

# Banco de Dados

## Pós-Graduação em Ciência da Computação

**Prof. Dr. Ronaldo Celso Messias Correia**  
ronaldo.correia@unesp.br

# Modelo Entidade-Relacionamento

# Modelo de Dados

- Uma coletânea de conceitos que podem ser utilizados para descrever a estrutura de um banco de dados (tipos de dados, relacionamentos e restrições) e também um conjunto de operações básicas para especificar recuperações e atualizações no banco de dados
- Categorias de Modelos de Dados:
  - Divisão baseada nos tipos de conceitos oferecidos para descrever a estrutura do DB
    - Modelos de dados conceituais (alto nível)
      - Oferece conceitos próximos ao usuário
      - Exemplo: modelo entidade-relacionamento
    - Modelos de dados representacionais (ou de implementação)
      - Descrevem a forma como os dados estão organizados dentro do computador
      - Exemplo: modelo relacional
    - Modelos de dados físicos (baixo nível)
      - Descrevem detalhes de como os dados estão armazenados no computador

# Componentes da Arquitetura

## Esquema Interno

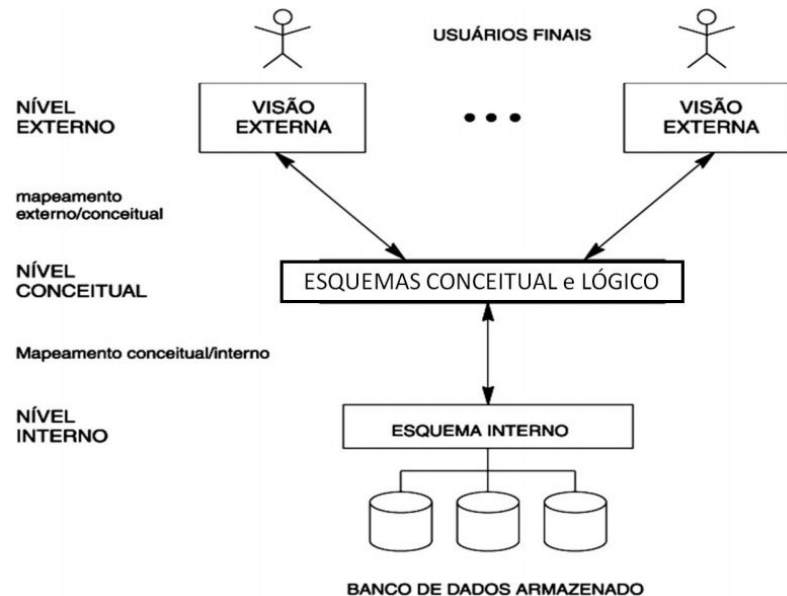
Descreve armazenamento físico

## Esquemas Conceitual e Lógico

Descreve entidades, tipos de dados, relacionamentos, operações e restrições  
Esconde detalhes de armazenamento

## Esquemas Externos

Descreve porções do banco para diferentes comunidades

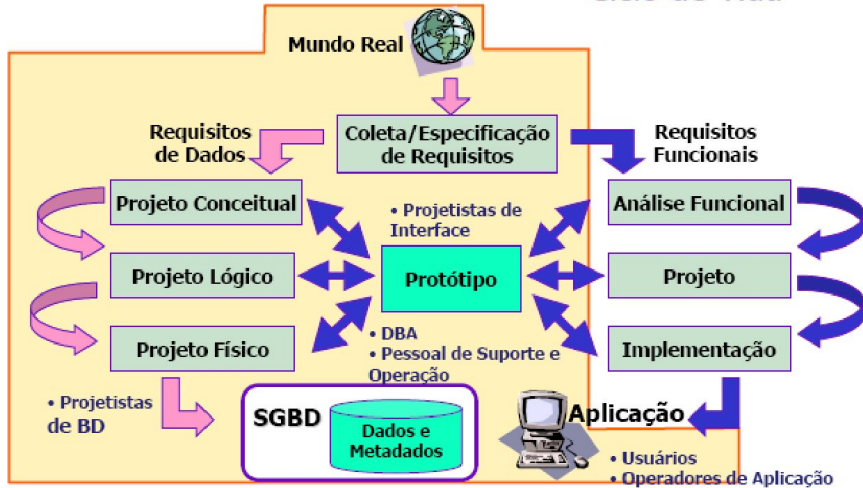


*Arquitetura de um Sistema de Bancos de Dados*

# Projeto de Banco de Dados

## Desenvolvimento de Sistemas de Banco de Dados

## Ciclo de Vida



- Modelo bastante conhecido usado na criação do esquema conceitual
  - Modelo Entidade-Relacionamento
- No esquema lógico os dados são descritos de forma dependente do SGBD a ser usado
  - Em função da maior parte dos SGBDs comerciais serem relacionais: Modelo Relacional
- Projeto Físico: são especificados detalhes de armazenamento interno das informações que podem influenciar o desempenho das aplicações (ex: estruturas de arquivos usadas no acesso às informações)

# Modelo Entidade-Relacionamento

- Modelo desenvolvido por Chen em 1976
- Diversas extensões e notações foram definidas ao longo do tempo
- Provê ao usuário um alto nível de abstração, e por conseguinte facilita a construção de um esquema de BD
- A estrutura lógica do BD pode ser expressa graficamente pelo diagrama E-R
- Popular
  - Simplicidade e Expressividade
- Um banco de dados representado por um modelo E-R, pode ser representado por uma coleção de tabelas
- O mapeamento entre os modelos E-R e Relacional é relativamente simples.
- Existem várias ferramentas destinadas a mapear o Modelo E-R para Relacional
- É também chamado de esquema E-R ou diagrama E-R

# Modelo Entidade-Relacionamento

- Diversas extensões e notações foram definidas ao longo do tempo
- Os dados do mundo real são representados por meio de conjuntos de entidades, relacionamentos entre esses e atributos que os caracterizam
- Conjunto de Entidades: representa um conjunto de elementos do mundo real que têm a mesma “estrutura” e o mesmo “significado”
  - Estrutural e semanticamente iguais
  - Ex: Pessoas
- Entidade: elemento do conjunto de entidades identificado por características individuais definidas por meio do conceito de atributos
  - Ex: “coisas”, objetos, pessoas (Murilo)
- Atributos: Propriedades que descrevem a entidade ou o relacionamento entre entidades
- Relacionamento: conjunto de associações entre conjunto de entidades; podem ser caracterizados por atributos

# Conjunto de Entidades

- As instâncias de uma entidade não são representadas no diagrama de Entidades e Relacionamento, mas são semanticamente interpretadas no mesmo
- MER não trata Entidades individuais, apenas Conjuntos de Entidades
  - Notação DER: retângulo

