

Bancos de Dados

Prof. Ronaldo Lopes de Oliveira

Modelo Entidade-Relacionamento (MER)

Modelos de Dados - MER

- Apresentado em 1976 por Peter Chen
- Objetivo inicial era facilitar o projeto lógico de BDs
- Baseia-se na percepção do mundo real como um conjunto de objetos lógicos interdependentes
- conceitos fundamentais: *Entidade* e *Relacionamento*
- Tornou-se o padrão *de facto* para modelagem
 - Adotado pelos principais métodos de desenvolvimento de sistemas

Modelos de Dados - MER

- **Principais Abstrações usadas no MER original**
 - **Classificação:** *agrupar objetos similares em classes*
 - *Exemplo: classificação de entidades em um tipo de entidade*
 - **Instanciação:** *designar objetos distintos de uma classe*
 - *Exemplo: uma entidade é instância de um tipo de entidade*
 - **Identificação:** *definir critérios para identificar univocamente um conceito*
 - *Exemplo: nome de tipo de entidade e de atributo*
 - **Associação:** *associar objetos de classes independentes*
 - *Exemplo: relacionamento é uma associação entre entidades*

Modelos de Dados - MER

- **Abstrações não previstas no MER original:**
 - **Especialização**
 - *subdividir uma classe em subclasses mais especializadas*
 - **Generalização**
 - *generalizar várias classes de objetos em uma classe que inclui todos os objetos de todas as classes generalizadas*
 - **Agregação**
 - *construir objetos compostos a partir de objetos componentes*

Modelos de Dados - MER

- **Entidade**

- representação abstrata de um objeto ou conceito do mundo real que está sendo modelado
 - Objetos são concretos, como uma casa ou uma pessoa
 - Conceitos são abstratos, como um curso ou um cargo
 - deve ser um elemento distinguível: cada entidade representa um único elemento do mundo real
- Uma entidade é caracterizada por um conjunto de propriedades (atributos) e pode estar associada a outras entidades (através de relacionamentos)

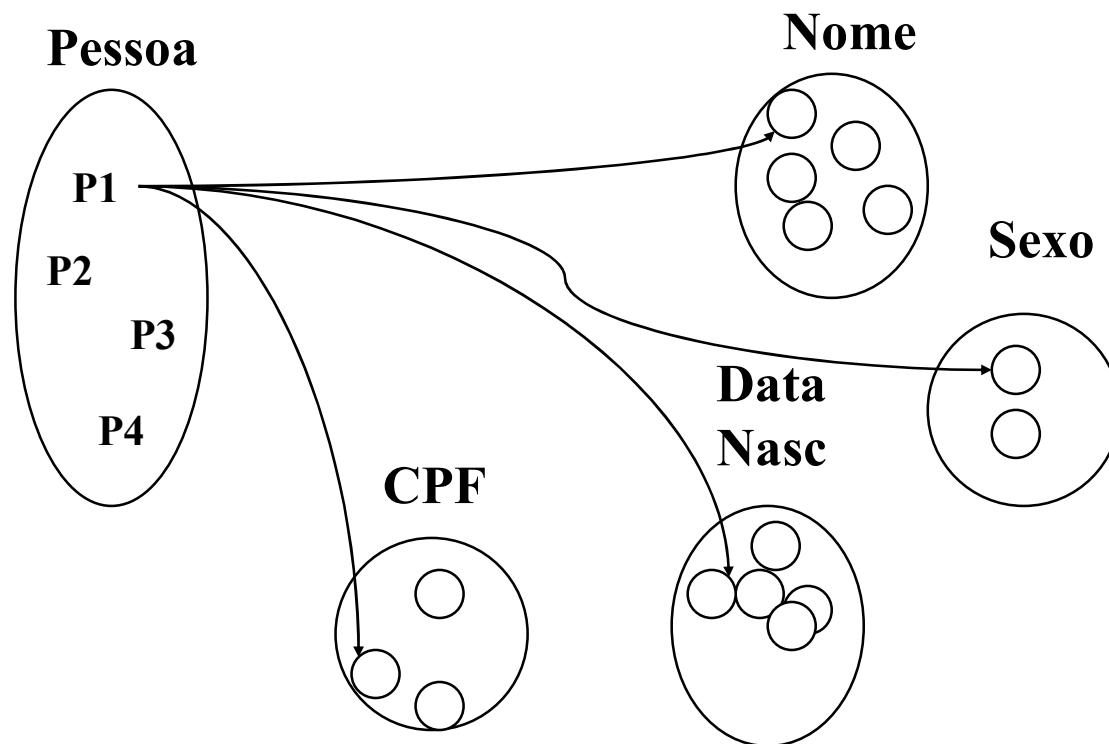
Modelos de Dados - MER

- **Atributos de Entidade**

- conjunto de propriedades que descrevem cada entidade
 - Uma pessoa tem nome, sexo, data de nascimento e CPF
 - Um cargo tem um conjunto de atribuições e um salário
- Um atributo de entidade é uma função que mapeia um conjunto de entidades em um domínio
 - O atributo sexo liga cada entidade do conjunto de *peessoas* a um valor do domínio {masculino, feminino}
- O domínio de um atributo é o conjunto de possíveis valores que o atributo pode assumir

