

Modelo Entidade-Relacionamento (MER)

Fundamentos e Projeto de Banco de Dados

Prof. Elton Sarmanho¹
eltonss@ufpa.br

¹Faculdade de Sistemas de Informação - UFPA Campus Cametá

27 de dezembro de 2025



Roteiro da Aula

Introdução ao Projeto de BD

O Modelo Entidade-Relacionamento

 Componentes Básicos

 Relacionamentos e Cardinalidade

Conceitos Avançados

 Relacionamentos Ternários

 Entidade Associativa

 Generalização e Especialização

 Dependência de Existência

Chaves e Identificadores

Exercício de Fixação

Referências

Níveis de Abstração de Dados

Os modelos de dados são ferramentas fundamentais para abstrair a complexidade do mundo real.

1. Modelo Conceitual (Alto Nível):

- ▶ Foco na descrição semântica dos dados, independente de software.
- ▶ Ferramenta principal: **Modelo Entidade-Relacionamento (MER)**.

2. Modelo Lógico (Nível Intermediário):

- ▶ Traduz o conceito para uma estrutura comprehensível pelo SGBD.
- ▶ Exemplo principal: **Modelo Relacional** (tabelas, chaves).

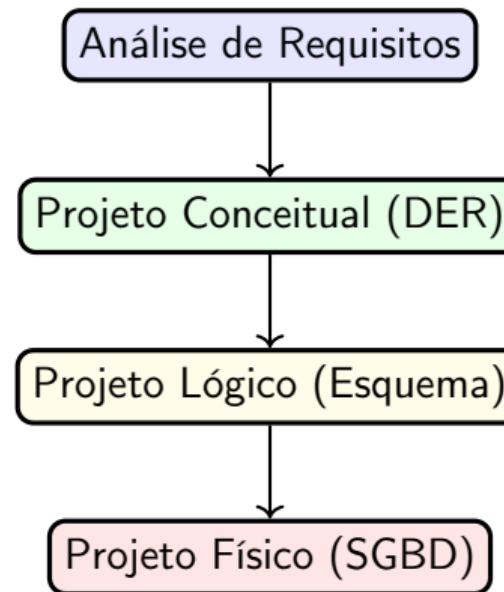
3. Modelo Físico (Baixo Nível):

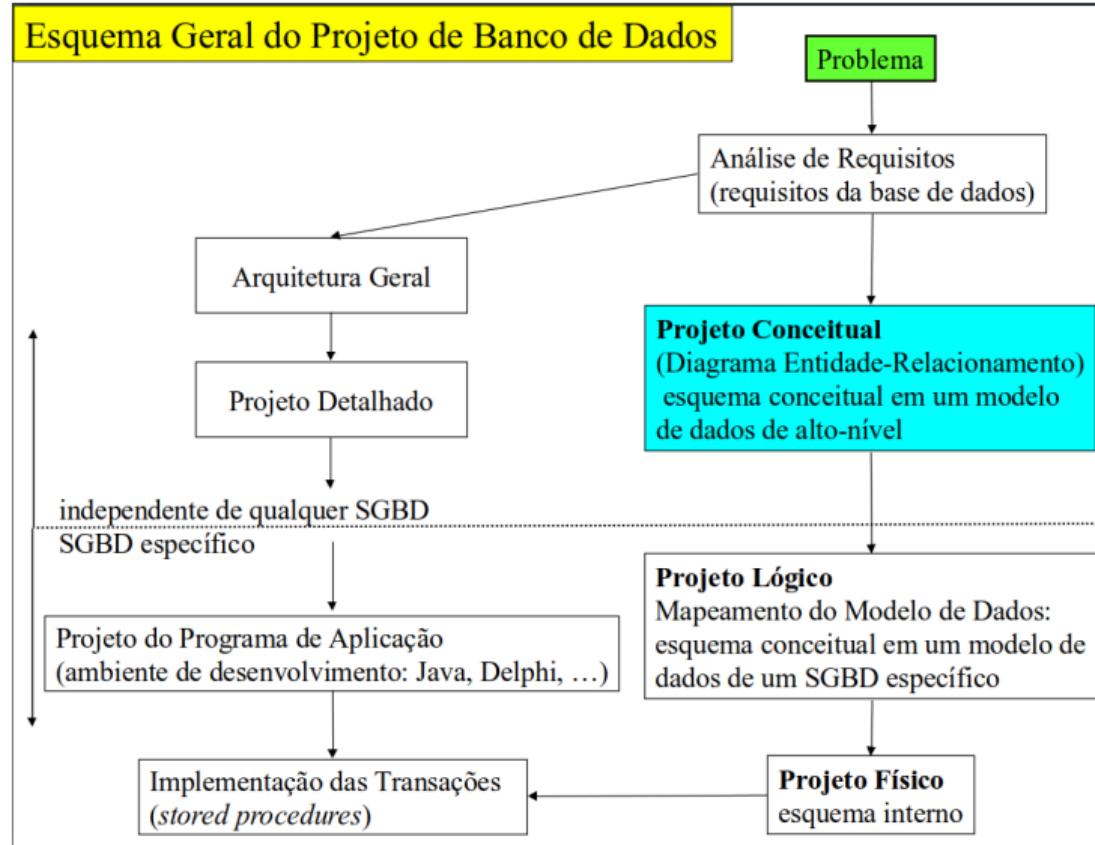
- ▶ Descreve como os dados são realmente armazenados em disco (índices, partições).



Fases do Projeto de Banco de Dados

O desenvolvimento segue um ciclo de vida estruturado:

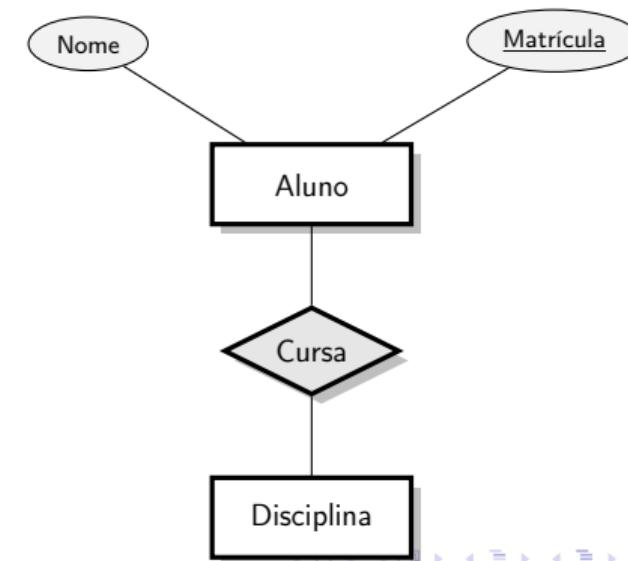




O Diagrama Entidade-Relacionamento (DER)

Proposto por Peter Chen (1976), baseia-se na percepção de que o mundo real consiste em **Entidades e Relacionamentos**.

- ▶ **Entidades:** Objetos do mundo real (Retângulos).
- ▶ **Atributos:** Características das entidades (Elipses).
- ▶ **Relacionamentos:** Associações entre entidades (Losangos).



O Diagrama Entidade-Relacionamento (DER)

- ▶ Ferramentas
 - ▶ draw.io
 - ▶ pgAdmin 4: *ERD Tool*

- ▶ Toda a estrutura lógica do banco de dados pode ser expressa graficamente pelo diagrama E-R.

Retângulos que representam os conjuntos de entidades.

Elipses que representam os atributos.

Losangos que representam os conjuntos de relacionamentos.

Linhas que unem os atributos aos conjuntos de entidades e os conjuntos entidades aos conjuntos de relacionamentos.

Elipses duplas que representam atributos multivalorados.

Linhas duplas que indicam participação total de uma entidade em um conjunto de relacionamentos.



