

Laboratório de Banco de Dados

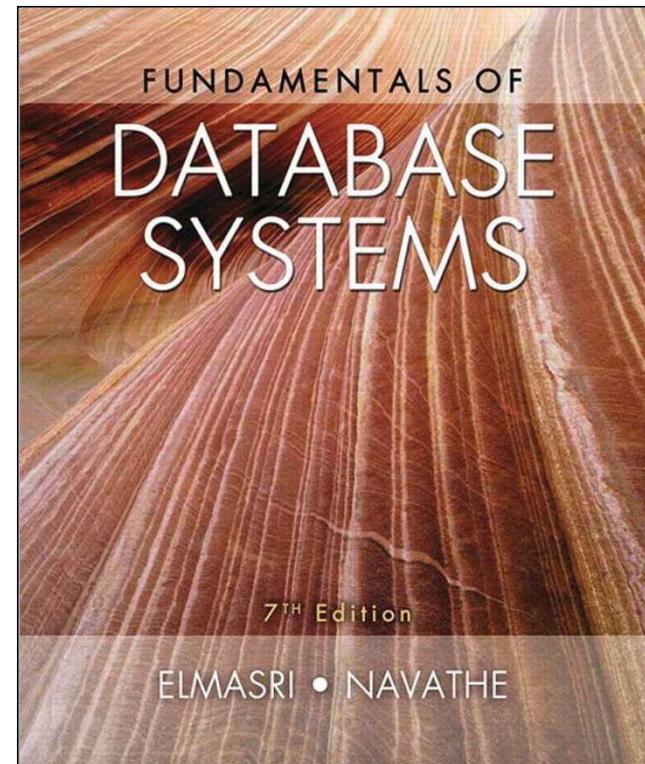
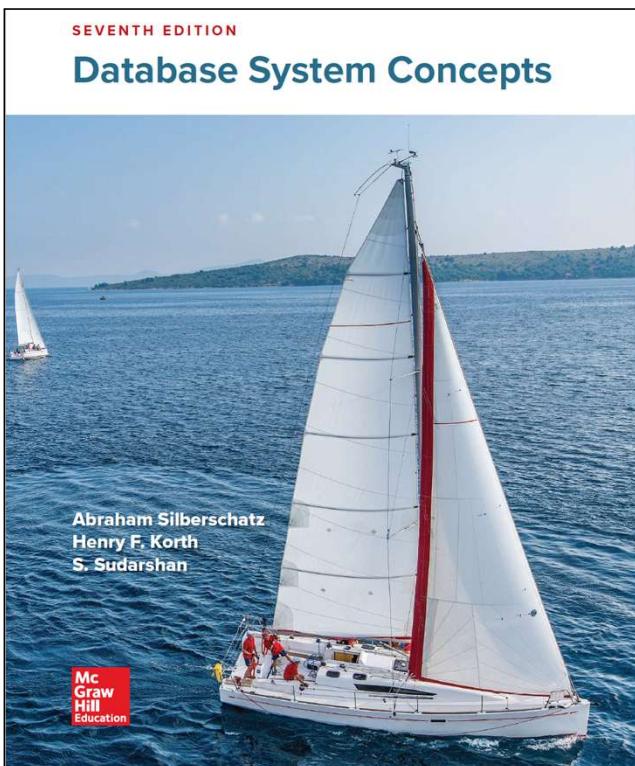
Revisão

Conceitos Básicos e Modelo Entidade-Relacionamento



UFMT

Livros Indicados



Avaliação - Sugestão

- 2 provas
 - Peso 7,0
- Trabalhos
 - Peso 1,5
- 1 atividade complementar
 - Peso 1,5

Agenda

- 1. Conceitos Básicos.**
2. Modelos de Dados.
3. Modelo Entidade-Relacionamento.
4. Modelo Entidade-Relacionamento Estendido.

Dados

- São fatos conhecidos, oriundos de medidas ou observações realizadas.

Dados

- São fatos conhecidos, oriundos de medidas ou observações realizadas.
- Possuem significado implícito e podem ser armazenados em um computador.

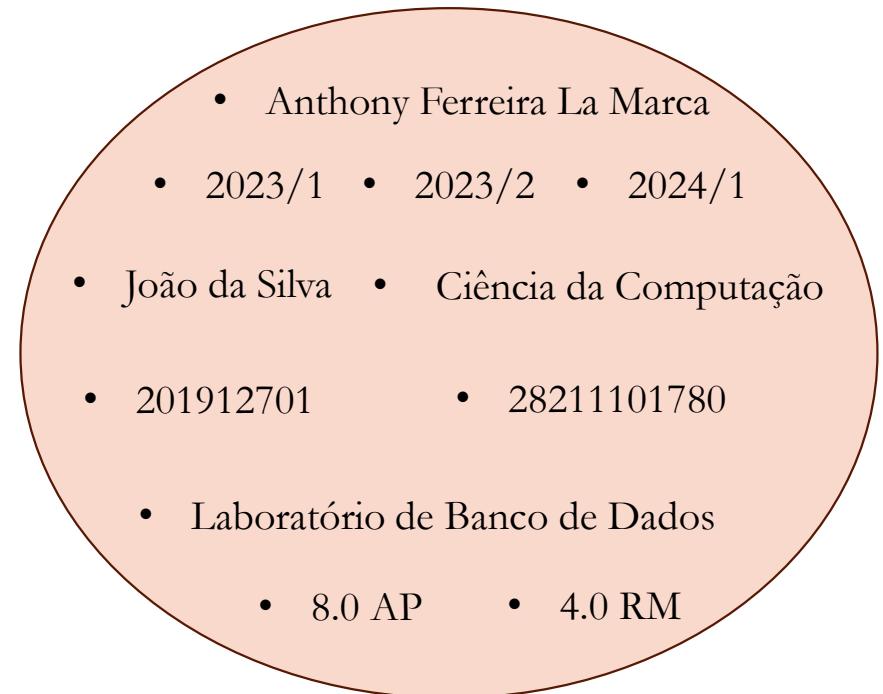
Dados

- São fatos conhecidos, oriundos de medidas ou observações realizadas.
- Possuem significado implícito e podem ser armazenados em um computador.
- São os blocos de construção da informação.

Dados

- São fatos conhecidos, oriundos de medidas ou observações realizadas.
- Possuem significado implícito e podem ser armazenados em um computador.
- São os blocos de construção da informação.

Minimundo = UFMT/CUA



Banco de Dados

- É uma coleção de dados relacionados gerenciados por meio de um software conhecido como Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD).

Banco de Dados

- É uma coleção de dados relacionados gerenciados por meio de um software conhecido como Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD).
- Armazena dados do interesse de um público específico (usuários finais), bem como metadados, isto é, dados sobre dados.

Banco de Dados

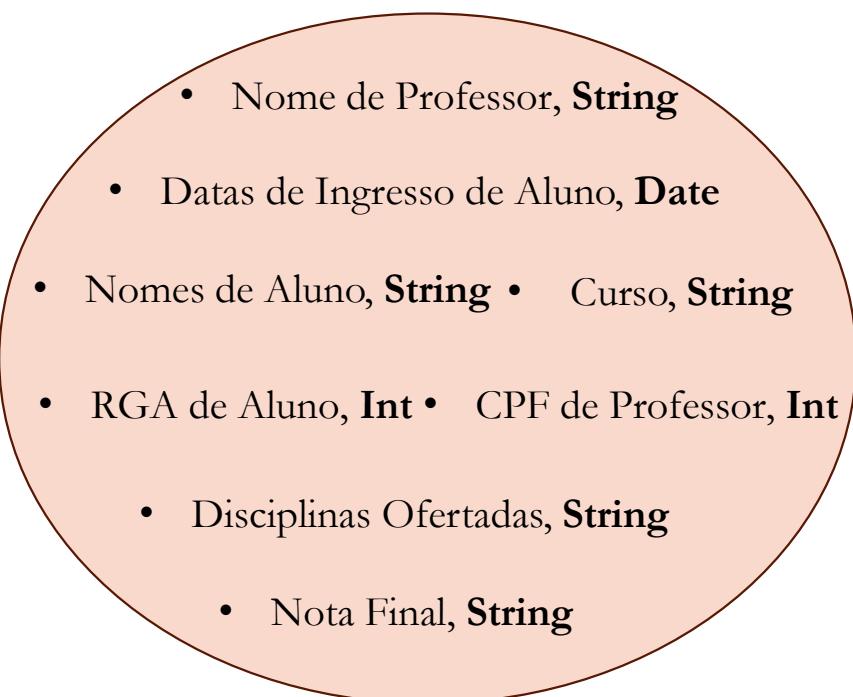
- É uma coleção de dados relacionados gerenciados por meio de um software conhecido como Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD).
- Armazena dados do interesse de um público específico (usuários finais), bem como metadados, isto é, dados sobre dados.
- É logicamente organizado para ser coerentes com significados inerente ao minimundo representado.

Banco de Dados

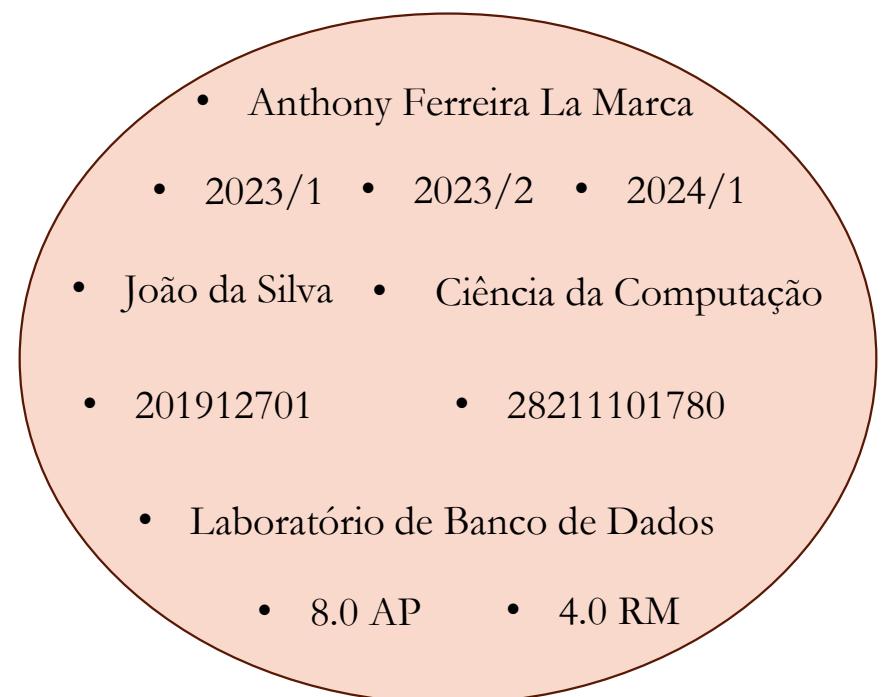
- É uma coleção de dados relacionados gerenciados por meio de um software conhecido como Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD).
- Armazena dados do interesse de um público específico (usuários finais), bem como metadados, isto é, dados sobre dados.
- É logicamente organizado para ser coerentes com significados inerente ao minimundo representado.
- Possui algum grau de interação com eventos do mundo real e um público que está ativamente interessado em seu conteúdo.

Dados *vs* Metadados

Minimundo = UFMT

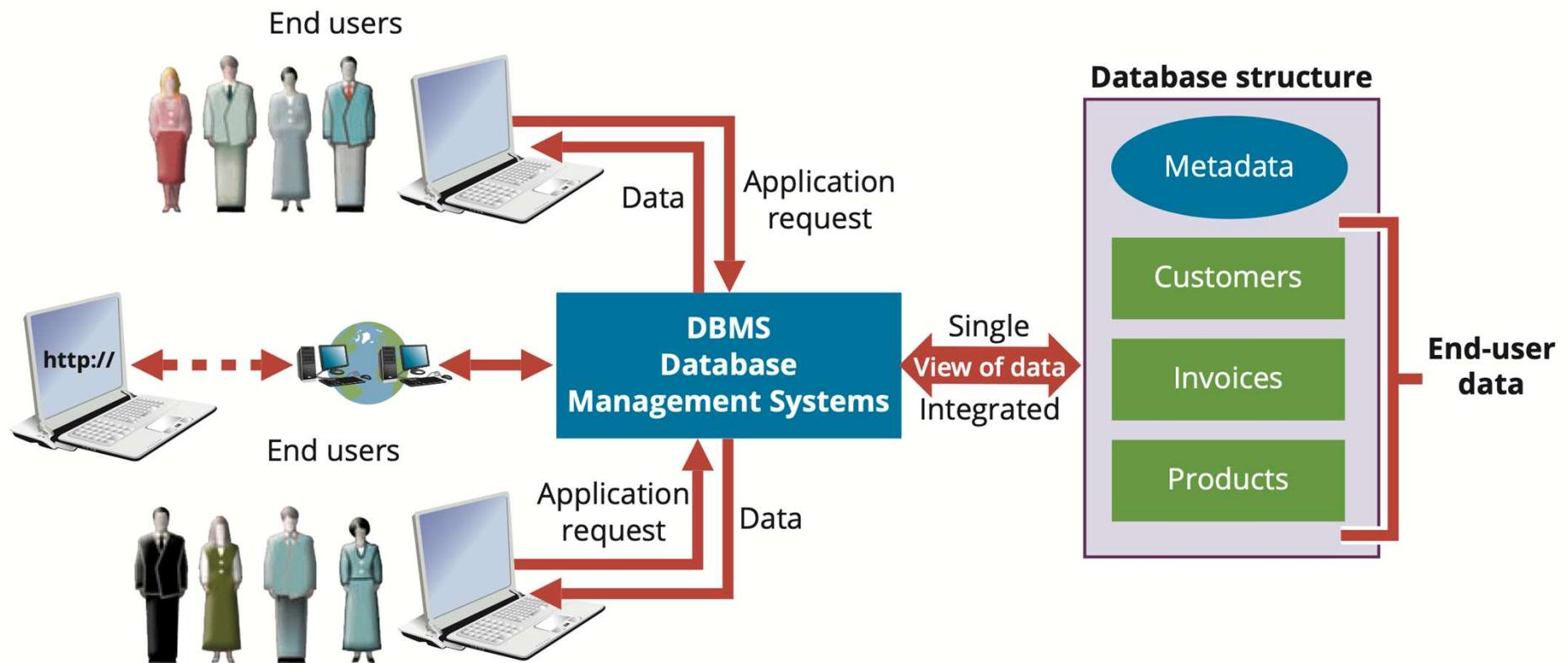


Metadados

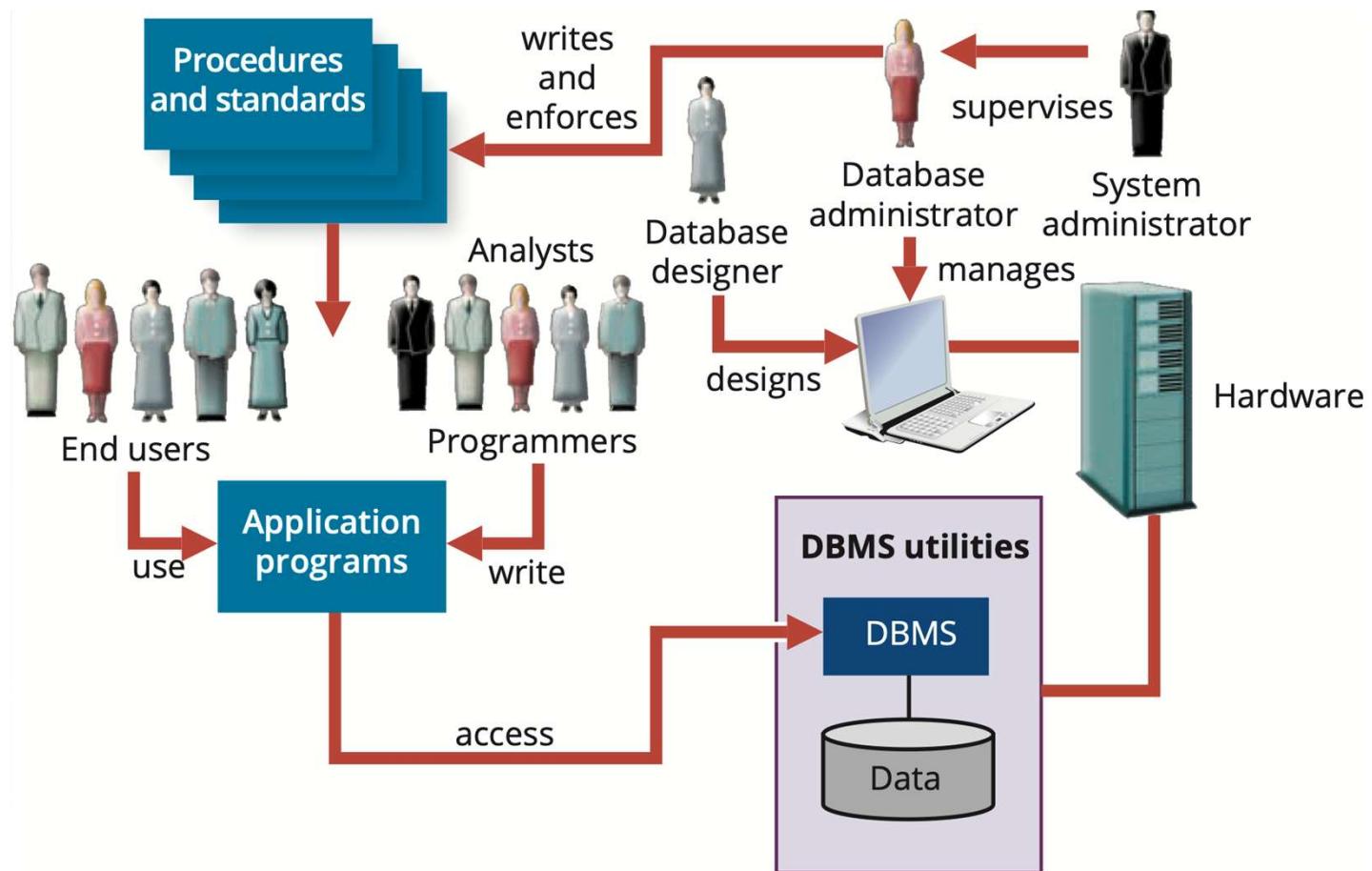


Dados

Interação entre Usuários Finais e Banco de Dados



O Ambiente do Sistema de Banco de Dados



Agenda

1. Conceitos Básicos.
- 2. Modelos de Dados.**
3. Modelo Entidade-Relacionamento.
4. Modelo Entidade-Relacionamento Estendido.

Modelagem de Dados

- Refere-se ao processo de criação de um modelo de dados específico para um determinado domínio de problema.

Modelagem de Dados

- Refere-se ao processo de criação de um modelo de dados específico para um determinado domínio de problema.
- O domínio do problema (minimundo) é a parte do mundo real, com escopo e limites bem definidos, que será modelada.
 - Por exemplo, uma universidade, uma locadora de veículos, um hospital, etc.

Modelo de Dados

- Uma coleção de ferramentas conceituais usadas para descrever e relacionar dados.

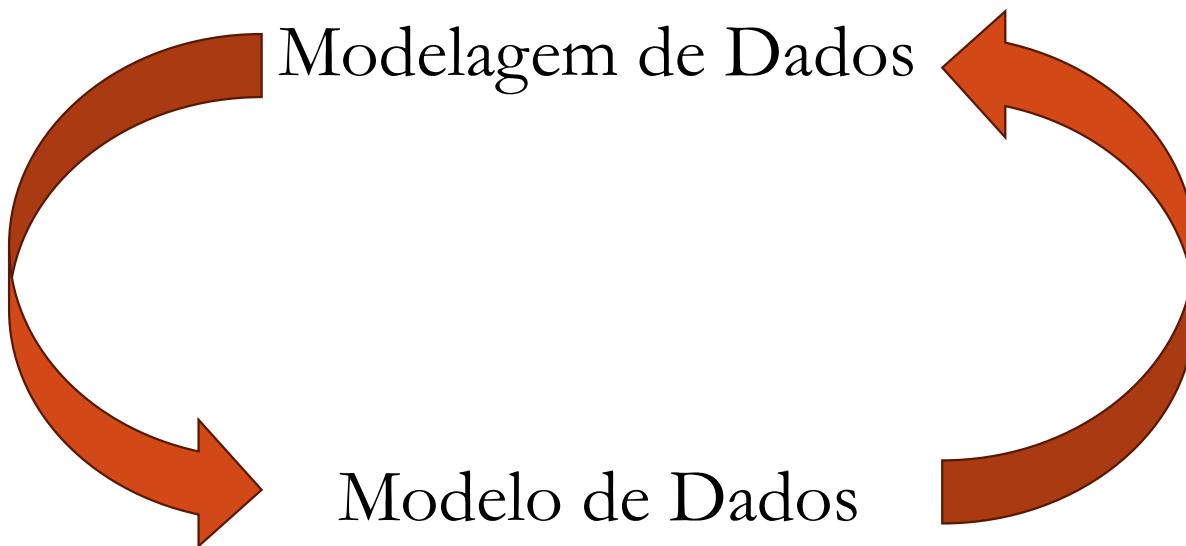
Modelo de Dados

- Uma coleção de ferramentas conceituais usadas para descrever e relacionar dados.
- Usados para criar abstrações relativamente simples, geralmente gráfica, de dados e eventos do mundo real.

Modelo de Dados

- Uma coleção de ferramentas conceituais usadas para descrever e relacionar dados.
- São usados para criar abstrações relativamente simples, geralmente gráfica, de dados do mundo real.
- Exemplos: Modelo Hierárquico ou de Redes, Modelo Relacional, Modelo Entidade-Relacionamento, Objeto/Relacional e XML.

A Modelagem de Dados é um Processo Iterativo



Níveis de Abstração dos Modelos de Dados

- No início da década de 1970, o Comitê de Planejamento e Requisitos de Padrões (SPARC) do American National Standards Institute (ANSI) definiu um framework para modelagem de dados baseada em níveis de abstração de dados.

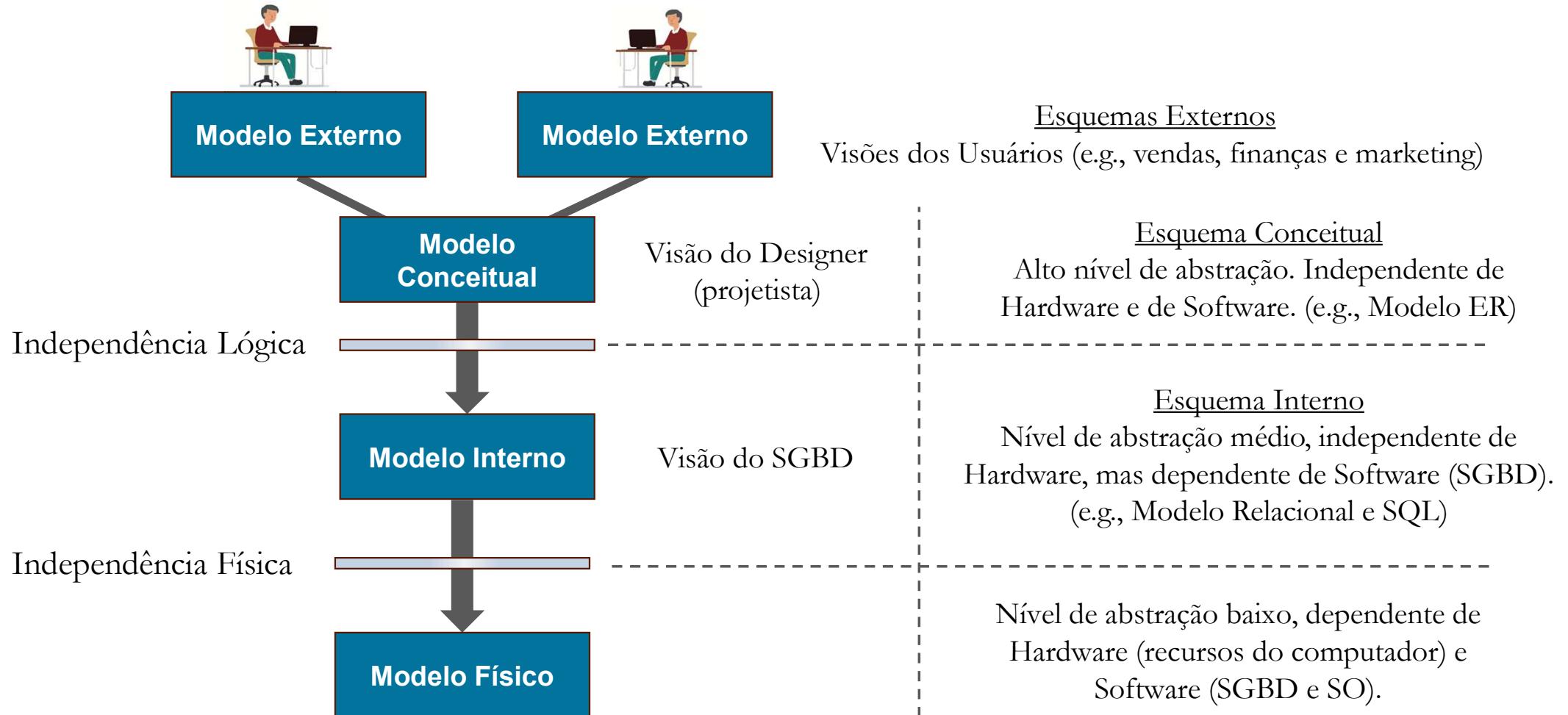
Níveis de Abstração dos Modelos de Dados

- No início da década de 1970, o Comitê de Planejamento e Requisitos de Padrões (SPARC) do American National Standards Institute (ANSI) definiu um framework para modelagem de dados baseada em níveis de abstração de dados.
- A arquitetura ANSI/SPARC resultante definiu três níveis de abstração de dados: Externo, Conceitual e Interno.