Funcionário

Departamento

Produto

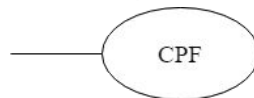
Fornecedores



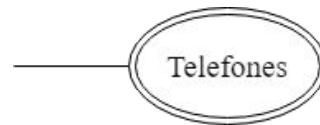
# Atributos

- Valores que representam propriedades das entidades e relacionamentos no mundo real;
- Tipos:

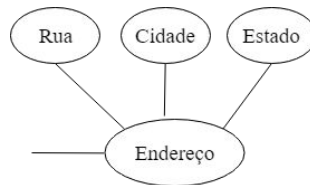
- **Atributo Monovalorado:** possui um valor para cada entidade que caracteriza;



- **Atributo Multivalorado:** possui mais de um valor para cada entidade que caracteriza;



- **Atributo Composto:** quando o atributo tem vários subcampos;



- **Atributo Derivado:** quando o valor de um atributo é obtido por meio de valores de outros atributos. Ex: tempo\_de\_casa pode ser derivado do valor da data\_contratação;

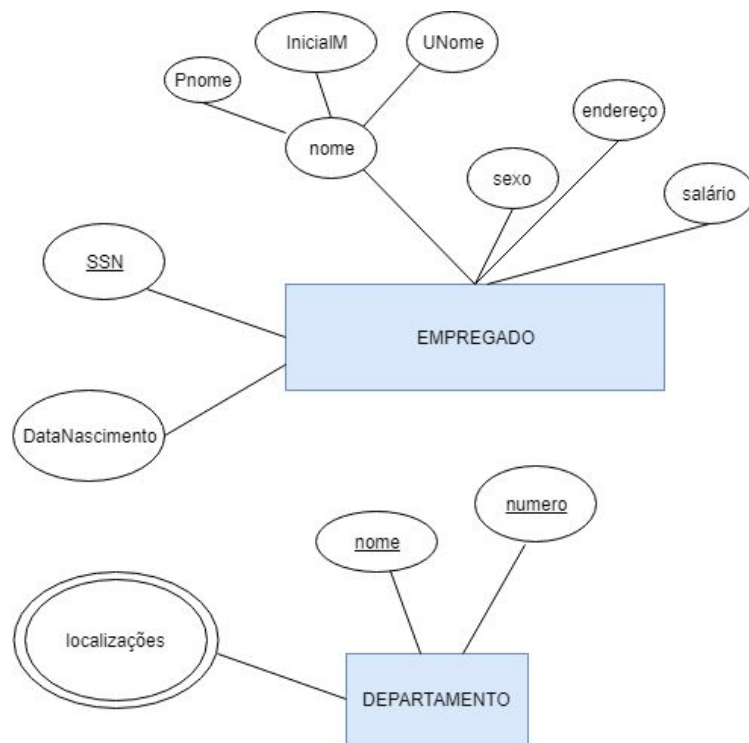
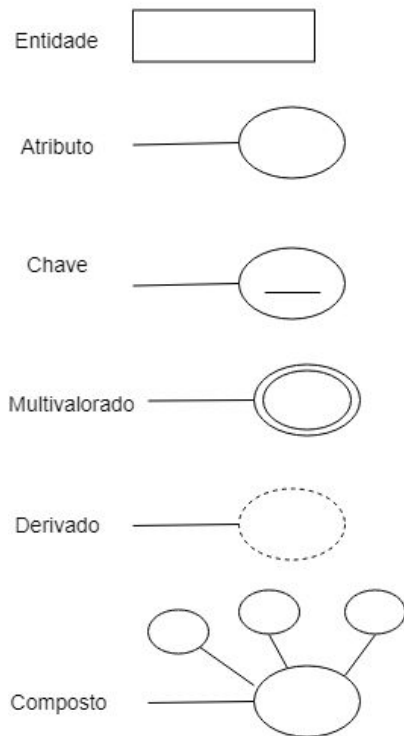


# Atributos

- **Chave** = Atributo ou um conjunto de atributos que, com seus valores, consiga identificar uma única entidade dentro do conjunto de entidades
- Uma chave deve ser mínima no sentido de que se a chave for composta, nenhum atributo que a compõe poderá ser retirado, e ainda sim, a composição resultante continua sendo chave
- É o principal meio de acesso a uma entidade
- Outras possíveis chaves não são indicadas no diagrama, e não são contempladas pelo MER, mas podem ser anotadas separadamente, para efeito de documentação
- **Chave Composta**: mais de um atributo compõe a chave de um conjunto de entidades. A concatenação de todos eles indica a chave única
- Notação DER: grifar atributo chave

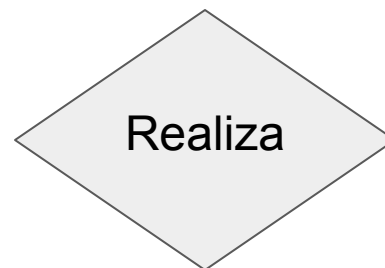
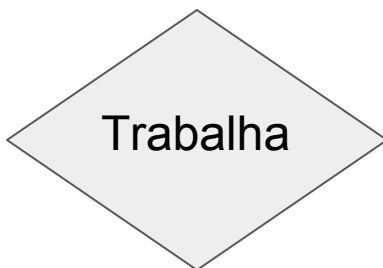
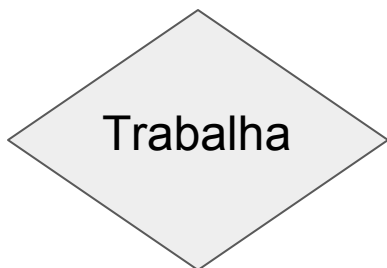