Notação do Diagrama ER



Retângulo



Retângulo duplo



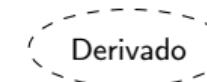
Losango



Elipse



Elipse dupla



Elipse tracejada



Sublinhado

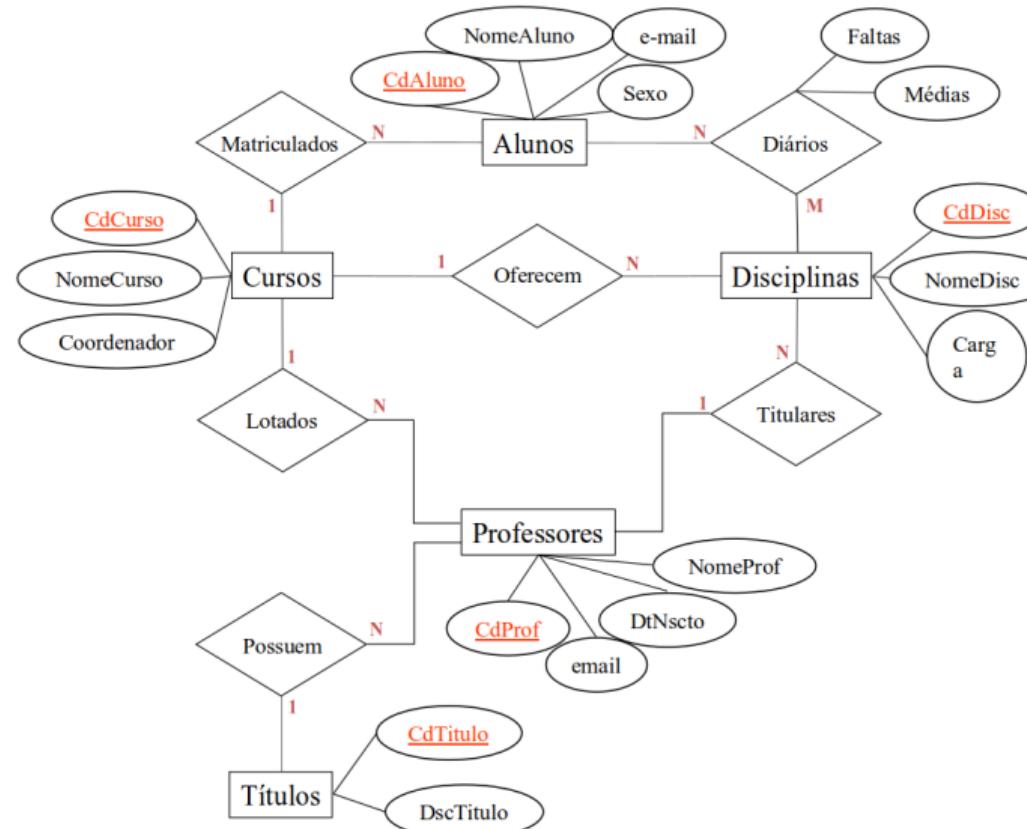
Participação Parcial

Participação Total

Modelo Entidade-Relacionamento (MER)

O Modelo Entidade-Relacionamento

Componentes Básicos



Entidade

Definição

Um objeto ou conceito do mundo real, identificável e distinto, sobre o qual desejamos armazenar informações.

Exemplos:

- ▶ **Concretas:** Pessoa, Carro, Produto.
- ▶ **Abstratas:** Conta Bancária, Venda, Curso.

Representação: Retângulo.



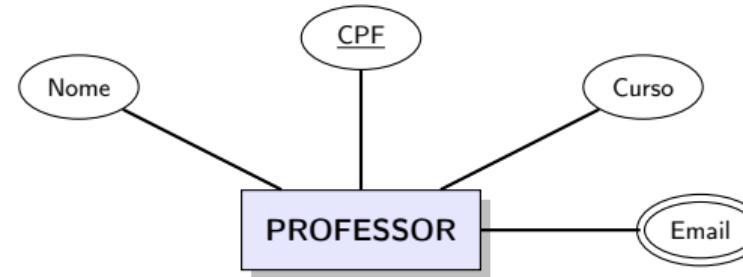
Atributos

Propriedades que descrevem uma entidade.

- ▶ **Simples (Atômico):** Indivisível (ex: Sexo, CPF).
- ▶ **Composto:** Pode ser subdividido (ex: Endereço → Rua, Número, CEP).
- ▶ **Multivalorado:** Pode ter múltiplos valores para a mesma entidade (ex: Telefones, Emails). Representado por elipse dupla.
- ▶ **Derivado:** Calculado a partir de outros (ex: Idade, derivado de Data de Nascimento). Representado por elipse pontilhada.



Tipos de Atributos (Visual)



Monovalorados: Nome, Curso (único valor)

Multivvalorado: Email (pode ter vários valores)

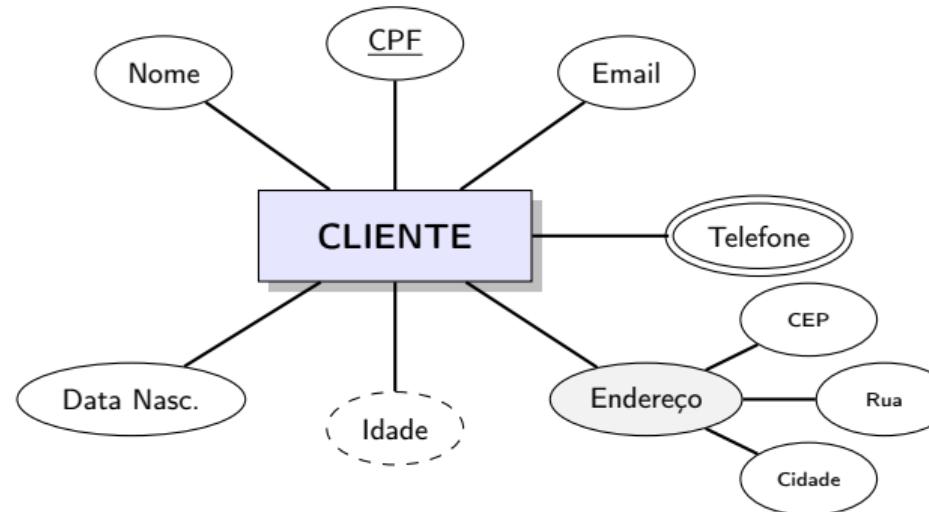
Chave: CPF (identificador único, sublinhado)



Domínio de Atributos

- ▶ **Domínio:** Conjunto de valores válidos que um atributo pode assumir.
- ▶ **Importância:** Define restrições de integridade e valida os dados inseridos.
- ▶ **Exemplos de Domínios:**
 - ▶ *Idade:* Inteiros entre 0 e 150
 - ▶ *Sexo:* {'M', 'F', 'Outro'}
 - ▶ *Carga Horária:* {32, 48, 64, 80, 96, 112, 128}

Exemplo: Entidade com Atributos



Legenda: CPF = Chave Primária | Telefone = Multivalorado | Idade = Derivado | Endereço = Composto



Relacionamento

- ▶ **Definição:** Associação entre duas ou mais entidades que representa uma interação significativa no domínio do problema.
- ▶ **Características:**
 - ▶ Possui **nome** que descreve a ação ou ligação (verbo)
 - ▶ Pode ter **atributos próprios** (ex: data de matrícula)
 - ▶ Possui **cardinalidade** (quantas entidades participam)
- ▶ **Exemplos:**
 - ▶ Aluno *cursa* Disciplina
 - ▶ Professor *leciona* em Curso
 - ▶ Funcionário *trabalha* em Departamento
- ▶ **Representação:** Losango no diagrama ER

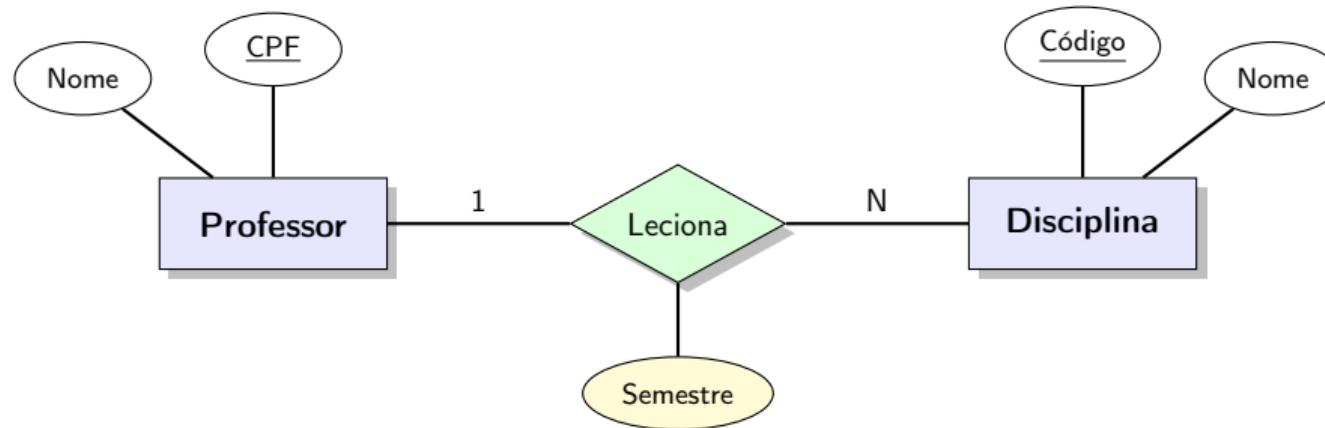


Relacionamento

► Grau do Relacionamento:

- ▶ **Unário (Auto-relacionamento):** Uma entidade relaciona-se consigo mesma (ex: Funcionário *supervisiona* Funcionário).
- ▶ **Binário:** Duas entidades (o mais comum).
- ▶ **Ternário:** Três entidades interagem simultaneamente.