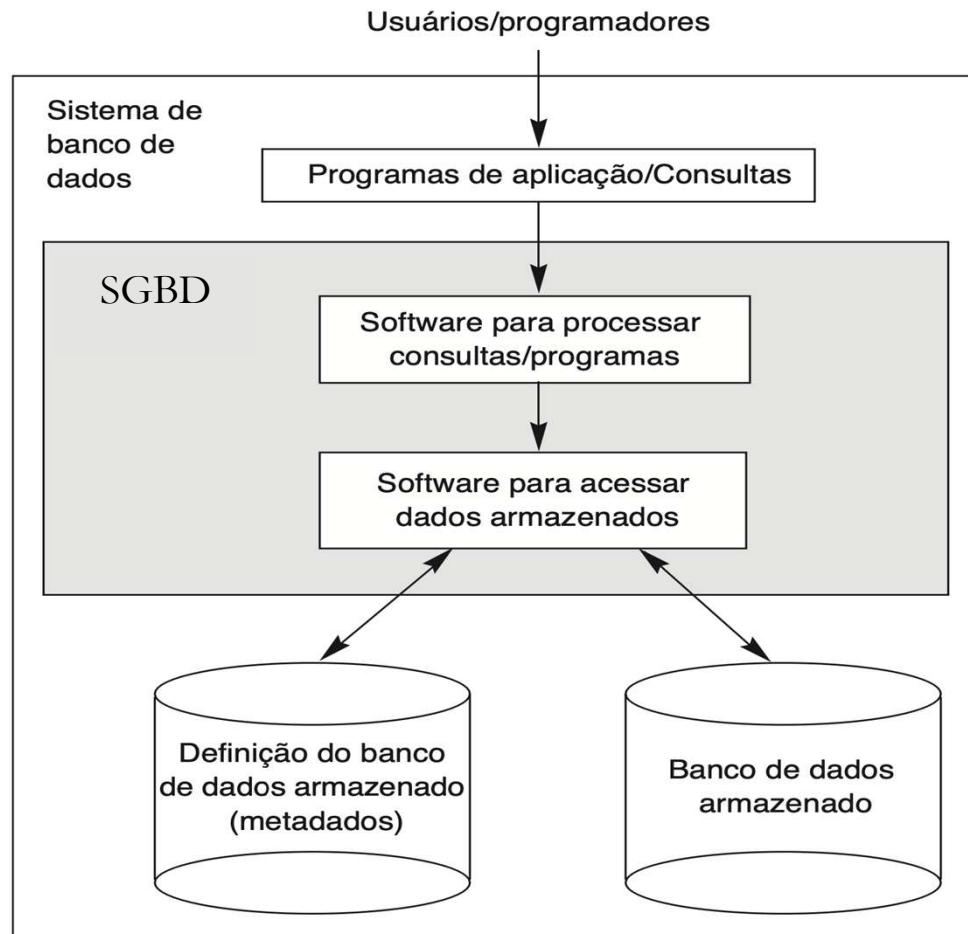
Níveis de Abstração dos Modelos de Dados

- No início da década de 1970, o Comitê de Planejamento e Requisitos de Padrões (SPARC) do American National Standards Institute (ANSI) definiu um framework para modelagem de dados baseada em níveis de abstração de dados.
- A arquitetura ANSI/SPARC resultante definiu três níveis de abstração de dados: Externo, Conceitual e Interno.
- Usamos esse framework para melhor entender os diferentes modelos de dados, e como eles se relacionam na construção de um Banco de Dados.

Níveis de Abstração de Dados e Arquitetura Três Esquemas

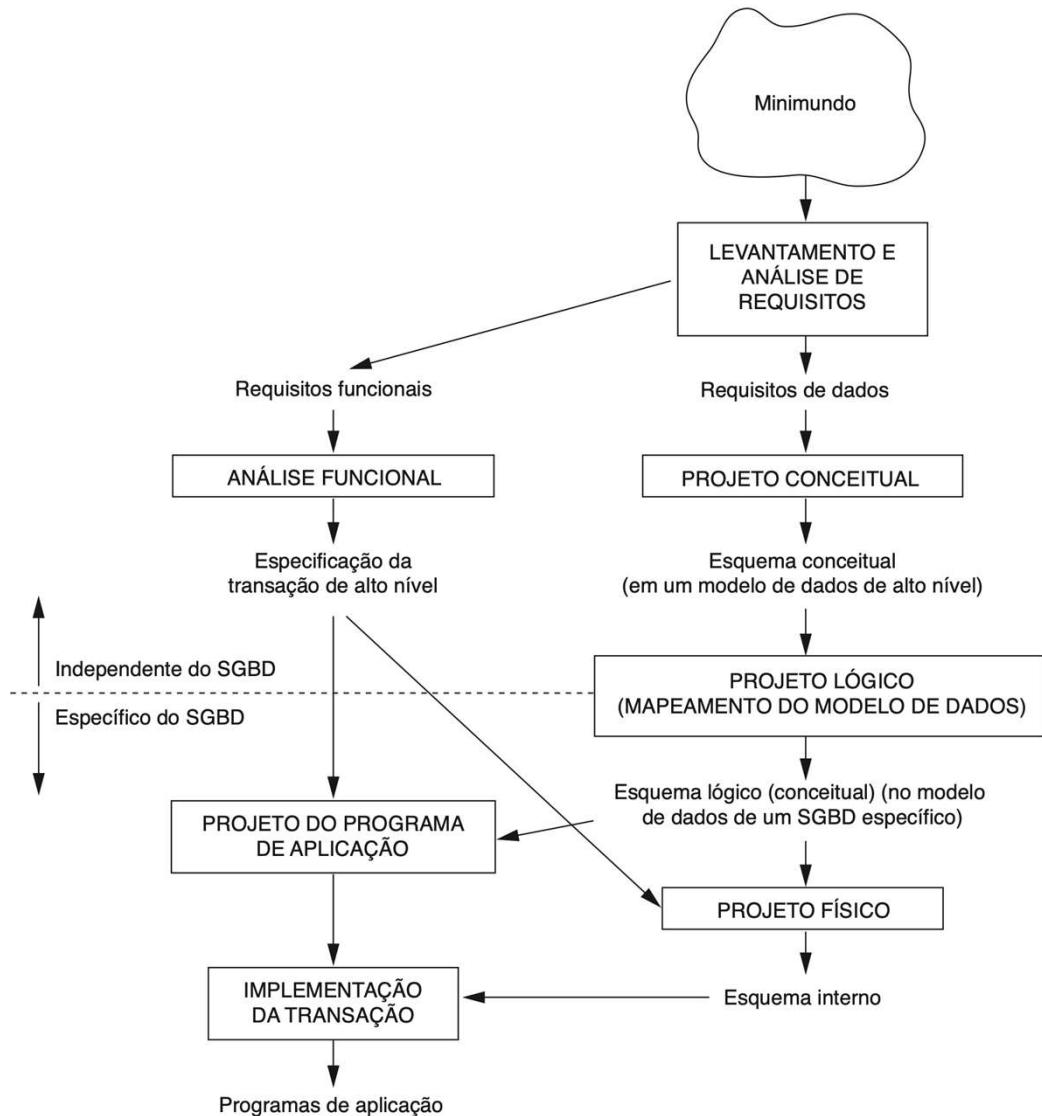


Esquema Interno e Independência Física



A independência física é conseguida através de um modelo de dados bem definido e da separação dos níveis lógico e físico.

Fases de Projeto de um Sistema de Banco de Dados



Cuidados ao Projetar um Banco de Dados

- Dado os requisitos, há várias possibilidades de projetos para o esquema do BD em um dado nível de abstração.

Cuidados ao Projetar um Banco de Dados

- Dado os requisitos, há várias possibilidades de projetos para o esquema do BD em um dado nível de abstração.
- Entretanto, há dois problemas principais a serem evitados:

Cuidados ao Projetar um Banco de Dados

- Dado os requisitos, há várias possibilidades de projetos para o esquema do BD em um dado nível de abstração.
- Entretanto, há dois problemas principais a serem evitados:
 - Redundância: um projeto ruim pode resultar em informações repetidas desnecessariamente. A representação redundante pode acarretar inconsistências associadas as várias cópias da informações (mesmo item de dado com valor diferente).

Cuidados ao Projetar um Banco de Dados

- Dado os requisitos, há várias possibilidades de projetos para o esquema do BD em um dado nível de abstração.
- Entretanto, há dois problemas principais a serem evitados:
 - Redundância: um projeto ruim pode resultar em informações repetidas desnecessariamente. A representação redundante pode acarretar inconsistências associadas as várias cópias da informações (mesmo item de dado com valor diferente).
 - Incompletude: um projeto ruim pode tornar certos aspectos da empresa difíceis ou impossíveis de serem implementados. Por exemplo, certas consultas podem ser inviabilizadas, dependendo de como os dados estão relacionados.

Cuidados ao Projetar um Banco de Dados

- Dado os requisitos, há várias possibilidades de projetos para o esquema do BD em um dado nível de abstração.
- Entretanto, há dois problemas principais a serem evitados:
 - Redundância: um projeto ruim pode resultar em informações repetidas desnecessariamente. A representação redundante pode acarretar inconsistências associadas as várias cópias da informações (mesmo item de dado com valor diferente).
 - Incompletude: um projeto ruim pode tornar certos aspectos da empresa difíceis ou impossíveis de serem implementados. Por exemplo, certas consultas podem ser inviabilizadas, dependendo de como os dados estão relacionados.
- Na prática, não basta evitar projetos ruins, pois muitas vezes precisamos escolher entre vários bons projetos (não há uma solução única).

Dificuldades Normalmente Identificadas

- Dificuldade de interpretação dos requisitos.
- Má compreensão dos conceitos de cada modelo de dados.
- Falta de experiência/prática.

Agenda

1. Conceitos Básicos.
2. Modelos de Dados.
- 3. Modelo Entidade-Relacionamento (MER).**
4. Modelo Entidade-Relacionamento Estendido.

Introdução

- O Modelo Entidade-Relacionamento (**MER**) é um modelo conceitual de alto nível desenvolvido para facilitar o projeto de Banco de Dados.

Introdução

- O Modelo Entidade-Relacionamento (**MER**) é um modelo conceitual de alto nível desenvolvido para facilitar o projeto de Banco de Dados.
- Possibilita especificar uma representação abstrata, independente de SGBD, da estrutura lógica do Banco de Dados.

Introdução

- O Modelo Entidade-Relacionamento (**MER**) é um modelo conceitual de alto nível desenvolvido para facilitar o projeto de Banco de Dados.
- Possibilita especificar uma representação abstrata, independente de SGBD, da estrutura lógica do Banco de Dados.
- Possui uma representação gráfica chamada de Diagrama Entidade-Relacionamento (**DER**), usada para expressar graficamente a estrutura lógica do Banco de Dados.

Blocos de Construção Básicos do MER

- O MER emprega três conceitos fundamentais:

- Entidades.
 - Atributos.
 - Relacionamentos.

Entidades, Tipos de Entidades e Atributos

Entidades e Atributos

- As **entidades** são “objetos” distinguíveis do minimundo sendo modelado, os quais pretendemos armazenar no Banco de dados.

Entidades e Atributos

- As **entidades** são “objeto” distinguíveis do minimundo sendo modelado, os quais pretendemos armazenar no Banco de dados.
- As entidades podem ser objetos físicos, como clientes ou produtos, ou podem ser abstratas, como rotas de voo ou uma disciplina em um Universidade.

Entidades e Atributos

- As **entidades** são “objeto” distinguíveis do minimundo sendo modelado, os quais pretendemos armazenar no Banco de dados.
- As entidades podem ser objetos físicos, como clientes ou produtos, ou podem ser abstratas, como rotas de voo ou uma disciplina em um Universidade.
- Os **atributos** são características de uma entidade, isto é, dados usados para descrevê-las.

Entidades e Atributos

- Um atributo pode receber valores advindos de um conjunto chamado de **domínio** (e.g., inteiros, strings, datas, etc).

Entidades e Atributos

- Um atributo pode receber valores advindos de um conjunto chamado de **domínio** (e.g., inteiros, strings, datas, etc).
- Além disso, no Modelo Entidade-Relacionamento, os atributos podem ser de quatro tipos diferentes:

Entidades e Atributos

- Um atributo pode receber valores advindos de um conjunto chamado de **domínio** (e.g., inteiros, strings, datas, etc).
- Além disso, no Modelo Entidade-Relacionamento, os atributos podem ser de quatro tipos diferentes:
 1. **Atributo Simples:** um único valor, indivisível e com significado próprio.

Entidades e Atributos

- Um atributo pode receber valores advindos de um conjunto chamado de **domínio** (e.g., inteiros, strings, datas, etc).
- Além disso, no Modelo Entidade-Relacionamento, os atributos podem ser de quatro tipos diferentes:
 1. **Atributo Simples**: um único valor, indivisível e com significado próprio.
 2. **Atributo Composto**: formado por partes, cada qual simples ou multivaloradas e com significado próprio.

Entidades e Atributos

- Um atributo pode receber valores advindos de um conjunto chamado de **domínio** (e.g., inteiros, strings, datas, etc).
- Além disso, no Modelo Entidade-Relacionamento, os atributos podem ser de quatro tipos diferentes:
 1. **Atributo Simples**: um único valor, indivisível e com significado próprio.
 2. **Atributo Composto**: formado por partes, cada qual simples ou multivaloradas e com significado próprio.
 3. **Atributo Multivalorado**: múltiplos valores, simples ou compostos.

Entidades e Atributos

- Um atributo pode receber valores advindos de um conjunto chamado de **domínio** (e.g., inteiros, strings, datas, etc).
- Além disso, no Modelo Entidade-Relacionamento, os atributos podem ser de quatro tipos diferentes:
 1. **Atributo Simples**: um único valor, indivisível e com significado próprio.
 2. **Atributo Composto**: formado por partes, cada qual simples ou multivaloradas e com significado próprio.
 3. **Atributo Multivalorado**: múltiplos valores, simples ou compostos.
 4. **Atributo Derivado**: computados de outros atributos e, em geral, não armazenados.

Exemplos de Entidades e Atributos

Minimundo = Universidade



*ID = 1,
Nome = Prof. Bill Gates,
Salário = 5000;*



*ID = 3,
Nome = Prof. Bill Gates,
Salário = 5000;*



*ID = 2,
Nome = Profa. Marie Curie,
Salário = 7000;*

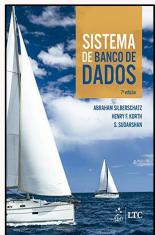


*ID = 4,
Nome = Prof. Elon Musk,
Salário = 7000;*

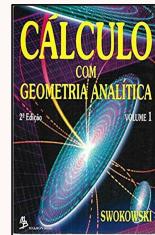
Professores

Exemplos de Entidades e Atributos

Minimundo = Universidade



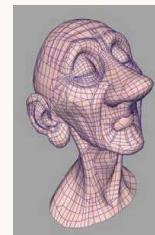
*ID = 1,
Título = Banco de Dados,
CH = 64h,
Créditos = 4*



*ID = 2,
Título = Cálculo 1,
CH = 96h,
Créditos = 6*



*ID = 3,
Título = Programação 3,
CH = 64h,
Créditos = 4*



*ID = 4,
Título = Computação Gráfica,
CH = 64h,
Créditos = 4*

Disciplinas

Tipos de Entidades

- Um Tipo de Entidades é uma abstração para um conjunto formado por entidades de um **mesmo tipo**, isto é, caracterizadas pelos mesmos atributos.

Tipos de Entidades

- Um Conjunto de Entidades é uma abstração que faz referência a um conjunto formado por entidades de um **mesmo tipo**, isto é, caracterizadas pelos mesmos atributos.
- O Tipo de Entidade descreve o esquema, ou intenção, para um Conjunto de Entidades que compartilha a mesma estrutura (mesmos atributos).

Tipos de Entidades

- Um Conjunto de Entidades é uma abstração que faz referência a um conjunto formado por entidades de um **mesmo tipo**, isto é, caracterizadas pelos mesmos atributos.
- O Tipo de Entidade descreve o esquema, ou intenção, para um Conjunto de Entidades que compartilha a mesma estrutura (mesmos atributos).
- Uma coleção de entidades de um determinado tipo é agrupada em um Conjunto de Entidades, também chamado de extensão do tipo de entidades.

Exemplos de Tipos de Entidades

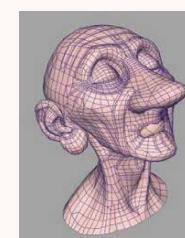
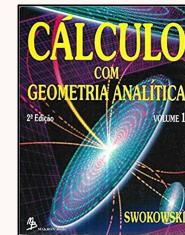
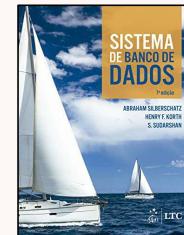
Tipo de Entidades

Professores = (ID, Nome, Salário)



Tipo de Entidades

Disciplinas = (ID, Título, CH, Créditos)



Atributos Chave

- **Definição:** Uma superchave é qualquer conjunto de atributos capaz de identificar (ou distinguir) entidades de um mesmo tipo. Uma chave é uma superchave mínima, isto é, uma superchave que perde a propriedade de distinguir as entidades, se perder qualquer um de seus elementos.

Atributos Chave

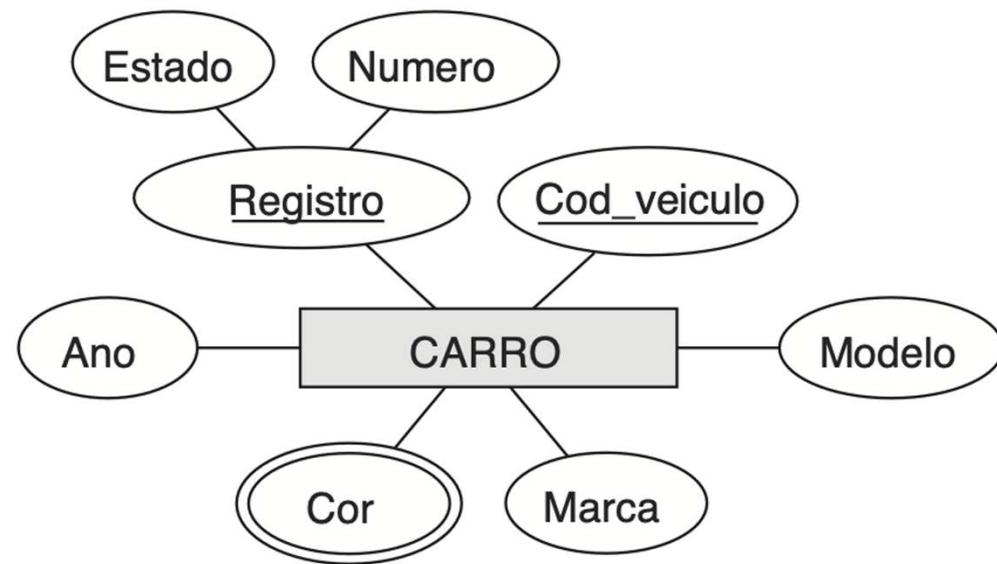
- **Definição:** Uma superchave é qualquer conjunto de atributos capaz de identificar (ou distinguir) entidades de um mesmo tipo. Uma chave é uma superchave mínima, isto é, uma superchave que perde a propriedade de distinguir as entidades, se perder qualquer um de seus elementos.
- A restrição de chave veda a possibilidade de que duas entidades de um mesmo tipo tenham exatamente os mesmos valores para seus atributos.

Atributos Chave

- **Definição:** Uma superchave é qualquer conjunto de atributos capaz de identificar (ou distinguir) entidades de um mesmo tipo. Uma chave é uma superchave mínima, isto é, uma superchave que perde a propriedade de distinguir as entidades, se perder qualquer um de seus elementos.
- A restrição de chave veda a possibilidade de que duas entidades de um mesmo tipo tenham exatamente os mesmos valores para seus atributos.
- No Modelo ER as chaves são identificadas como atributos sublinhados. Além disso, o Modelo ER permite que um Tipo de Entidade tenha mais que uma chave.

Tipos de Entidades em Diagramas ER

Exemplo



Conjunto de Entidades



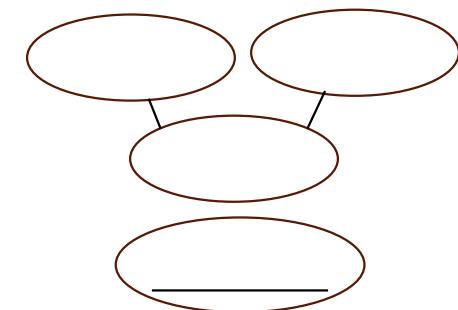
Atributo Simples



Atributo Multivalorado



Atributo Composto



Atributo Chave



Atributo Derivado

Notação adotada por Eumasri & Navathe

Tipos de Entidades em Diagramas ER

CARRO
<ul style="list-style-type: none">- <u>Cod veículo</u>- Modelo- Marca- <u>Registro</u><ul style="list-style-type: none">- Número- Estado- {Cor}- Ano

Nome do Conjunto de Entidades
<ul style="list-style-type: none">- Atributo Simples- Atributo Composto<ul style="list-style-type: none">Parte 1Parte 2- {Atributo Multivvalorado}- <u>Atributo chave</u>- Atributo derivado()

Exemplo

Notação adotada por Silberchatz & Sudarshan.

Como Identificar Tipos de Entidades?

Estudo de Caso

Considere os Requisitos do Sistema EMPRESA

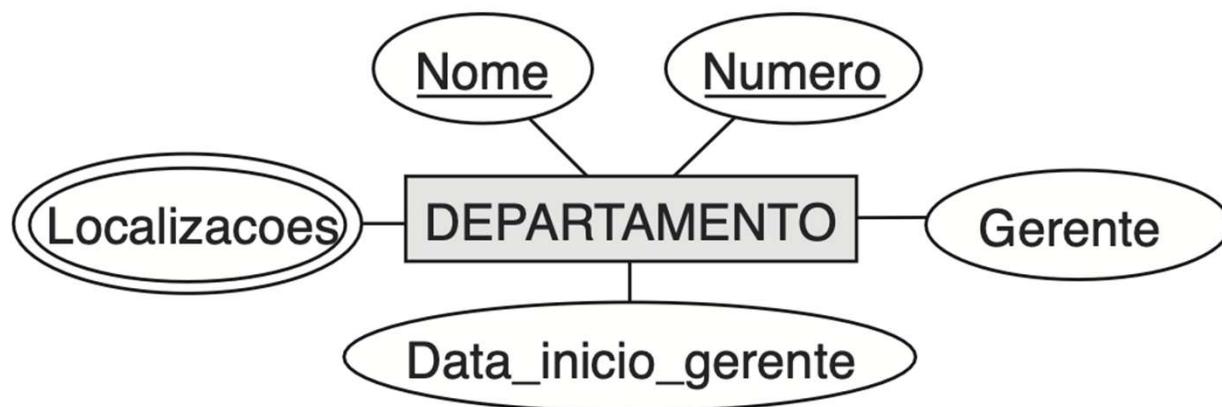
1. A empresa é organizada em departamentos. Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um funcionário, em particular, que o gerencia. Registrarmos a data inicial em que esse funcionário começou a gerenciar o departamento. Um departamento pode ter vários localizações.
2. Um departamento controla uma série de projetos, cada um deles com um nome exclusivo, um número exclusivo e uma localização.
3. Armazenamos o nome, número do CPF, endereço, salário, sexo, e data de nascimento de cada funcionário. Um funcionário é lotado em um departamento, mas pode trabalhar em vários projetos, que não necessariamente são controlados pelo mesmo departamento que ele trabalha. Registrarmos o número atual de horas semanais que um funcionário trabalha em cada projeto. Também registramos o supervisor direto de cada funcionário (que é outro funcionário).
4. Para fins de seguro, registramos os dependentes de cada funcionário. Para cada dependente, mantemos o nome, sexo, data de nascimento e parentesco com o funcionário.