# Atributos



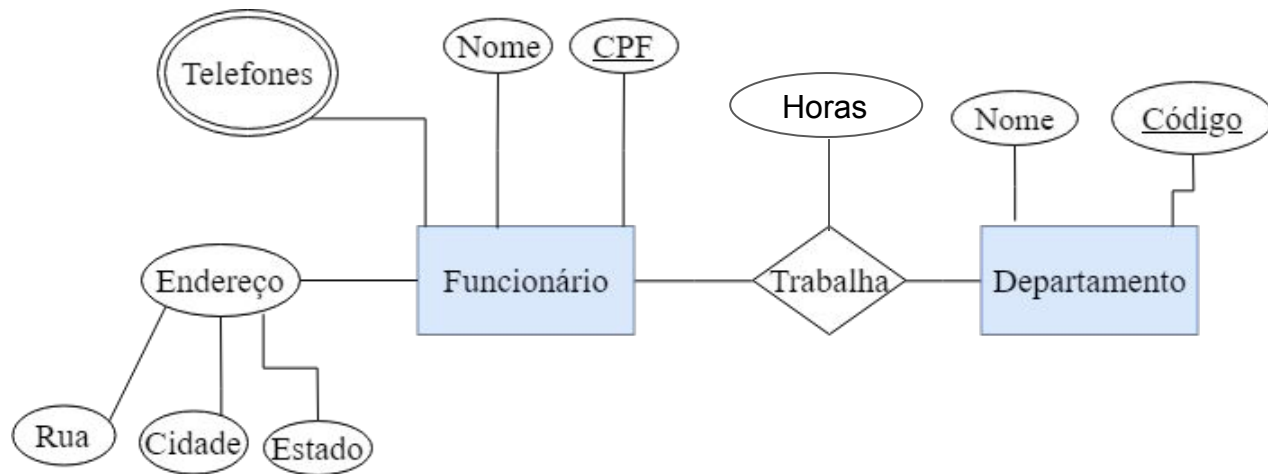
# Conjunto de relacionamentos

- **Relacionamento** é uma associação entre uma ou várias entidades
- **Conjunto de Relacionamentos** é um conjunto de relacionamentos de mesmo tipo
- Expressam uma rica semântica entre os conjuntos de entidades por meio dos conceitos como:
  - **Cardinalidade**
  - **Restrição de participação** (total ou parcial)
  - **Grau de Relacionamento**
- Esses conceitos impõem restrições aos dados que alimentarão o banco de dados
- Notação DER: losango



# Conjunto de relacionamentos

- O grau de relacionamento: é o número de entidades participantes
  - Binário, ternário, etc.
- Dependendo do conjunto de entidades associadas entre si, é necessário adicionar atributos em um relacionamento
  - Ex: Horas em Trabalha\_Em entre Funcionário e Projeto
- Exemplo MER:



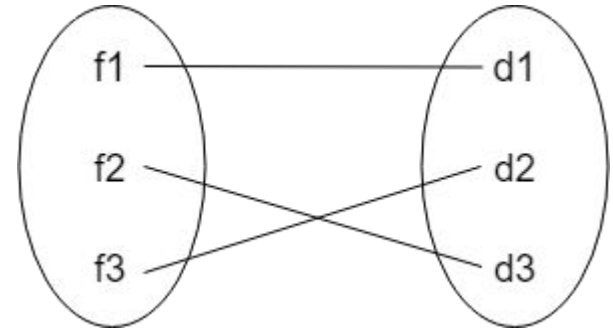
# Cardinalidade

- A cardinalidade expressa o número de entidades as quais outra entidade pode estar associada em um relacionamento
- Para um
  - Um para um (1 para 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
  - Um para muitos (1 para 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
  - Muitos para um (N para 1)
    - Uma entidade em A está associada a no máximo uma entidade em B. Uma entidade em B, entretanto, pode estar associada a um número qualquer de entidades em A
  - Muitos para muitos (N para N) - pode ser substituído por qualquer outra letra, como M, P, Q)
    - 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

# Cardinalidade 1 para 1

## ➤ Exemplos:

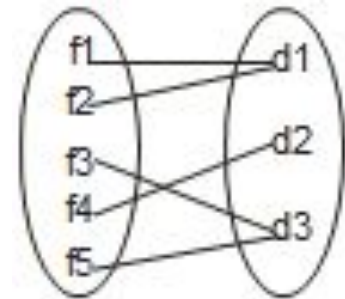
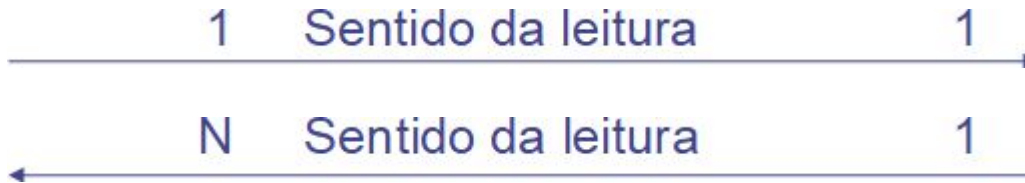
- Um funcionário gerencia no máximo 1 departamento. Um departamento é gerenciado por no máximo um funcionário



# Cardinalidade 1 para muitos

## ➤ Exemplos:

- Um funcionário está lotado no máximo em 1 departamento. Um departamento tem até N funcionários lotados nele

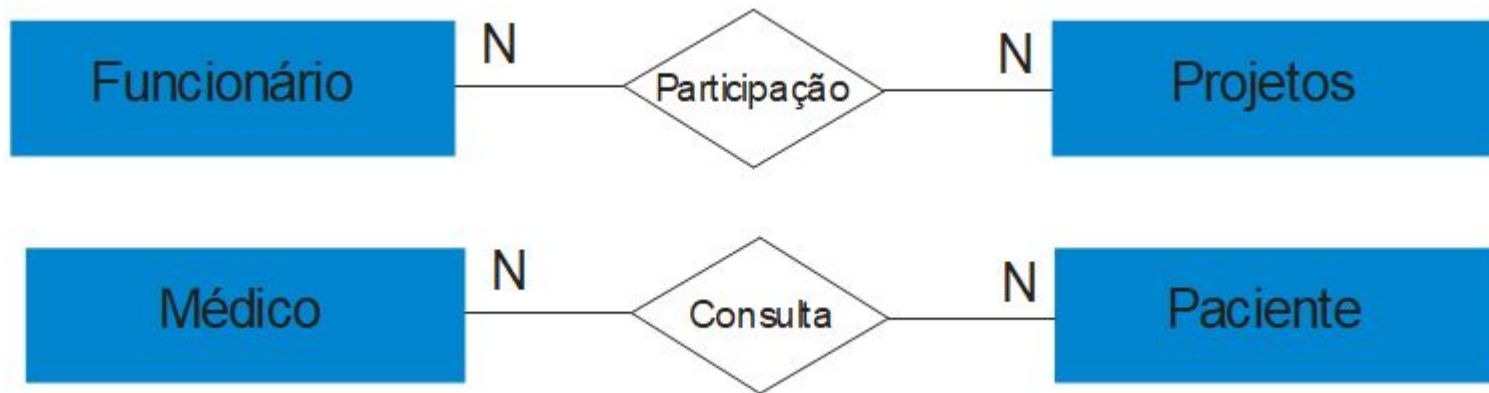
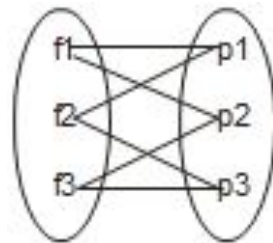