Modelos de Dados - MER

Atributos de Entidade



Modelos de Dados - MER

- **Tipo de Entidade (ou Conjunto de Entidades)**
 - agrupa e dá nome a entidades que compartilham atributos e semântica no contexto modelado
 - O Tipo de Entidade *Pessoa* contém todas as entidades que possuem nome, sexo, data de nascimento e CPF
 - O Tipo de Entidade *Cargo* reúne as entidades caracterizadas por um conjunto de atribuições e um salário
 - Todas as entidades em um Tipo de Entidade possuem o **mesmo conjunto de atributos**, embora cada entidade possa definir um valor específico para cada atributo
 - Toda *Pessoa* tem nome, mas o valor do nome pode variar

Modelos de Dados - MER

- **Entidade e Tipo de Entidade: Exemplos**

- Entidades:

- Pessoa1 (Nome: Joaquim Machado de Assis, Sexo: masculino, Data de Nascimento: 31/03/1878, CPF: 123456789-00)
 - Pessoa2 (Nome: Francisco de Assis, Sexo: masculino, Data de Nascimento: 12/07/1421, CPF: 987654321-01)
 - PessoaN (...)

- Tipo de Entidade Pessoa

- Atributos: (Nome: alfabético, Sexo: {masculino, feminino}, Data de Nascimento: data, CPF: numérico)

Modelos de Dados - MER

- **Taxonomia de Atributos**

- Um atributo descreve uma propriedade de um Tipo de Entidade
- Critérios de classificação de atributos
 - Quanto à *composição*: **simples** ou **compostos**
 - Quanto ao *número de valores aceitos*: **mono-valorados** ou **multi-valorados**
 - Quanto ao *armazenamento*: **primitivos** ou **derivados**
 - Quanto à *unicidade de valor*: **não-identificadores** ou **identificadores**
 - Quanto à *obrigatoriedade de valor* : **não-opcionais** ou **opcionais**

Modelos de Dados - MER

- **Composição de Atributos**

- Um atributo **simples** não pode ser dividido em unidades menores com semântica própria
 - Exemplo, o atributo *sexo* do tipo de entidade *pessoa*
- Um atributo **composto** (ou **complexo**) é formado por atributos mais básicos (com significado próprio)
 - Exemplo: o atributo *data de nascimento* do tipo de entidade *pessoa* pode ser decomposto em *dia de nascimento*, *mês de nascimento* e *ano de nascimento*
- Um atributo não pode ser simultaneamente simples e composto

Modelos de Dados - MER

- **Valores de Atributos**

- Um atributo **mono-valorado** não pode armazenar mais do que um valor do seu domínio em cada entidade
 - Exemplo, o atributo *sexo* do tipo de entidade *pessoa*
- Um atributo **multi-valorado** permite associar a cada entidade um conjunto de valores do seu domínio
 - Exemplo: o atributo *número do telefone* do tipo de entidade *pessoa* deve ser definido como multi-valorado para representar o fato de que uma pessoa pode ter diversos telefones
- Um atributo não pode ser simultaneamente mono-valorado e multi-valorado

Modelos de Dados - MER

- **Armazenamento de Atributos**
 - Um atributo **primitivo**, **armazenado** ou **explícito** não pode ser obtido a partir de outros atributos, sendo obrigatória sua representação no modelo de dados
 - Exemplo, o atributo *data de nascimento* de *pessoa*
 - Um atributo **derivado** pode ser calculado ou deduzido a partir de outros atributos do modelo
 - Exemplo: o atributo *idade* de *pessoa* pode ser calculado a partir do atributo *data de nascimento*
 - Um atributo não pode ser simultaneamente armazenado e derivado

Modelos de Dados - MER

- **Obrigatoriedade de Valores para Atributos**
 - A cardinalidade mínima de um atributo em uma entidade determina a opcionalidade do mesmo
 - A cardinalidade mínima zero indica que:
 - um atributo não se aplica a uma entidade. Exemplo: nome do cônjuge de uma pessoa solteira
 - o valor específico é temporariamente desconhecido. Exemplo: antes de ser pago, o valor total de uma multa por dia de atraso
 - Alguns autores tratam da opcionalidade usando o valor nulo
 - O **valor nulo** é um valor especial que pode fazer parte de qualquer domínio
 - O Tipo de Entidade especifica, na definição do atributo, se ele pode ou não conter o valor nulo

Modelos de Dados - MER

- **Unicidade de Atributos**

- Um atributo é **identificador (determinante, chave)** se duas entidades nunca possuem valores idênticos para ele
 - Exemplo, o atributo *CPF* do tipo de entidade *pessoa*
- Um atributo **não-identificador (não-determinante ou não-chave)** permite que duas ou mais entidades possuam o mesmo valor
 - Exemplo: o atributo *Sexo* do tipo de entidade *Pessoa*
- Um atributo não pode ser simultaneamente determinante e não-determinante