Exemplo de Relacionamento



O relacionamento *Leciona* associa Professor a Disciplina.

Semestre é um atributo do re-
lacionamento (não da entidade).



Cardinalidade (Mapeamento)

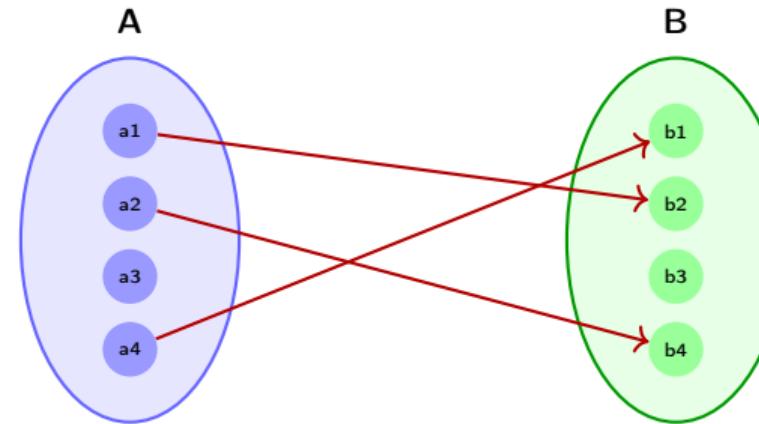
Expressa o número de ocorrências de uma entidade associadas a ocorrências de outra entidade.

- ▶ **1:1 (Um para Um):** Ex: Gerente gerencia 1 Departamento.
- ▶ **1:N (Um para Muitos):** Ex: Cliente faz N Pedidos.
- ▶ **N:M (Muitos para Muitos):** Ex: Aluno cursa N Disciplinas.



Mapeamento 1:1

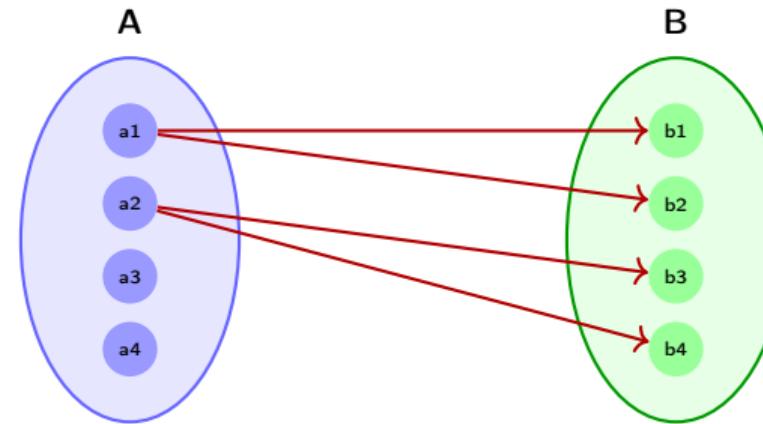
- ▶ Uma entidade em A está associada no máximo a uma entidade em B, e uma entidade em B está associada a no máximo uma entidade em A



Cada elemento de A conecta-se a no máximo um de B

Mapeamento 1:N

- ▶ Uma entidade em A está associada a várias entidades em B. Uma entidade em B, entretanto, deve estar associada no máximo a uma entidade em A.

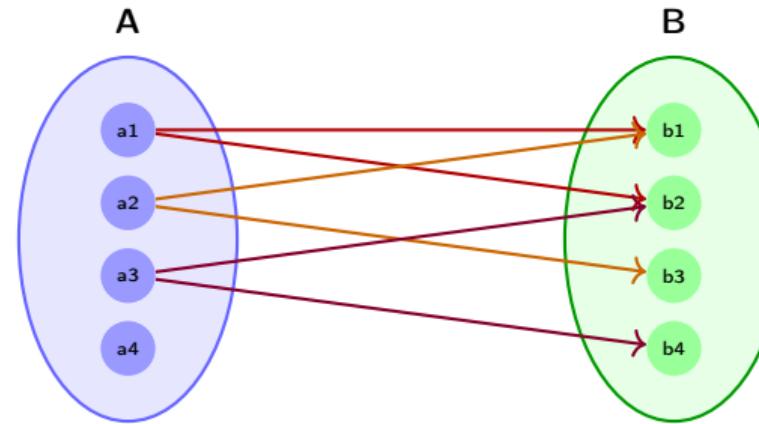


Um elemento de A pode conectar-se a vários de B



Mapeamento N:N

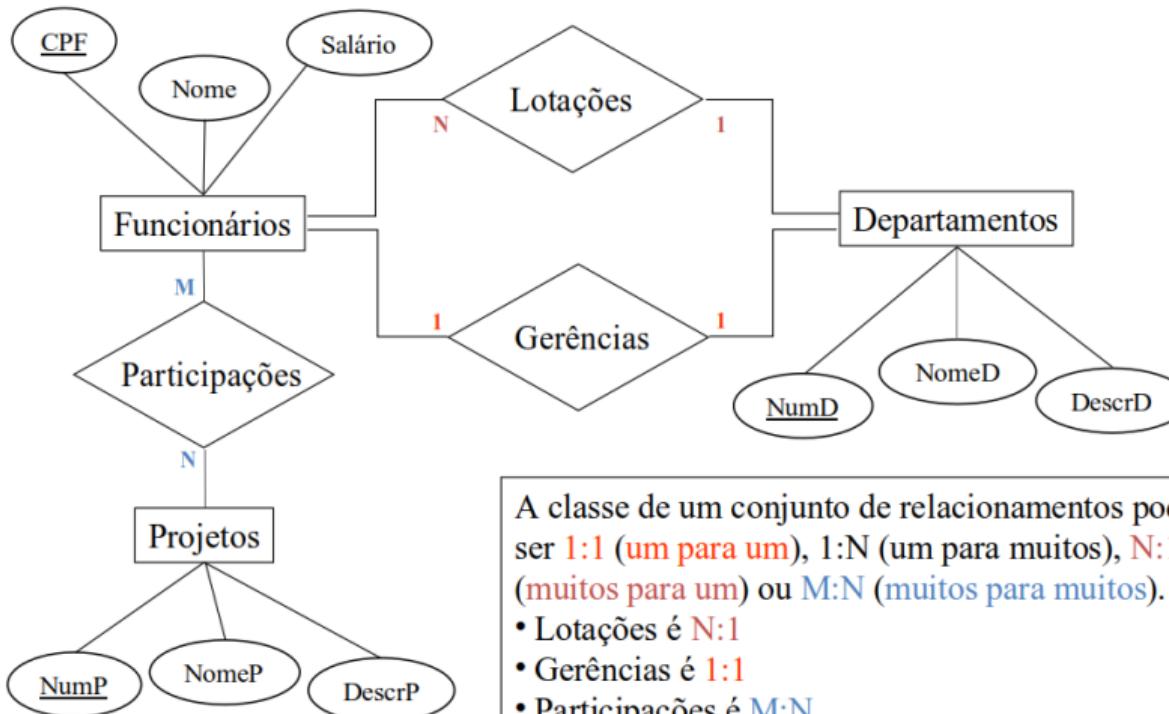
- ▶ Uma entidade em A está associada a qualquer número de entidades em B e uma entidade em B está associada a um número qualquer de entidades em A.



Elementos de A e B conectam-se livremente



Exemplo Prático de Mapeamento das Cardinalidades



A classe de um conjunto de relacionamentos pode ser **1:1** (um para um), **1:N** (um para muitos), **N:1** (muitos para um) ou **M:N** (muitos para muitos).

- Lotações é **N:1**
- Gerências é **1:1**
- Participações é **M:N**



Cardinalidade Mínima e Máxima (Notação ISO)

A notação (min, max) é mais precisa que apenas $1 : N$.

