



ERBD 2007

**Escola Regional de Banco de Dados
11, 12 e 13 de abril de 2007 - UCS**



Oficina: Modelagem de Dados



**Ronaldo S. Mello
INE/CTC/UFSC**



Objetivo da Oficina

- Teoria e prática de projeto de Bancos de Dados Relacionais (BDRs)
- Foco: modelagem conceitual e lógica de BDRs
 - Dicas avançadas de modelagem entidade-relacionamento (ER)
 - Regras detalhadas de mapeamento ER-relacional
- Exercícios práticos de modelagem
 - ferramenta acadêmica *brModelo*
- Bibliografia principal
 - Projeto de Banco de Dados - Carlos Alberto Heuser - 5ª Ed. Série Livros Didáticos – Instituto de Informática da UFRGS, número 4. Editora Sagra-Luzzatto, 2004.

Sumário

1. Projeto de BD: objetivo e etapas
2. Modelagem Conceitual
 - 2.1 Modelo ER
 - 2.2 Dicas de Modelagem
 - 2.3 Exercícios
3. Mapeamento ER-Relacional
 - 3.1 Regras de Mapeamento
 - 3.2 Exercícios

Sumário

- 1. Projeto de BD: objetivo e etapas**
2. Modelagem Conceitual
 - 2.1 Modelo ER
 - 2.2 Dicas de Modelagem
 - 2.3 Exercícios
3. Mapeamento ER-Relacional
 - 3.1 Regras de Mapeamento
 - 3.2 Exercícios

Projeto de Banco de Dados

- Parte integrante do desenvolvimento de um sistema de informação
 - preocupação com a representação adequada de dados operacionais
- Atividade de projeto de BD
 - modelagem de dados em diferentes níveis de abstração
 - nível conceitual, lógico e físico

Projeto de BD - Etapas

Análise de Requisitos

Modelagem Conceitual

Modelagem Lógica

Modelagem Física

Projeto de BD - Etapas

Análise de Requisitos

Modelagem Conceitual

Modelagem Lógica

Modelagem Física

- Coleta de informações sobre os dados, suas restrições e seus relacionamentos na organização
- Forma de realização: reuniões com os usuários; observação do funcionamento da organização
- Resultado: documento com a *especificação de requisitos*

Projeto de BD - Etapas

Análise de Requisitos



Especificação de requisitos



Modelagem Conceitual

- Modelagem dos dados e seus relacionamentos *independente da estrutura de representação do SGBD (modelagem conceitual)*
- Forma de realização: análise da especificação de requisitos
- Resultado: esquema conceitual + restrições de integridade

Modelagem Lógica

Modelagem Física

Vantagens da Modelagem Conceitual

- Abstração de dados de alto nível
 - indicação de dados e seus relacionamentos da forma como percebidos no mundo real
 - independência de detalhes de representação de SGBDs
- Fácil compreensão pelo usuário leigo
 - facilita a validação da modelagem dos dados
- Facilita a manutenção dos dados
 - modificação dos requisitos
 - migração de SGBD
- Tradução para qualquer modelo de SGBD

Projeto de BD - Etapas

Análise de Requisitos



Especificação de requisitos



Modelagem Conceitual



Esquema conceitual



Modelagem **Lógica**

- Conversão do esquema conceitual para o esquema de representação de um SGBD (esquema lógico)
- Forma de realização: aplicação de regras de conversão
- Resultado: esquema lógico (tabelas, RIs, transações, consultas relevantes e visões, autorizações de acesso, ...)

Modelagem Física

Projeto de BD - Etapas

Análise de Requisitos

Especificação de requisitos

Modelagem Co

- Definição do esquema lógico em um SGBD adequado ao modelo
- Forma de realização: SQL
- Resultado: esquema físico

Modelagem Lógica

Esquema lógico

Modelagem Física

Projeto de BD - Etapas

Análise de Requisitos



Especificação de requisitos



Modelagem Conceitual



Esquema conceitual



Modelagem Lógica



Esquema lógico



Modelagem Física



Esquema físico ou implementação

Projeto de BD - Etapas

- Modelagem Conceitual
 - preocupação: correta abstração do mundo real
(captura correta da semântica da aplicação)
- Modelagem Lógica + Física
 - preocupação: escolhas corretas na conversão para o esquema do SGBD (relacional) para maximizar o desempenho
(distribuição adequada dos dados em tabelas)