Modelos de Dados - MER

- **Relacionamento entre Entidades**

- Permite capturar as associações que ocorrem entre objetos e conceitos do mundo real modelado.
 - Exemplo: o *professor Juliano* ministra aulas para um grupo de *alunos*. Existe, portanto, uma associação entre uma entidade do tipo *Professor* e outras entidades do tipo *Aluno*.
 - Poderíamos tentar representar este fato através de um atributo multi-valorado de *Professor*, indicando os seus alunos. Este tipo de modelagem é **incorreta** pois o MER provê o conceito de *relacionamento* especificamente para esta finalidade.
- Um *relacionamento* evita que um atributo de uma entidade seja usado para referenciar outra entidade

Modelos de Dados - MER

- **Tipo de Relacionamento (ou Conjunto de Relacionamentos)**
 - Descreve e dá nome a um grupo de relacionamentos da mesma natureza e que envolvem os mesmos tipos de entidades
 - Exemplo: o tipo de relacionamento *Ministra Aulas* descreve os relacionamentos entre o tipo de entidade *Professor* e o tipo de entidade *Aluno*
 - Um *tipo de relacionamento* está para um *relacionamento* assim como um *tipo de entidade* está para uma *entidade*

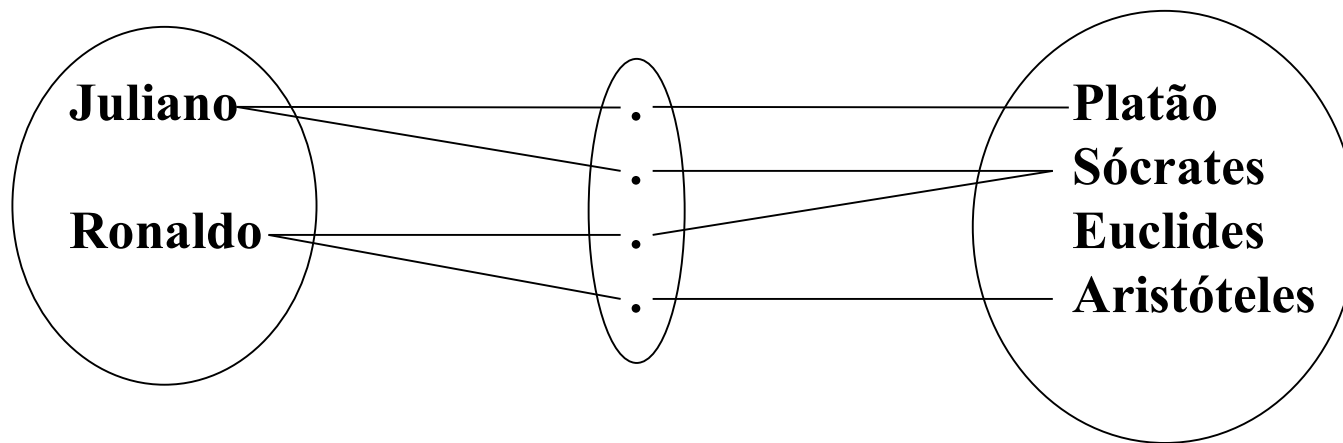
Modelos de Dados - MER

Relacionamento e Tipo de Relacionamento

Professor

Ministra Aula

Aluno



Modelos de Dados - MER

- **Atributos de Relacionamento**
 - Certos atributos não podem ser adequadamente modelados como propriedades de um tipo de entidade
 - Exemplo: no tipo de relacionamento *ministra aulas* entre *Professor* e *Aluno*, a *data em que as aulas são ministradas* não é uma propriedade de qualquer das entidades
 - O atributo *data em que as aulas são ministradas* é, de fato, uma propriedade do tipo de relacionamento *ministra aulas*
 - O MER permite associar um conjunto de atributos a um tipo de relacionamento, da mesma forma como um conjunto de atributos caracteriza um tipo de entidade

Modelos de Dados - MER

- **Grau de um Tipo de Relacionamento**
 - Define o número de **tipos de entidade** distintos que participam de um tipo de relacionamento
 - Grau = 1: tipo de relacionamento **unário**, mais conhecido como **auto-relacionamento**. Exemplo: *Pessoa é chefe de Pessoa*
 - Grau = 2: tipo de relacionamento **binário**. Exemplo: *Professor ministra aula para Aluno*
 - Grau = 3: **ternário**; Grau = 4: **quaternário**; Grau = n : **n-ário**
 - **Não** restringe o número de **entidades** distintas que participam de um **relacionamento**

Modelos de Dados - MER

- **Cardinalidade de um Tipo de Entidade em um Tipo de Relacionamento**
 - Também conhecido como **Classe** ou **Multiplicidade**
 - Define o número máximo de **relacionamentos** do **tipo de relacionamento** em que uma **entidade** do **tipo de entidade** pode participar. Exemplos:
 - no tipo de relacionamento *casamento*, definido entre os tipos de entidade *Homem* e *Mulher*, a cardinalidade de ambos os tipos de entidade é 1
 - no tipo de relacionamento *trabalha em* entre *Empregado* e *Departamento*, a cardinalidade de *Empregado* é 1, enquanto a cardinalidade de *Departamento* é *N* (isto é, “muitos”)

