

O Modelo ER

Bases de Dados 2018/19 (CC2005)

Departamento de Ciência de Computadores

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Eduardo R. B. Marques — DCC/FCUP

— parcialmente adaptado de slides por Fernando Silva e Ricardo Rocha —

Modelação conceptual de BDs

■ De requisitos a modelo conceptual ...

- Tendo identificado os requisitos do universo de uma BD torna-se útil a sua modelação conceptual.
- A modelação conceptual tem por propósito definir um modelo para a BD **independente** do tipo de base de dados e SGBD específico que depois se empregue na fase de implementação.

■ Modelo Entidade-Relacionamento (ER)

- Modelo usado para desenho conceptual de uma BD, empregando os conceitos de **entidades**, **atributos** e **relacionamentos**.
- Tem associadas uma **sintaxe textual** e também uma **sintaxe visual na forma de diagramas ER**.

Conceitos do modelo ER

■ Entidades

- **Objetos ou conceitos do mundo real com uma existência independente.**
- Com existência física: PESSOA CARRO PRODUTO ...
- Com existência conceptual: EMPRESA PROFISSÃO CURSO ...

■ Atributos

- **Propriedades que caracterizam as entidades.**
- Atributos da entidade PESSOA: NumCC Nome Sexo DataNasc

■ Relacionamentos

- **Representam ligações entre duas ou mais entidades.**
- Relacionamento ESTUDA: um ESTUDANTE ESTUDA em uma ESCOLA.

Entidades e atributos

Entidade-tipo

- **Entidade-tipo:** Modelo para um conjunto de entidades que partilham a mesma estrutura, definido por um **nome** e uma **lista de atributos**.
- Exemplo: **PESSOA(NumCC, Nome, Sexo, DataNasc)**
 - **Nome:** PESSOA
 - **Atributos:** NumCC, Nome, Sexo, DataNasc
 - Entidade-tipo modelando o universo de pessoas com atributos: cartão de cidadão, nome, sexo e data de nascimento.
- Convenções
 - Nome em maiúsculas e singular.
 - Atributos: PrimeiraLetraDeCadaPalavra maiúscula. Abreviaturas são comuns (como em NumCC ou DataNasc).

Entidade

- Uma **entidade** é uma instância concreta do esquema modelado por uma entidade-tipo.
- Para `PESSOA(NumCC, Nome, Sexo, DataNasc)` podemos ter por exemplo as seguintes entidades:
 - `PESSOA1(19428771, 'José Silva', M, 17-11-2000)`
 - `PESSOA2(10447777, 'Maria Carvalho', F, 08-02-1976)`
 - `PESSOA3(12819123, 'Rita Assunção', F, 09-02-1987)`
 - `PESSOA4(12818456, 'Rita Assunção', F, 08-02-1987)`
- Obs.: duas pessoas diferentes podem ter o mesmo nome, sexo, e (pouco provável mas possível) até a mesma data de nascimento. O número do cartão de cidadão permite no entanto **identificar de forma única** uma entidade `PESSOA`.