► Cardinalidade Mínima:

- ▶ 0: Participação **Opcional** (Parcial).
- ▶ 1: Participação **Obrigatória** (Total).

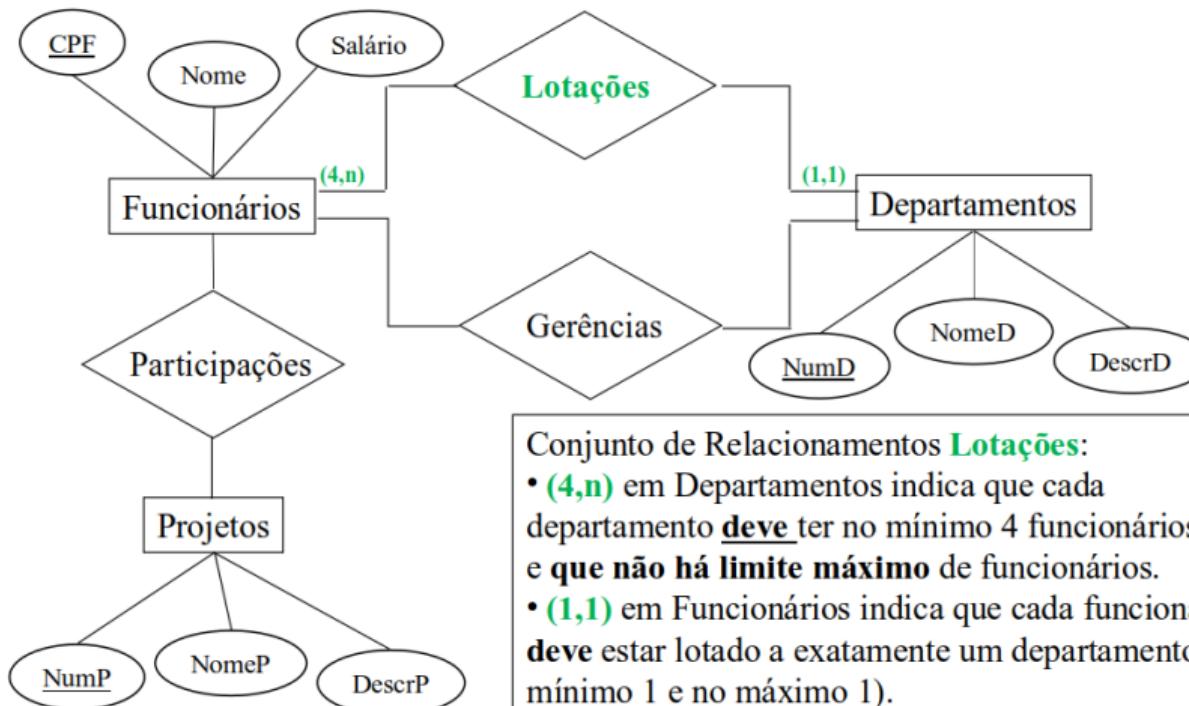
► Cardinalidade Máxima:

- ▶ 1: No máximo uma ocorrência.
- ▶ N : Múltiplas ocorrências.

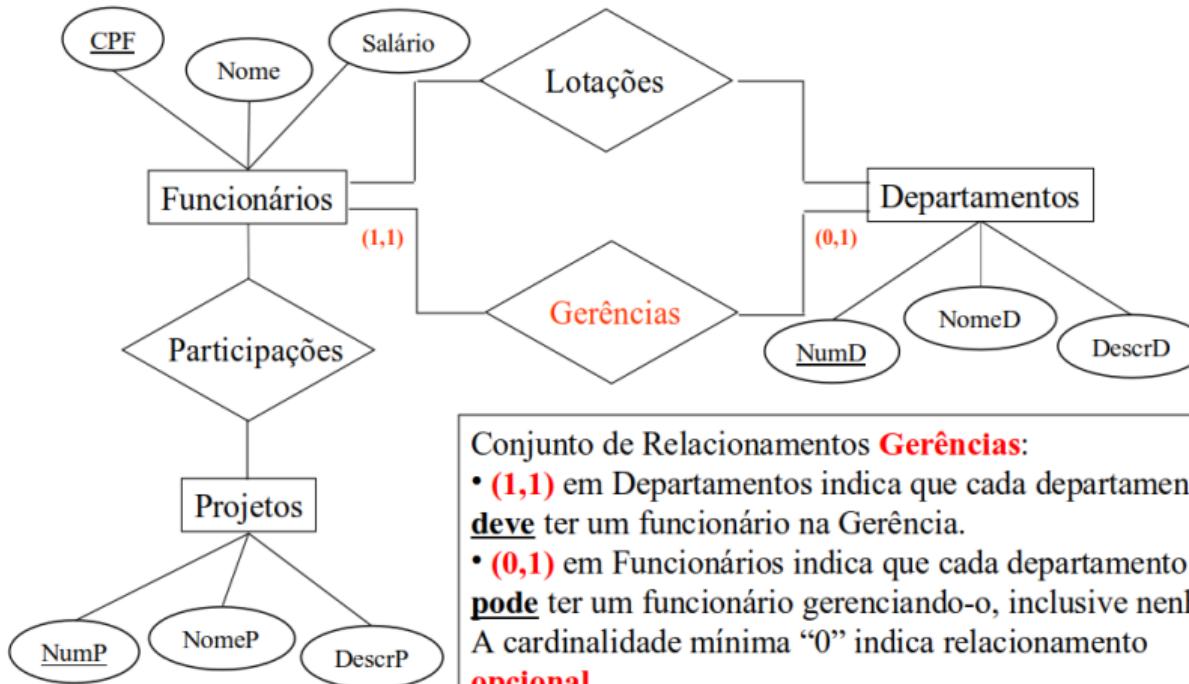
"Um funcionário (0,1) gerencia um departamento."
(Pode gerenciar no máximo um, **inclusive nenhum**).



Exemplos de Cardinalidade Mínima e Máxima



Exemplos de Cardinalidade Mínima e Máxima

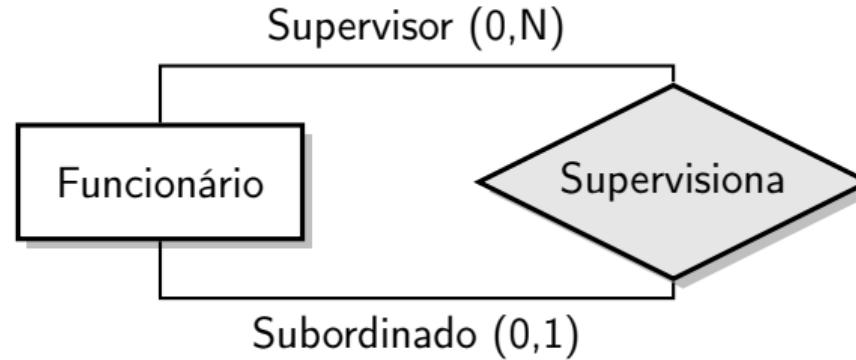


Conjunto de Relacionamentos **Gerências**:

- **(1,1)** em Departamentos indica que cada departamento deve ter um funcionário na Gerência.
- **(0,1)** em Funcionários indica que cada departamento pode ter um funcionário gerenciando-o, inclusive nenhum. A cardinalidade mínima “0” indica relacionamento **opcional**.



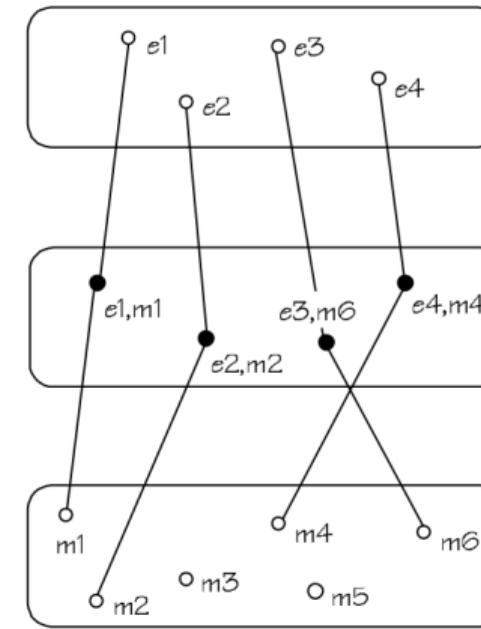
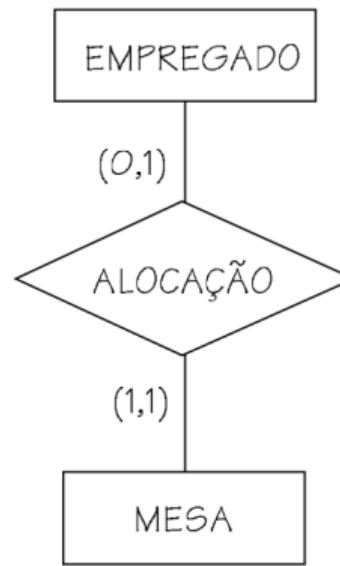
Exemplo: Auto-Relacionamento



Um funcionário pode ser supervisor de muitos (N), mas é supervisionado por no máximo um (1).



