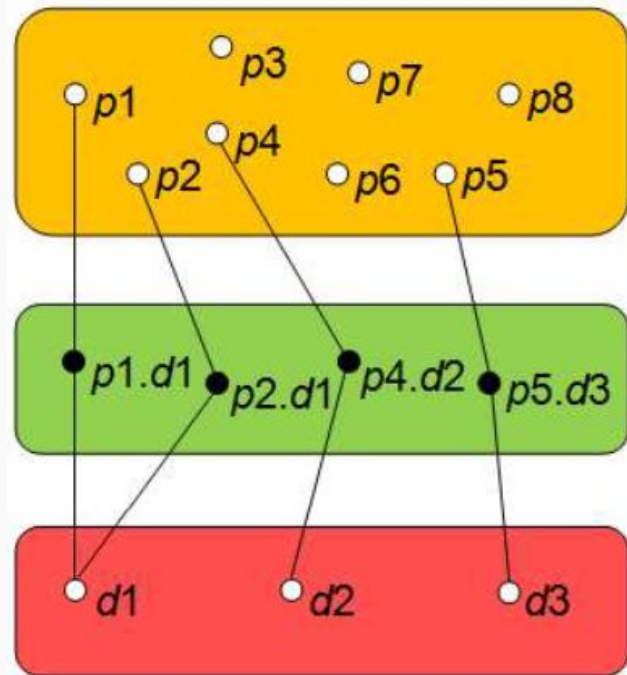
- um conjunto de objetos classificados como pessoas (**entidade PESSOA**),
- um conjunto de objetos classificados como departamentos (**entidade DEPARTAMENTO**) e
- um conjunto de associações, cada uma ligando um departamento a uma pessoa (**relacionamento TRABALHA_PARA**).

Relacionamento

Um **conjunto de relacionamentos** é um conjunto de n-tuplas:

$$\{(e_1, \dots, e_n) \mid e_1 \in E_1, \dots, e_n \in E_m\}$$

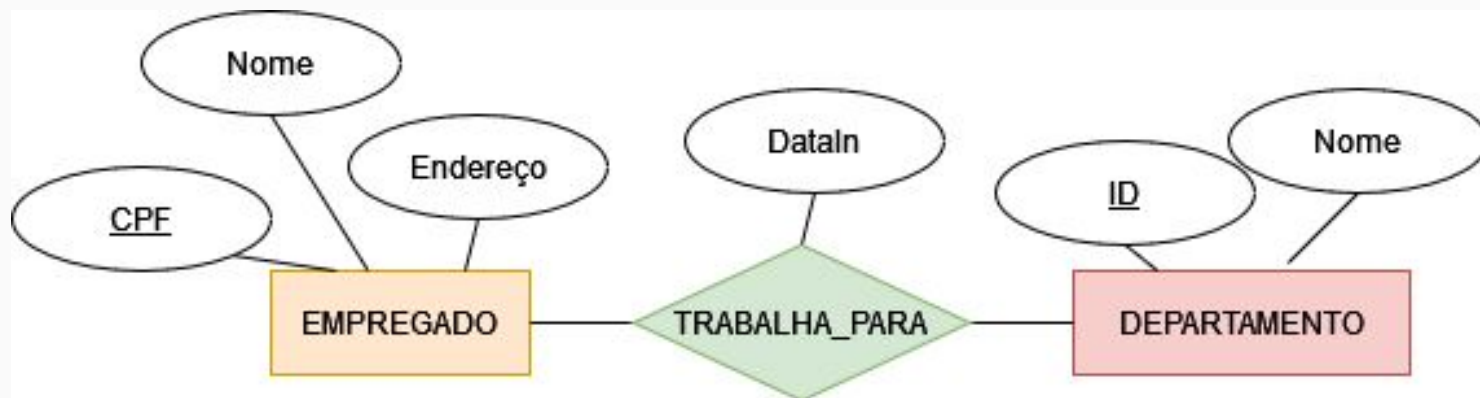
Cada n-tupla denota um relacionamento envolvendo n entidades e_1, \dots, e_m onde cada entidade está em um conjunto de entidades E_i