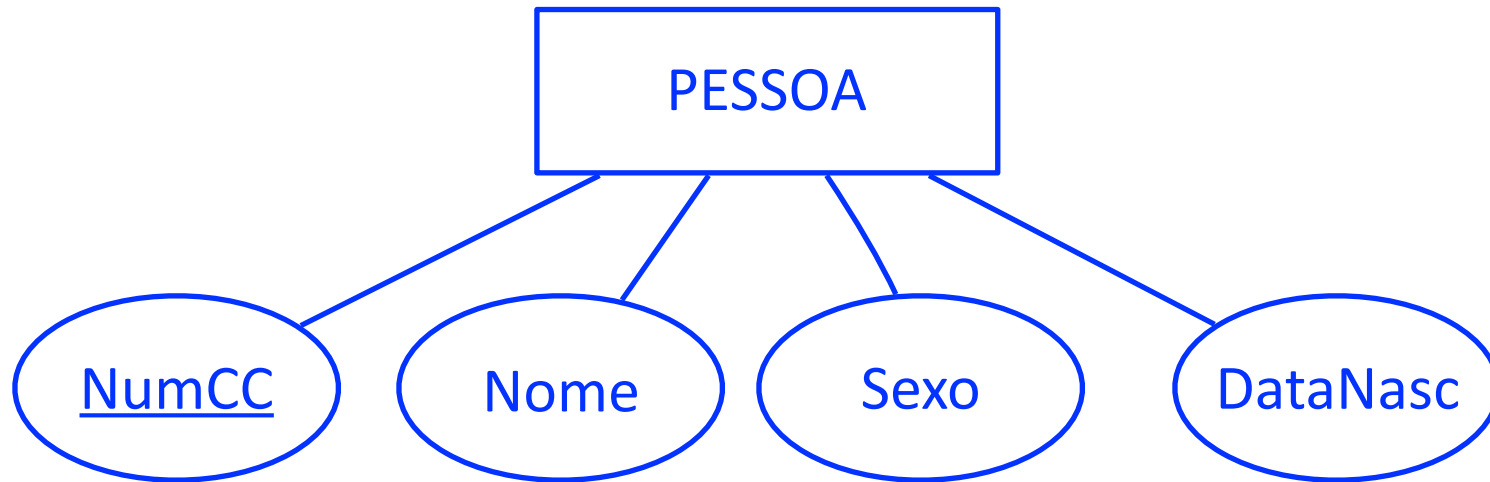
Atributos chave

- **Atributos chave:** conjunto mínimo de atributos que identificam de forma única cada entidade.
- **PESSOA(NumCC, Nome, Sexo, DataNasc)** tem apenas um atributo-chave: NumCC.
- O número de cartão de cidadão identifica de forma única uma pessoa.
- A convenção sintáctica é que um atributo chave apareça sublinhado.

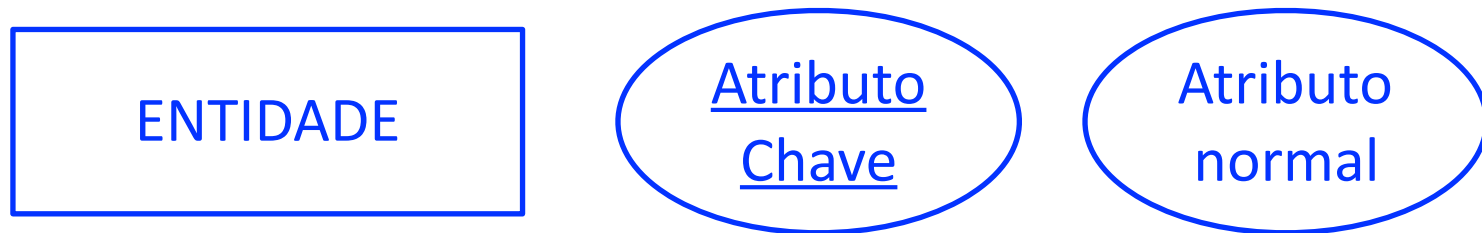
Atributos chave (cont.)

- Consideremos agora o universo de uma faculdade ...
- **AULA(Dia, Hora, Sala, UnidadeCurricular, Turma)** tem três atributos chave, pois não podemos ter duas aulas diferentes no mesmo dia, à mesma hora, e na mesma sala. Podem no entanto haver por exemplo aulas simultâneas a decorrer em salas diferentes.
- Por outro lado, o conjunto de chaves deverá ser mínimo e o mais adequado ao universo em causa. Por exemplo, em **ESTUDANTE(NumMec, NumCC, ...)** o n.º mecanográfico (**NumMec**) identifica de forma única um aluno, embora o n.º de cartão de cidadão (**NumCC**) também identifique de forma única um estudante. O n.º mecanográfico é o mais adequado para chave, porque se relaciona directamente com o universo em causa.