Exemplo: Relacionamento Binário



Exemplo: Relacionamento Binário



Um Autor pode (0) escrever vários livros (n). Enquanto um livro é escrito (1) por um ou vários Autores.

Exemplo: Relacionamento Binário



Um Cliente deve (1) pagar Agiota (1). Enquanto um Agiota pode ser pago por vários clientes ou nenhum.

Exercício: Relacionamento Binário



- A) Um Professor é obrigado a orientar alunos? Quantos? B) Um Aluno é obrigado a ter um orientador? Quantos?.

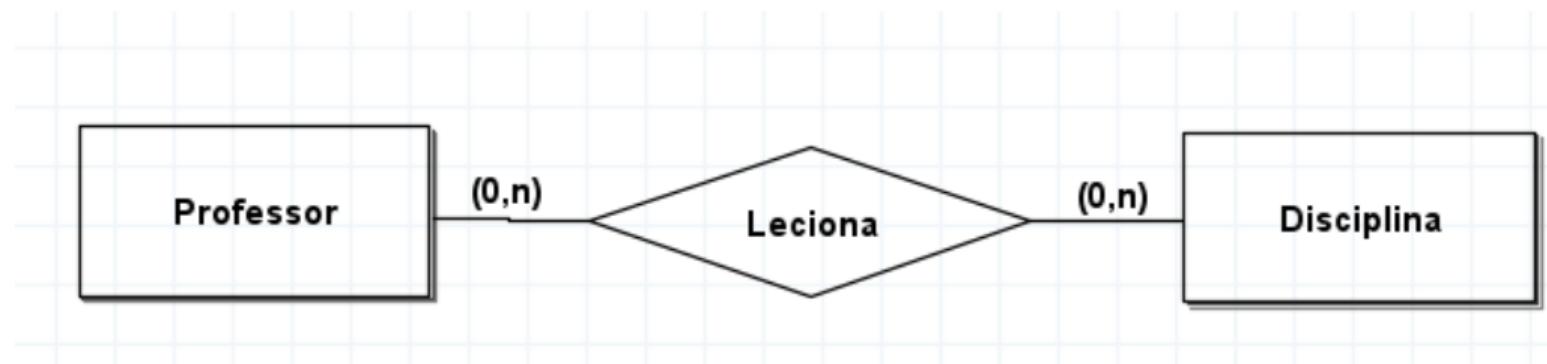
Exercício: Relacionamento Binário

Uma **Nota Fiscal** deve conter, no mínimo, um **Produto** e pode conter vários. Um **Produto** pode não estar em nenhuma **nota fiscal** (recém-cadastrado) ou estar em várias notas fiscais.
Defina o relacionamento



Relacionamento Inadequado

- ▶ Considere agora o relacionamento que indica que um professor foi escalado para lecionar uma determinada disciplina
- ▶ Temos a solução

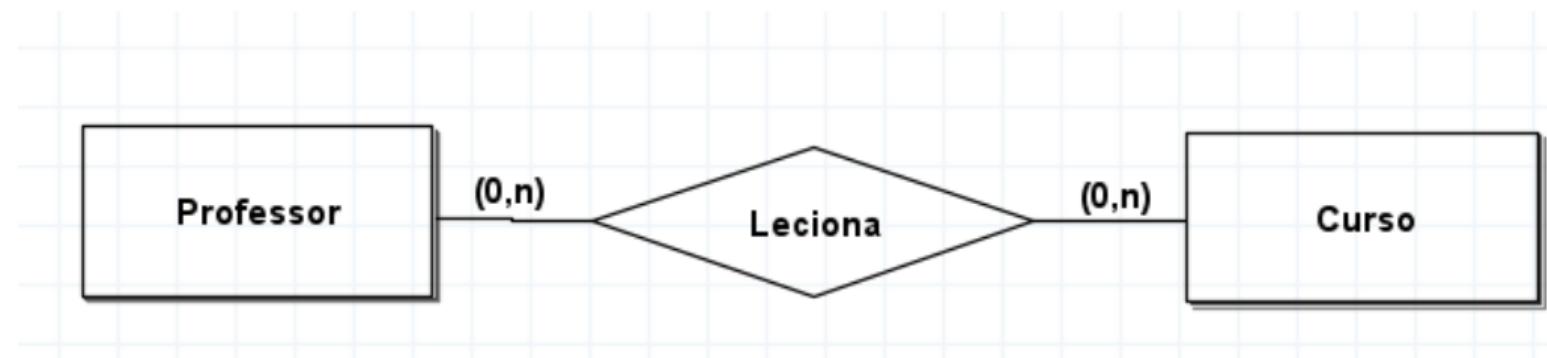


- ▶ Significa que Professor Elton leciona Calculo 1. Porém, em qual curso ?



Relacionamento Inadequado

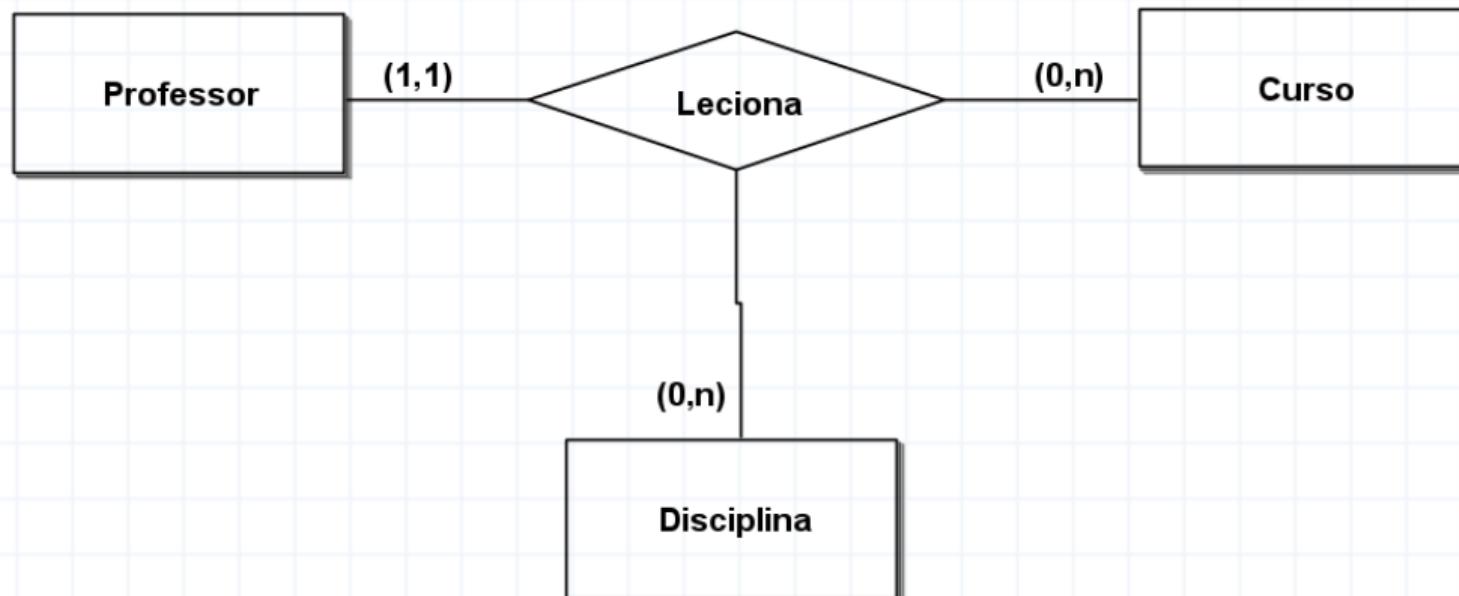
- ▶ Considere agora o relacionamento que indica que um professor foi escalado para lecionar uma determinada disciplina
- ▶ Temos a solução



- ▶ Significa que Professor Elton leciona em SI. Porém, qual disciplina ?