Modelos de Dados - MER

- **Papel de um Tipo de Entidade em um Tipo de Relacionamento**
 - Define a função semântica de uma entidade do tipo de entidade em um relacionamento do tipo de relacionamento.
 - Exemplos:
 - no auto-relacionamento *casamento*, definido para o tipo de entidade *Pessoa*, uma entidade tem o papel de *Marido* e outra entidade tem o papel de *Esposa*
 - no tipo de relacionamento *trabalha em* entre *Empregado* e *Departamento*, os papéis de *Empregado* e de *Departamento* são definidos pelo próprio nome do tipo de entidade
 - É necessário explicitar o papel se o tipo de entidade aparece mais de uma vez no tipo de relacionamento

Modelos de Dados - MER

- **Tipo de Participação de um Tipo de Entidade em um Tipo de Relacionamento**
 - Define a obrigatoriedade de participação de uma entidade do tipo de entidade em um relacionamento do tipo de relacionamento.
 - Pode ser obrigatória (participação **total**) ou não obrigatória (participação **parcial**)
 - Exemplos:
 - no relacionamento *casamento*, uma entidade *Pessoa* tem participação parcial, já que existem pessoas solteiras
 - no relacionamento *trabalha em*, *Empregado* tem participação total, e *Departamento* parcial, se todo empregado trabalha em um departamento e existem departamentos sem empregados

Modelos de Dados - MER

- **Cardinalidade Mínima e Máxima**

- Permite expressar o número mínimo e máximo de relacionamentos de um determinado tipo em que uma entidade pode participar.

- Exemplos:

- no relacionamento *casamento*, uma entidade *Pessoa* tem cardinalidade mínima zero e máxima um. Uma pessoa pode ser solteira ou pode ser casada com apenas uma pessoa

- no relacionamento *trabalha em*, *Empregado* tem cardinalidade mínima um e máxima um. Todo empregado trabalha em um e somente um departamento

- Generaliza os conceitos de *cardinalidade* e de *participação*

Modelos de Dados - MER

- **Tipo Fraco de Entidade**

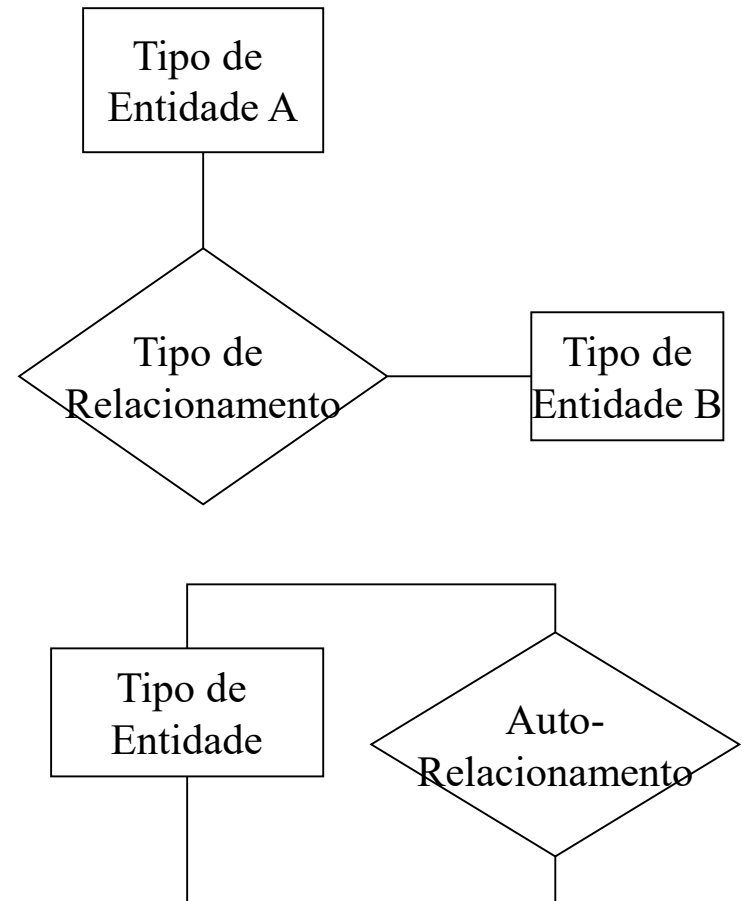
- Não possui um conjunto de atributos chave. Exemplo:
 - O tipo de entidade *Dependente*, relacionado ao tipo de entidade *Empregado*, pode possuir apenas os atributos *Nome* e *Sexo*
- O MER permite um tipo fraco de entidade, desde que:
 - Ele tenha participação **total** em um **relacionamento identificador** com um tipo de entidade **dominante** (forte)
 - Os atributos do tipo fraco de entidade formem uma **chave parcial** que identifica univocamente cada entidade no contexto do relacionamento identificador
 - Exemplo: os atributos de *Dependente* formam uma chave parcial que associada à entidade dominante *Empregado* identificam a entidade *Dependente*

Modelos de Dados - MER

- **Diagrama Entidade-Relacionamento (DER)**
 - Notação gráfica para o Modelo E-R
 - Observe que os conceitos do MER são formais, bem definidos e uniformes. Já a notação gráfica apresenta variações
 - O DER representa esquemas de dados, não considerando instâncias específicas desses dados
 - É mais útil pois esquemas são relativamente estáveis, enquanto instâncias de dados tendem a se modificar com frequência
 - Esquemas de dados são mais fáceis de descrever, até porque o conjunto de dados pode ser extremamente grande
 - O DER captura as principais restrições de integridade estruturais do MER (cardinalidade, participação, etc)