Pode ter um conjunto de atributos descritivos

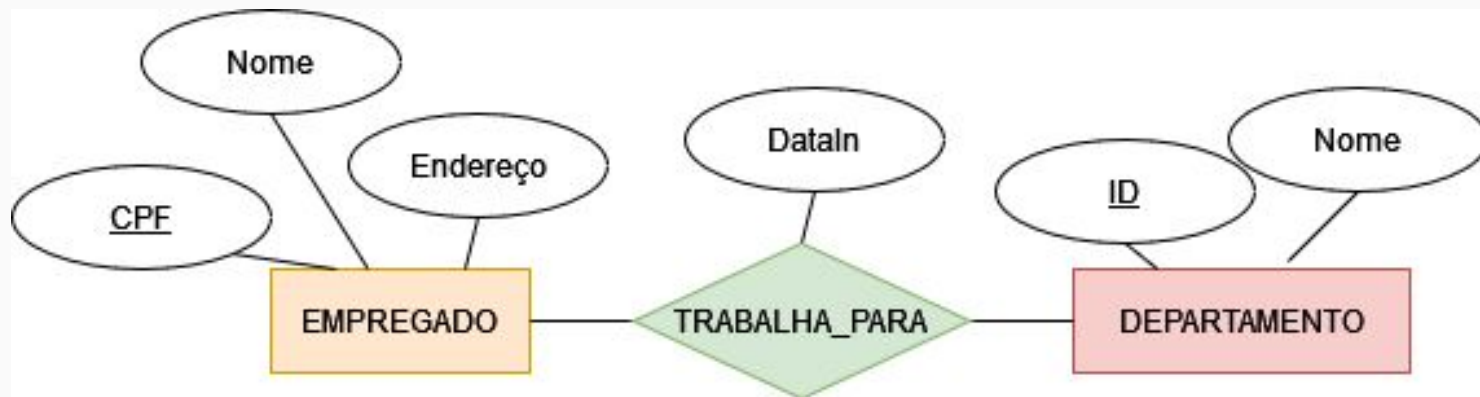
- Armazenam informações sobre o relacionamento.

Ex: Ana trabalha no departamento desde dezembro de 2020.



Deve ser unicamente identificado pelas entidades participantes

- Ex: cada relacionamento trabalha_para deve ser identificado pelo cpf do funcionário e ID do departamento.



Pode envolver duas ou mais entidades.

Relacionamento

Pode envolver duas entidades do mesmo conjunto de entidades → especificar o papel de cada uma.



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)

Cardinalidade de relacionamentos

Cardinalidade máxima

Consideremos as seguintes cardinalidades máximas:

- Entidade **PESSOA** tem cardinalidade máxima **1** no relacionamento **TRABALHA_PARA**.
Isso significa que *uma ocorrência de PESSOA pode estar associada à no máximo uma ocorrência de DEPARTAMENTO*, ou em outros termos, que um funcionário pode estar lotado em no máximo um departamento.
- Entidade **DEPARTAMENTO** tem cardinalidade máxima **120** no relacionamento **TRABALHA_PARA**.