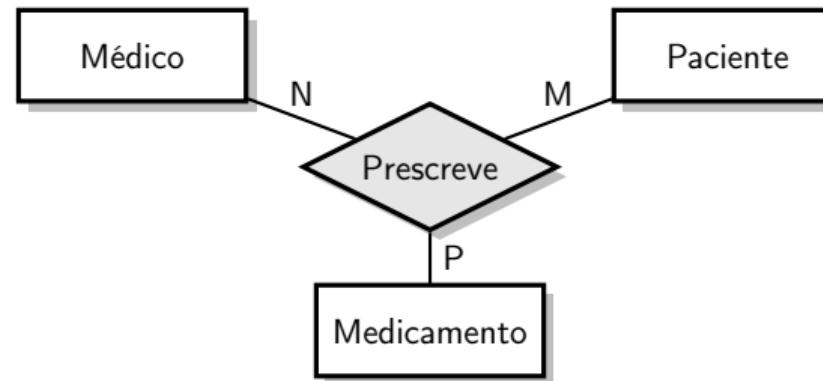


Solução



Relacionamento Ternário

Quando uma associação binária não é suficiente para representar a semântica sem perda de informação.

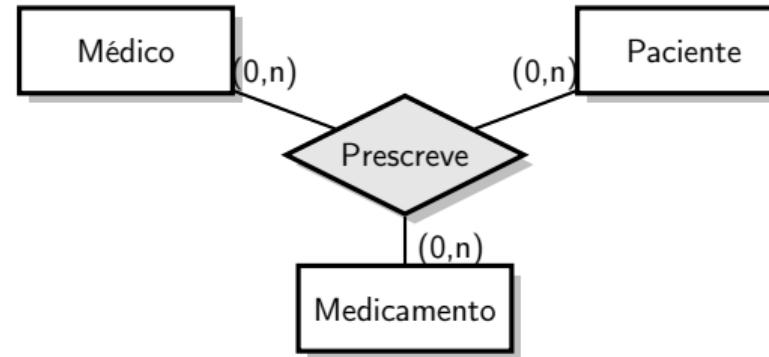


Leitura da Cardinalidade: Fixando um par (ex: Médico e Paciente). Quantos Medicamentos podem estar associados ao par (Médico e Paciente)?



Relacionamento Ternário: Leitura (min, max)

Para ler a cardinalidade de uma entidade em um ternário, utilizamos a regra de "Fixar o Par":



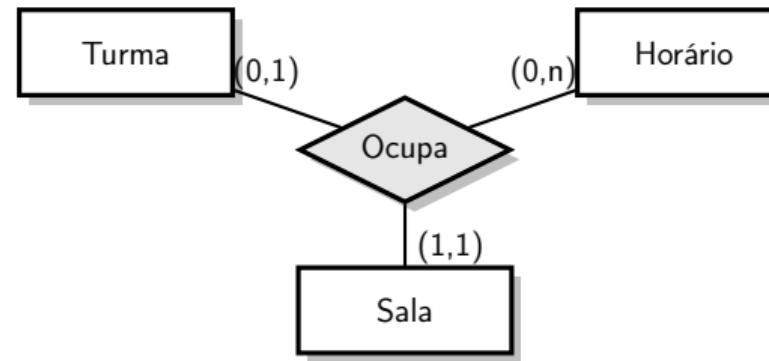
Como ler a cardinalidade **(0,n)** ao lado de Medicamento?

- ▶ **Fixe o par oposto:** Dado 1 Médico atendendo 1 Paciente específico...
- ▶ **Pergunte:** Quantos Medicamentos podem ser prescritos neste ato?
- ▶ **Resposta:** No mínimo 0 (apenas consulta) e no máximo n (vários remédios).



Exemplo 2: Alocação de Aulas

Neste cenário, a cardinalidade muda para restringir a regra de negócio.



Leitura da cardinalidade (1,1) ao lado de Sala:

- ▶ **Fixe o par:** Dada 1 Turma específica em 1 Horário específico...
- ▶ **Leia:** Ela deve ocupar **uma e apenas uma** Sala.

Leitura da cardinalidade (0,1) ao lado de Turma:

- ▶ **Fixe o par:** Dada 1 Sala em 1 Horário...
- ▶ **Leia:** Pode haver **0** (sala vazia) ou no máx **1** Turma (não há aula simultânea).



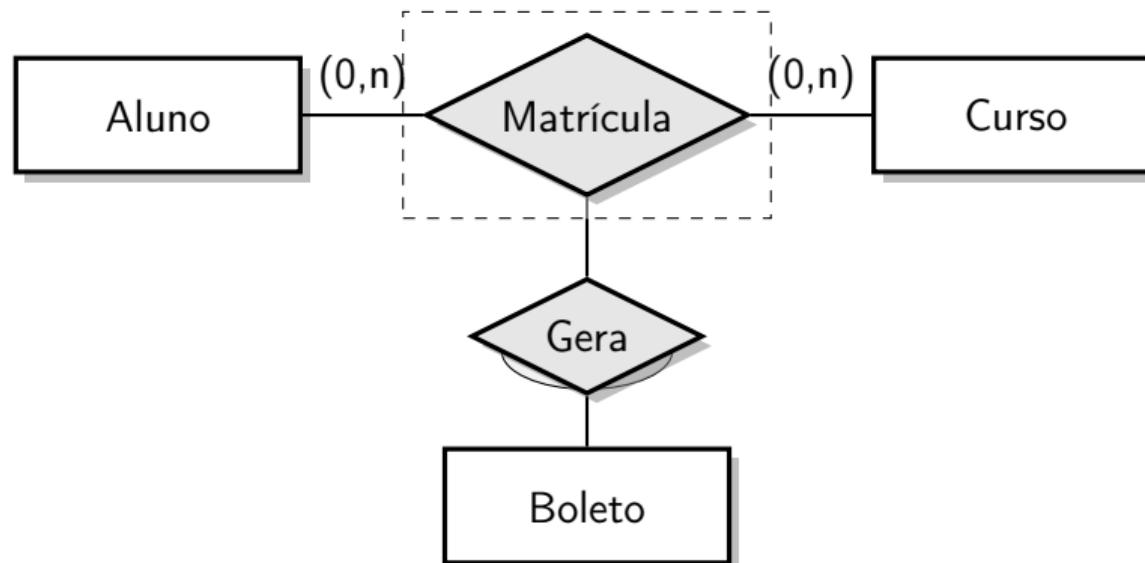
Entidade Associativa

Surge quando um **Relacionamento** precisa ser tratado como uma **Entidade** para se relacionar com outros elementos.

- ▶ Comum em relacionamentos $N : M$ que possuem atributos importantes ou que se relacionam com uma quarta entidade.



Visualizando a Entidade Associativa



A "Matrícula" deixa de ser apenas um losango e passa a agir como entidade para gerar "Boletos".



Importância dos Atributos de Relacionamentos

- ▶ Os atributos de relacionamentos são importantes em um modelo de entidade-relacionamento (ER) por várias razões e podem influenciar significativamente o design e a funcionalidade de um banco de dados:
 - ▶ Detalhamento de Relacionamentos
 - ▶ Eles fornecem detalhes adicionais sobre a natureza de um relacionamento entre entidades. Por exemplo, além de saber que um aluno está matriculado em um curso, um atributo de relacionamento pode informar a data de início da matrícula.
 - ▶ Integridade de Dados
 - ▶ Atributos de relacionamento podem ser usados para impor regras de negócio e garantir a integridade dos dados. Por exemplo, um atributo de relacionamento pode ser usado para garantir que a data de matrícula de um aluno esteja dentro do semestre acadêmico apropriado.