Entidades-tipo – diagrama ER



- Além da representação textual o modelo ER emprega uma notação visual na forma de **diagrama ER**.
- Convenções:



Domínios de atributos

- O **domínio de um atributo** é o conjunto de valores que um atributo pode tomar.
- Dependendo do domínio em causa o valor de um atributo pode ser:
 - **Definido** por valor concreto OU possivelmente **indefinido** se opcional para a entidade, designado nesse caso por **NULL**.
 - **Simples** OU **composto** por vários sub-atributos.
 - **Derivado** se derivado do valor de outros atributos ou informação no modelo.
 - Ter **valor único** OU ser **multi-valor** (conjunto de valores)
 - **Complexo** se formado pela combinação de vários atributos multi-valor e/ou compostos.

Domínios de atributos

- Vamos considerar mais atributos para **PESSOA**, por ex.,

PESSOA(NumCC, Nome, Sexo, DataNasc, Idade, Morada(Rua,Num,Andar?,Localidade,CodPostal), {NumTelefone}, {Habilitação(Grau,Ano,Instituição)})

- Temos que:

- **Idade** é um atributo **derivado** de **DataNasc**
- **Morada** é um atributo **composto** por sub-atributos **Rua, Num, Andar, Localidade, CodPostal**. Numa modelação alternativa poderíamos também decompor **DataNasc** em dia, mês e ano (usualmente datas são no entanto tratadas como valores simples) ou **Nome** em nome principal e apelidos.
- O sub-atributo **Andar** (denotado com **?**) de **Morada** poderá tomar valor **NULL** (ser **indefinido**).
- **{NumTelefone}** é **multi-valor** (considera-se que uma pessoa pode ter mais do que um n.º de telefone).
- **{Habilitação(Grau,Ano,Instituição)}** é um atributo **complexo**, pois resulta da combinação de atributos multi-valor e composto. Uma pessoa pode ter várias habilitações académicas, cada um caracterizado por um grau, ano e instituição.

Domínios de atributos (cont.)