# Cardinalidade muitos para muitos

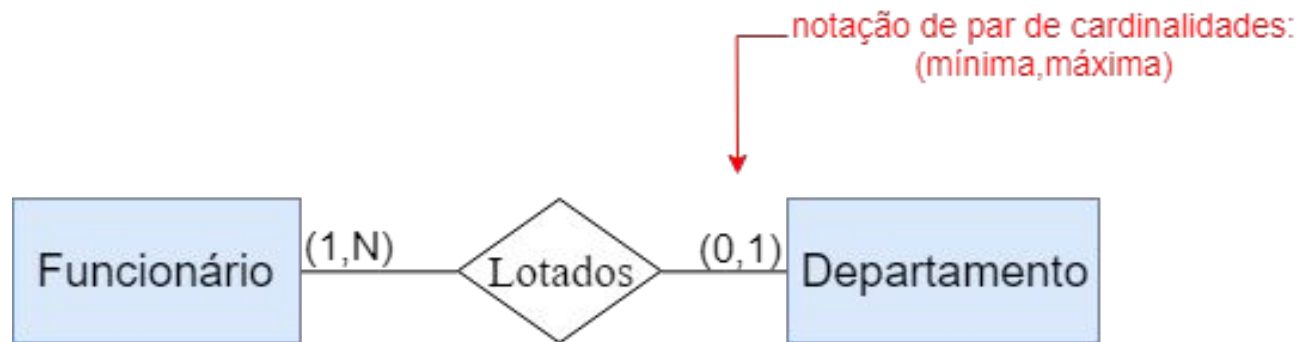
## ➤ Exemplos:

- Um funcionário participa de vários projetos. Um projeto pode ter a participação de até N funcionários



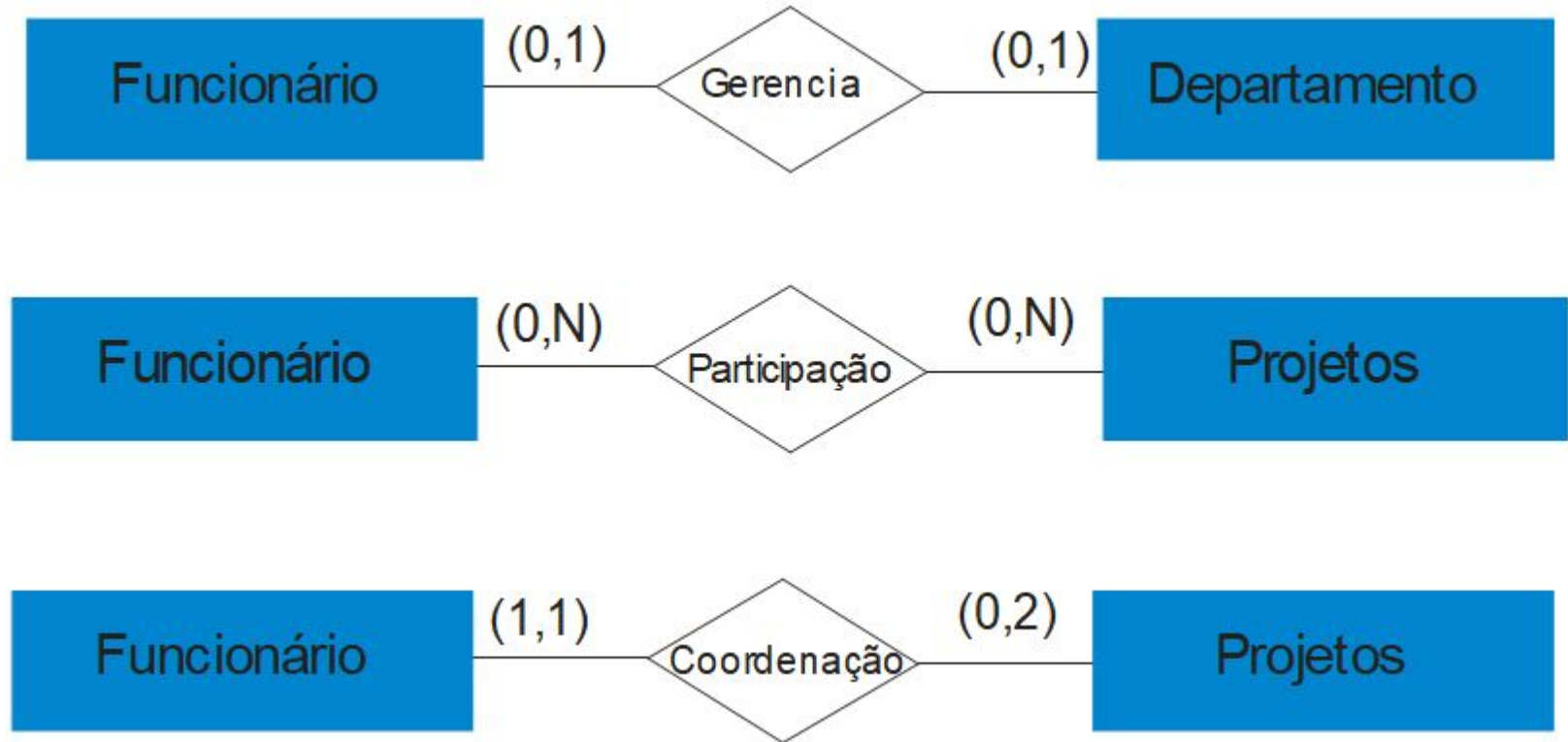
# Cardinalidade máxima e mínima

- Indica se a participação das ocorrências de entidades no relacionamento é obrigatória ou opcional



- Um funcionário pode estar lotado no máximo em 1 departamento. Um departamento obrigatoriamente tem até N empregados lotados nele

# Cardinalidade máxima e mínima

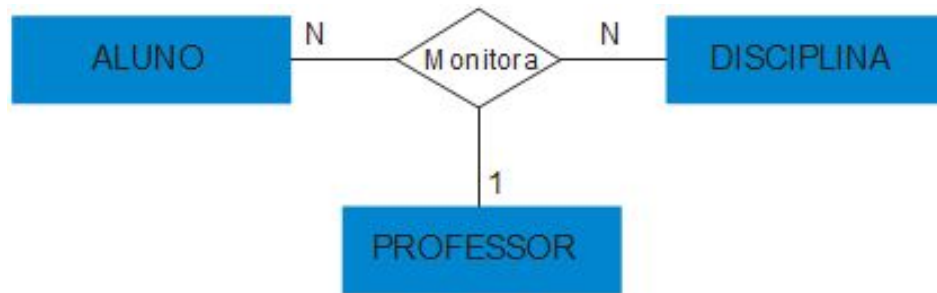


# Grau de Relacionamento

- Indica quantos conjuntos de entidades estão envolvidos em determinado relacionamento
- Os relacionamentos podem ter associado vários conjuntos de entidades, caracterizando:
  - relacionamentos binários (grau de relacionamento 2)
  - relacionamentos ternários (grau 3)
  - relacionamentos quaternários (grau 4), entre outros
- É importante observar que um relacionamento com grau  $N > 2$  só é justificável se não puder ser decomposto em relacionamentos com graus menores e ainda manter a semântica desejada