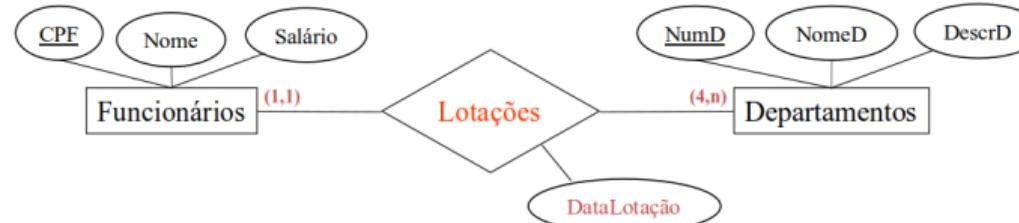


Importância dos Atributos de Relacionamentos

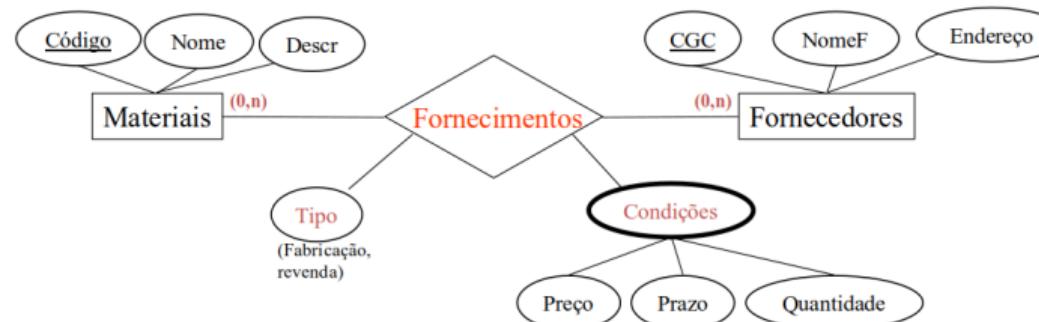
- ▶ Redução de Redundância
 - ▶ Em vez de repetir informações nas entidades que estão sendo relacionadas, os atributos de relacionamento permitem armazenar essas informações uma única vez, no relacionamento. Isso reduz a redundância e facilita a manutenção do banco de dados.
- ▶ Desempenho de Consultas:
 - ▶ Quando atributos relevantes para uma consulta estão localizados diretamente no relacionamento, isso pode melhorar o desempenho da consulta, evitando junções desnecessárias



Atributos de Relacionamentos



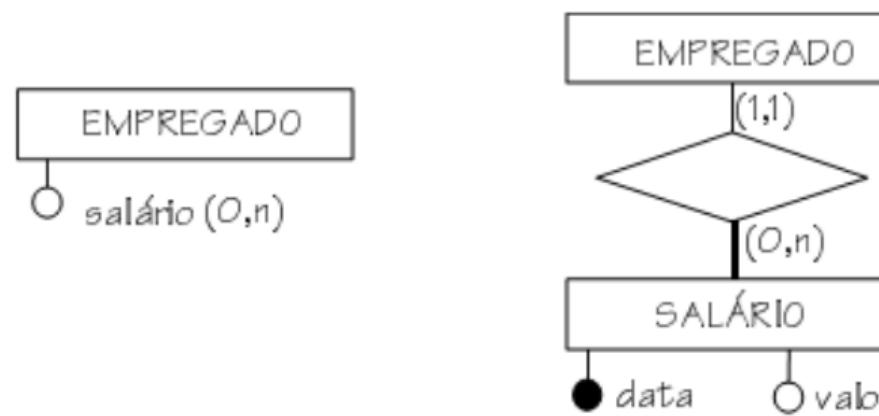
- DataLotação é um atributo do relacionamento Lotações.



- Tipo e Condições são atributos do relacionamento Fornecimentos.

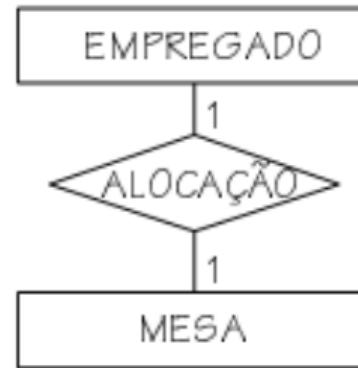
Atributo com aspecto temporal

- ▶ Algumas vezes, dependendo da lógica de negócios, será necessário considerar os aspectos temporais.
- ▶ Então um atributo acaba tornando uma tabela
 - ▶ Por exemplo: histórico de pagamento!!!

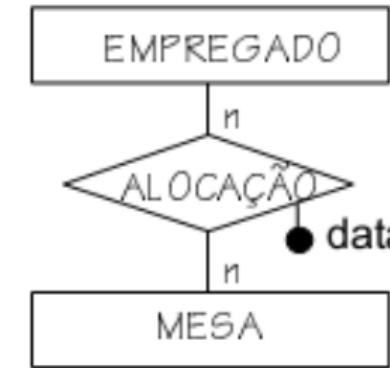


Atributo com aspecto temporal

- ▶ Assim como atributos, também relacionamentos podem ser modificados e também neste caso pode ser requerido que o banco de dados mantenha um registro histórico das alterações
- ▶ São casos de relacionamentos n:n ou transformados para n:n

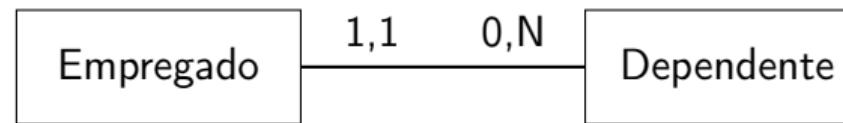


(a)



(b)

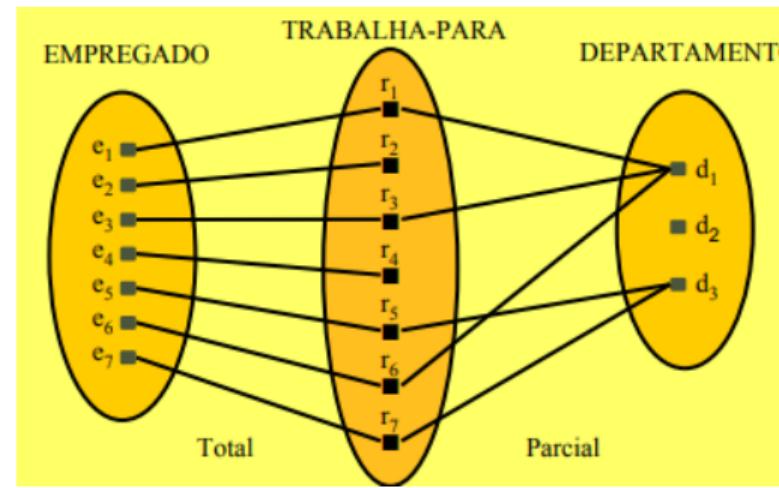
- ▶ Se a existência de uma entidade **X** depende da existência **Y**, então **X** é **dito dependente da existência** de **Y**.
- ▶ Operacionalmente, se **Y** for excluído, o mesmo deve acontecer com **X**.
- ▶ A entidade **Y** é chamada entidade **dominante** e a **X** é chamada entidade **subordinada**.



Restrição de Participação

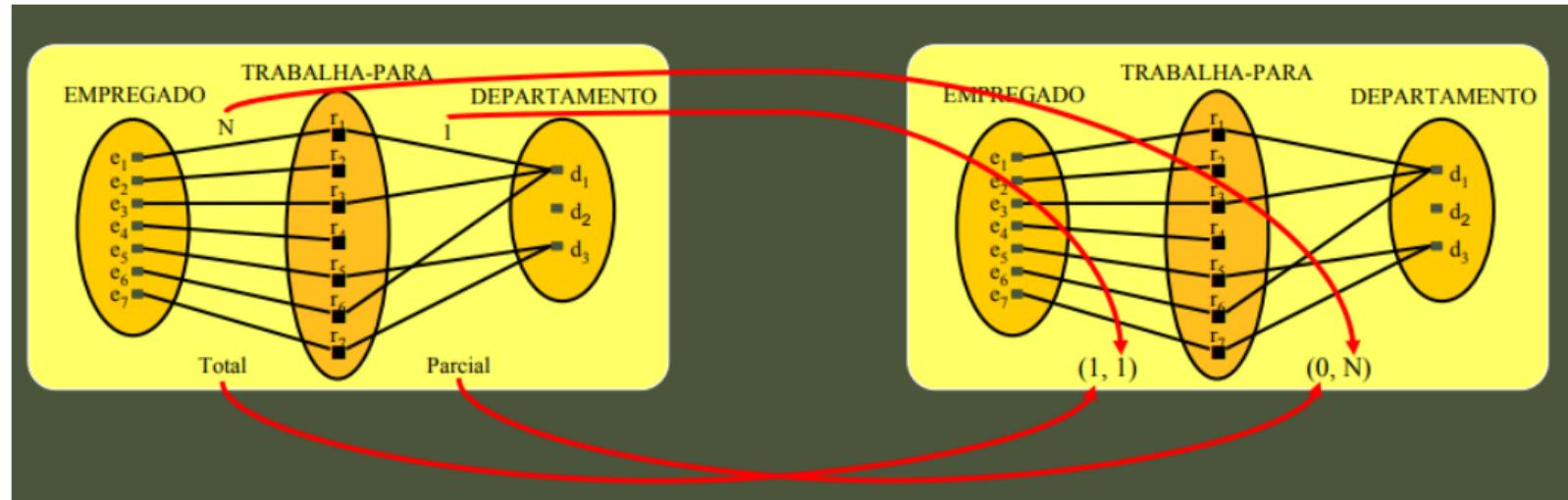
EMPREGADO TRABALHA PARA DEPARTAMENTO

- ▶ Empregado deve existir se estiver relacionado com algum departamento (Participação Total). Linha Dupla
- ▶ Departamento pode existir mesmo não tendo nenhum empregado (Participação Parcial). Linha simples