Identificando Tipos de Entidades

1. A empresa é organizada em departamentos. Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um funcionário, em particular, que o gerencia. Registrarmos a data inicial em que esse funcionário começou a gerenciar o departamento. Um departamento pode ter vários localizações.

Identificando Tipos de Entidades

1. A empresa é organizada em departamentos. Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um funcionário, em particular, que o gerencia. Registrarmos a data inicial em que esse funcionário começou a gerenciar o departamento. Um departamento pode ter vários localizações.

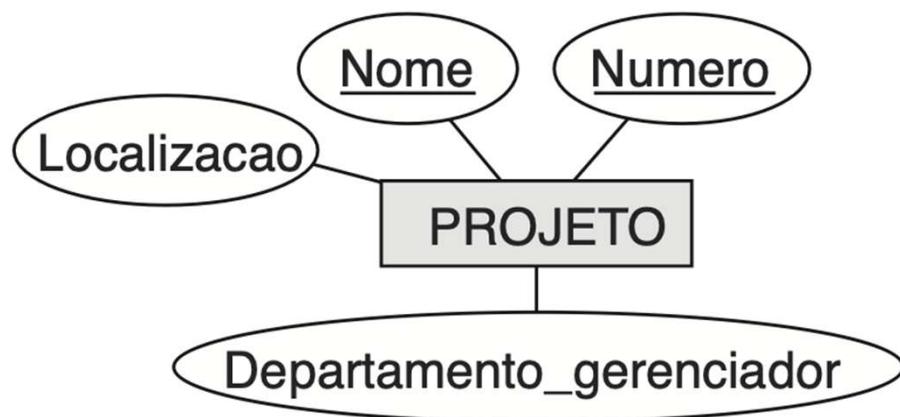


Identificando Tipos de Entidades

1. A empresa é organizada em departamentos. Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um funcionário, em particular, que o gerencia. Registrarmos a data inicial em que esse funcionário começou a gerenciar o departamento. Um departamento pode ter vários localizações.
2. Um departamento controla uma série de projetos, cada um deles com um nome exclusivo, um número exclusivo e uma localização.

Identificando Tipos de Entidades

2. Um departamento controla uma série de projetos, cada um deles com um nome exclusivo, um numero exclusivo e uma localização.

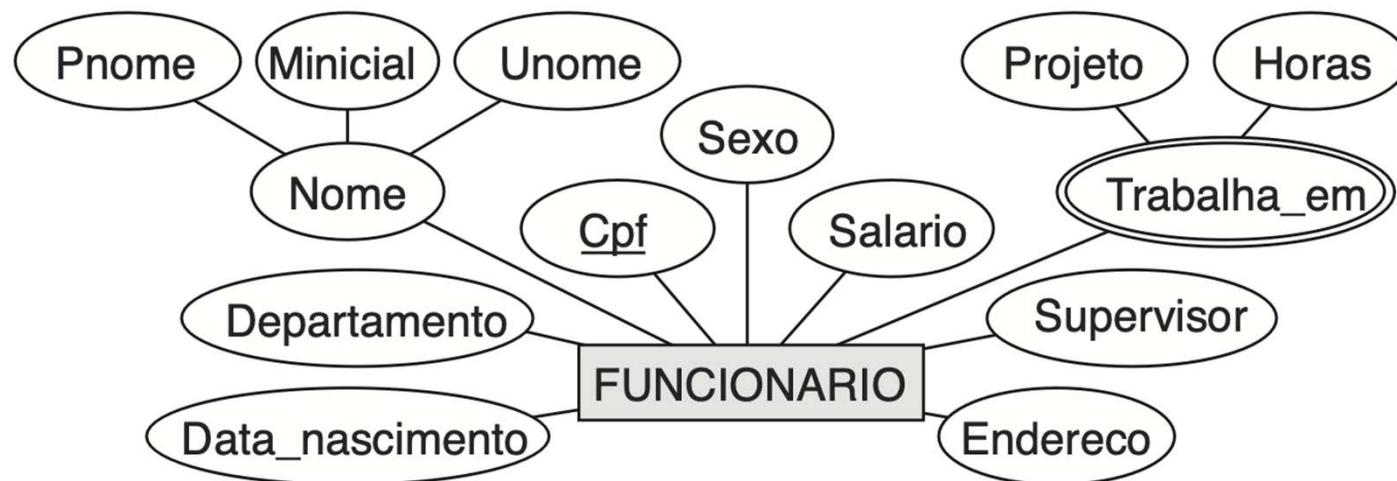


Identificando Tipos de Entidades

1. A empresa é organizada em departamentos. Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um funcionário, em particular, que o gerencia. Registrarmos a data inicial em que esse funcionário começou a gerenciar o departamento. Um departamento pode ter vários localizações.
2. Um departamento controla uma série de projetos, cada um deles com um nome exclusivo, um número exclusivo e uma localização.
3. Armazenamos o nome, número do CPF, endereço, salário, sexo, e data de nascimento de cada funcionário. Um funcionário é lotado em um departamento, mas pode trabalhar em vários projetos, que não necessariamente são controlados pelo mesmo departamento que ele trabalha. Registrarmos o número atual de horas semanais que um funcionário trabalha em cada projeto. Também registramos o supervisor direto de cada funcionário (que é outro funcionário).

Identificando Tipos de Entidades

3. Armazenamos o nome, número do CPF, endereço, salário, sexo, e data de nascimento de cada funcionário. Um funcionário é lotado em um departamento, mas pode trabalhar em vários projetos, que não necessariamente são controlados pelo mesmo departamento que ele trabalha. Registrarmos o número atual de horas semanais que um funcionário trabalha em cada projeto. Também registramos o supervisor direto de cada funcionário (que é outro funcionário).

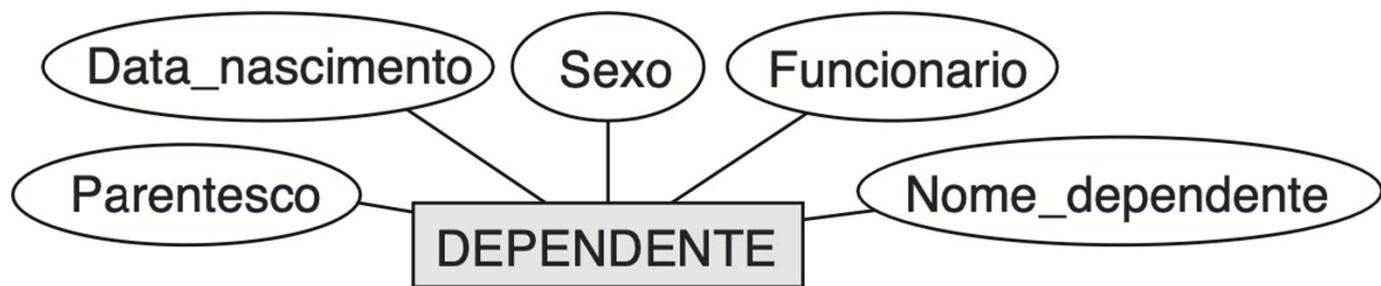


Identificando Tipos de Entidades

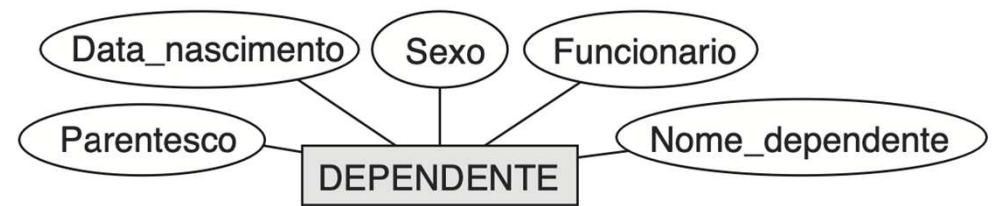
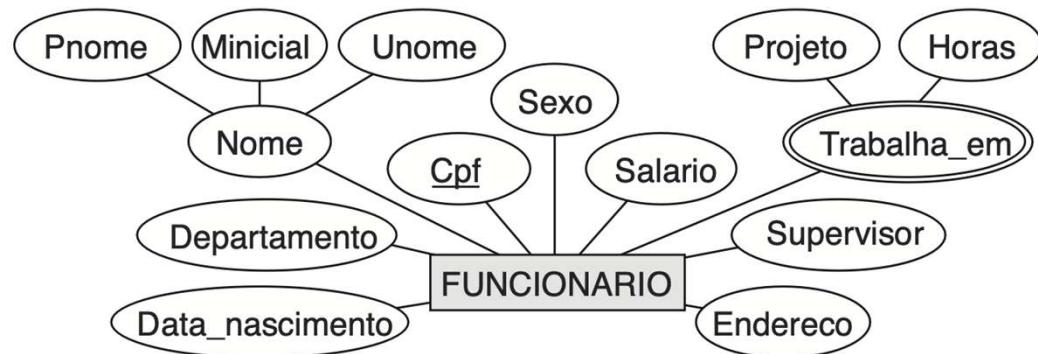
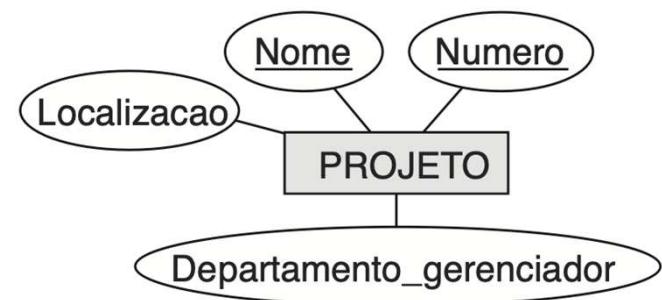
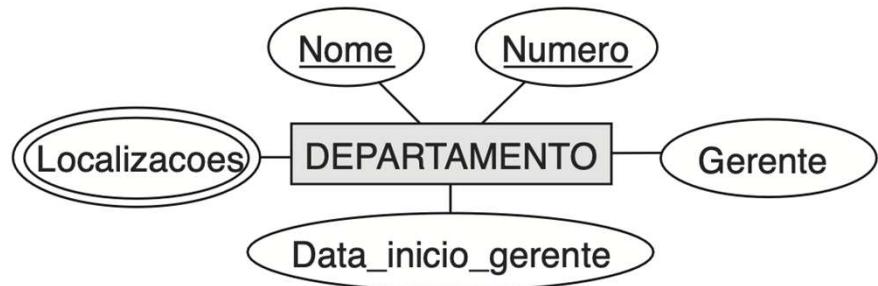
1. A empresa é organizada em departamentos. Cada departamento tem um nome exclusivo, um numero exclusivo e um funcionario, em particular, que o gerencia. Registrarmos a data inicial em que esse funcionario começou a gerenciar o departamento. Um departamento pode ter varios localizações.
2. Um departamento controla uma série de projetos, cada um deles com um nome exclusivo, um numero exclusivo e uma localização.
3. Armazenamos o nome, número do CPF, endereço, salário, sexo, e data de nascimento de cada funcionario. Um funcionario é lotado em um departamento, mas pode trabalhar em varios projetos, que não necessariamente são controlados pelo mesmo departamento que ele trabalha. Registrarmos o numero atual de horas semanais que um funcionario trabalha em cada projeto. Também registramos o supervisor direto de cada funcionario (que é outro funcionario).
4. Para fins de seguro, registramos os dependentes de cada funcionário. Para cada dependente, mantemos o nome, sexo, data de nascimento e parentesco com o funcionário.

Identificando Tipos de Entidades

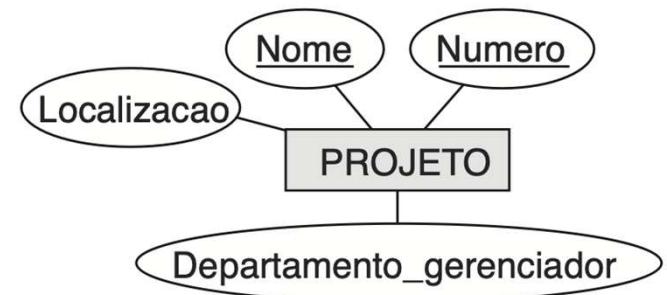
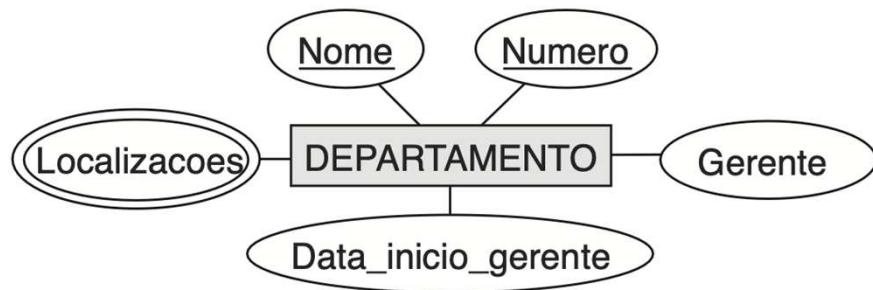
4. Para fins de seguro, registramos os dependentes de cada funcionário. Para cada dependente, mantemos o nome, sexo, data de nascimento e parentesco com o funcionário.



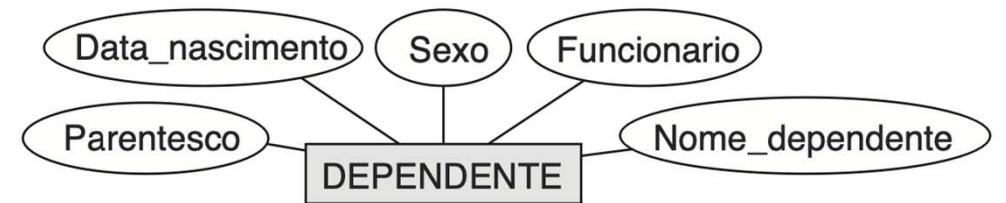
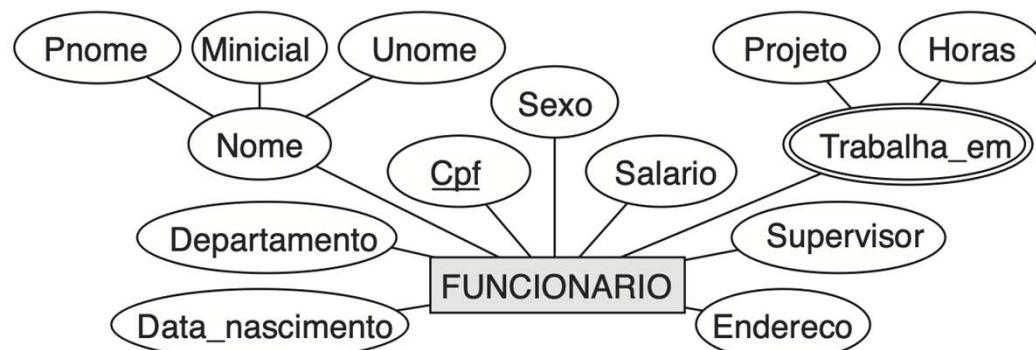
Projeto Preliminar para o Banco de Dados EMPRESA



Projeto Preliminar para o Banco de Dados EMPRESA



Problemas??



Relacionamentos, Tipos de Relacionamentos e Restrições Estruturais

Relacionamentos e Tipos de Relacionamentos

- Um **relacionamento** descreve uma associação entre entidades. Um **tipo de relacionamento** define um conjunto de relacionamentos de um mesmo tipo, isto é, envolvendo as mesmas entidades e com a mesma semântica.

Relacionamentos e Tipos de Relacionamentos

- Um **relacionamento** descreve uma associação entre entidades. Um **tipo de relacionamento** define um conjunto de relacionamentos de um mesmo tipo, isto é, envolvendo as mesmas entidades e com a mesma semântica.
- **Matematicamente:** Um tipo de relacionamento R entre os tipos de entidades E_1, E_2, \dots, E_n define um conjunto relacionamentos $\{(e_1, e_2, \dots, e_n) | e_1 \in E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n\}$. Portanto, trata-se de uma relação matemática envolvendo E_1, E_2, \dots, E_n , ou seja, é um subconjunto do produto cartesiano $E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$.

Relacionamentos e Tipos de Relacionamentos

- Um **relacionamento** descreve uma associação entre entidades. Um **tipo de relacionamento** define um conjunto de relacionamentos de um mesmo tipo , isto é, envolvendo as mesmas entidades e com a mesma semântica.
- **Formalmente:** Um tipo de relacionamento R entre os tipos de entidades E_1, E_2, \dots, E_n define um conjunto relacionamentos $\{(e_1, e_2, \dots, e_n) | e_1 \in E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n\}$. Portanto, trata-se de uma relação matemática envolvendo E_1, E_2, \dots, E_n , ou seja, é um subconjunto do produto cartesiano $E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$.
- Nesse contexto, dizemos que E_1, E_2, \dots, E_n são os tipos de entidades participantes do tipo de relacionamento R , cada qual desempenhando um papel na associação.

Grau dos Tipos de Relacionamento

Tipo de Relacionamento Binário

- Um tipo de relacionamento é **binário** quando envolve dois tipos de entidades.
- Na ilustração ao lado, E e D são tipos de entidades e R é um tipo de relacionamento.
- Cada instância r_i associa uma entidade de E com uma entidade de D .
- Por exemplo, $r_1 = (e_1, d_1)$, $r_3 = (e_3, d_1)$ e $r_7 = (e_7, d_3)$

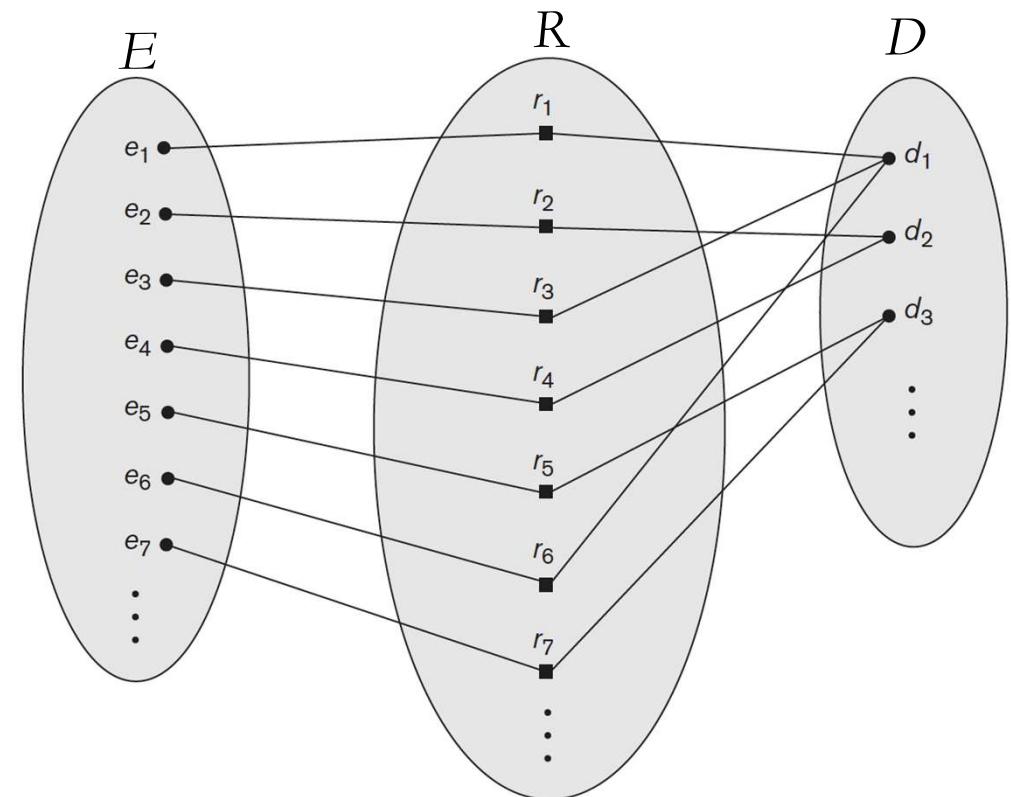
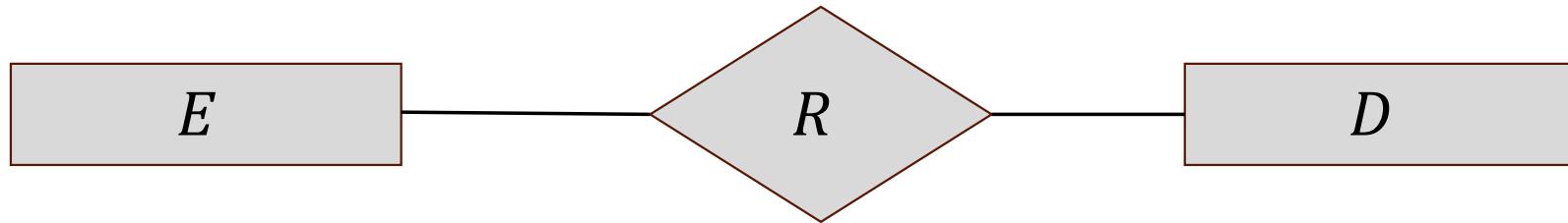


Diagrama ER de Tipos de Relacionamento Binário

- Nos diagramas ER, os tipos de relacionamento são exibidos usando losangos os quais são conectados por linhas retas às caixas retangulares que representam os tipos de entidades participantes.



Notação adotada por Eumasri & Navathe, bem como por Silberchatz & Sudarshan.

Tipo de Relacionamento Ternário

- Um tipo de relacionamento é **ternário** quando envolve três tipos entidades.
- Na ilustração ao lado, S , P e J são tipos de entidades e R é um tipo de relacionamento.
- Cada instância r_i é uma associação entre três entidades, cada uma de um tipo de entidade participante.
- Por exemplo, $r_1 = (s_1, p_1, j_1)$, $r_3 = (s_1, p_2, j_1)$ e $r_7 = (s_7, p_3, j_3)$

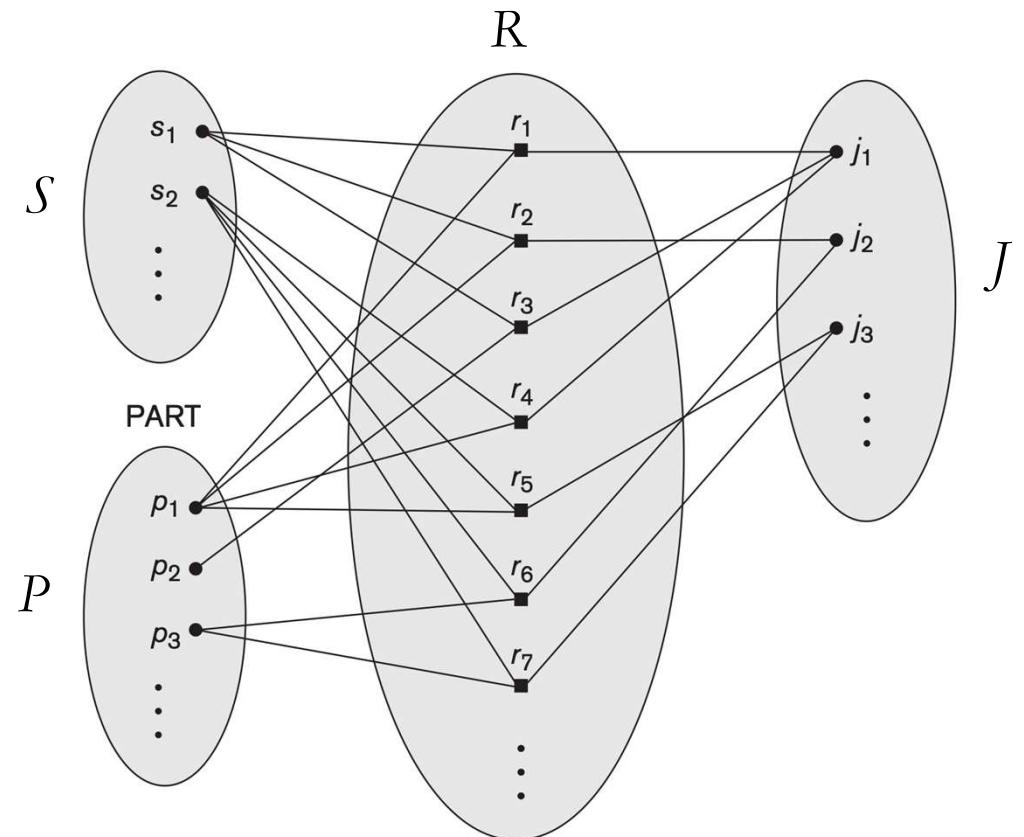
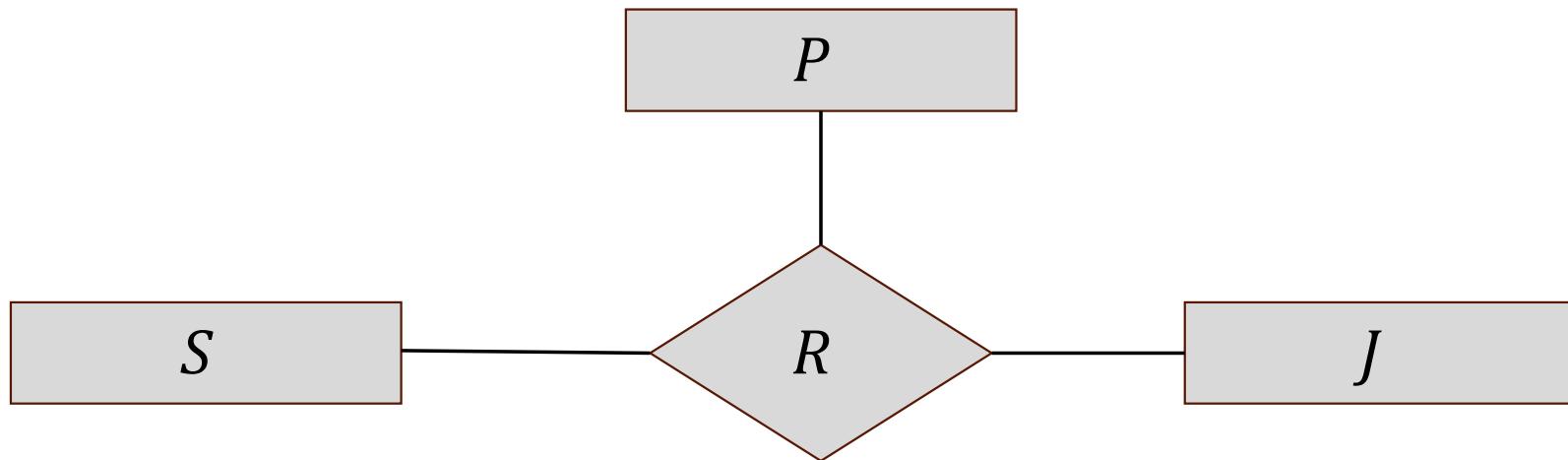


Diagrama ER de Tipos de Relacionamento Ternário

- Os relacionamentos ternários envolvem três tipos de entidades. No exemplo, S , P e J .