# Relacionamento Ternário

- Os relacionamentos entre múltiplas entidades expressam um fato em que todas as entidades ocorrem simultaneamente, ou seja, todas as ocorrências do relacionamento possuem, sempre, ligações com todas as entidades envolvidas no relacionamento
- Não pode existir de um relacionamento triplo, em um determinado momento, se transformar em duplo

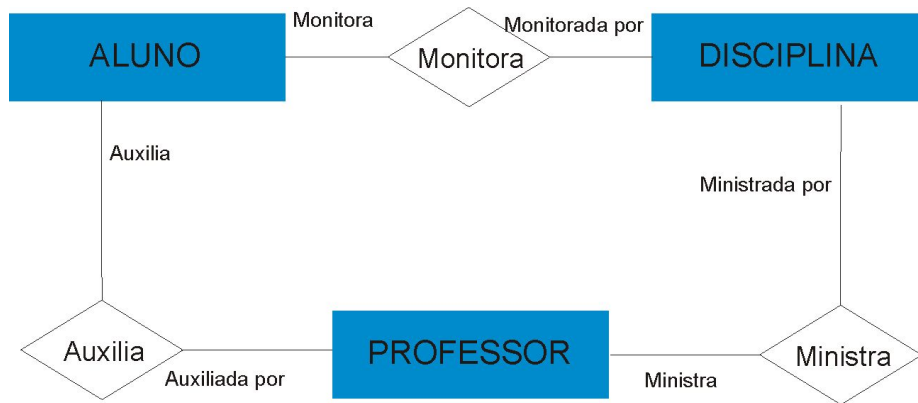


# Relacionamento Ternário

- Para descobrir a cardinalidade do relacionamento ternário, deve-se proceder da seguinte forma:
  - Separar a entidade ALUNO e analisar o par PROFESSOR, DISCIPLINA. Para cada par PROFESSOR / DISCIPLINA podemos ter de 1 até N ALUNOS relacionados
  - Separar a entidade PROFESSOR e analisar o par ALUNO, DISCIPLINA. Para cada par ALUNO / DISCIPLINA podemos ter 1 e somente 1 PROFESSOR relacionado
  - Separar a entidade DISCIPLINA e analisar o par PROFESSOR, ALUNO. Para cada par PROFESSOR / ALUNO podemos ter de 1 até N DISCIPLINAS relacionadas
- Sempre que existe uma ocorrência no relacionamento , esta apresenta referência às três entidades

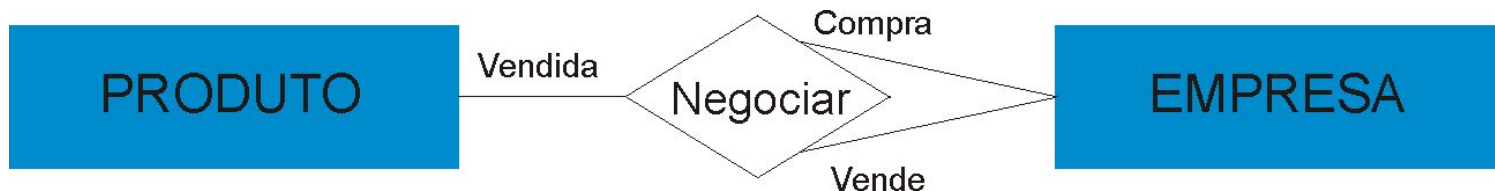
# Relacionamento Ternário

- Podemos tentar “quebrar” o relacionamento ternário em vários binários
- O problema é a perda de informações semânticas
  - A informação representada por um conjunto de relacionamentos ternário nem sempre pode ser obtida apenas com conjunto de relacionamentos binários
  - ex: como responder: Aluno A auxilia Professor P em qual Disciplina?



# Relacionamento Ternário

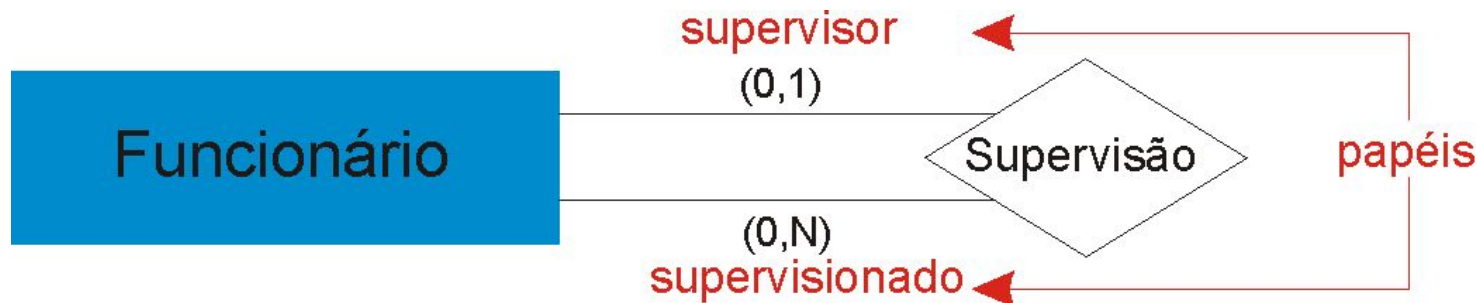
- Um mesmo Conjunto de Entidades pode desempenhar vários papéis num Conjunto de Relacionamentos
- Uma Empresa (vendedora) negocia Produtos com outra Empresa (compradora)