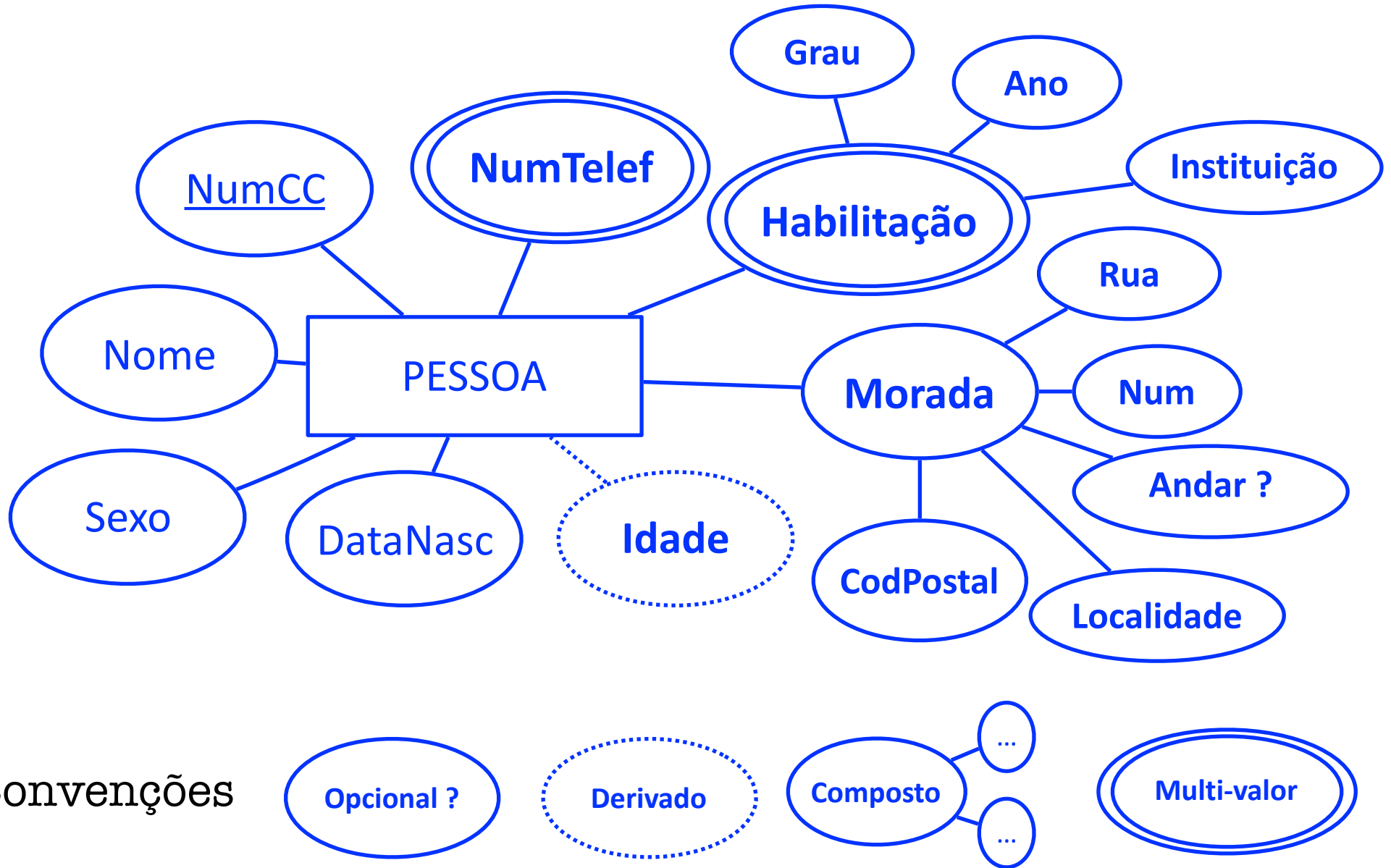
■ Para

`PESSOA(NumCC, Nome, Sexo, DataNasc, Idade,
Morada(Rua,Num,Andar?,Localidade,CodPostal), {NumTelefone},
{Habilitação(Grau, Ano, Instituição)})`

podemos ter os seguintes exemplos de entidades:

- `PESSOA1('19428771', 'José Silva', 'M', '17-11-2000', 18, ('Rua Fim do Mundo', 783, 'R/C', 'Finisterra', '4444-555'), {987654321, 222333444}, { ('Ens. Secundário', 2017, 'Escola Sec. Dr. Estranho-Amor') })`
- `PESSOA2('10447777', 'Maria Carvalho', 'F', '08-02-1976', 43, ('Rua das Bases de Dados', 1555, 'Vila Nova de Informática', NULL, '4000-123'), {933933933}, { ('Ens. Secundário', 1994, 'Escola Sec. Vila Nova de Informática'), ('Lic. Física', 1998, 'Fac. de Ciências Univ. Porto') })`

Diagramas ER – notação adicional p/ atributos



Convenções

Opcional ?

Derivado

Composto

Multi-valor

Relacionamentos

Relacionamento – forma geral

- Um **relacionamento** exprime uma interação conceptual entre entidades.
- Forma geral:
NOME(ENTIDADE-TIPO₁, ... , ENTIDADE-TIPO_N, Atributo₁, ..., Atributo_k)
- **NOME** é o **nome** do relacionamento, por convenção predicado que faz uso de verbos/adjectivos e qualificadores (ex. **FILHO_DE**, **TRABALHA_PARA**).
- **ENTIDADE-TIPO₁, ... , ENTIDADE-TIPO_N** são as **entidades-tipo participantes**.
- **N** : **grau do relacionamento** (número de participantes)
- Um relacionamento pode (opcionalmente) ter também associados **atributos** **Atributo₁, ..., Atributo_k**

Relacionamentos – exemplo simples

- Considerando o exemplo anterior de

`PESSOA(NumCC, Nome, Sexo, DataNasc, ...)`

podemos considerar possíveis relacionamentos entre pessoas, por exemplo:

`FILHO_DE(PESSOA, PESSOA)`

`CASADO_COM(PESSOA, PESSOA, DataCasamento)`

- Os relacionamentos acima dizem-se **binários** porque associam duas entidades (têm grau 2) e **recursivos** porque as entidades são do mesmo tipo.
- `CASADO_COM` exemplifica um relacionamento com atributos, no caso `DataCasamento`
- O nome do relacionamento exprime implicitamente papéis para as entidades em causa: filho e pai/mãe em `FILHO_DE` , cônjugues em `CASADO_COM`.