Notação adotada por Eumasri & Navathe, bem como por Silberchatz & Sudarshan.

Tipos de Relacionamento de Grau > 3

- Tipos de relacionamento podem ter qualquer grau, mas os mais comuns são os relacionamentos binários.
- Tipos de relacionamentos ternários também ocorrem com certa frequência, mas bem inferior aos binários.
- Relacionamentos de alto grau são raros e geralmente mais complexos de analisar. Discutiremos mais detalhes sobre os relacionamentos de alto grau mais adiante, agora focaremos nos relacionamentos binários.

Restrições em Tipos de Relacionamento Binário

Cardinalidade em Tipos de Relacionamento Binário

- As Restrições de Cardinalidade especificam o **número máximo** de instâncias de relacionamentos que um tipo de entidade pode participar (ser associada).

Cardinalidade em Tipos de Relacionamento Binário

- As Restrições de Cardinalidade especificam o **número máximo** de instâncias de relacionamentos que um tipo de entidade pode participar (ser associada).
- Para um tipo de relacionamentos binário R envolvendo os tipos de entidades E_1 e E_2 , a restrição de cardinalidade deve ser uma das seguintes:

Cardinalidade em Tipos de Relacionamento Binário

- As Restrições de Cardinalidade especificam o **número máximo** de instâncias de relacionamentos que um tipo de entidade pode participar (ser associada).
- Para um tipo de relacionamentos binário R envolvendo os tipos de entidades E_1 e E_2 , a restrição de cardinalidade deve ser uma das seguintes:
 - **Um-para-Um (1:1)**. Uma entidade de E_1 pode ser associada com, no máximo, uma entidade em E_2 , e vice-versa.

Cardinalidade em Tipos de Relacionamento Binário

- As Restrições de Cardinalidade especificam o **número máximo** de instâncias de relacionamentos que um tipo de entidade pode participar (ser associada).
- Para um tipo de relacionamentos binário R envolvendo os tipos de entidades E_1 e E_2 , a restrição de cardinalidade deve ser uma das seguintes:
 - **Um-para-Um (1:1)**. Uma entidade de E_1 pode ser associada com, no máximo, uma entidade em E_2 , e vice-versa.
 - **Um-para-Muitos (1:N)**. Uma entidade de E_1 pode ser associada com várias entidades de E_2 , porém uma entidade de E_2 pode ser associada a no máximo uma entidade de E_1 .

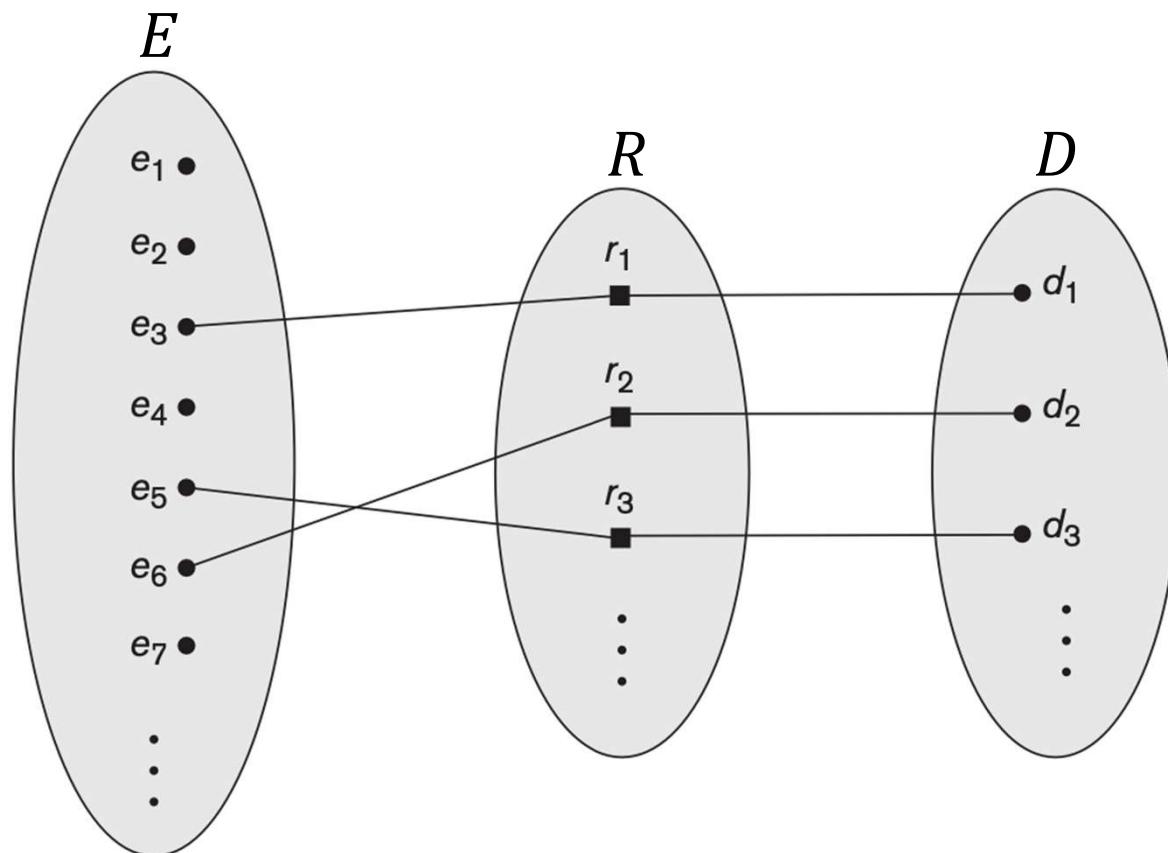
Cardinalidade em Tipos de Relacionamento Binário

- As Restrições de Cardinalidade especificam o **número máximo** de instâncias de relacionamentos que um tipo de entidade pode participar (ser associada).
- Para um tipo de relacionamentos binário R envolvendo os tipos de entidades E_1 e E_2 , a restrição de cardinalidade deve ser uma das seguintes:
 - **Um-para-Um (1:1)**. Uma entidade de E_1 pode ser associada com, no máximo, uma entidade em E_2 , e vice-versa.
 - **Um-para-Muitos (1:N)**. Uma entidade de E_1 pode ser associada com várias entidades de E_2 , porém uma entidade de E_2 pode ser associada a no máximo uma entidade de E_1 .
 - **Muitos-para-Um (N:1)**. Uma entidade de E_2 pode ser associada com várias entidades de E_1 , porém uma entidade de E_1 pode ser associada a no máximo uma entidade de E_2 .

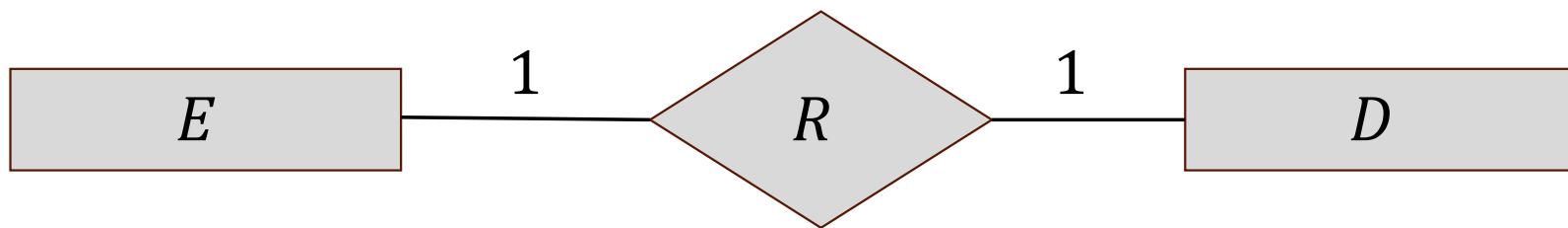
Cardinalidade em Tipos de Relacionamento Binário

- As Restrições de Cardinalidade especificam o **número máximo** de instâncias de relacionamentos que um tipo de entidade pode participar (ser associada).
- Para um tipo de relacionamentos binário R envolvendo os tipos de entidades E_1 e E_2 , a restrição de cardinalidade deve ser uma das seguintes:
 - **Um-para-Um (1:1)**. Uma entidade de E_1 pode ser associada com, no máximo, uma entidade em E_2 , e vice-versa.
 - **Um-para-Muitos (1:N)**. Uma entidade de E_1 pode ser associada com várias entidades de E_2 , porém uma entidade de E_2 pode ser associada a no máximo uma entidade de E_1 .
 - **Muitos-para-Um (N:1)**. Uma entidade de E_2 pode ser associada com várias entidades de E_1 , porém uma entidade de E_1 pode ser associada a no máximo uma entidade de E_2 .
 - **Muitos-para-Muitos (N:N)**. Uma entidade de E_1 pode ser associada com várias entidades de E_2 , e vice-versa.

Tipo de Relacionamento Binário (1:1)

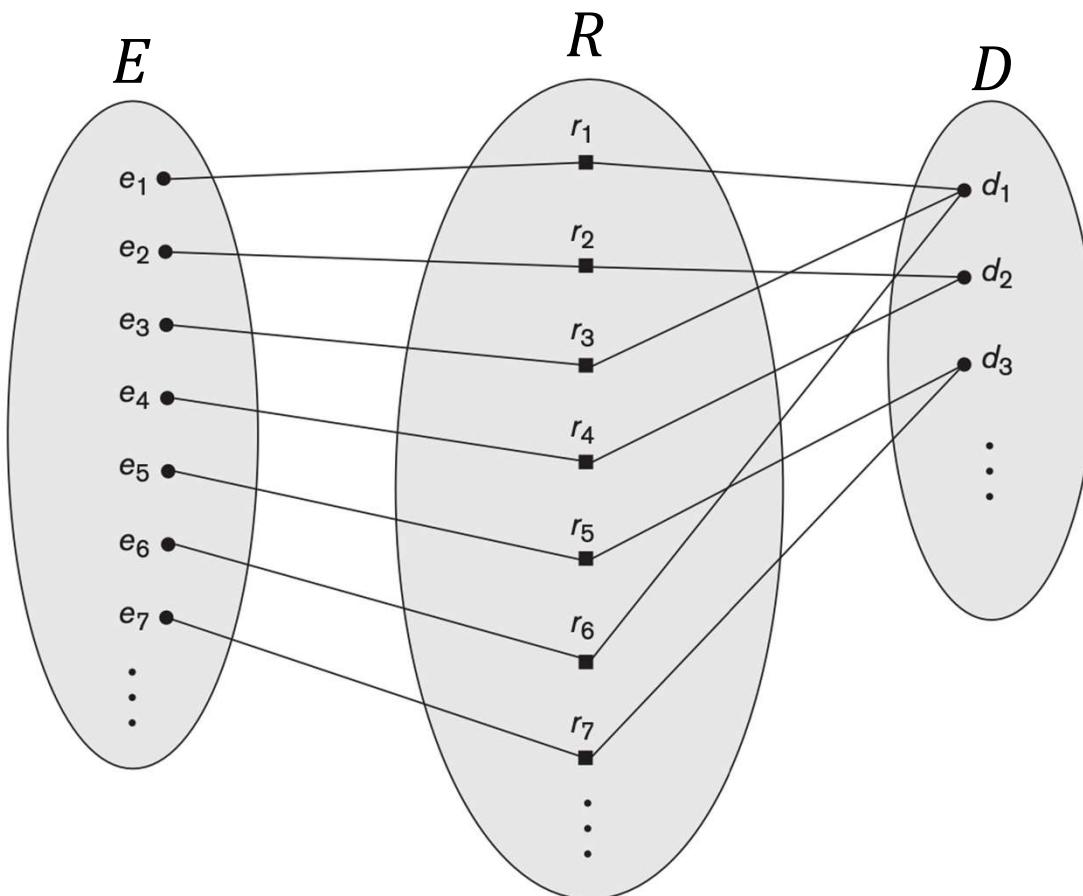


Tipo de Relacionamento Binário (1:1)

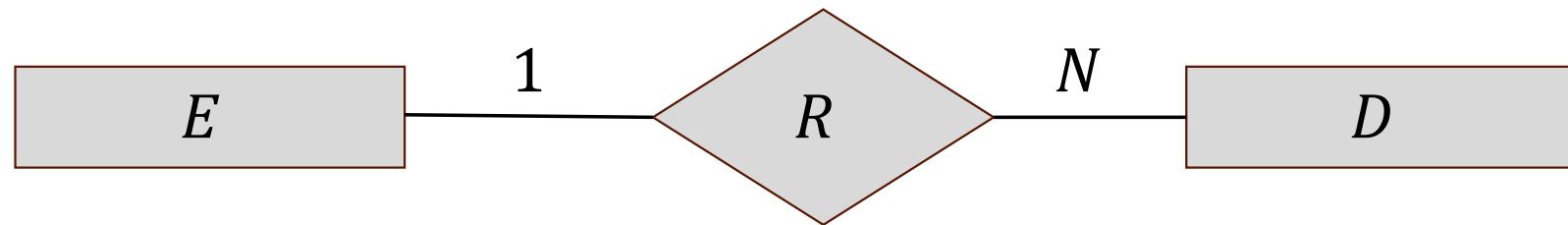


Representação em Diagramas ER

Tipo de Relacionamento Binário (1:N ou N:1)

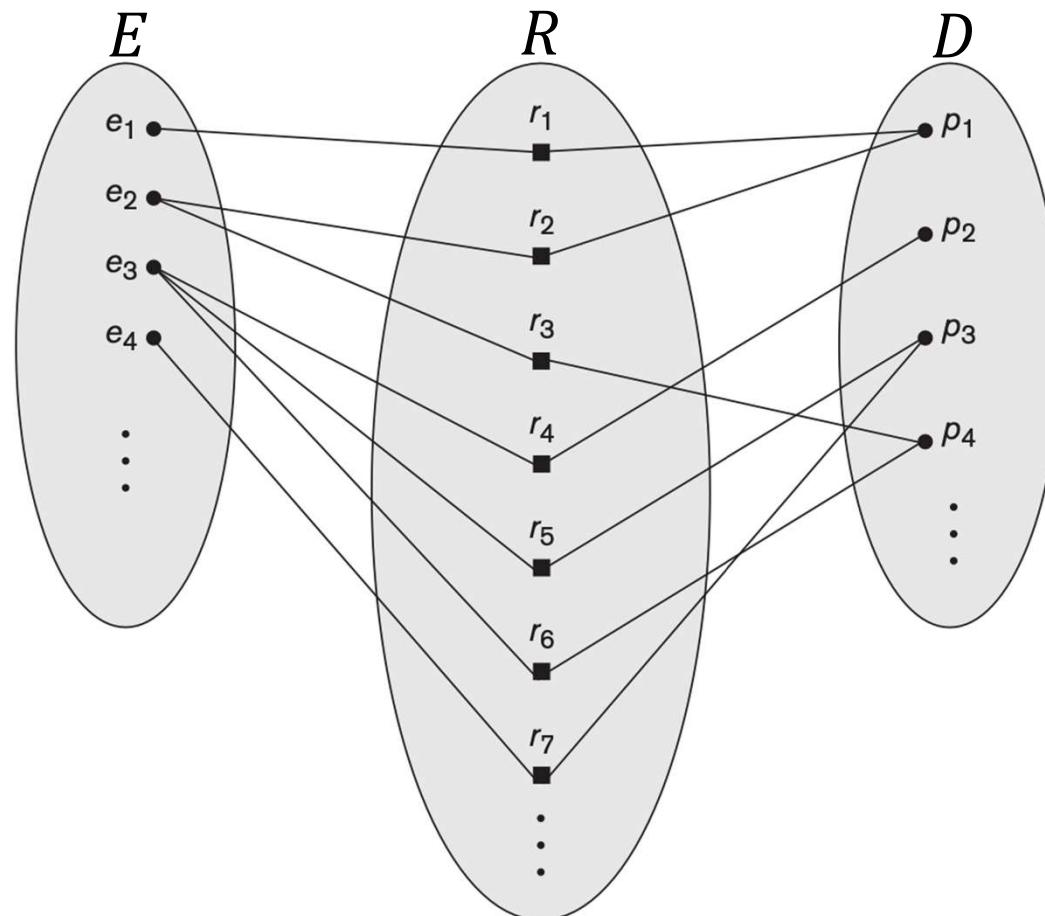


Tipo de Relacionamento Binário (1:N ou N:1)

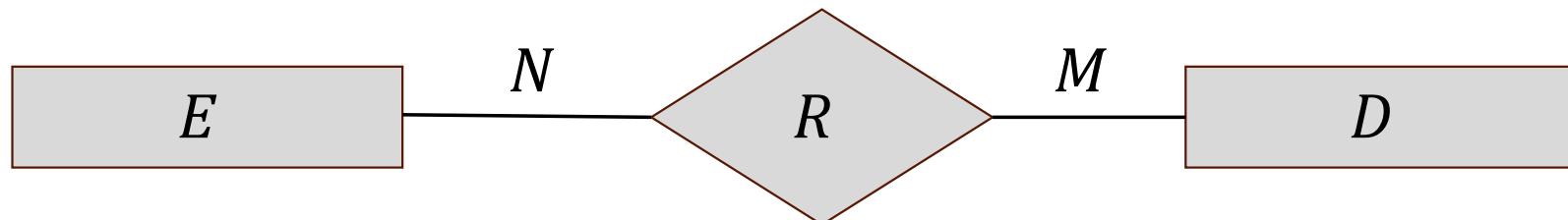


Representação em Diagramas ER

Tipo de Relacionamento Binário (N:M)



Tipo de Relacionamento Binário (N:N)



Representação em Diagramas ER

Participação em Tipos de Relacionamento Binário

- A restrição de participação especificam o **número mínimo** de instâncias de relacionamento nas quais cada entidade pode participar e às vezes é chamada de restrição de **cardinalidade mínima**.

Participação em Tipos de Relacionamento Binário

- A restrição de participação especifica o **número mínimo** de instâncias de relacionamento nas quais cada entidade pode participar e às vezes é chamada de restrição de **cardinalidade mínima**.
- Há dois tipos de restrição de participação:

Participação em Tipos de Relacionamento Binário

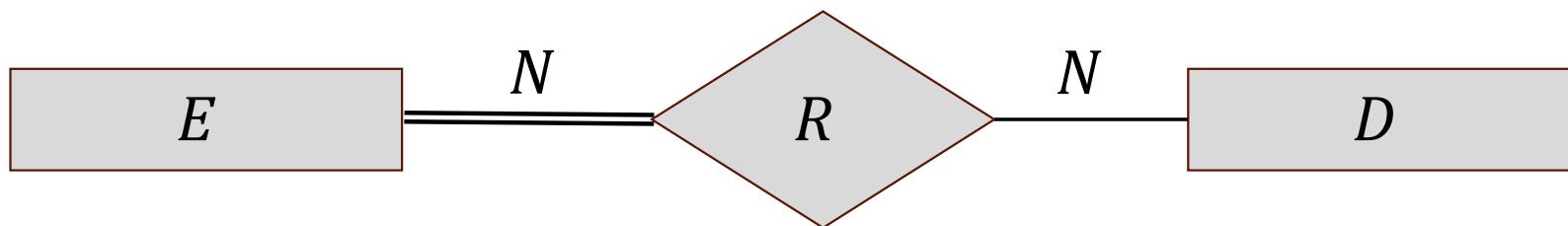
- A restrição de participação especifica o **número mínimo** de instâncias de relacionamento nas quais cada entidade pode participar e às vezes é chamada de restrição de **cardinalidade mínima**.
- Há dois tipos de restrição de participação:
 - **Total.** Especifica a obrigatoriedade de participação no relacionamento R. Isso significa que em um tipo de entidade com participação total, toda entidade deve estar associada a no mínimo 1 relacionamento.

Participação em Tipos de Relacionamento Binário

- A restrição de participação especifica o **número mínimo** de instâncias de relacionamento nas quais cada entidade pode participar e às vezes é chamada de restrição de **cardinalidade mínima**.
- Há dois tipos de restrição de participação:
 - **Total.** Especifica a obrigatoriedade de participação no relacionamento R. Isso significa que em um tipo de entidade com participação total, toda entidade deve estar associada a no mínimo 1 relacionamento.
 - **Parcial.** Especifica a não obrigatoriedade de participação no relacionamento R. Isso significa que um tipo de entidade com participação parcial, podem haver entidades que não estão associadas a nenhum relacionamento (mínimo 0).

Restrição de participação em Diagramas ER

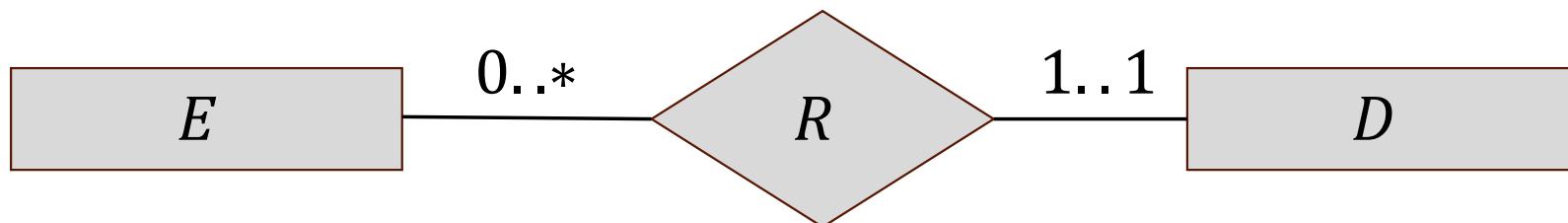
- Em diagramas ER expressamos participação total conectando os tipos de entidades participantes com uma linha dupla ($=$) e participação parcial com linha simples ($-$).