Cardinalidade de relacionamentos - Cardinalidade máxima

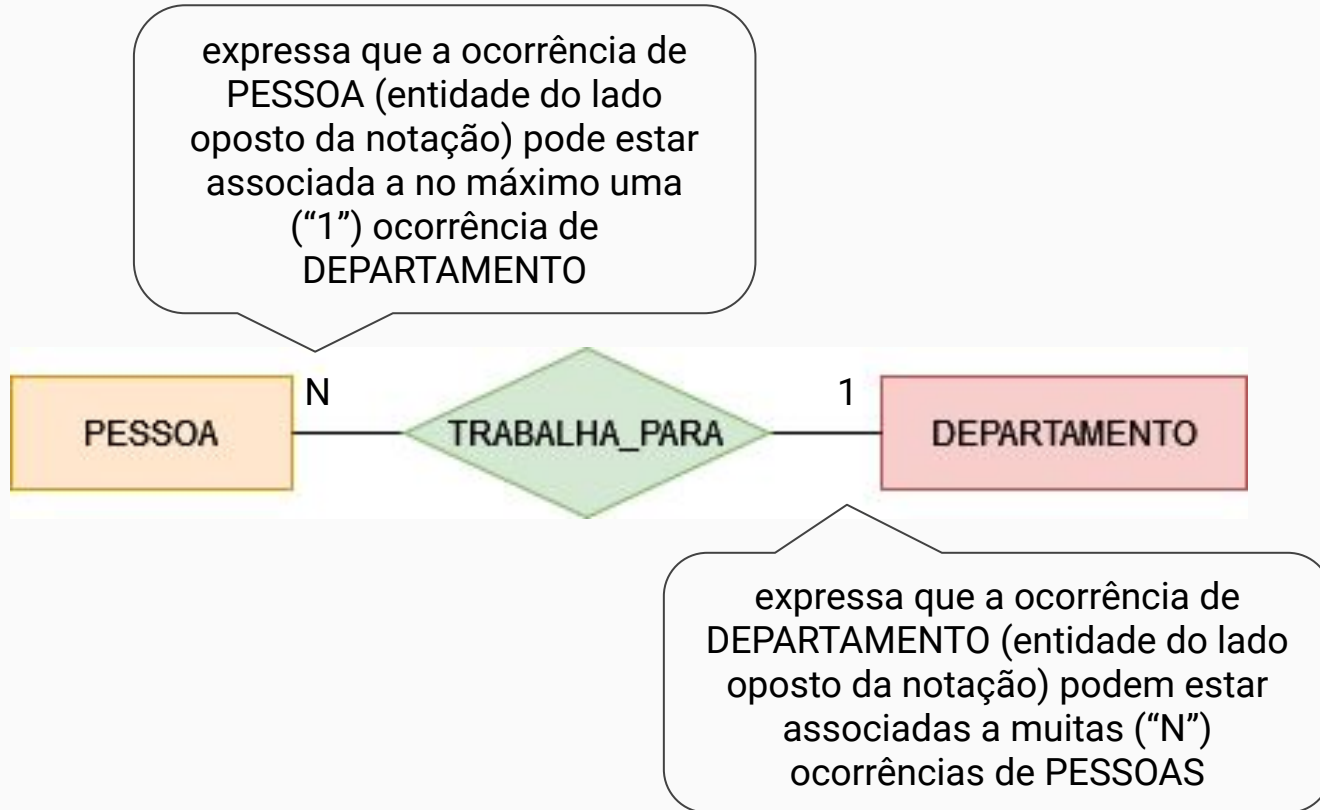
No projeto de banco de dados não é necessário distinguir entre diferentes cardinalidades máximas maiores que um. Por este motivo, apenas duas cardinalidades máximas são consideradas:

- a cardinalidade máxima um (**1**) e
- a cardinalidade máxima ilimitada, usualmente chamada de cardinalidade máxima “muitos” e referida pela letra **N**.



Assim, no exemplo anterior, diz-se que a cardinalidade máxima da entidade **DEPARTAMENTO** no relacionamento **TRABALHA_PARA** é **N**.