Relacionamentos — exemplo mais rico

- Consideremos o universo de uma empresa em que temos as seguintes entidades-tipo e restrições:
 - **FUNCIONÁRIO** com os seguintes atributos: n.º de CC, nome, email opcional, data de nascimento, salário,, horas semanais de dedicação a projectos, funcionário supervisor opcional, e departamento definido a que pertence.
 - **DEPARTAMENTO**: com nome único, um funcionário gerente definido, várias localizações possíveis associadas (moradas como anteriormente). Um funcionário pode ser gestor de apenas um departamento.
 - **PROJECTO**: com nome único, data de início, data de conclusão, departamento definido que controla o projecto, e funcionário definido para director do projecto.
 - Um conjunto de funcionários pode trabalhar num projecto, sendo necessário identificar o número de horas semanais que cada funcionário dedica a este. Um projecto pode não ter a dada altura funcionários associados além do director.

Relacionamentos – exemplo mais rico (cont.)

Podemos tentar exprimir o universo anterior apenas usando entidades-tipo

FUNCIONÁRIO(NumCC, Nome, Email?, DataNasc, Salário,, HorasProj, Supervisor?, Departamento)

DEPARTAMENTO(Nome, Gerente, { Localização(Rua, Num, Andar?, Localidade, CodPostal)})

PROJECTO(Nome, DataInício, DataFim, Departamento, Director, { Trabalho(Funcionário, Horas) })

mas ao termos **referências** entre entidades, será em vez disso adequado o uso de relacionamentos. Que relacionamentos estão implícitos?

Relacionamentos – exemplo mais rico (cont.)

Reformulando, podemos ter como entidades-tipo

FUNCIONÁRIO(NumCC, Nome, Email?, DataNasc, Salário, HorasProj)

DEPARTAMENTO(Nome, { Localização})

PROJECTO(Nome, DataInício, DataFim)

e os seguintes relacionamentos

SUPERVISIONA(FUNCIONÁRIO, FUNCIONÁRIO)

TRABALHA_PARA(FUNCIONÁRIO, DEPARTAMENTO)

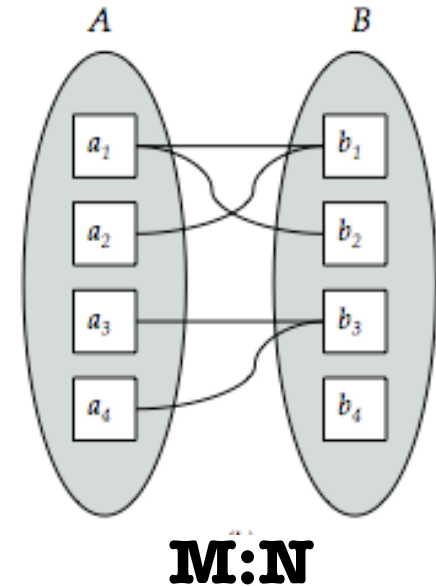
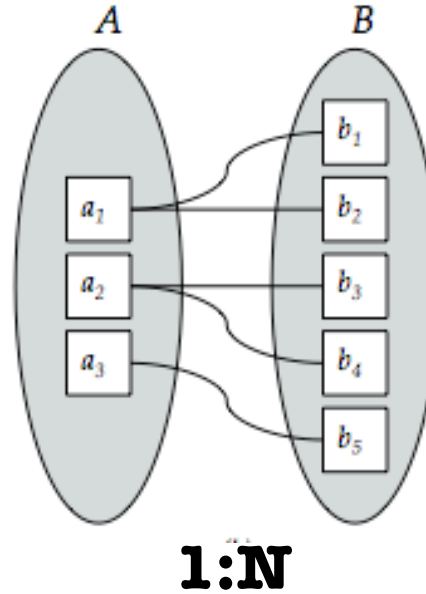
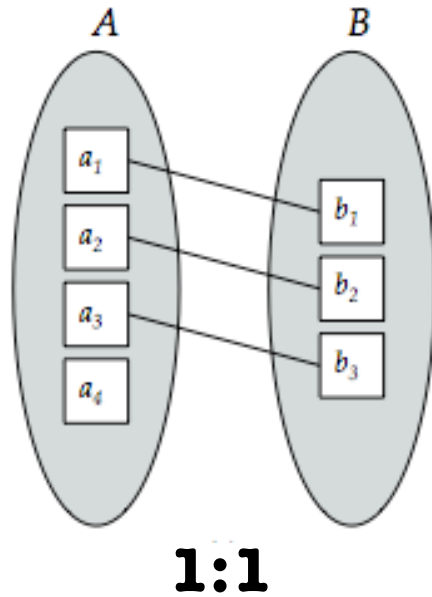
GERE(FUNCIONÁRIO, DEPARTAMENTO)