Modelos de Dados - DER

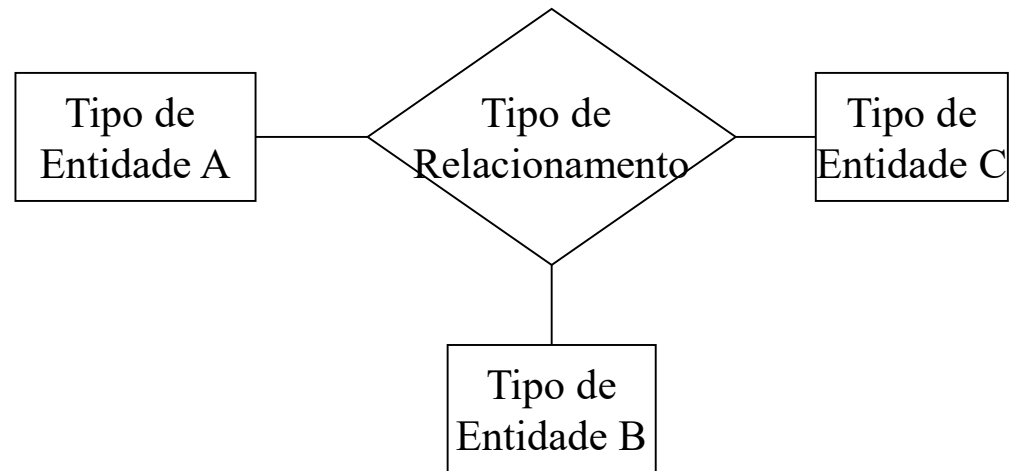
- Tipo de Entidade
- Tipo de Relacionamento Binário
- Auto-Relacionamento