Cardinalidade de relacionamentos - Cardinalidade máxima

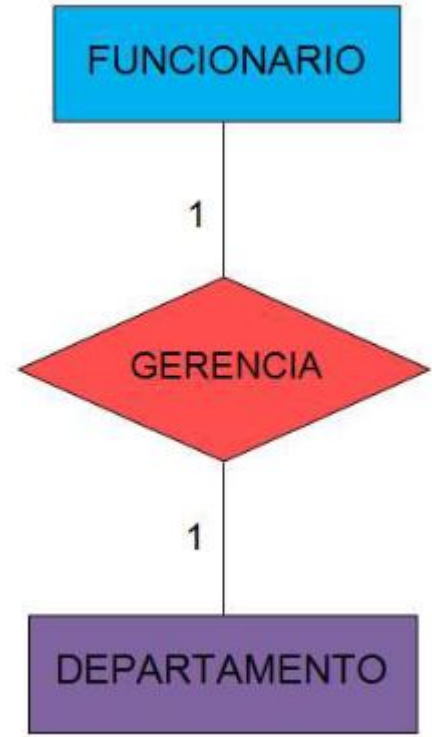


Cardinalidade de relacionamentos - Cardinalidade máxima

A cardinalidade máxima pode ser usada para classificar relacionamentos binários. Um relacionamento binário é aquele cujas ocorrências envolvem duas entidades.

Podemos classificar os relacionamentos em:

- **1:1 (um-para-um)**
- 1:N (um-para-muitos) e
- M:N (muitos-para-muitos)



Cardinalidade de relacionamentos - Cardinalidade máxima

A cardinalidade máxima pode ser usada para classificar relacionamentos binários. Um relacionamento binário é aquele cujas ocorrências envolvem duas entidades.

Podemos classificar os relacionamentos em:

- 1:1 (um-para-um)
- **1:N (um-para-muitos)** e
- M:N (muitos-para-muitos)

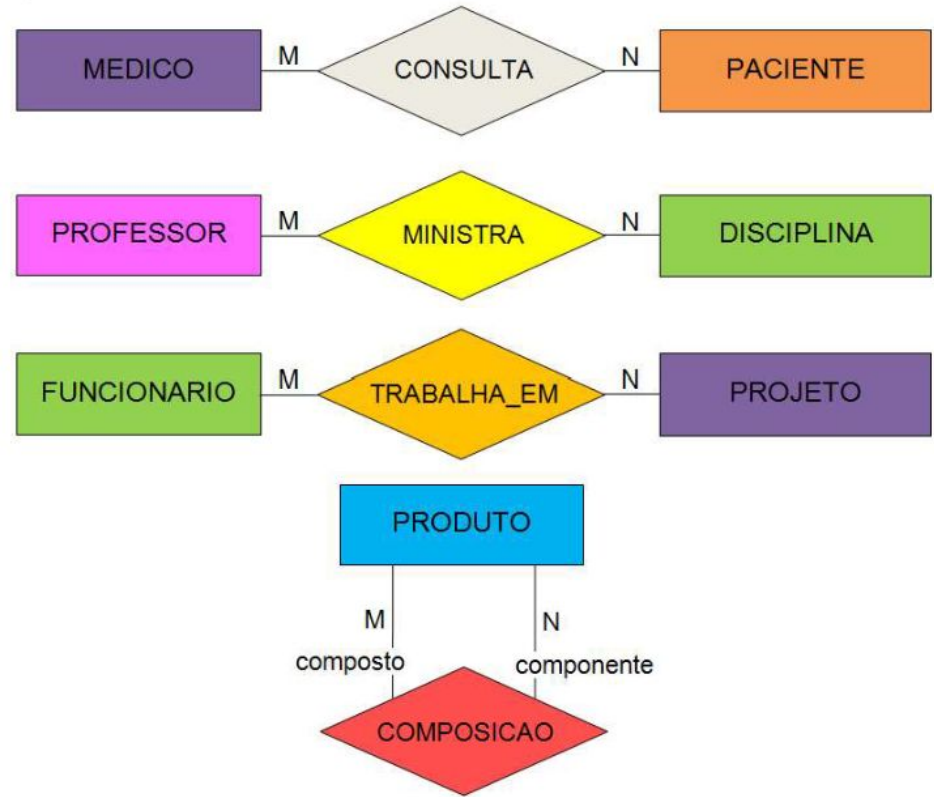


Cardinalidade de relacionamentos - Cardinalidade máxima

A cardinalidade máxima pode ser usada para classificar relacionamentos binários. Um relacionamento binário é aquele cujas ocorrências envolvem duas entidades.