CONTROLA(DEPARTAMENTO, PROJECTO)

DIRIGE(FUNCIONÁRIO, PROJECTO)

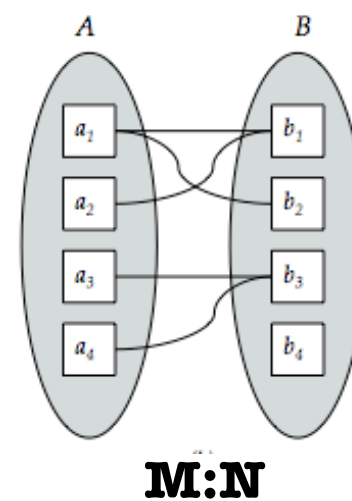
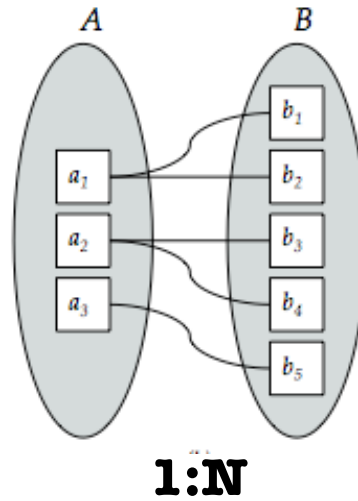
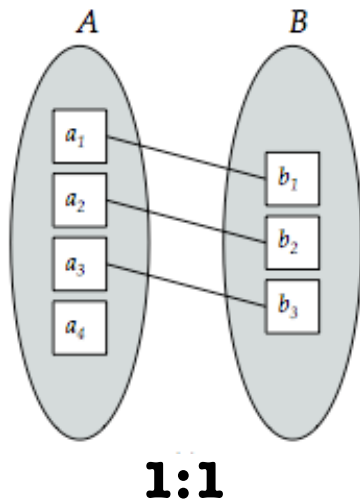
TRABALHA_EM(FUNCIONÁRIO, PROJECTO, Horas)

Restrições de cardinalidade



- A um relacionamento binário podemos ter associadas restrições de **cardinalidade**:
 - **1:1** — um-para-um
 - **1:N**, **N:1** — um-para-muitos, muitos-para-um
 - **M:N** — muitos-para-muitos

Restrições de cardinalidade (cont.)