Modelos de Dados - DER

Relacionamento
Ternário

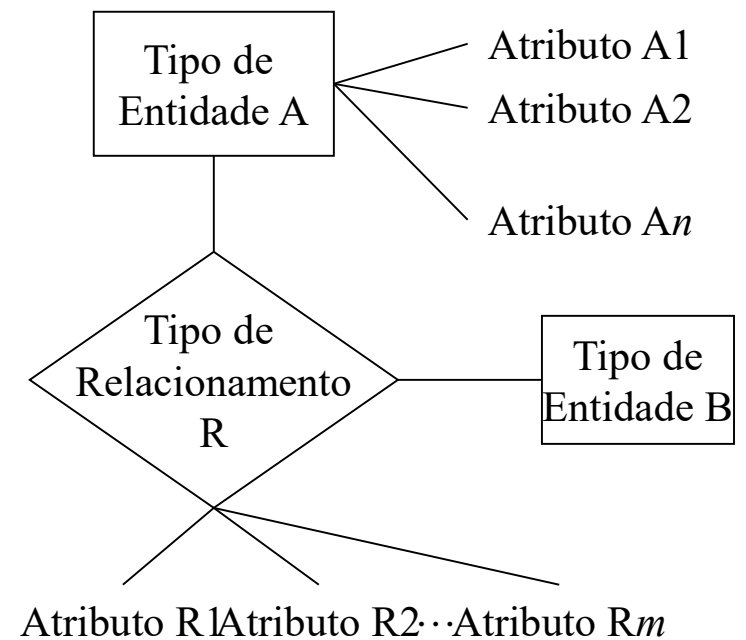
Grau > 3:
Desaconselhável



Modelos de Dados - DER

Atributo de Entidade

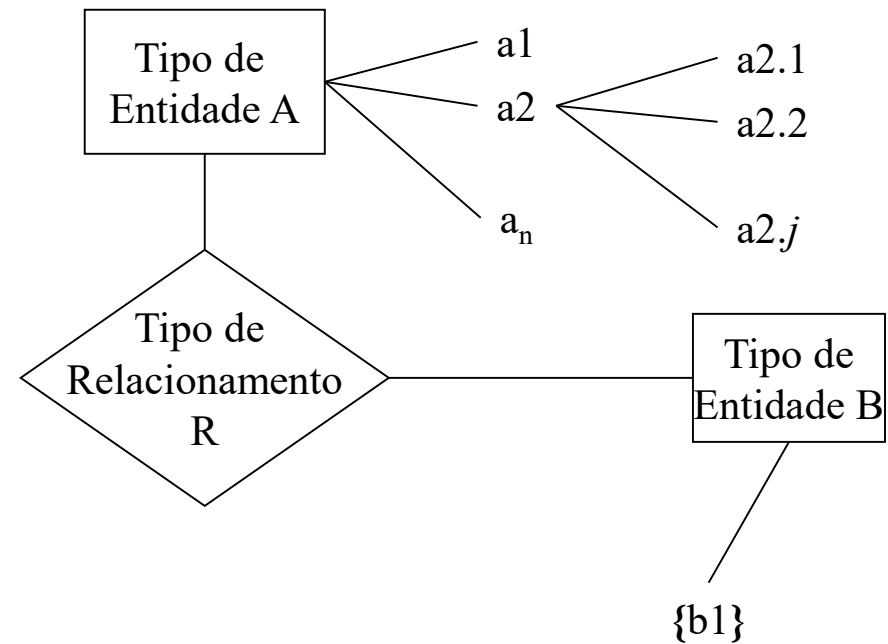
Atributo de Relacionamento



Modelos de Dados - DER

Atributo Composto

Atributo Multi-Valorado

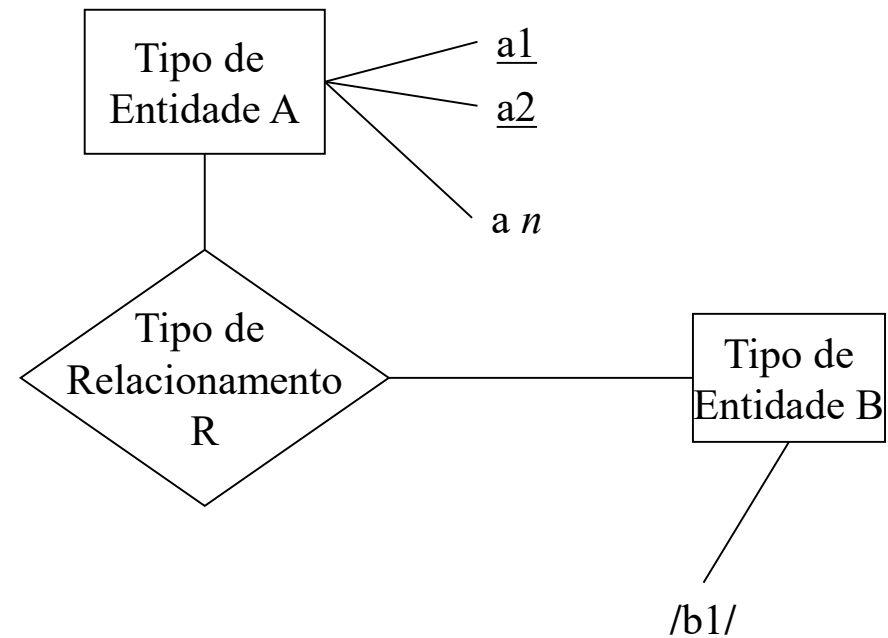


Modelos de Dados - DER

Atributos

Identificador/Chave

Atributo Derivado

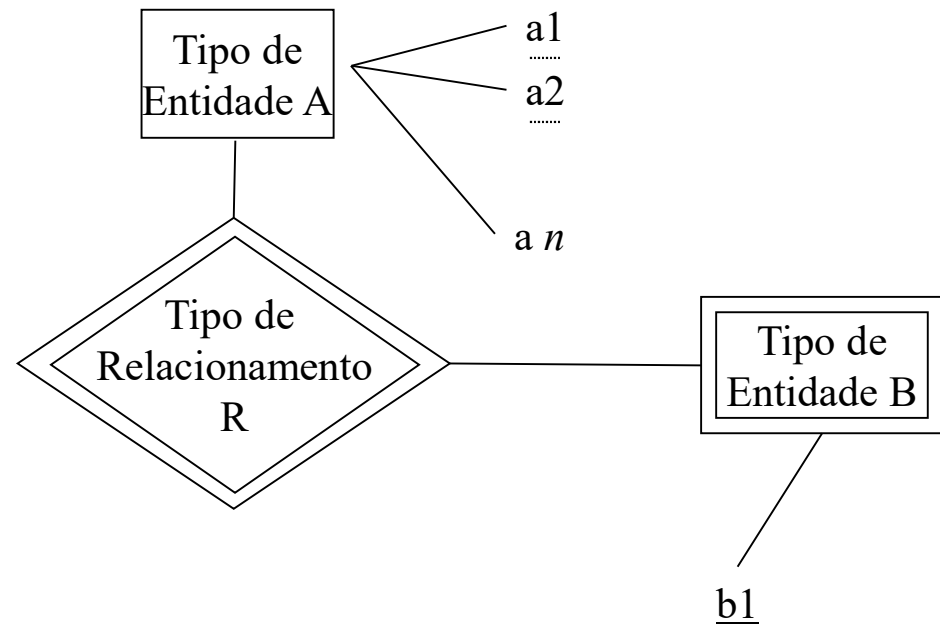


Modelos de Dados - DER

Tipo Fraco de Entidade

Chave Parcial

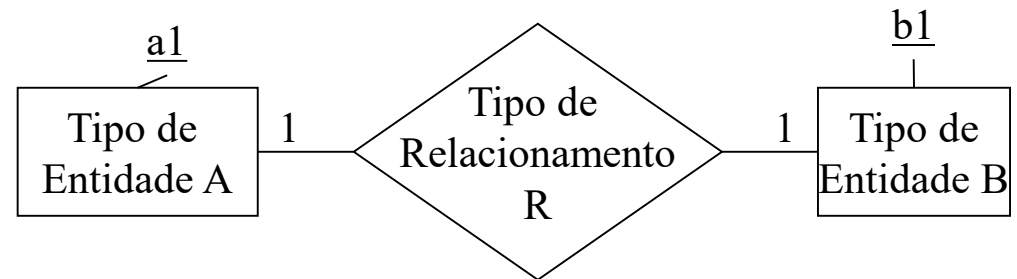
Tipo de
Relacionamento
Identificador