Participação total de E e parcial de D

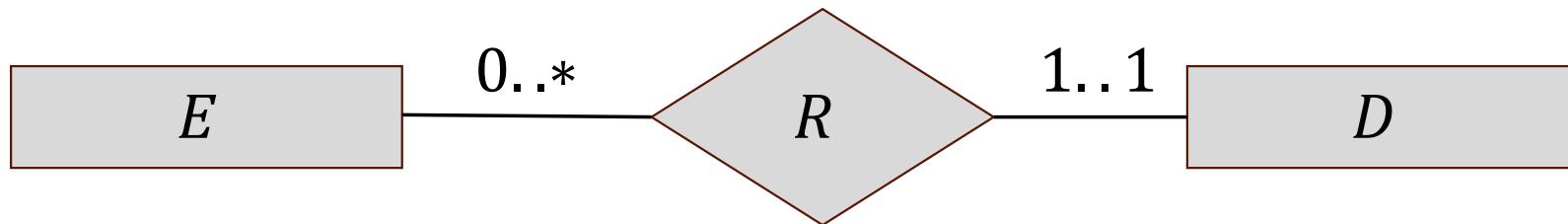
Notação Alternativa para Cardinalidade e Participação

- A notação (min...max) é uma alternativa muito usada para indicar explicitamente os valores mínimos e máximos permitidos para a participação das entidades no tipo de relacionamento.



Notação Alternativa para Cardinalidade e Participação

- A notação (min...max) é uma alternativa muito usada para indicar explicitamente os valores mínimos e máximos permitidos para a participação das entidades no tipo de relacionamento.



- **Atenção!** é fácil interpretar erradamente (*0.. **) no lado esquerdo do relacionamento e pensar que a cardinalidade é Muitos-para-Um de *D* para *E*. Isso é exatamente o **inverso** da interpretação correta desta notação!

Atributos de Tipos de Relacionamento

- Tal como os tipos de entidades, os tipos relacionamento também podem ter atributos.
- Semanticamente, colocamos atributos em tipos de relacionamentos quando o seu valor é determinado pelo vínculo entre as entidades.
- Em tipos de relacionamentos 1:1 ou 1:N normalmente podemos migrar o atributos de relacionamento para uma das entidades, sem comprometer o projeto.

Tipo de Entidade Fraca

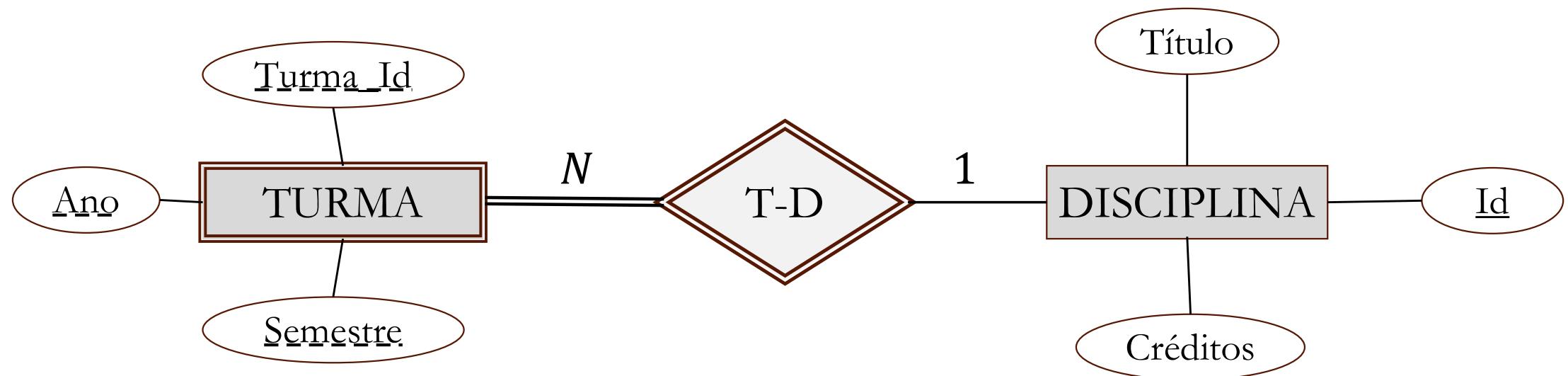
- Tipos de Entidades Fracas são aqueles cuja existência e identificação depende de outro tipo de entidades, chamada Tipo de Entidade Identificadora. Entidades fracas não possuem chaves primárias, por isso a identificação demanda informações de outra entidade.

Tipo de Entidade Fraca

- Tipos de Entidades Fracas são aqueles cuja existência e identificação depende de outro tipo de entidades, chamada Tipo de Entidade Identificadora. Entidades fracas não possuem chaves primárias, por isso a identificação demanda informações de outra entidade.
- Exemplo: considere o conjunto de entidades turma, que representa ofertas de disciplina em uma Universidade.
 - As entidades de turma são caraterizadas pelo id da disciplina, semestre, ano e id da turma.
 - O id da turma pode se repetir em diferentes semestres.
 - Não há turma sem uma disciplina associada.
 - Qual a chave de Turma??

Tipo de Entidade Fraca

- As entidades de turma são caracterizadas pelo id da disciplina, semestre, ano e id da turma. Turma tem apenas uma chave parcial.
- Não há turma sem uma disciplina associada, mas se introduzirmos o atributo id da disciplina em turma criamos redundância.



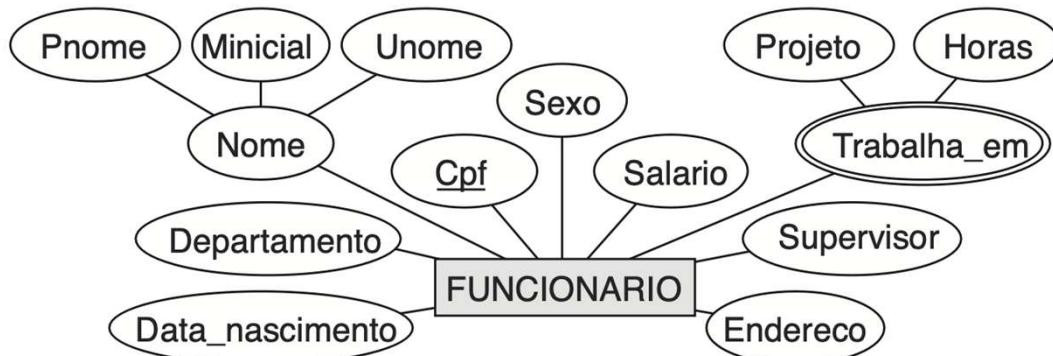
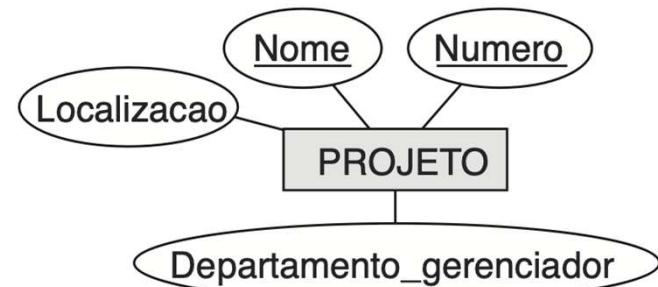
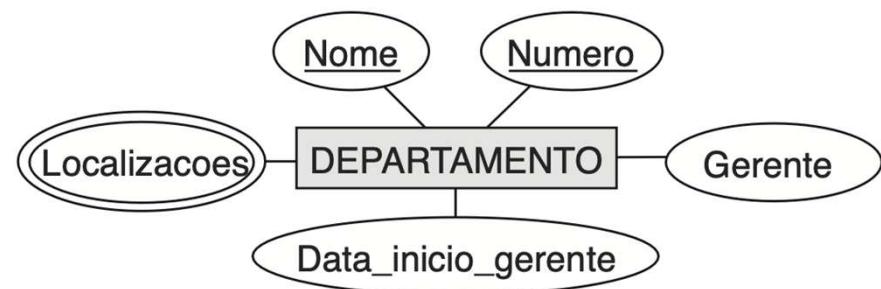
Tipo de Entidade Fraca

- Em geral, podemos ter qualquer número de níveis de tipos de entidades fracas, ou seja, uma tipo de entidade identificadora pode ser ela própria um tipo de entidade fraca.
- Além disso, um tipo de entidade fraca pode ter mais de um tipo de entidade identificadora e um tipo de relacionamento identificador com grau superior a dois.

Refinando o Projeto Preliminar do Banco de Dados Empresa

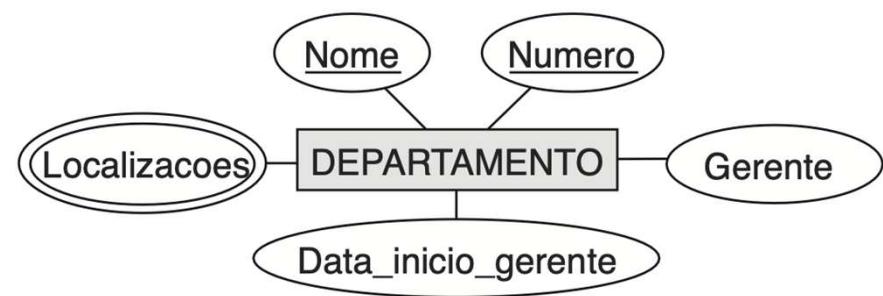
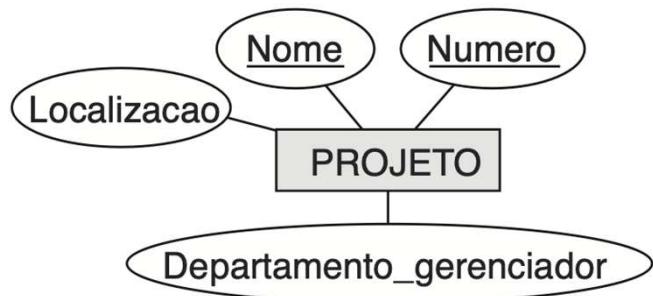
Projeto Preliminar para o Banco de Dados EMPRESA

- Agora que aprendemos os conceitos de tipos de relacionamentos, podemos refinar o projeto preliminar do banco de dados EMPRESA.



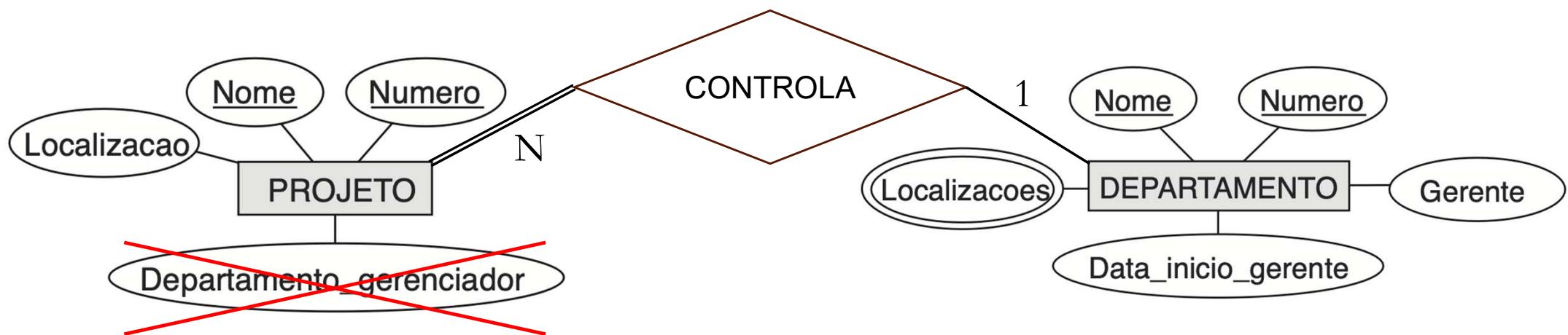
Refinando o Banco de Dados EMPRESA

- Observe o atributo `Departamento_gerenciador` de `PROJETO`. Ele faz referência a uma entidade de `DEPARTAMENTO`.



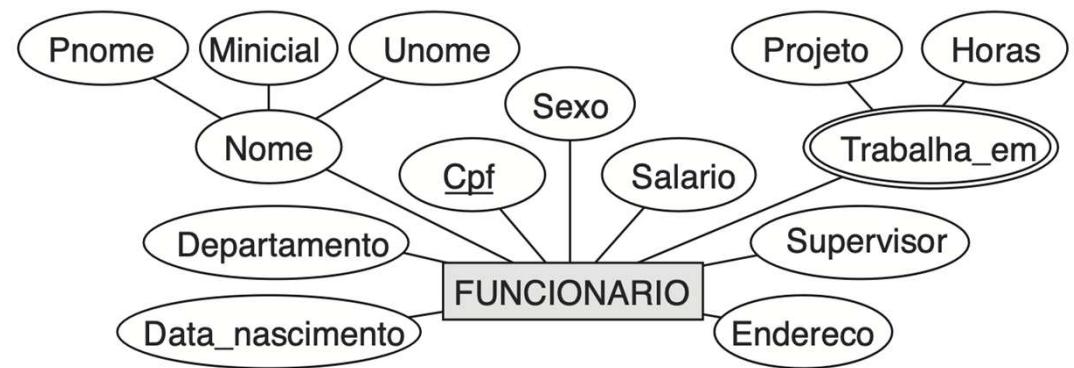
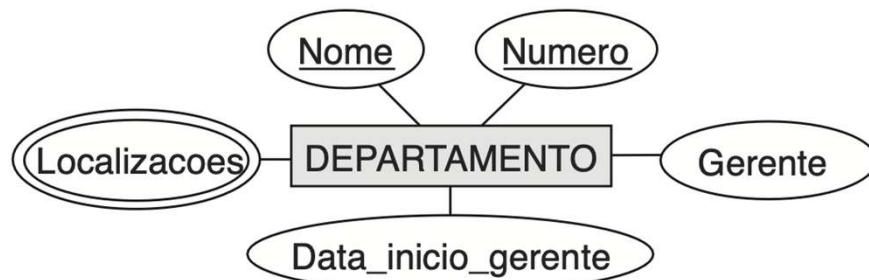
- De acordo com os requisitos “Um departamento controla uma série de projetos, cada um deles com um nome exclusivo, um número exclusivo e uma localização”.

Refinando o Banco de Dados EMPRESA



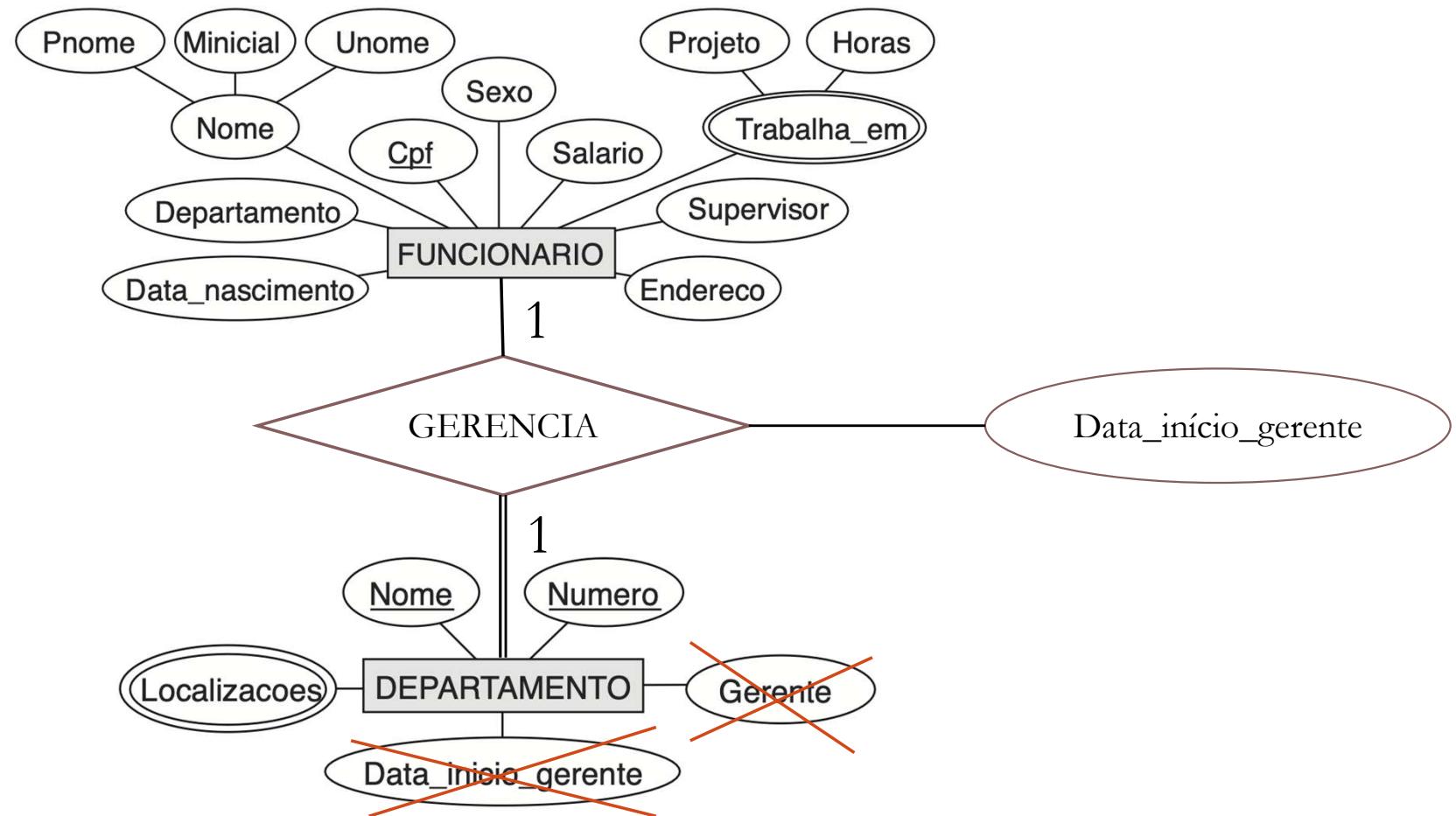
Refinando o Banco de Dados EMPRESA

- Observe o atributo Gerente de DEPARTAMENTO. Ele faz referência a uma entidade de FUNCIONÁRIO.



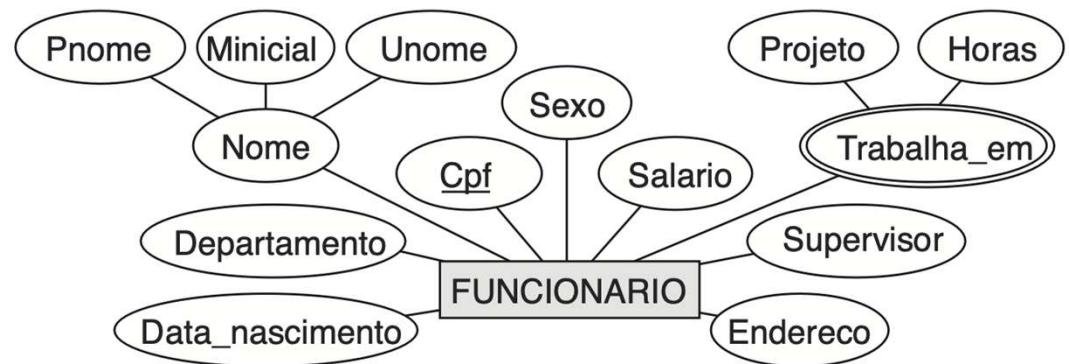
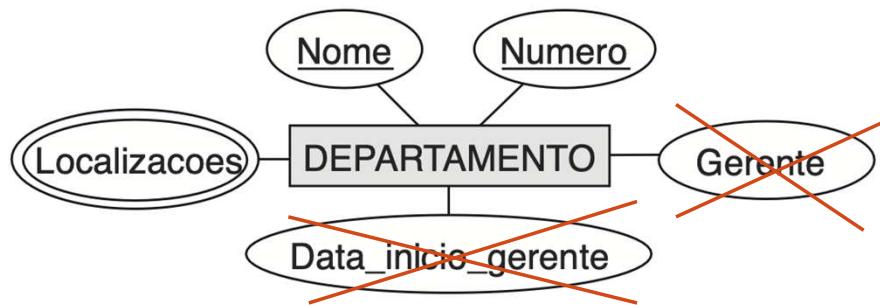
- Requisitos: “A empresa é organizada em departamentos. Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um funcionário, em particular, que o gerencia. Registrarmos a data inicial em que esse funcionário começou a gerenciar o departamento. Um departamento pode ter vários localizações”.

Refinando o Banco de Dados EMPRESA



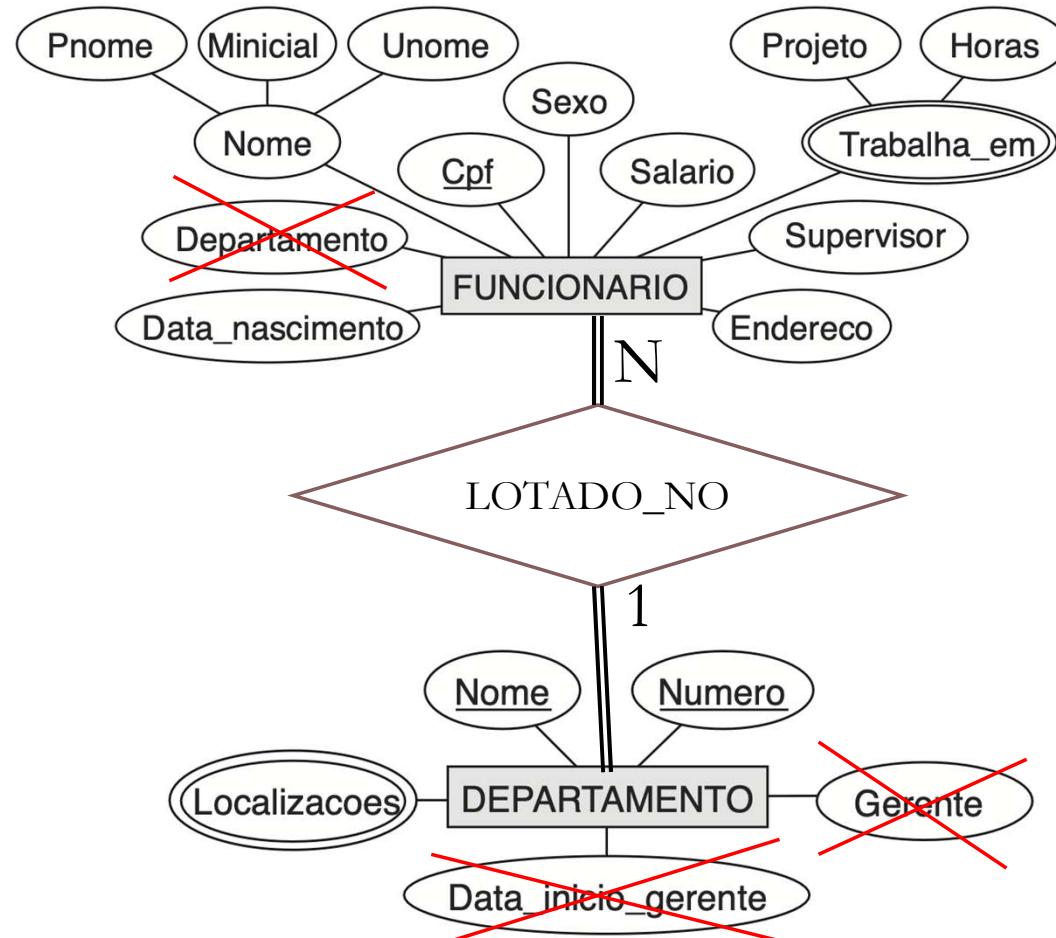
Refinando o Banco de Dados EMPRESA

- Observe o atributo Departamento de FUNCIONÁRIO. Ele faz referência a uma entidade de DEPARTAMENTO.



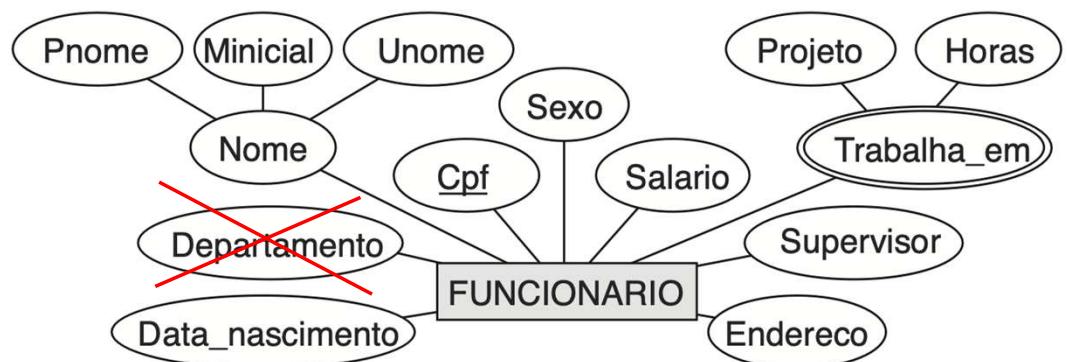
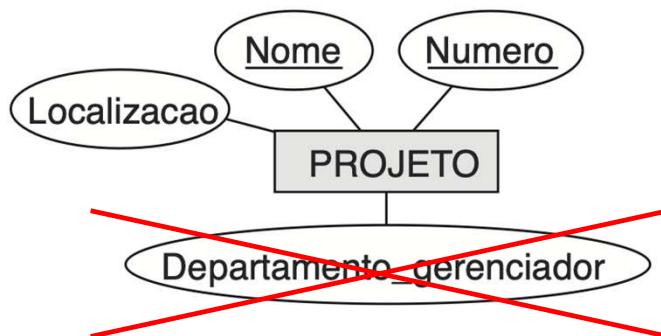
- Requisitos: “Armazenamos o nome, CPF, endereço, salário, sexo, e data de nascimento de cada funcionário. Um funcionário é lotado em um departamento...”.