- No exemplo da empresa

SUPERVISIONA(FUNCIONÁRIO, FUNCIONÁRIO) **1:N**

TRABALHA_PARA(FUNCIONÁRIO, DEPARTAMENTO) **N:1**

GERE(FUNCIONÁRIO, DEPARTAMENTO) **1:1**

CONTROLA(DEPARTAMENTO, PROJECTO) **1:N**

DIRIGE(FUNCIONÁRIO, PROJECTO) **1:N**

TRABALHA_EM(FUNCIONÁRIO, PROJECTO, Horas) **M:N**

Restrições de participação

- A um relacionamento podemos ter também associadas restrições de **participação**. A participação é **total** para uma entidade-tipo se a existência de uma entidade desse tipo obriga que a que participe no relacionamento, e apenas **parcial** caso contrário.
- Participação total — exemplos:
 - **TRABALHA_PARA(FUNCIONÁRIO, DEPARTAMENTO)** — total para entidades dos dois tipos envolvidas: todo o funcionário trabalha necessariamente para um departamento e todos os departamentos têm necessariamente funcionários.
 - **GERE(FUNCIONÁRIO, DEPARTAMENTO)** — total para um departamento: todo o departamento tem um gerente.
- Participação parcial — exemplos:
 - **SUPERVISIONA(FUNCIONÁRIO, FUNCIONÁRIO)** — nem todos os funcionários supervisionam outros, nem todos os funcionários têm supervisor.
 - **GERE(FUNCIONÁRIO, DEPARTAMENTO)** — parcial para um funcionário: nem todos os funcionários gerem um departamento.