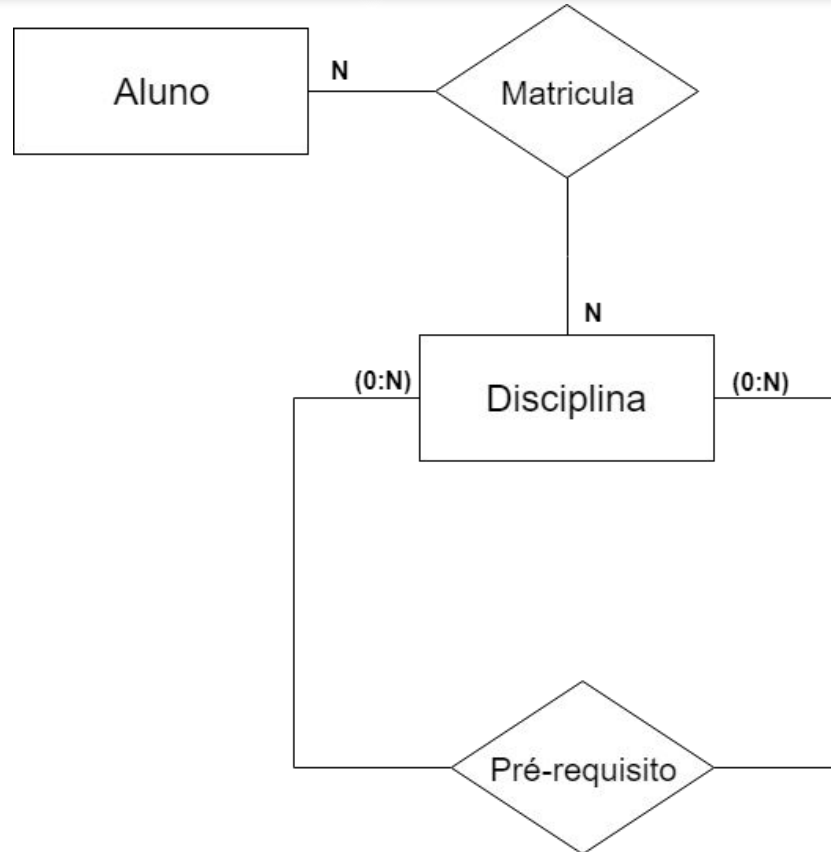
# Auto-Relacionamento

- Representa uma associação entre ocorrências de uma mesma entidade
- Requer a identificação de papéis
  - **Papel** do relacionamento: utilizado quando não é clara a participação de um determinado conjunto de entidades em um relacionamento
  - A representação do papel é extremamente importante quando se trata de um **relacionamento unário** ou auto-relacionamento
- Ex: "Um Funcionário pode ser **supervisionado** por no máximo 1 Funcionário. Um Funcionário pode **supervisionar** no máximo N Funcionários."



# Auto-Relacionamento

➤ Outro exemplo:

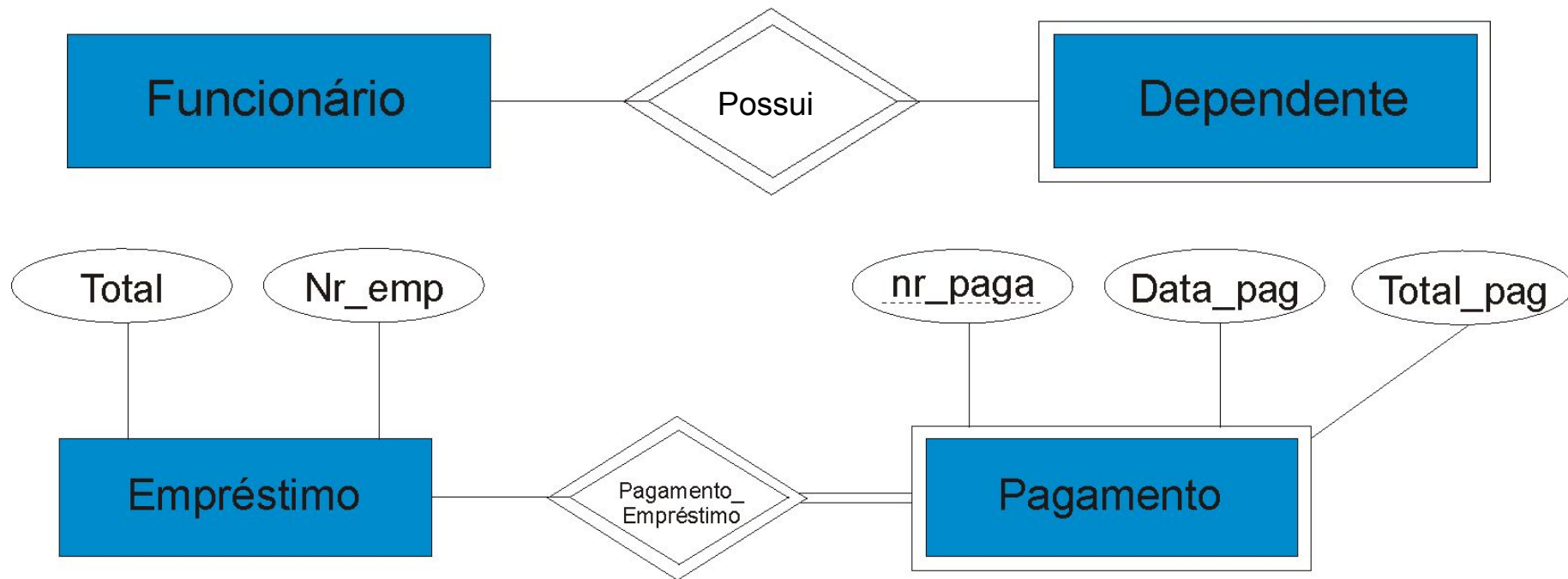


# Entidade Fraca

- Conjunto de entidades que não possui identificação própria
- Entidade que não tem atributos que possam identificá-la univocamente
  - sua identificação depende de um relacionamento com uma entidade de outro conjunto
  - O identificador de um conjunto de entidades fracas é também chamado de **chave parcial** de um conjunto de entidades
  - A chave primária de um conjunto de entidades fracas é formada pela chave primária do conjunto de entidades fortes vinculada mais o identificador do conjunto de entidades fracas
- Ex:
  - Num relacionamento entre as entidades Funcionário e Dependente, o Dependente só existe se houver um Funcionário a ele associado
- Notação DER:
  - linha dupla no retângulo e no losango do relacionamento
  - sublinhar com linha tracejada a chave parcial

# Entidade Fraca

➤ Exemplos:

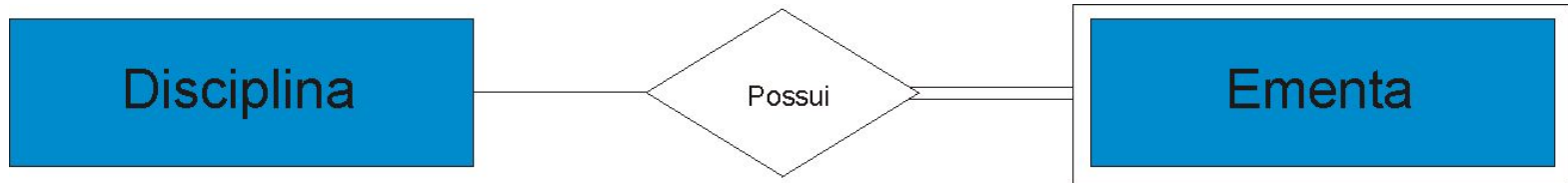


# Restrição de Participação

- Mostra se a existência de uma entidade depende de outra entidade por meio de um relacionamento
- Há dois tipos de restrição de participação:
  - **participação total**: toda entidade em um conjunto de entidades precisa ser relacionada com a entidade correspondente no relacionamento em questão
  - **participação parcial**: somente parte do conjunto de entidades é relacionada à entidade correspondente no relacionamento

# Restrição de Participação

- Participação total ou Dependência Existencial:
  - Uma entidade só existe se estiver associada a outra entidade por meio de um relacionamento
  - Ex: uma entidade Ementa tem que participar de um relacionamento Possui, ou seja, deve estar associada a uma entidade Disciplina



# Reconhecendo Entidades / Relacionamentos

## ➤ Lista de perguntas úteis para identificar entidades em um contexto:

- Que coisas são trabalhadas?
- O que pode ser identificado por número, código?
- Essa coisa tem atributos? Esses atributos são relevantes, pertinentes?
- Essa coisa pode assumir forma de uma tabela?
- É um documento externo (recibo, fatura, nota fiscal)? Se sim, é forte candidato à entidade.
- Tem significado próprio?
- Qual a entidade principal do contexto?