Refinando o Banco de Dados EMPRESA



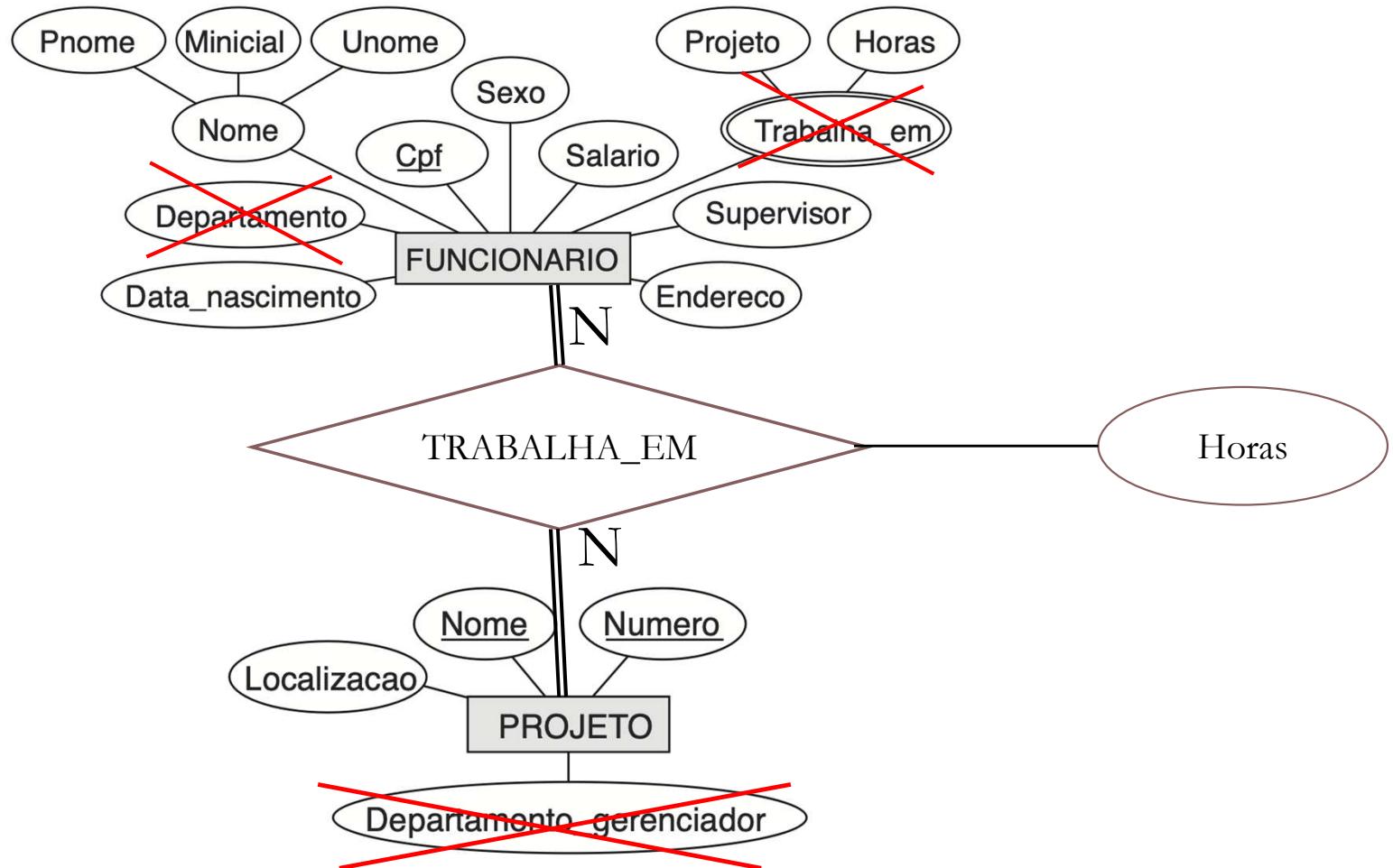
Refinando o Banco de Dados EMPRESA

- Observe o atributo `Trabalha_em` de **FUNCIONÁRIO**. Ele faz referência a uma entidade de **PROJETO**.



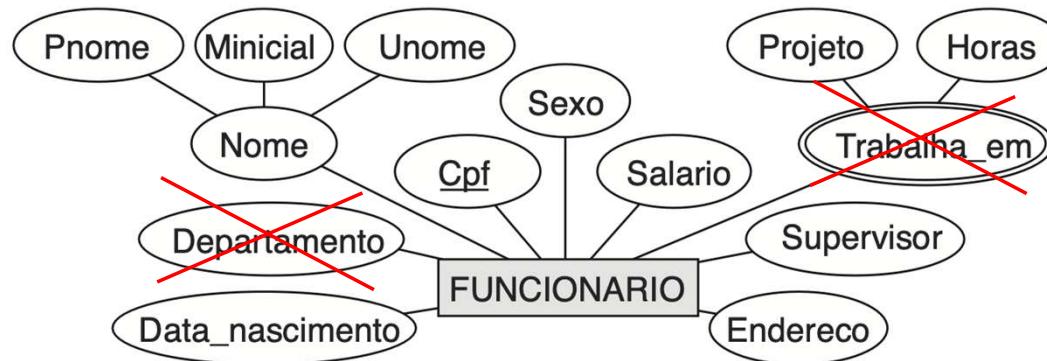
- Requisitos: “Armazenamos o nome, CPF, endereço, salário, sexo, e data de nascimento de cada funcionário. Um funcionário é lotado em um departamento, mas pode trabalhar em vários projetos, que não necessariamente são controlados pelo mesmo departamento que ele trabalha. Registrarmos o número atual de horas semanais que um funcionário trabalha em cada projeto....”.

Refinando o Banco de Dados EMPRESA



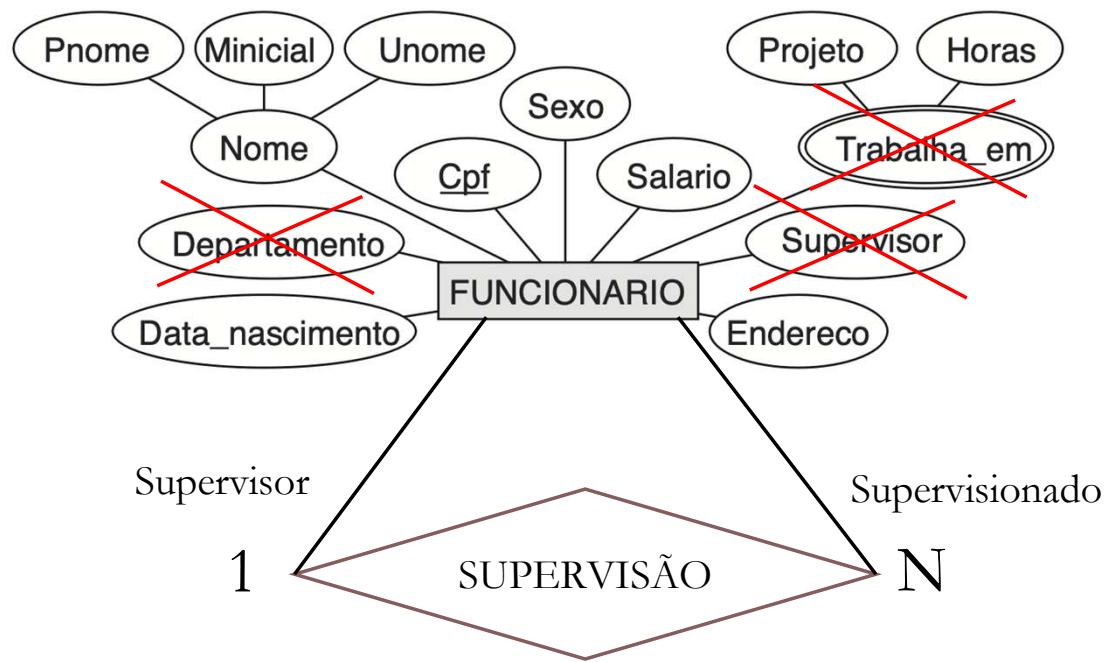
Refinando o Banco de Dados EMPRESA

- Observe o atributo Supervisor de FUNCIONÁRIO. Ele faz referência a uma outra entidade de FUNCIONÁRIO.



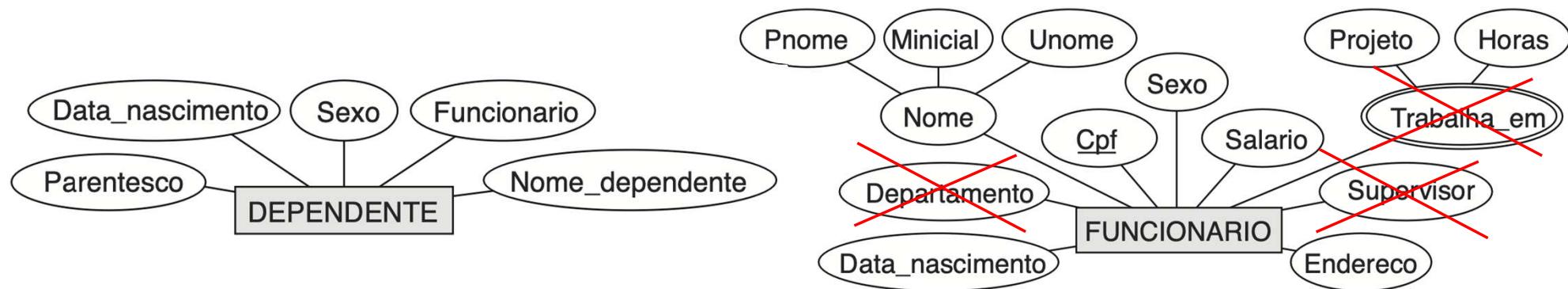
- Requisitos: “.... Também registramos o supervisor direto de cada funcionário (que é outro funcionário)”.

Refinando o Banco de Dados EMPRESA



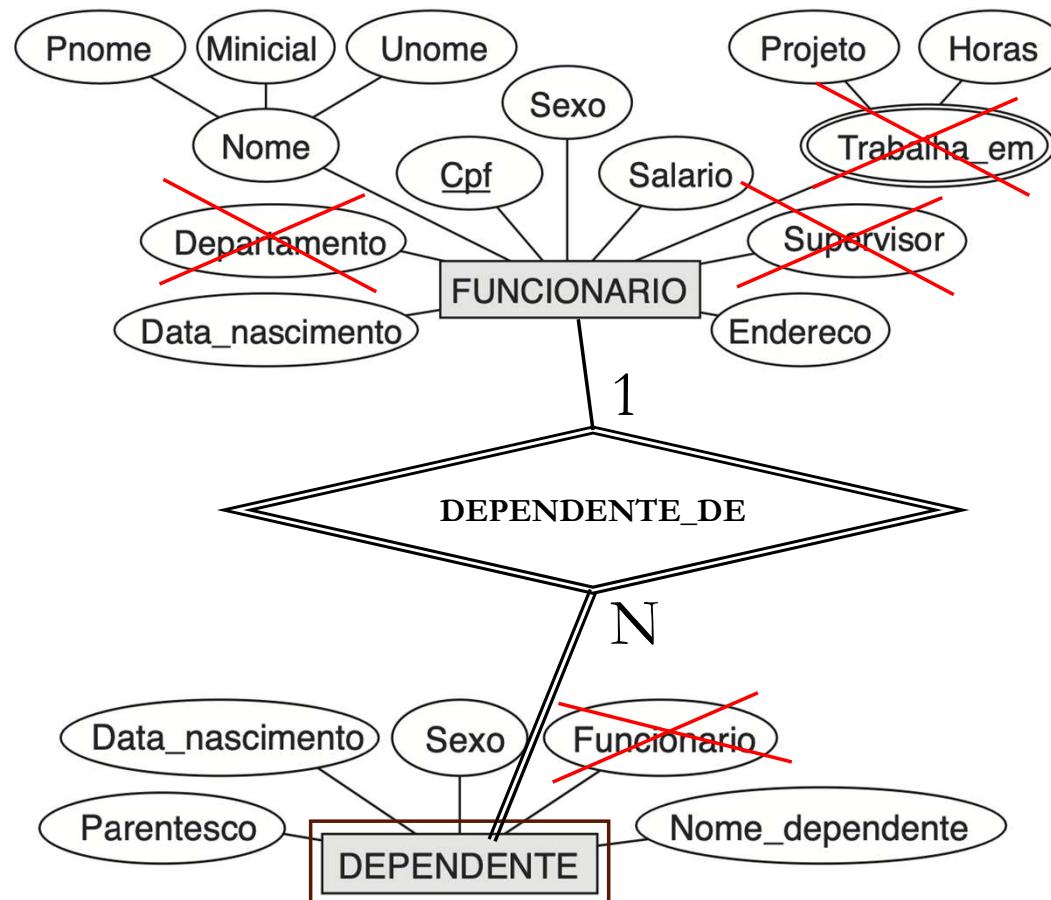
Refinando o Banco de Dados EMPRESA

- Observe o atributo Funcionário de DEPENDENTE. Ele faz referência a uma entidade de FUNCIONÁRIO.

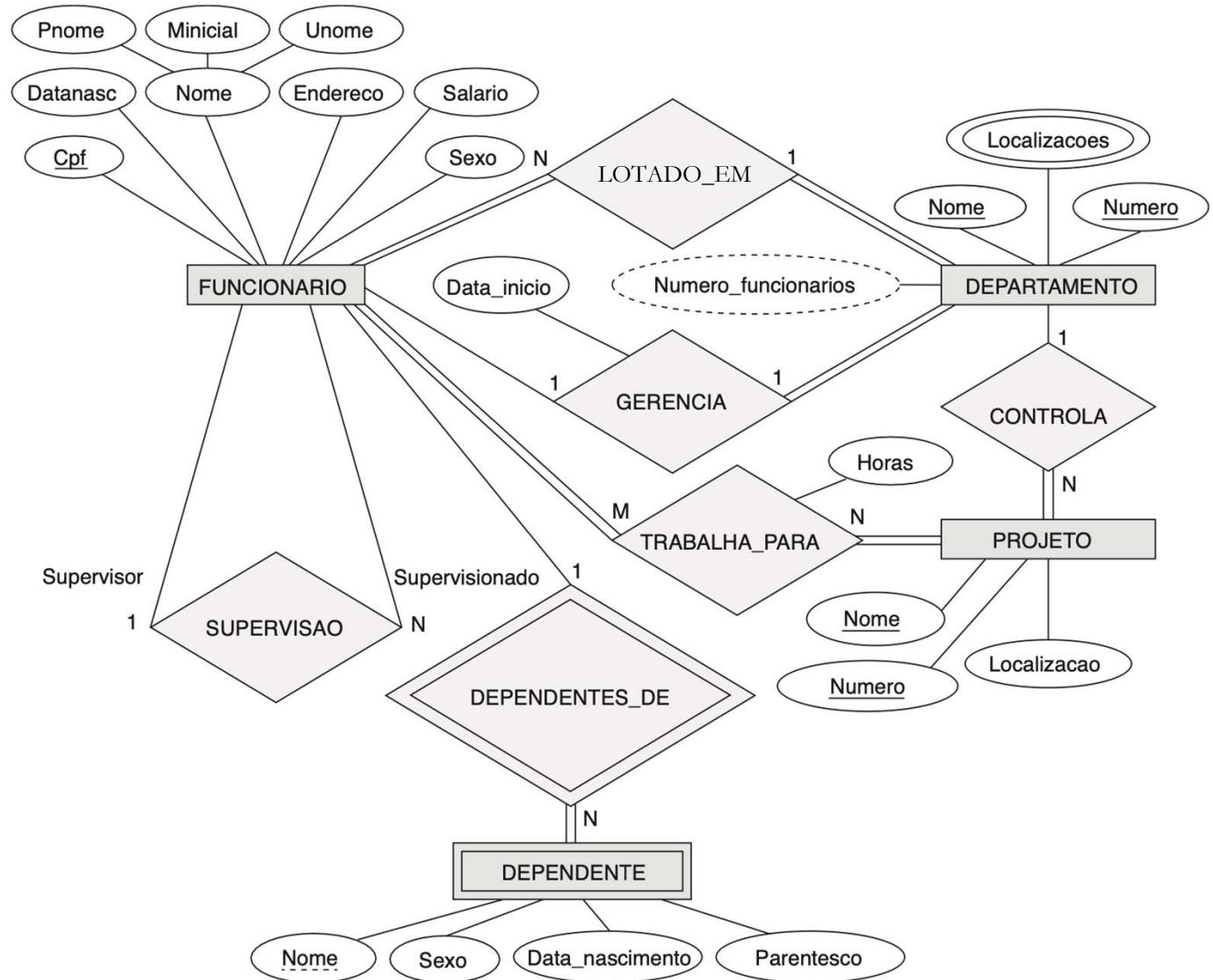


- Requisitos: “Para fins de seguro, registramos os dependentes de cada funcionário. Para cada dependente, mantemos o nome, sexo, data de nascimento e parentesco com o funcionário do qual ele depende”.

Refinando o Banco de Dados EMPRESA

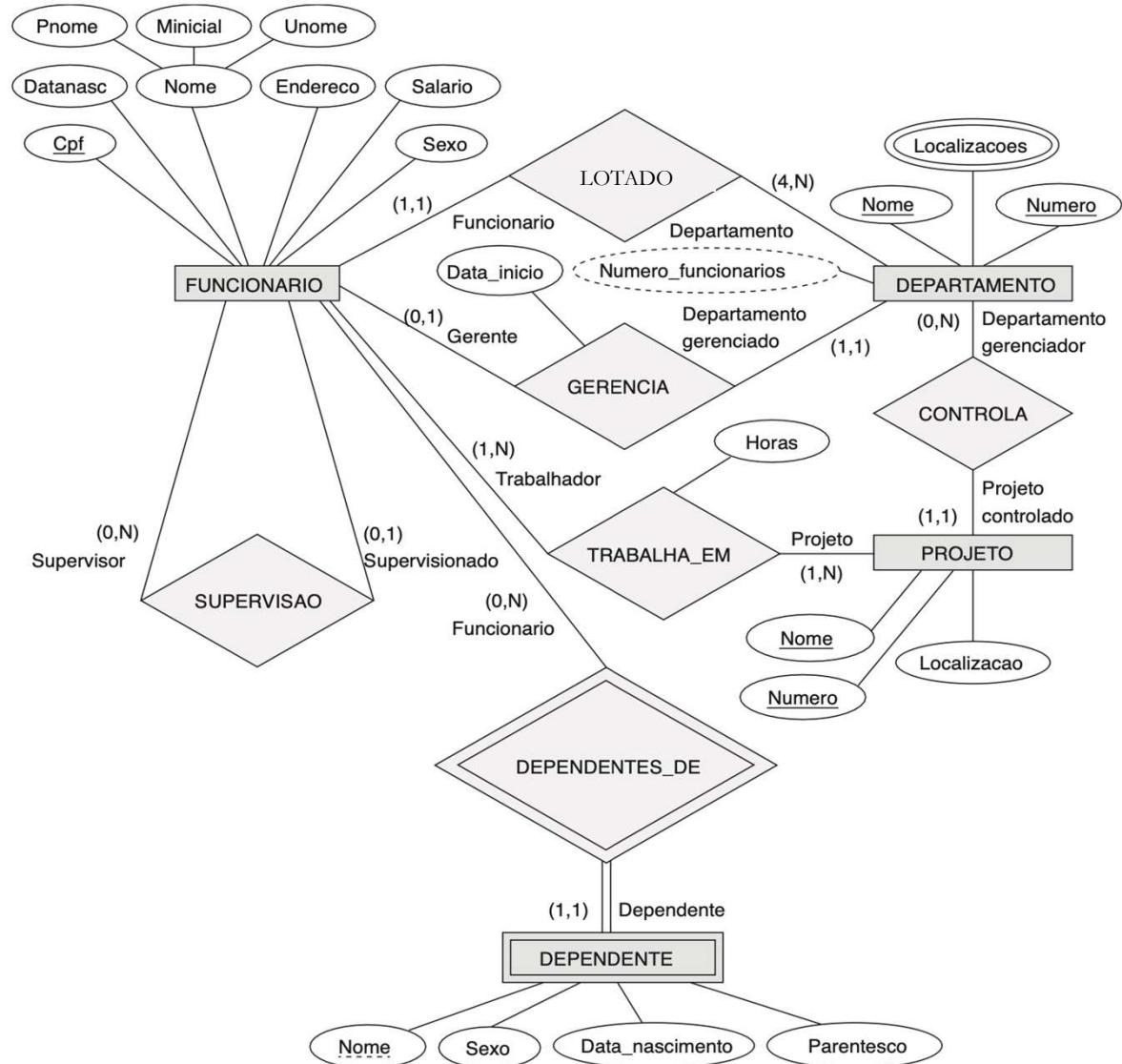


Banco de Dados EMPRESA



Banco de Dados EMPRESA

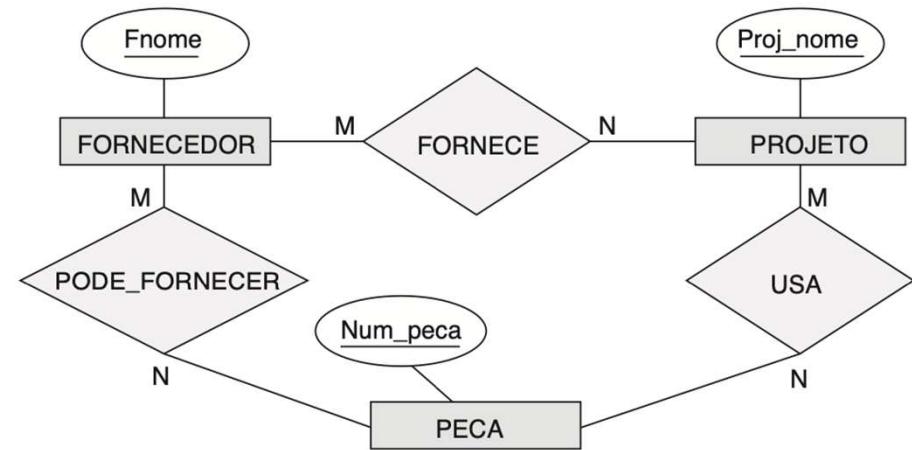
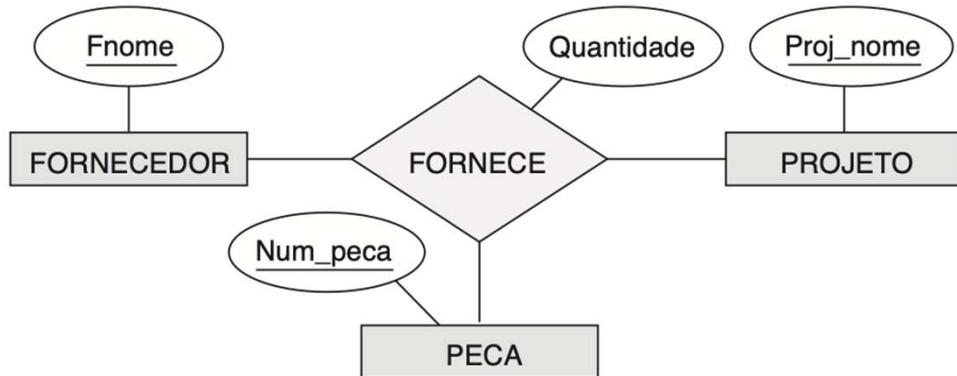
Notação (min, max)



Tipos de Relacionamentos de Grau Maior que Dois

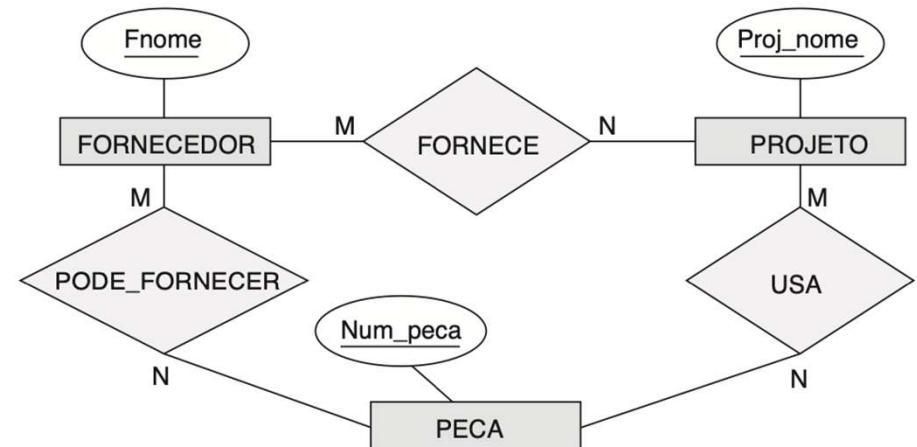
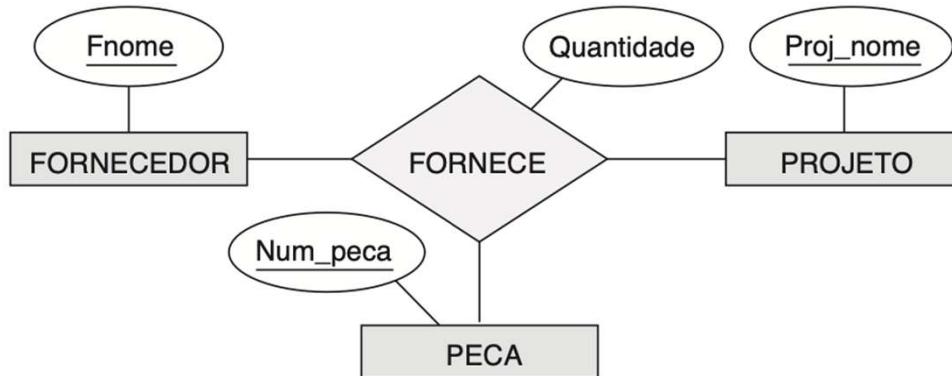
Equivalência de Tipos de Relacionamentos

- Nesse exemplo, o banco de dados registra os fornecedores de peças para projetos. Analise os casos abaixo e verifique se eles são equivalentes.