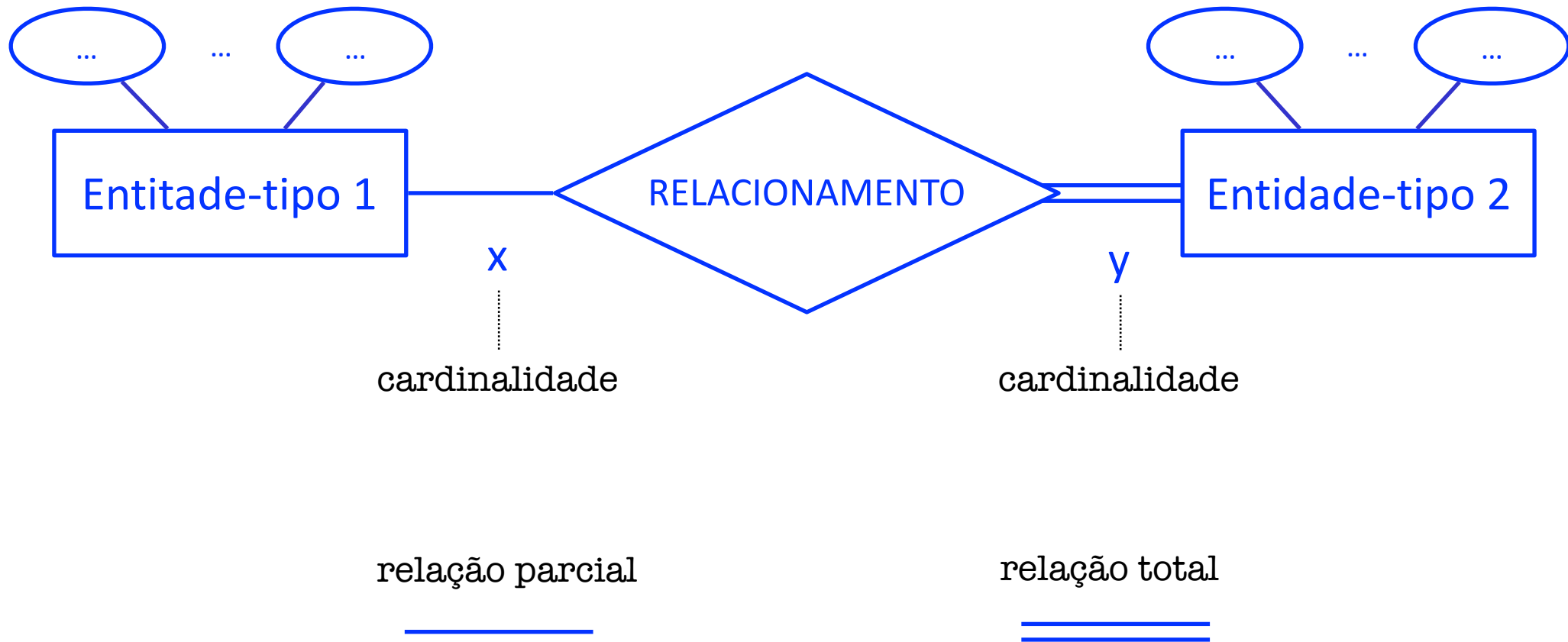
Restrições estruturais

- Uma **restrição estrutural** (**min,max**) para cada entidade-tipo num relacionamento **R(A,B)** pode resumir tanto as restrições de cardinalidade como de participação.
- Quando **min = 0** o nível de participação é **parcial**, e se **min > 0** a participação é **total**.
- Exemplos
 - **TRABALHA_PARA(FUNCIONÁRIO,DEPARTAMENTO)** — **(1,N)** para funcionário, **(1,1)** para departamento — cardinalidade N:1, participação total de ambas as entidades.
 - **GERE(FUNCIONÁRIO, DEPARTAMENTO)** — **(0,1)** para **FUNCIONÁRIO**, **(1,1)** para **DEPARTAMENTO** — cardinalidade 1:1, participação total apenas de **DEPARTAMENTO**.

Restrições – resumo do exemplo da empresa

Relacionamento	C	P	E
SUPERVISIONA (FUNCIONÁRIO, FUNCIONÁRIO)	1 : 1	parcial > parcial	(0,1) > (0,N)
TRABALHA_PARA (FUNCIONÁRIO, DEPARTAMENTO)	N : 1	total > total	(1,N) > (1,1)
GERE (FUNCIONÁRIO, DEPARTAMENTO)	1 : 1	parcial > total	(0,1) > (1,1)
CONTROLA (DEPARTAMENTO, PROJECTO)	1 : N	parcial > total	(0,1) > (1,N)
DIRIGE (FUNCIONÁRIO, PROJECTO)	1 : N	parcial > total	(0,1) > (1,N)
TRABALHA_EM (FUNCIONÁRIO, PROJECTO, Horas)	M : N	parcial > parcial	(0,M) > (0,N)

Relacionamentos – diagramas ER



Relacionamentos – diagramas ER (variação)

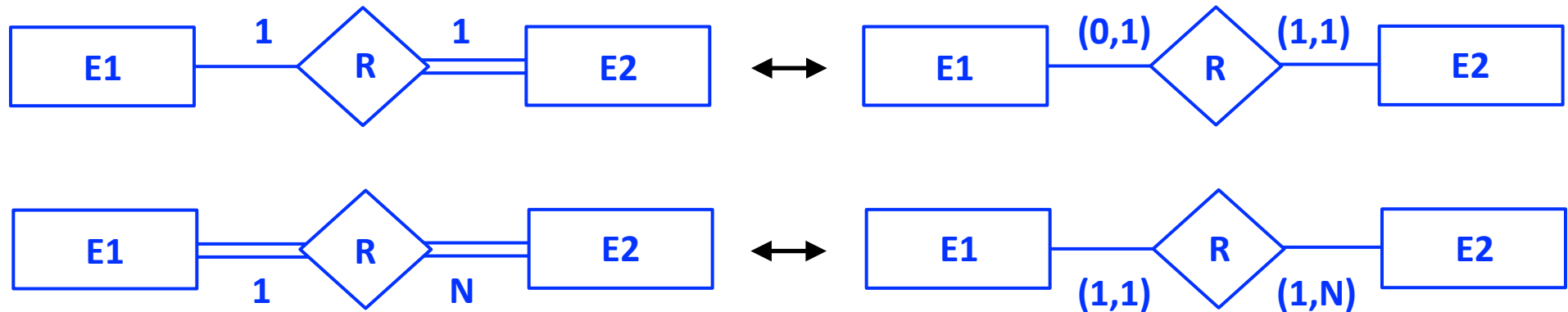


Diagrama ER – exemplo da empresa