Podemos classificar os relacionamentos em:

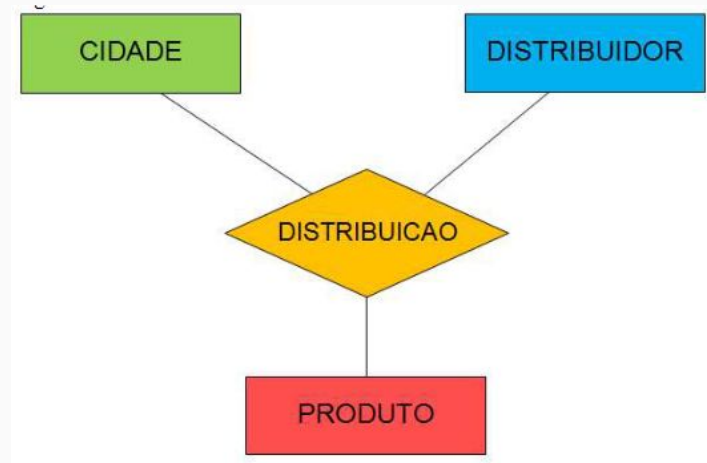
- 1:1 (um-para-um)
- 1:N (um-para-muitos) e
- **M:N (muitos-para-muitos)**



Cardinalidade de relacionamentos - Cardinalidade máxima

Todos os exemplos até aqui são de relacionamentos **binários**. Podemos definir relacionamentos de grau maior do que dois.

- Ex: Relacionamento ternário

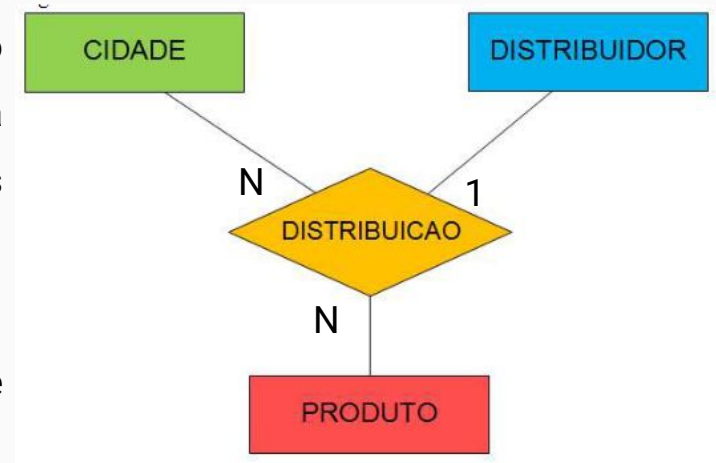


Cada ocorrência do relacionamento **DISTRIBUICAO** associa três ocorrências de entidade: um **produto** a ser distribuído, uma **cidade** na qual é feita a distribuição e um **distribuidor**.

Cardinalidade de relacionamentos - Cardinalidade máxima

No caso de relacionamentos de grau maior que dois, o conceito de cardinalidade de relacionamento é uma extensão do conceito de cardinalidade em relacionamentos binários.

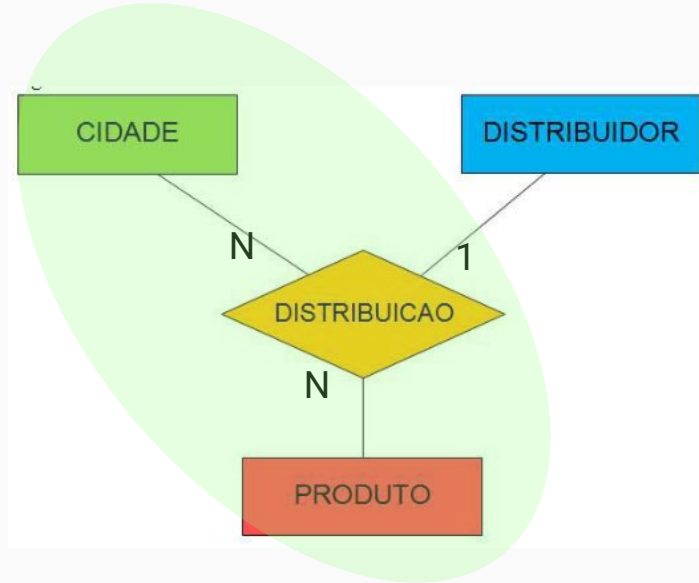
No caso de um relacionamento ternário, a cardinalidade refere-se a *pares de entidades*.