Equivalência de Tipos de Relacionamentos

- Queremos saber os fornecedores de peças para projetos. Analise os casos abaixo e verifique se eles são equivalentes.



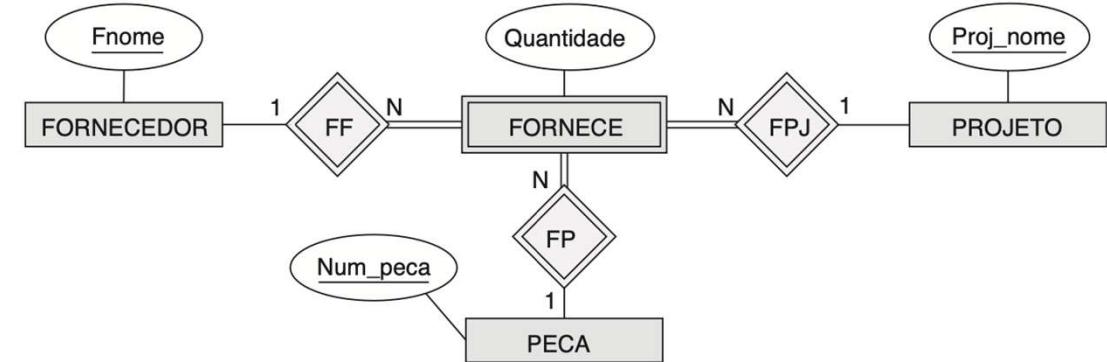
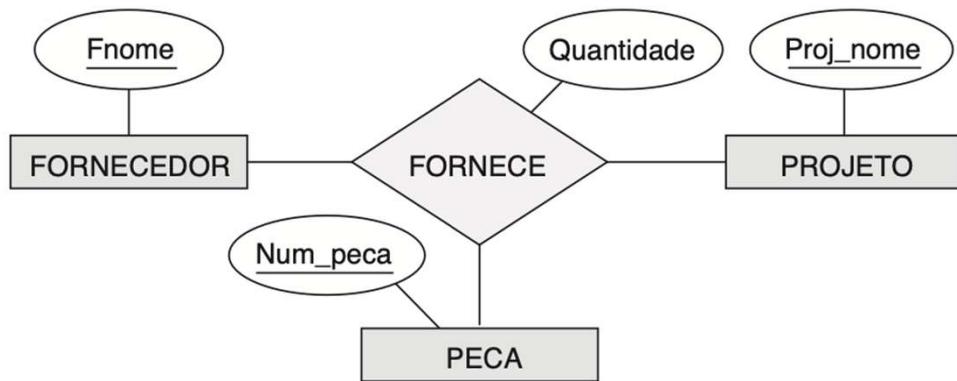
Não São Equivalentes!

Convertendo Relacionamentos n-ários Para Binários

- Em geral, relacionamentos n-ários podem ser representados usando tipos de relacionamentos binários. Por exemplo, considere o relacionamento ternário R que associa os conjuntos de entidades A , B e C :
 - Substituímos R por um conjunto de entidades E , e três conjuntos de relacionamentos: (1) RA , relacionando E e A ; (2) RB , relacionando E e B ; e (3) RC , relacionando E e C .
 - Criamos um atributo identificador para E , ou a mantemos como entidade fraca, e adicionamos qualquer atributo de R em E .
 - Para cada relacionamento (a_i, b_i, c_i) de R , criamos uma nova entidade e_i no tipo de entidade E e adicionamos (e_i, a_i) para RA ; (e_i, b_i) para RB ; e (e_i, c_i) para RC .

Equivalência de Tipos de Relacionamentos

- Queremos saber os fornecedores de peças para projetos. Analise os casos abaixo e verifique se eles são equivalentes.



São Equivalentes!

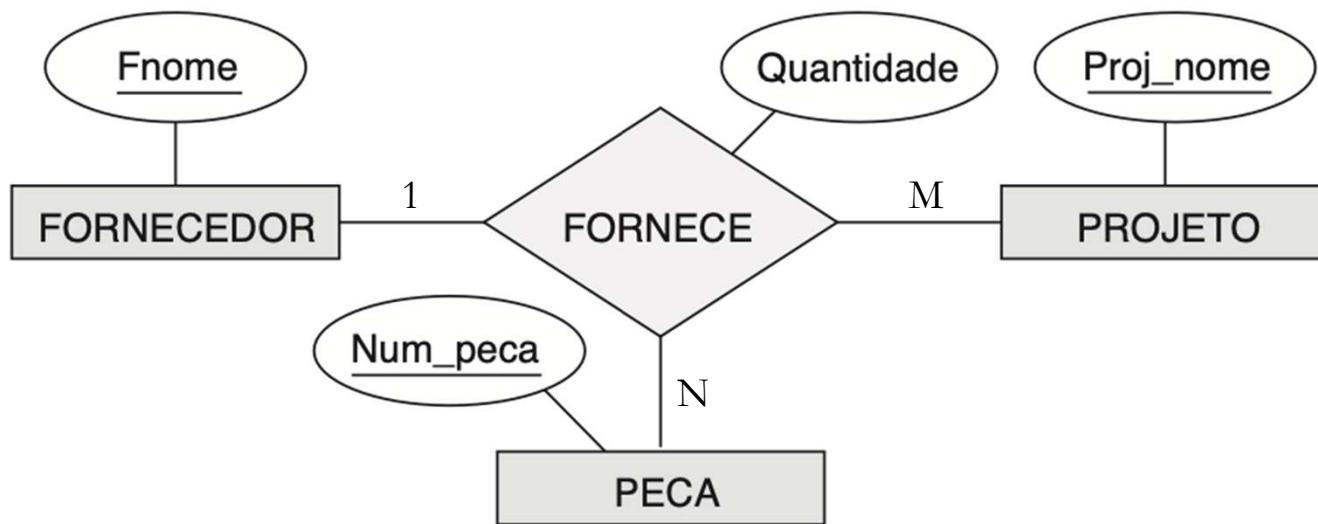
Devo Usar Relacionamentos Binário ou de Grau Maior?

- Como vimos, é possível substituir tipos de relacionamentos n-ário por um certo número de relacionamentos binários.
- As vezes, relacionamentos que parecem não ser binários podem ser melhor representados usando relacionamentos binários.
- Por exemplo, um relacionamento ternário pais, relacionando uma criança com seu pai e sua mãe, é melhor substituído por dois relacionamentos binários pai e mãe.
 - Usar dois relacionamentos binários permite informação parcial (e.g., somente a mãe ser conhecida)
- Mas existem alguns relacionamentos que são naturalmente não binários. Cada caso deve ser analisado em suas particularidades.

Restrição de Cardinalidade em Relacionamentos n-ários

- Para evitar ambiguidades, para tipos de relacionamentos com grau > 2 apenas um dos tipos de entidades participantes pode ter cardinalidade 1. Essa restrição evita ambiguidades e deve ser interpretada da seguinte forma:
- Se um conjunto de relacionamentos R envolve os conjuntos de entidades $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ e tem cardinalidade 1 em E_k , então, nesse caso, cada combinação de entidades $(E_1, \dots, E_{k-1}, E_{k+1}, \dots, E_n)$ se relaciona com uma única entidade em E_k .
- A chave de R nesse caso é a união das chaves de $E_1, \dots, E_{k-1}, E_{k+1}, \dots, E_n$.
- Se essa restrição limitar em algum sentido a modelagem, o tratamento consiste em substituir o tipo de relacionamento por um tipo de entidade ou, em outra fase do projeto, usar técnicas de normalização.

Restrição de Cardinalidade em Relacionamentos n-ários



Agenda

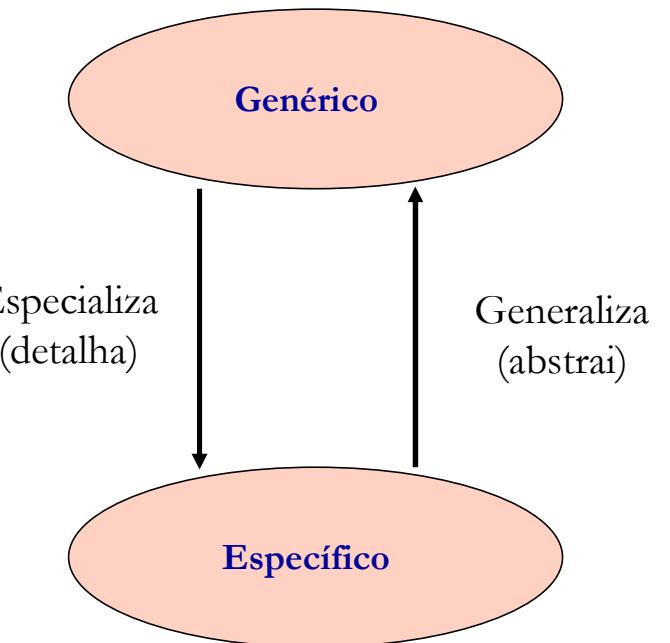
1. Conceitos Básicos.
2. Modelos de Dados.
3. Modelo Entidade-Relacionamento (MER).
- 4. Modelo Entidade-Relacionamento Estendido.**

Visão geral

- Embora os conceitos do Modelo Entidade-Relacionamento sejam suficientes para modelar a maioria dos Bancos de Dados, algumas situações podem ser melhor expressas por certas extensões do modelo Entidade-Relacionamento básico, a saber:
 - Subclasse/Superclasse e Herança.
 - União/Categoria.
 - Agregação.
- Essas extensões são oriundas de princípios da Orientados a Objetos e, em conjunto com o MER, formam o Modelo Entidade-Relacionamento Estendido (MERE).

Especialização/Generalização, Superclasse/Subclasse

- Um tipo de entidade pode incluir subconjuntos que se distinguem por meio de atributos e/ou relacionamentos, os quais não se aplicam a todas as entidades do tipo mais geral.
- A **Especialização/Generalização** é o conceito que o MER Estendido fornece para representar esses subconjuntos de entidades de forma explícita.
- O tipo de entidade mais geral é chamado de **superclasse** e os subtipos são chamados de **subclasses**.



Especialização/Generalização, Superclasse/Subclasse

- O refinamento de um tipo de entidades inicial em sucessivos subconjuntos de entidades (especialização) representa um processo de design top-down no qual as distinções são explicitadas.

Especialização/Generalização, Superclasse/Subclasse

- O refinamento de um tipo de entidades inicial em sucessivos subconjuntos de entidades (especialização) representa um processo de design top-down no qual as distinções são explicitadas.
- O processo de design também pode prosseguir de maneira inversa, na qual vários conjuntos de entidades são sintetizados em uma entidade de nível superior definida com base em atributos comuns. Esse processo é chamado de generalização.

Especialização/Generalização, Superclasse/Subclasse

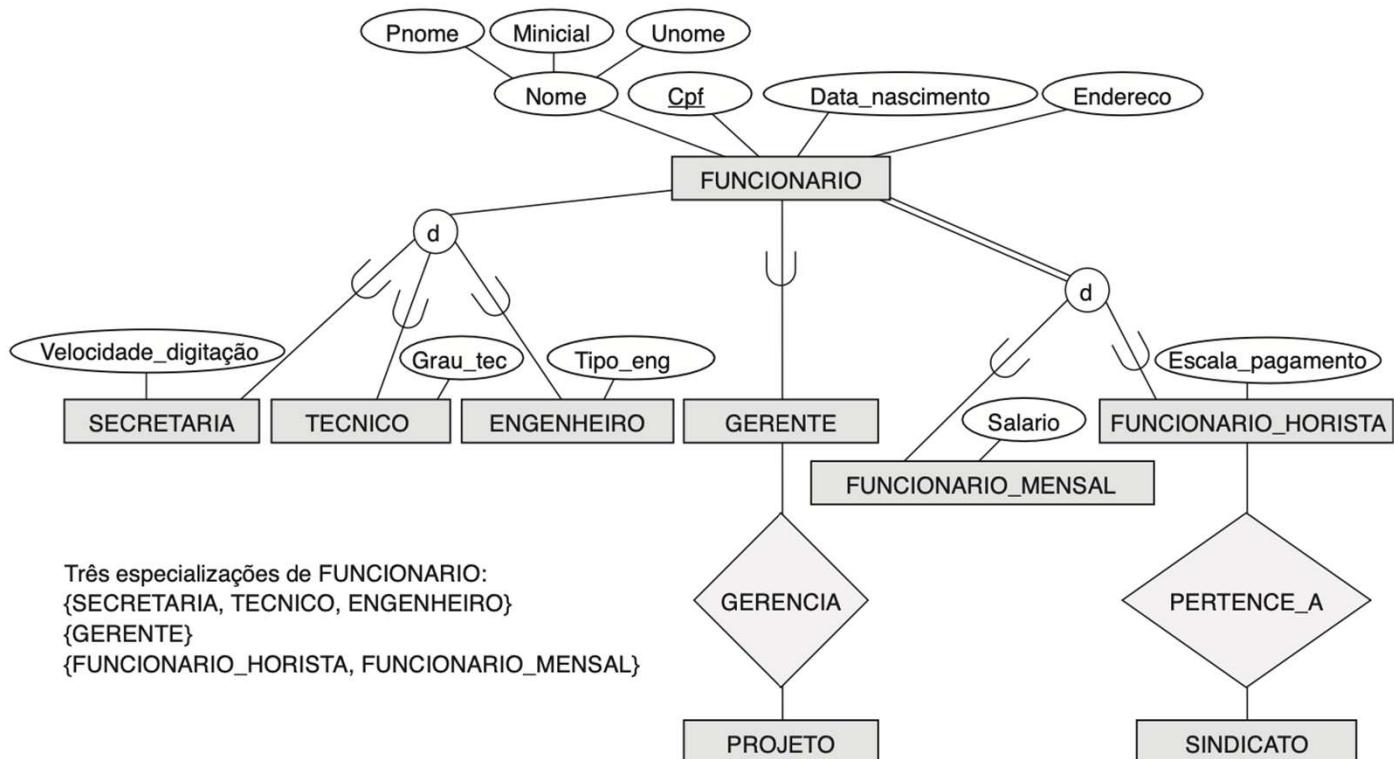
- O refinamento de um tipo de entidades inicial em sucessivos subconjuntos de entidades (especialização) representa um processo de design top-down no qual as distinções são explicitadas.
- O processo de design também pode prosseguir de maneira inversa, na qual vários conjuntos de entidades são sintetizados em uma entidade de nível superior definida com base em atributos comuns. Esse processo é chamado de generalização.
- Note que o resultado final da especialização ou generalização é o mesmo, e nós aplicamos ambos os processos, em combinação, no decorrer do projeto do diagrama para uma empresa.

Especialização em Diagramas ERE

- Como exemplo de especialização, considere a necessidade de explicitar diferentes grupos de funcionários no banco de dados EMPRESA.

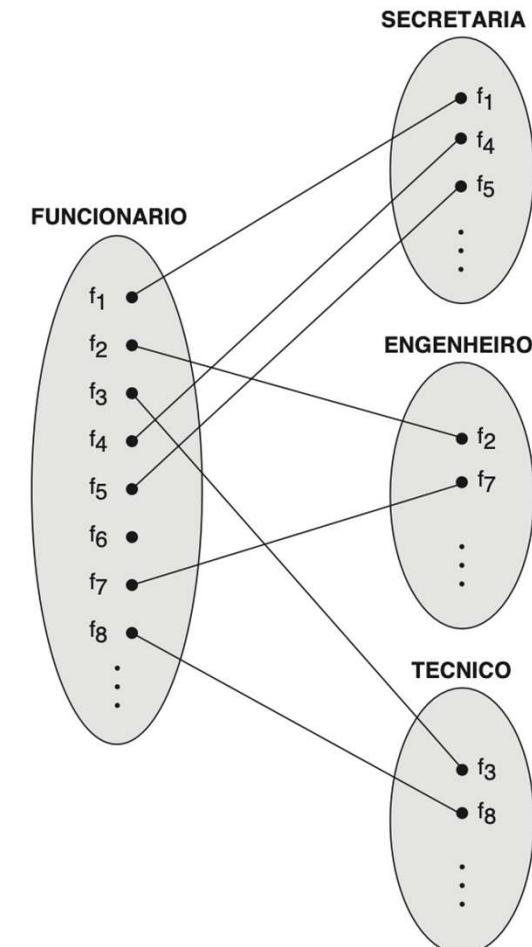
- (d) indica especialização disjunta.

- (o) indica Especialização com sobreposição.



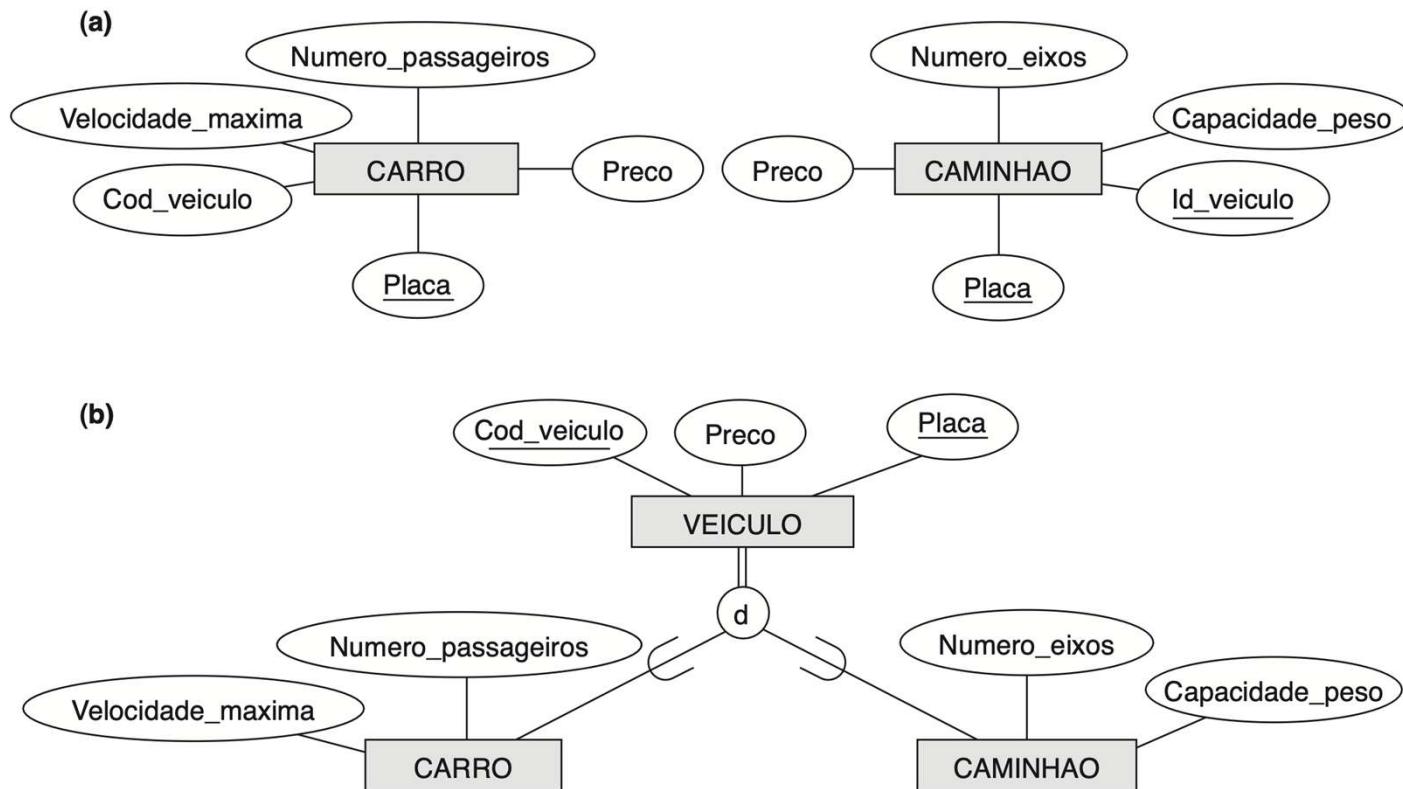
Instâncias de Especialização

- Note que as mesmas entidades aparecem na superclasse e nas subclasses.
- Em um relacionamento superclasse/subclasse, entidades da subclasse sempre estão presentes na superclasse e representam o mesmo objeto do mundo real.



Generalização em Diagramas EER

- Como exemplo de generalização, considere a abstração de CARRO e CAMINHÃO na superclasse VEÍCULO.



Especialização/Generalização, Superclasse/Subclasse

- Resumindo, o processo de especialização/generalização nos permite fazer o seguinte:

Especialização/Generalização, Superclasse/Subclasse

- Resumindo, o processo de especialização/generalização nos permite fazer o seguinte:
 - Definir um conjunto de subclasses a partir de um tipo de entidade mais genérica (especialização).

Especialização/Generalização, Superclasse/Subclasse

- Resumindo, o processo de especialização/generalização nos permite fazer o seguinte:
 - Definir um conjunto de subclasses a partir de um tipo de entidade mais genérica (especialização).
 - Abstrair características comuns de um conjunto de tipos de entidades em uma superclasse (generalização).

Especialização/Generalização, Superclasse/Subclasse

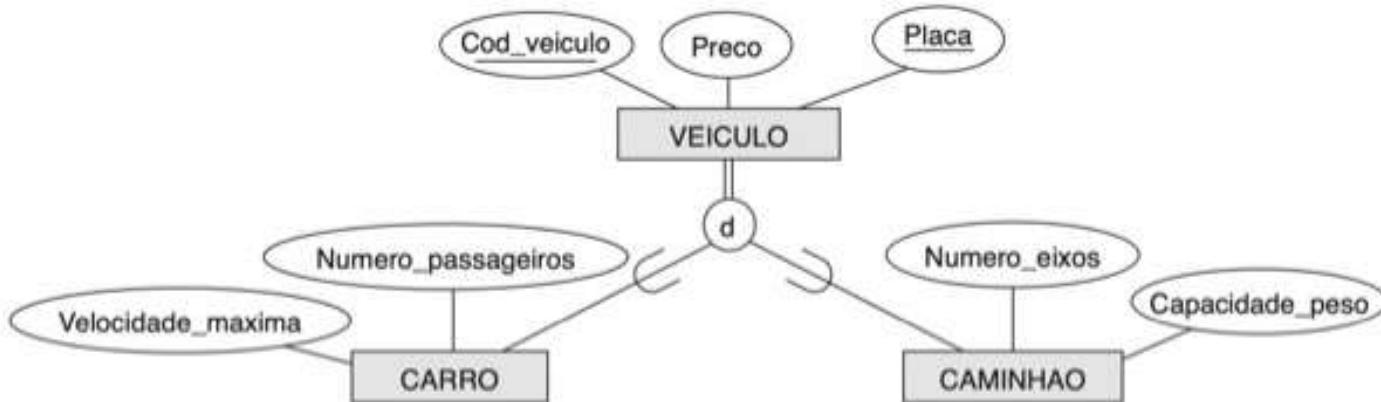
- Resumindo, o processo de especialização/generalização nos permite fazer o seguinte:
 - Definir um conjunto de subclasses a partir de um tipo de entidade mais genérica (especialização).
 - Abstrair características comuns de um conjunto de tipos de entidades em uma superclasse (generalização).
 - Estabelecer atributos específicos adicionais para cada classe.