## ➤ Dicas:

- Substantivos que não possuem atributos podem ser atributos de outras entidades
- Adjetivos colocados pelos usuários indicam normalmente atributos de uma entidade

# Reconhecendo Entidades / Relacionamentos

## ➤ Dicas: (cont)

- Verbos indicam prováveis relacionamentos
- Advérbios temporais indicam prováveis atributos de um relacionamento
- Procure sempre visualizar a entidade principal do contexto sob análise

## ➤ Dicas para reconhecer e inserir relacionamentos no modelo:

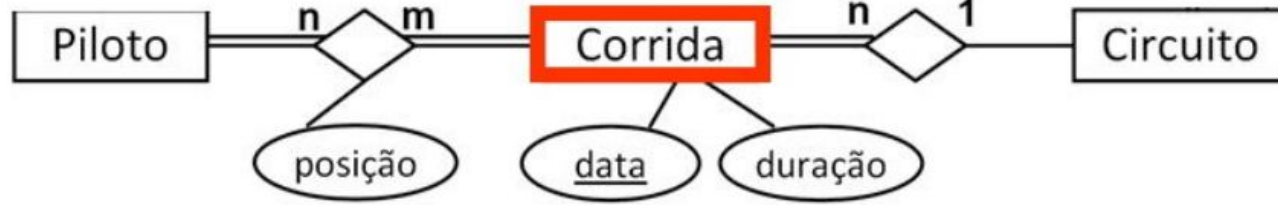
- O relacionamento é necessário?
- Ele é útil?
- É redundante? Se redundante, retirar?
- Qual sua finalidade? (Documentar)
- Verbos indicam possíveis relacionamentos
- Analisar sempre as entidades aos pares



# Exemplo Prático

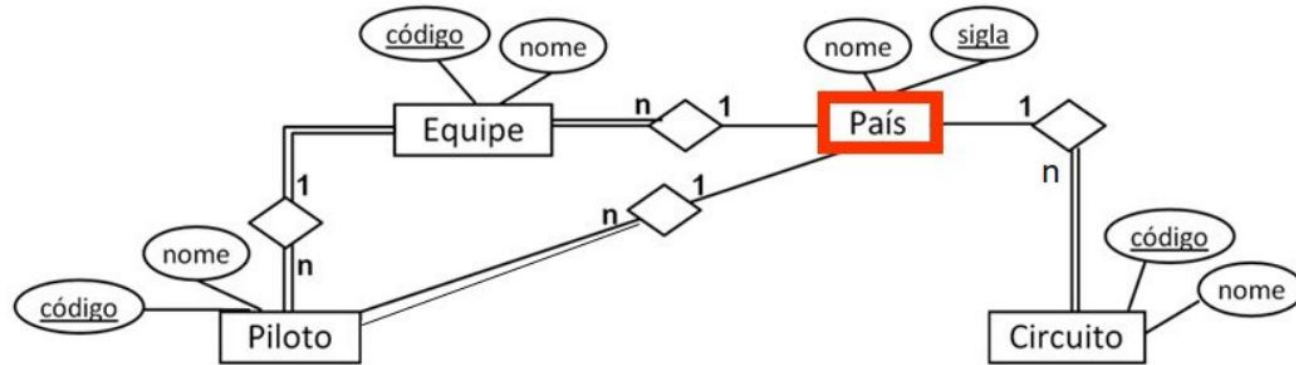
- Deseja-se projetar um banco de dados que mantenha resultados de corridas de Fórmula 1. O banco deve manter dados sobre as equipes (código, nome, ano de formação e país), bem como sobre os pilotos que pertencem a cada equipe (equipe a que pertence, código, nome e país), incluindo os que efetivamente correm e os que são de treino (sem distinção entre esses tipos). Os países são identificados por uma sigla, e o banco de dados deve conter o nome de todos os países. Também é necessário armazenar dados sobre os circuitos (código, nome e país). Para cada corrida realizada no circuito, é necessário saber a data em que ocorreu (a cada domingo existe apenas uma corrida), a sua duração em minutos e a posição que cada piloto obteve na mesma.

# Erros mais Comuns



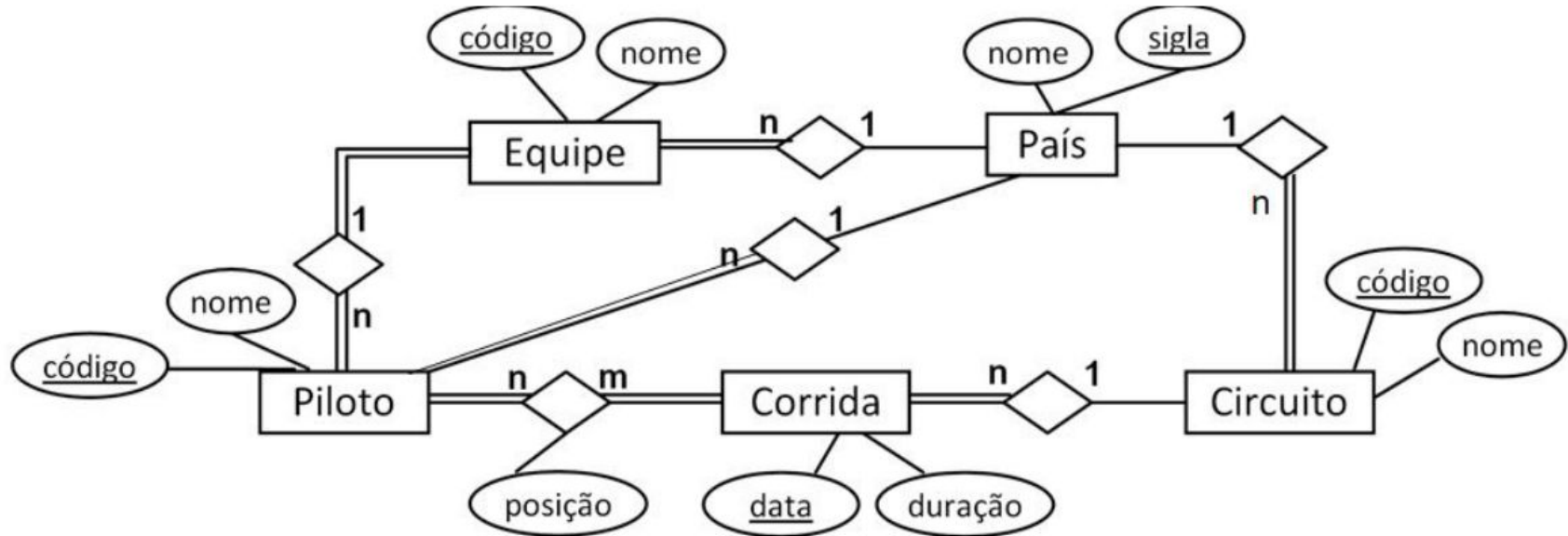
- Corrida precisa ser Entidade, pois é armazenada data e duração.
  - >>>Errado: colocar corrida como relacionamento entre Piloto e Circuito, e armazenar data e duração como atributo desse relacionamento, devido a data e a duração serão armazenadas para cada piloto daquela corrida, ou seja: para data, é o mesmo dado repetido várias vezes no banco de dados (redundância e inconsistência), e para duração, será a do piloto e não a da corrida como um todo.
  - A posição do piloto na corrida é um atributo do relacionamento entre Piloto e Corrida. Lembrar que vários pilotos correm em várias corridas, e em cada uma aquele piloto tem uma posição.