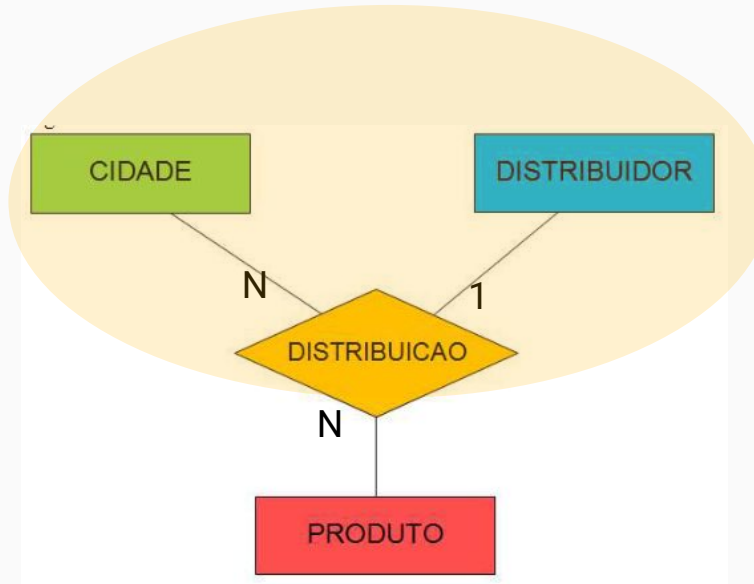
Em um relacionamento R entre três entidades A, B e C, a cardinalidade máxima de A e B dentro de R indica **quantas ocorrências de C podem estar associadas a um par de ocorrências de A e B**.

Cardinalidade de relacionamentos - Cardinalidade máxima

par de ocorrências
(**CIDADE**, **PRODUTO**)
associado a no máximo
um distribuidor

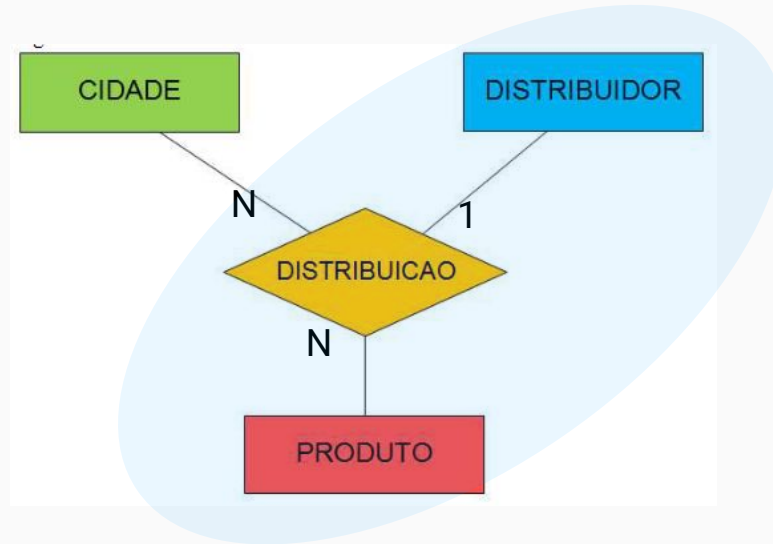


Cardinalidade de relacionamentos - Cardinalidade máxima



par de ocorrências
(**CIDADE**, **DISTRIBUIDOR**)
associado a muitos
produtos

Cardinalidade de relacionamentos - Cardinalidade máxima



par de ocorrências (**PRODUTO**, **DISTRIBUIDOR**)
associado a muitas cidades