Especialização/Generalização, Superclasse/Subclasse

- Resumindo, o processo de especialização/generalização nos permite fazer o seguinte:
 - Definir um conjunto de subclasses a partir de um tipo de entidade mais genérica (especialização).
 - Abstrair características comuns de um conjunto de tipos de entidades em uma superclasse (generalização).
 - Estabelecer atributos específicos adicionais para cada classe.
 - Estabelecer tipos de relacionamento específicos adicionais entre cada classe e outros tipos de entidade ou outras subclasses.

Herança de atributos e relacionamentos

- Os atributos e relacionamentos da superclasse são herdados pelas subclasses.
- No exemplo abaixo, CARRO e CAMINHÃO herdam todos os atributos de VEÍCULO, afinal todas as entidades das subclasses são também entidades da superclasse (relacionamento IS-A).

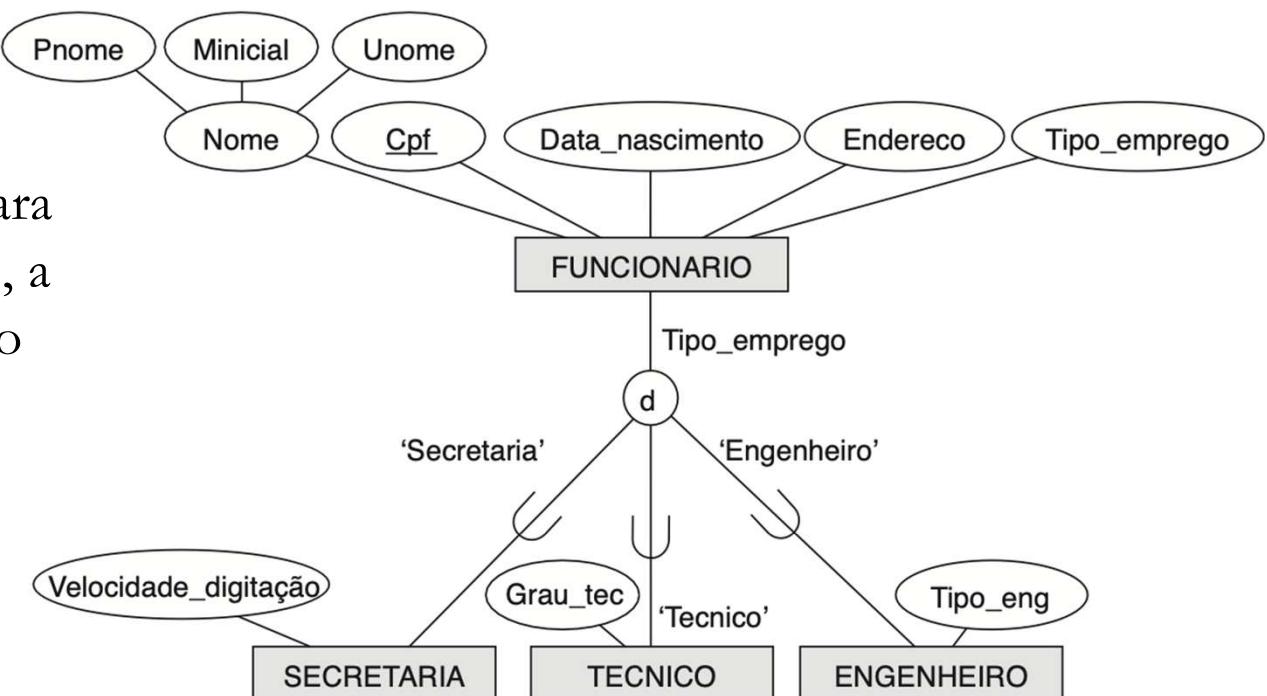


Restrições e características de Hierarquias de Especialização/Generalização

Subclasses Definidas por Predicado ou Atributo

- No exemplo abaixo, o atributo Tipo_emprego da superclasse define as entidades que serão especializadas.

Quando não temos uma condição para determinar a adesão a uma subclasse, a adesão é definida pelo usuário e não avaliada automaticamente.



Sobreposição, Disjunção e Completude

- Uma especialização pode ser especificada com as seguintes características:

Sobreposição, Disjunção e Completude

- Uma especialização pode ser especificada com as seguintes características:
 - **Disjunta e Total.** Significa que uma entidade da superclasse deve ser especializada em no máximo uma subclasse, e que toda entidade da superclasse deve ser especializada.

Sobreposição, Disjunção e Completude

- Uma especialização pode ser especificada com as seguintes características:
 - **Disjunta e Total.** Significa que uma entidade da superclasse deve ser especializada em no máximo uma subclasse, e que toda entidade da superclasse deve ser especializada.
 - **Disjunta e Parcial.** Significa que uma entidade da superclasse pode ser especializada em no máximo uma subclasse, e que nem toda entidade da superclasse deve ser especializada.

Sobreposição, Disjunção e Completude

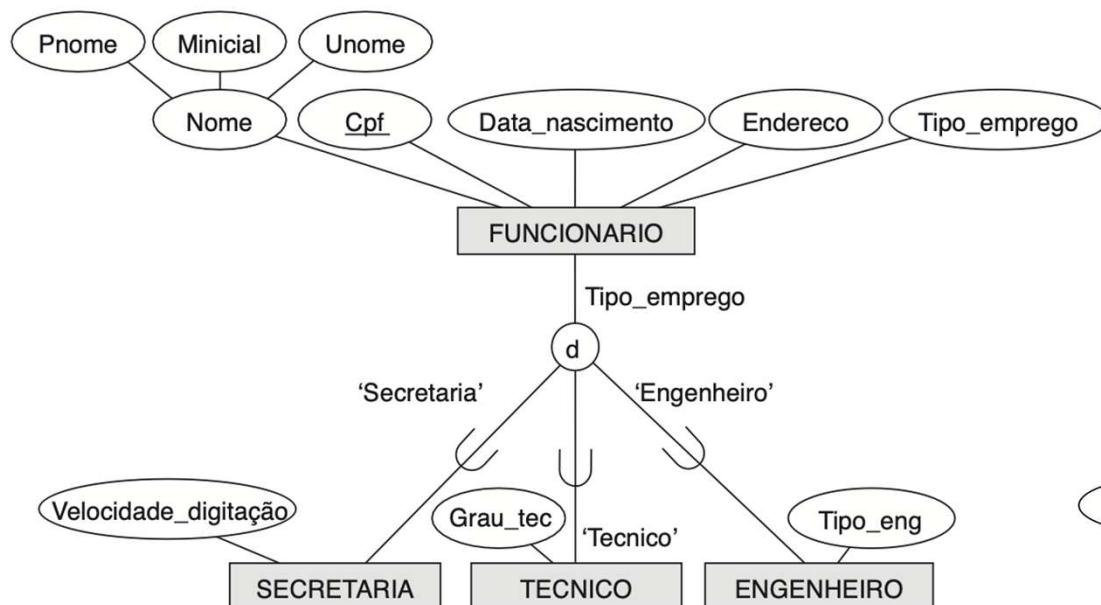
- Uma especialização pode ser especificada com as seguintes características:
 - **Disjunta e Total.** Significa que uma entidade da superclasse deve ser especializada em no máximo uma subclasse, e que toda entidade da superclasse deve ser especializada.
 - **Disjunta e Parcial.** Significa que uma entidade da superclasse pode ser especializada em no máximo uma subclasse, e que nem toda entidade da superclasse deve ser especializada.
 - **Sobreposta e Total.** Significa que uma entidade da superclasse pode ser especializada em mais de uma subclasse, e que toda entidade da superclasse deve ser especializada.

Sobreposição, Disjunção e Completude

- Uma especialização pode ser especificada com as seguintes características:
 - **Disjunta e Total.** Significa que uma entidade da superclasse deve ser especializada em no máximo uma subclasse, e que toda entidade da superclasse deve ser especializada.
 - **Disjunta e Parcial.** Significa que uma entidade da superclasse pode ser especializada em no máximo uma subclasse, e que nem toda entidade da superclasse deve ser especializada.
 - **Sobreposta e Total.** Significa que uma entidade da superclasse pode ser especializada em mais de uma subclasse, e que toda entidade da superclasse deve ser especializada.
 - **Sobreposta e Parcial.** Significa que uma entidade da superclasse pode ser especializada em mais de uma subclasse, e que nem toda entidade da superclasse deve ser especializada.

Sobreposição, Disjunção e Completude

- Especialização disjunta parcial (esquerda). Especialização disjunta total (direita).



Sobreposição, Disjunção e Completude

- Certas regras de inserção e deleção aplicam-se à especialização (e generalização) como consequência das restrições especificadas. Algumas dessas regras são as seguintes:

Sobreposição, Disjunção e Completude

- Certas regras de inserção e deleção aplicam-se à especialização (e generalização) como consequência das restrições especificadas. Algumas dessas regras são as seguintes:
 - A exclusão de uma entidade de uma superclasse implica que ela seja automaticamente excluída de todas as subclasses às quais pertence.

Sobreposição, Disjunção e Completude

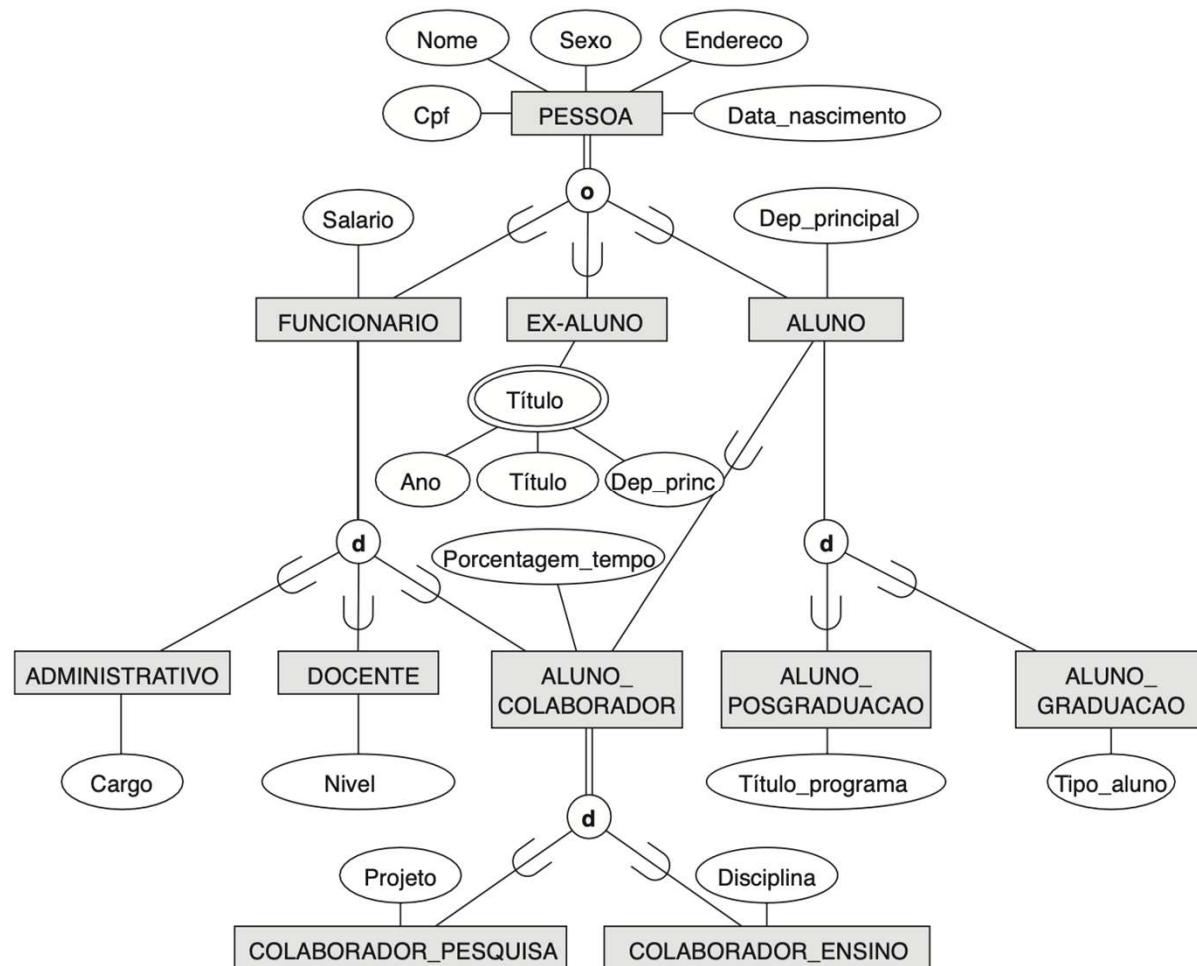
- Certas regras de inserção e deleção aplicam-se à especialização (e generalização) como consequência das restrições especificadas. Algumas dessas regras são as seguintes:
 - A exclusão de uma entidade de uma superclasse implica que ela seja automaticamente excluída de todas as subclasses às quais pertence.
 - Inserir uma entidade em uma superclasse implica que a entidade é obrigatoriamente inserida em todas as subclasses definidas por predicado (ou definidas por atributo) para as quais a entidade satisfaça o predicado definidor.

Sobreposição, Disjunção e Completude

- Certas regras de inserção e deleção aplicam-se à especialização (e generalização) como consequência das restrições especificadas. Algumas dessas regras são as seguintes:
 - A exclusão de uma entidade de uma superclasse implica que ela seja automaticamente excluída de todas as subclasses às quais pertence.
 - Inserir uma entidade em uma superclasse implica que a entidade é obrigatoriamente inserida em todas as subclasses definidas por predicado (ou definidas por atributo) para as quais a entidade satisfaça o predicado definidor.
 - A inserção de uma entidade numa superclasse de uma especialização total implica que a entidade deve ser inserida em pelo menos uma das subclasses da especialização.

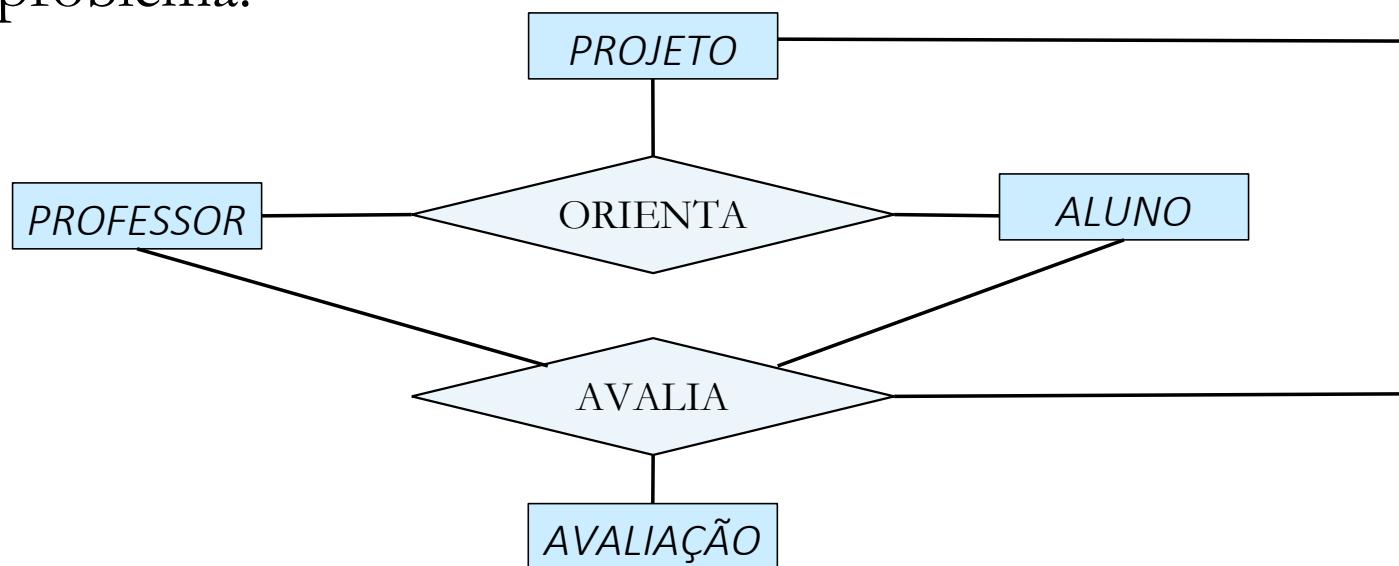
Hierarquia de Especialização *versus* Reticulado

- Numa hierarquia de especialização cada subclasse está associada com apenas uma superclasse.
- Quando uma subclasse é associada com mais de um relacionamento ISA, então temos herança múltipla e a estrutura resultante é chamada de reticulado (lattice).
- ALUNO_COLABORADOR herda os atributos de PESSOA apenas uma vez.



Agregação

- Considere o relacionamento ternário ORIENTA que modela a associação entre projetos, professores orientadores e alunos.
- Queremos registrar avaliações feitas por professores a respeito do trabalho desempenhado por alunos em um projeto. Analise a solução abaixo, você percebe algum problema?



Agregação

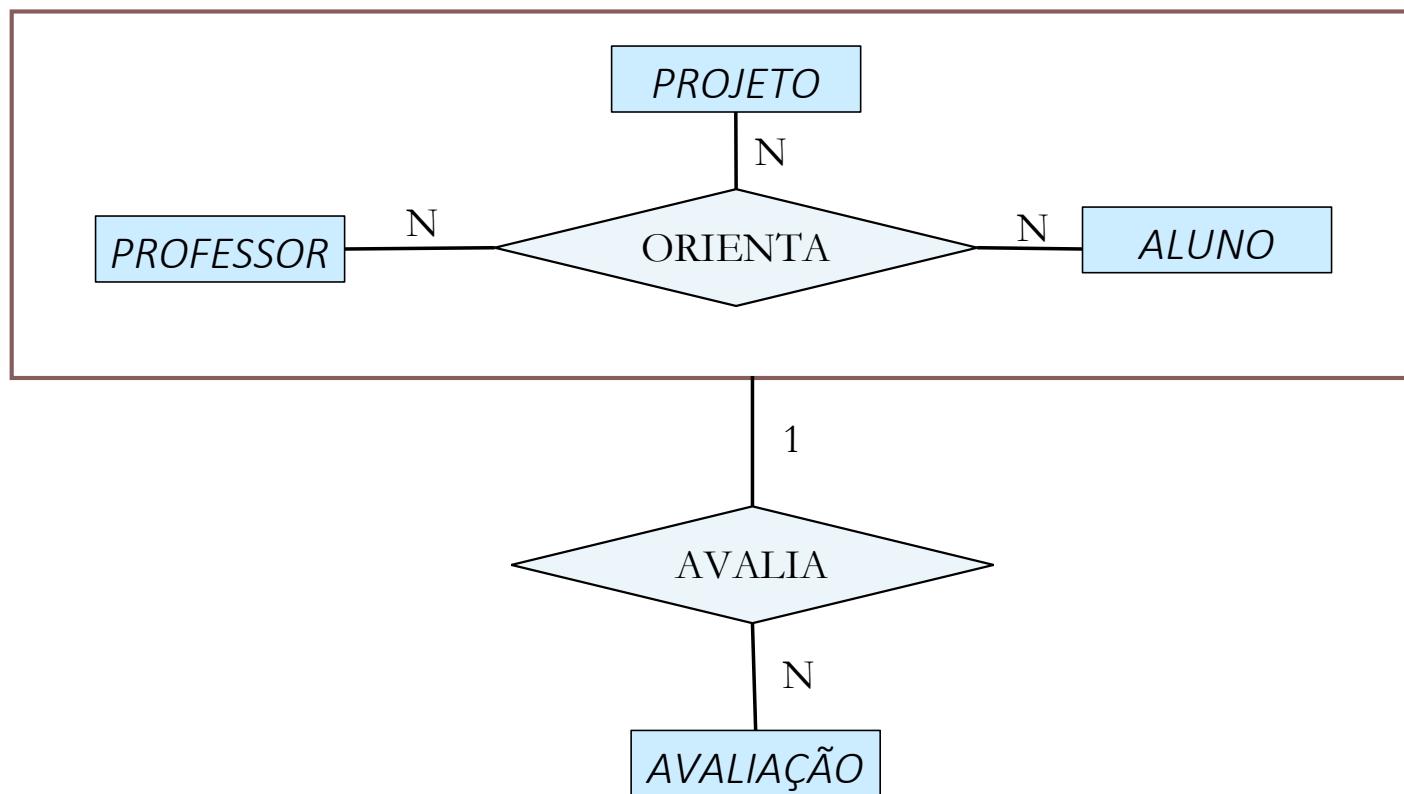
- A solução anterior apresenta redundância nos tipos de relacionamento AVALIA e ORIENTA.
 - Todo relacionamento AVALIA corresponde a um relacionamento ORIENTA.
 - Porém, alguns relacionamentos ORIENTA podem não corresponder a qualquer relacionamento AVALIA.
- Possíveis soluções:
 - Usar um relacionamento quaternário?
 - Usar um atributo multivalorado em ORIENTA?

Agregação

- A melhor solução para este caso seria:

1. Tratar o relacionamento como um tipo de entidade abstrata de alto nível. Esse é o conceito de Agregação!
2. Criar relacionamentos entre a agregação e associa-la com outros tipos de relacionamento.

Agregação



Exercício: Modele o Banco de Dados Universidade

- Considere o banco de dados UNIVERSIDADE2 que registra informações sobre os *alunos*, os *professores*, *cursos de graduação*, *históricos escolares* dos alunos, bem como as *ofertas de disciplinas* da universidade. O banco de dados também registra os *projetos de pesquisa* patrocinados de professores e *alunos de pós-graduação*.
- Tanto para os *estudantes* quanto para os *professores*, o banco de dados mantém o nome, o cpf, o endereço, o sexo e a data de nascimento. Além disso, para os *professores* é necessário armazenar sua posição dentro do corpo docente (assistente, associado, adjunto, pesquisador ou visitante etc.), a localização de seu escritório, o telefone do escritório e o seu salário. Informações específicas dos *alunos* são a sua classe (calouro = 1, segundo ano = 2, ..., mestrando = 5, doutorando = 6) e o número de créditos concluídos. Para os alunos de pós-graduação é preciso armazenar também os títulos obtidos anteriormente (graduações, especializações, entre outras), a data de obtenção e a instituição onde o título foi obtido.
- Os *professores* são afiliados a um ou mais *departamentos*. Por outro, cada *aluno* pertence a um único departamento. Uma particularidade importante dos alunos de pós-graduação (classe 5 e 6) é que eles tem um professor como orientador, e, em algum momento, uma banca de tese composta por 3 professores da universidade.

- Um *departamento* acadêmico tem um nome, um telefone, uma localização de escritório, e um chefe (um dos professores da universidade). Cada departamento está vinculado a um instituto ou faculdade, dos quais é necessário saber o nome, a localização do escritório e os dados de seu diretor (nome, cpf e salário). Por ser um cargo estritamente administrativo, os diretores de institutos e faculdades não precisam ser docentes da universidade.
- Os *departamentos* são as unidades acadêmicas que ofertam as *disciplinas*, tanto de graduação quanto de pós-graduação. Uma disciplina é caracterizada por um número único, um nome, uma descrição (ementa) e o número de créditos. As disciplinas são oferecidas semestralmente em turmas, sendo que em um mesmo semestre podem ser oferecidas mais de uma turma da mesma disciplina. Quando um aluno conclui uma disciplina ofertada, a sua média final e o status (aprovado ou reprovado) é registrado em seu histórico escolar. Em caso de aprovação, os créditos da disciplina são também contabilizados. Para turmas ofertadas durante o semestre atual é necessário registrar as notas parciais (de provas e trabalhos) que o aluno vier receber. Cada turma é ministrada por um *professor* ou um aluno de pós-graduação que recebe bolsa.
- Finalmente, o banco de dados registra as concessões financeiras e bolsas de pesquisa dadas aos estudantes de pós-graduação. Cada concessão financeira tem um título, número único, agência de fomento e a data inicial e a data prevista de término. Uma concessão está vinculada a um professor responsável. Além disso, se concessão financeira prevê a oferta de bolsas para alunos de pós-graduação e professores, é necessário saber quem está recebendo as bolsas, a data inicial, a data final e o valor da bolsa.