# Erros mais Comuns













- País aparece apenas UMA vez no esquema como entidade.
- Equipe, Piloto e Circuito possuem país.
- Esse dado é armazenado no esquema através do relacionamento com a entidade País.
- Colocar a entidade País e atributo país em Equipe, Piloto e Circuito está **errado: redundância e inconsistência**.

# Exemplo Prático



# Notação James Martin

- Notação de Peter Chen é interessante e bastante expressiva, porém para grandes modelos torna sensivelmente confuso, com muitos cruzamentos e complicada de ser lido
- As ferramentas Case utilizam a notação da Engenharia de informações ou notação de James Martin

Conectividade	Peter Chen	James Martin
1:1		
1:N		
N:N		
Existência		
Obrigatório		
Opcional		

# Notação James Martin



Exemplo de Modelagem, onde:

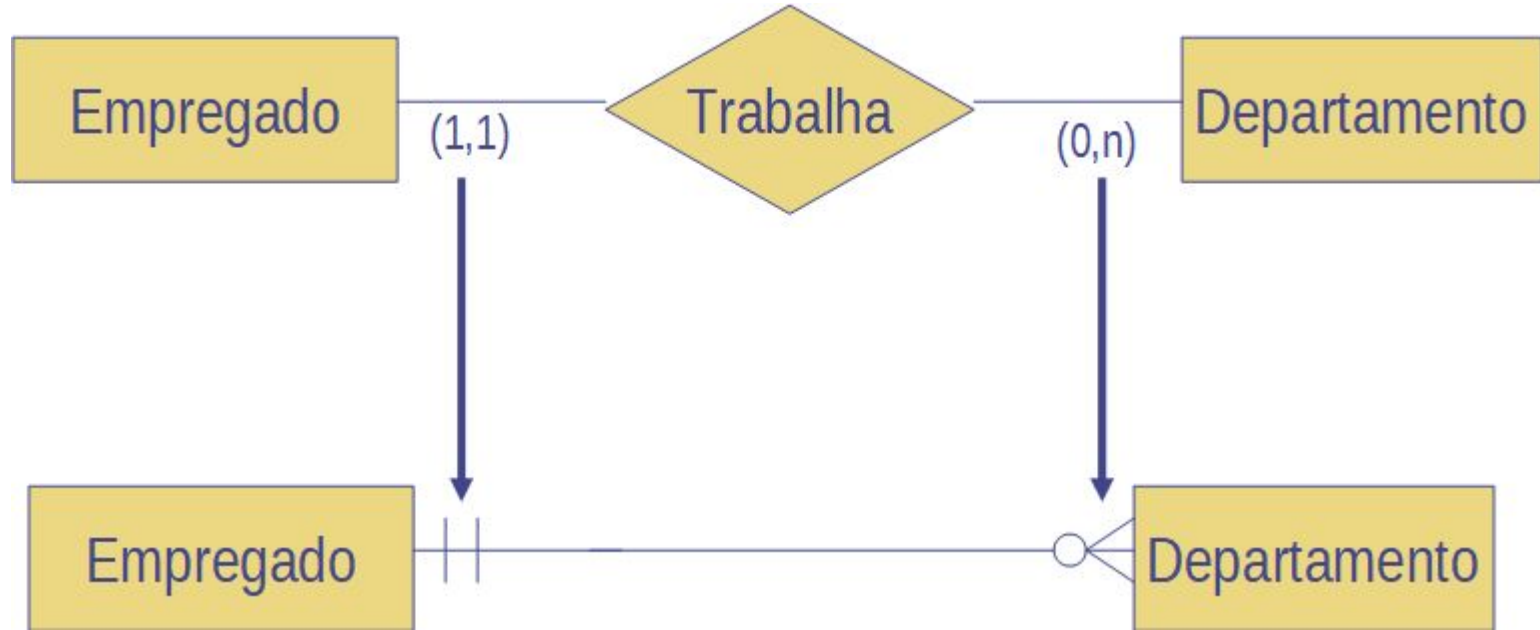
⇐ = muitos

| = um

○ = a ocorrência do relacionamento é opcional;

| = a ocorrência do relacionamento é obrigatória;

# Notação James Martin



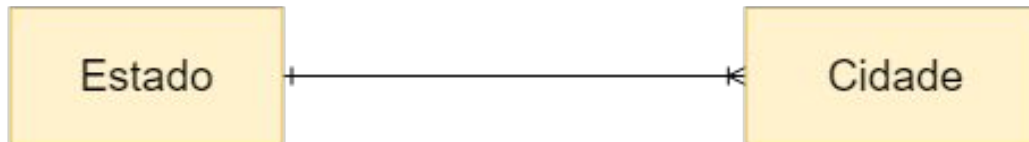
- As principais diferenças entre as notações:
  - Os relacionamentos são representados apenas por uma linha que une as duas entidades;
  - Somente relacionamentos binários;
  - A notação de cardinalidade máxima e mínima é gráfica, sendo assim: o símbolo mais próximo ao retângulo é a representação da cardinalidade máxima e o mais distante a cardinalidade mínima.



## Associações de "Um para Um"



## Associações de "Um para Muitos"



## Associações de "Muitos para Muitos"



# Exercício

- Uma empresa é organizada em departamentos, cada um com um nome único, uma sigla e um funcionário responsável por gerenciá-lo. Uma data determina quando o funcionário iniciou suas atividades de gerência no departamento.
- Um departamento da empresa controla vários projetos, cada um com um código único e um nome.
- Um funcionário da empresa está vinculado a um departamento, mas pode trabalhar em vários projetos, sendo determinado o número de horas semanais dedicadas a cada um. Além disso, todo funcionário tem um supervisor direto.
- Para cada funcionário são armazenadas informações como: nome, CPF, endereço, telefone(s) de contato, salário e dependentes (primeiroNome, idade, parentesco)