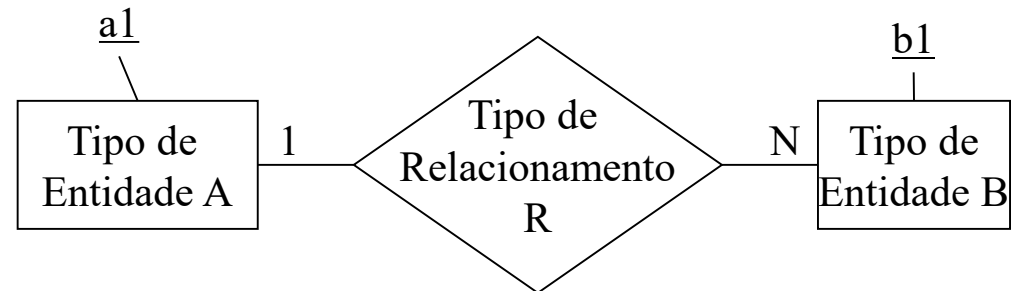
Modelos de Dados - DER

Cardinalidades
máximas:

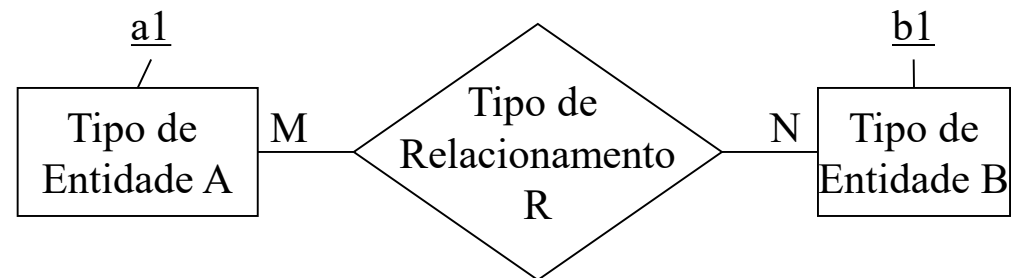
1:1



1:N



M:N



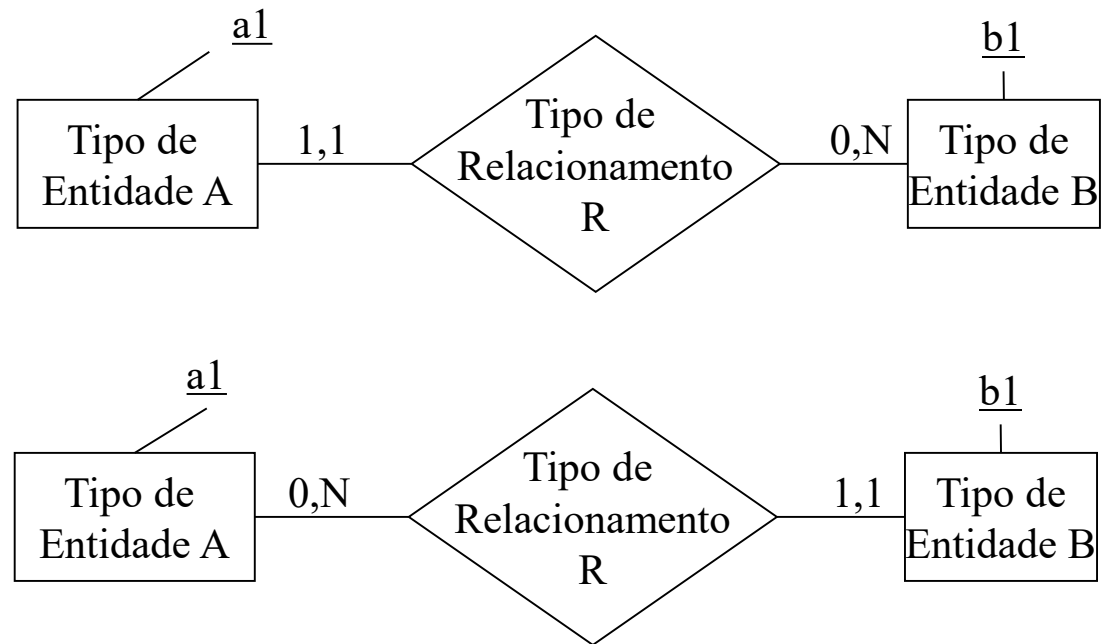
Modelos de Dados - DER

Representação de
Cardinalidades

Semântica
Participativa

X

Semântica
Associativa



Modelos de Dados - MER

- **Extensões ao MER**

- Adicionam poder de expressão aos conceitos básicos do MER
- Utilizados em aplicações com requisitos de informações mais complexos do que os das aplicações comerciais tradicionais
- Principais extensões semânticas:
 - Generalização/Especialização
 - Herança
 - Agregação