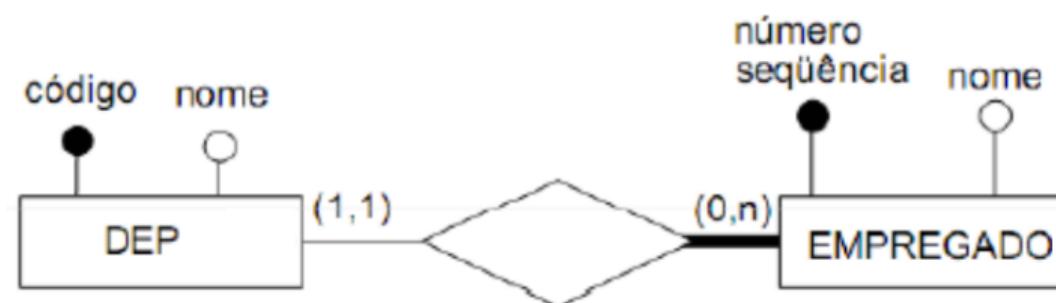
Restrição de Estrutural

- ▶ A restrição estrutural de:
 - ▶ Empregado é $(1,1)$, pois participa em:
 - ▶ No mínimo em 1 e no máximo em 1 relacionamento
 - ▶ Departamento é $(0,N)$, pois participa em
 - ▶ No mínimo 0 e no máximo N relacionamentos



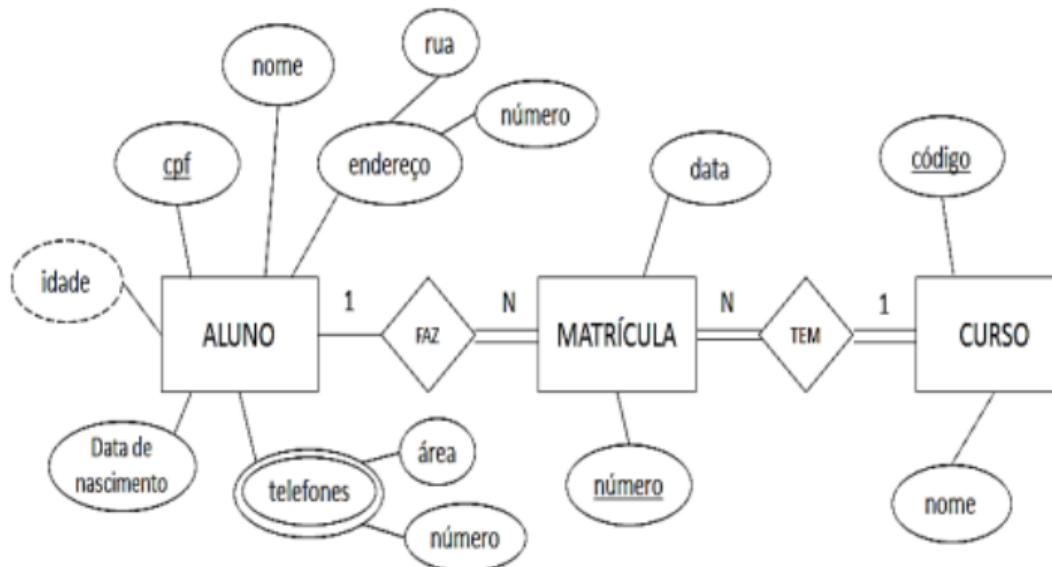
Restrição de Participação

EMPREGADO alocado **Departamento**



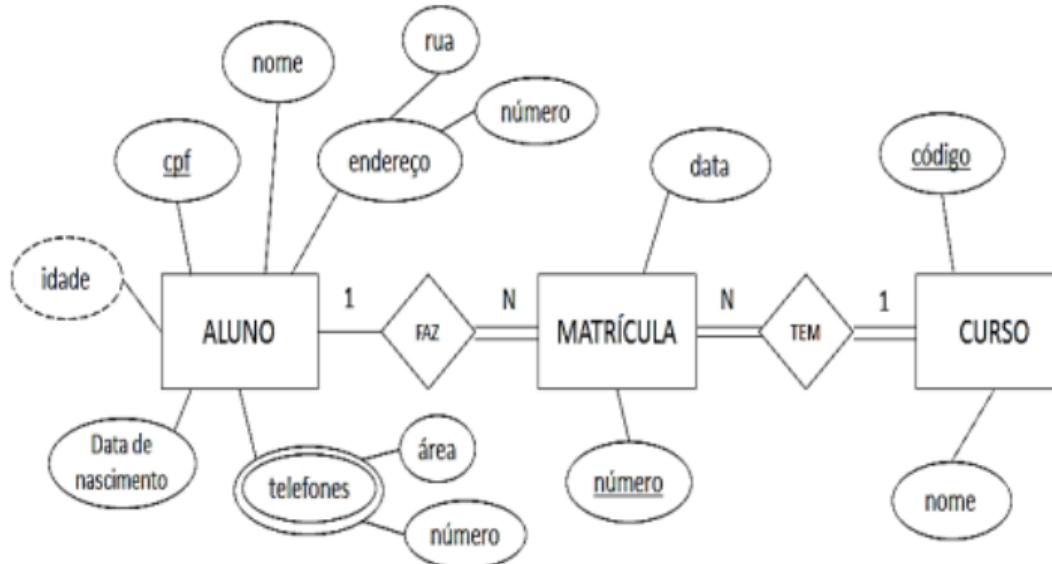
Restrição de Estrutural

- 1) Entidade do tipo ALUNO deve, obrigatoriamente, estar relacionada a uma ou mais entidades do tipo MATRÍCULA. ? Sim ou Nao



Restrição de Estrutural

- 2) Entidade do tipo MATRÍCULA deve, obrigatoriamente, estar relacionada a uma entidade do tipo ALUNO. ? Sim ou Nao



Tipos de Chaves

- ▶ **Superchave:** Qualquer conjunto de atributos que identifica unicamente uma entidade.
- ▶ **Chave Candidata:** Uma superchave mínima (sem atributos redundantes).
- ▶ **Chave Primária (PK):** A chave candidata escolhida para ser o identificador principal.
- ▶ **Chave Estrangeira (FK):** Atributo que referencia a chave primária de outra entidade (conceito do Modelo Relacional, mas importante ter em mente).



Exercício: Biblioteca

Cenário:

- ▶ Alunos fazem empréstimos de Livros.
- ▶ Um aluno pode pegar vários livros.
- ▶ Um livro específico (exemplar) só pode estar com um aluno por vez.
- ▶ É necessário saber a data de devolução.

Desafio: Desenhe o DER considerando as cardinalidades (min, max) e identifique se o "Empréstimo" deve ser uma entidade associativa.



Exercício: Consultoria de TI

- ▶ Uma consultoria precisa rastrear custos de licenças de software.
- ▶ Um **Analista** atua em vários **Projetos**.
- ▶ Para realizar suas tarefas, ele utiliza diversos **Softwares** (Ferramentas).
- ▶ *Regra de Negócio:* Não basta saber quais softwares o analista conhece. Precisamos saber **qual software** ele utilizou **em qual projeto** específico para cobrar a licença do cliente correto.

Dica: Se ligássemos apenas *Analista-Software*, saberíamos o que ele usa, mas não para qual cliente cobrar.

Referências Bibliográficas

-  HEUSER, C. A. *Projeto de Banco de Dados*. 6^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
-  ELMASRI, R.; NAVATHE, S. *Sistemas de Banco de Dados*. 6^a ed. Pearson, 2011.
-  SILBERSCHATZ, A. et al. *Sistema de Banco de Dados*. Campus.