Modelos de Dados - MER

- **Extensões ao MER – Hierarquias de Especialização/Generalização**
 - Uma **Subclasse** de um tipo de entidade é um subconjunto das suas entidades que possui semântica própria e de interesse para o contexto
 - O tipo de entidade é chamado de **Superclasse** ou **Super-entidade** ou **entidade genérica**
 - Exemplo: *Secretária* e *Professor* são subclasses da superclasse definida pelo tipo de entidade *Empregado*
 - Membros da subclasse correspondem à mesma entidade representada por algum membro da superclasse (mas não necessariamente vice-versa)

Modelos de Dados - MER

- **Especialização** é o processo de criar subclasses de um tipo de entidade (superclasse)
 - O relacionamento subclasse/superclasse é do tipo *É-Um*
 - A especialização é feita com base em alguma característica distintiva da superclasse
 - *Secretária* e *Professor* são tipos de emprego, que é uma característica (atributo) da superclasse *Empregado*
 - Toda *Secretária* e todo *Professor* correspondem a uma entidade *Empregado*, mas nem todo *Empregado* é *Secretária* ou *Professor*

Modelos de Dados - MER

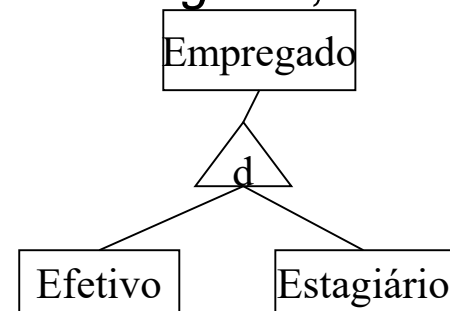
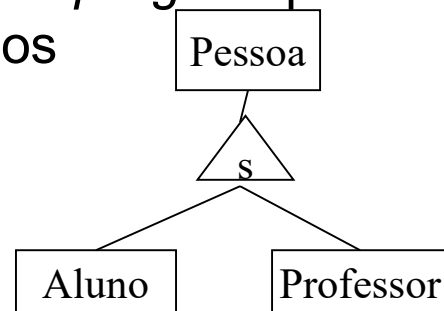
- **Generalização** é o processo de abstrair subclasses em um único tipo de entidade (superclasse)
 - Suprime diferenças entre diversos tipos de entidade, generalizando-as em uma superclasse
 - A generalização é feita com base nas características comuns entre tipos de entidade
 - *Secretária* e *Professor* são tipos de entidade com características (atributos) comuns, os quais podem ser generalizados na superclasse *Empregado*
 - Generalização e Especialização são processos duais

Modelos de Dados - MER

- **Herança de atributos e relacionamentos**
 - Uma entidade de uma subclasse tem sempre uma entidade correspondente na superclasse
 - A entidade na **subclasse** *herda* de sua correspondente na **superclasse**:
 - todas as definições de atributos e seus respectivos valores
 - todas as instâncias de relacionamentos

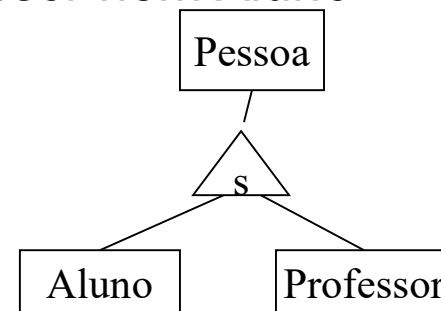
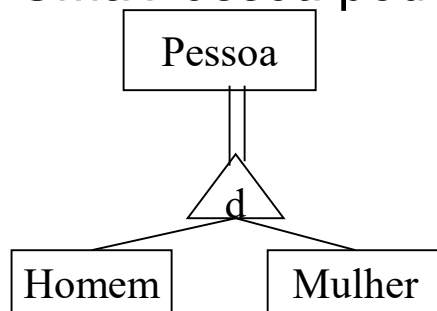
Modelos de Dados - MER

- **Restrições e Notação de Especialização**
 - **Sobreposta:** uma entidade da superclasse pode ter correspondentes em diversas subclasses
 - Uma *Pessoa* pode ser *Aluno* e *Professor* ao mesmo tempo
 - **Disjunta:** uma entidade da superclasse pode ter correspondente em no máximo uma subclasse
 - Um *Empregado* pode ser *Efetivo* ou *Estagiário*, mas não ambos



Modelos de Dados - MER

- **Restrições e Notação de Especialização**
 - **Total:** toda entidade da superclasse corresponde a pelo menos uma entidade de alguma subclasse
 - Toda *Pessoa* é obrigatoriamente *Homem* ou *Mulher*
 - **Parcial:** uma entidade da superclasse não precisa ter correspondente em qualquer subclasse
 - Uma *Pessoa* pode não ser *Professor* nem *Aluno*



Modelos de Dados - MER

- **Agregação**

- Uma abstração que trata relacionamentos como entidades de mais alto nível
- Permite que se expresse a semântica de *relacionamentos entre relacionamentos*
 - Exemplo: Um *Cartão* é emitido para um *Correntista* em uma *Conta Corrente*; nem todo par *Correntista/Conta* tem *Cartão*