Sumário

1. Projeto de BD: objetivo e etapas

2. Modelagem Conceitual

2.1 Modelo ER

2.2 Dicas de Modelagem

2.3 Exercícios

3. Mapeamento ER-Relacional

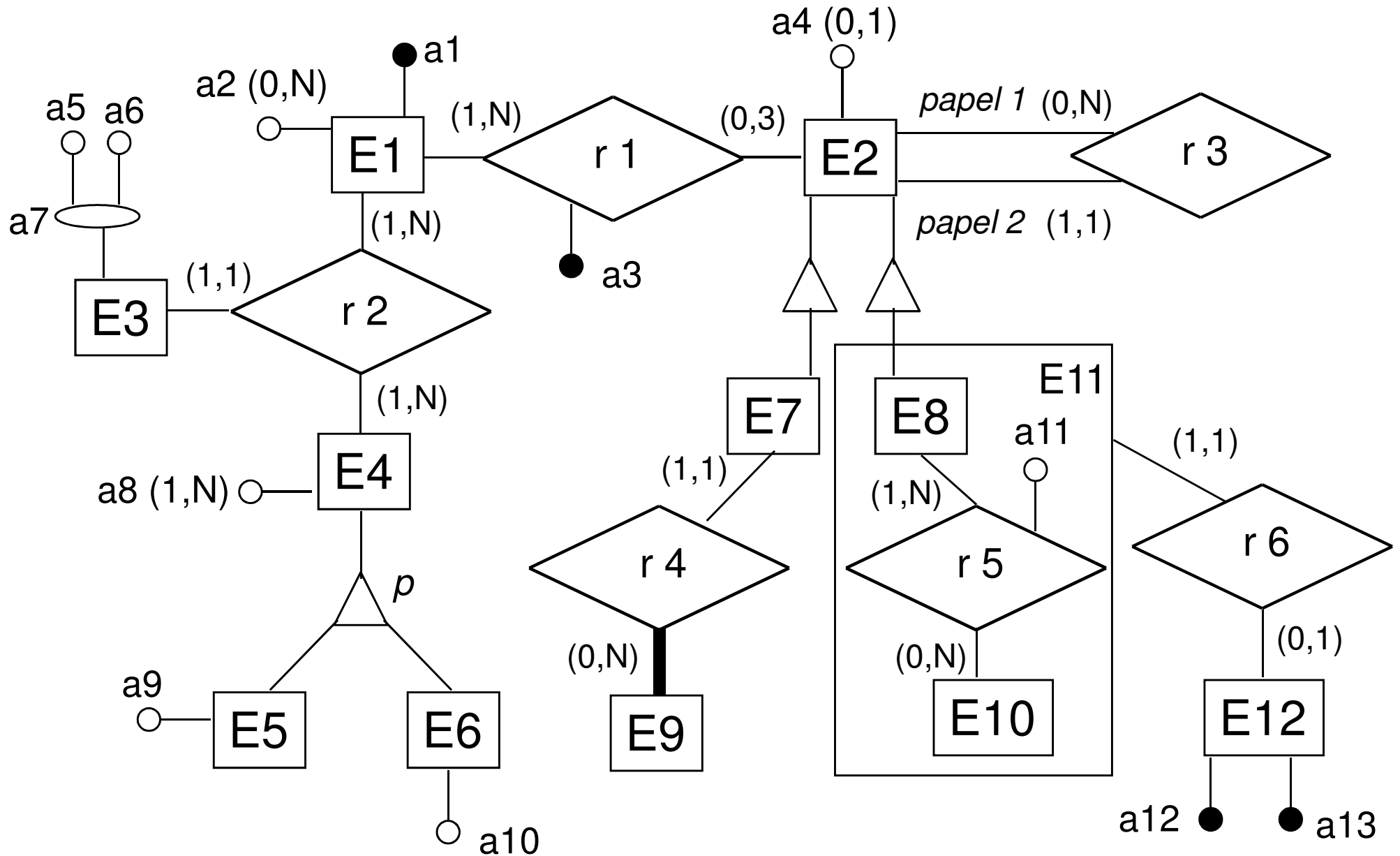
3.1 Regras de Mapeamento

3.2 Exercícios

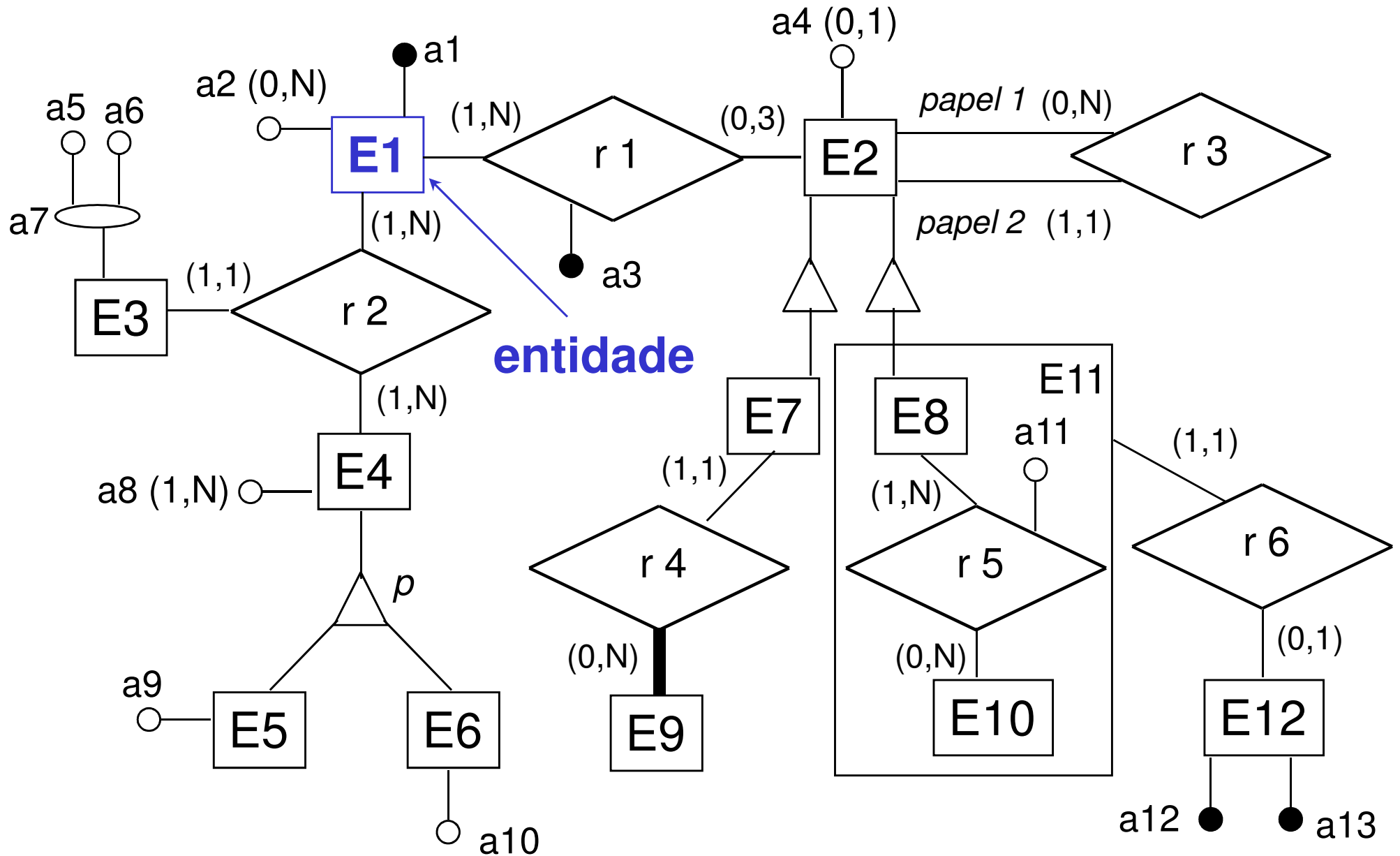
Modelagem Conceitual – Modelo ER

- Modelo definido por Peter Chen em 1976
 - modelo sofreu diversas extensões e notações ao longo do tempo
- Padrão para modelagem conceitual de BD
 - modelo simples
 - poucos conceitos
 - representação gráfica
 - modelo de fácil compreensão
- Um esquema conceitual de BD é também chamado de diagrama ER

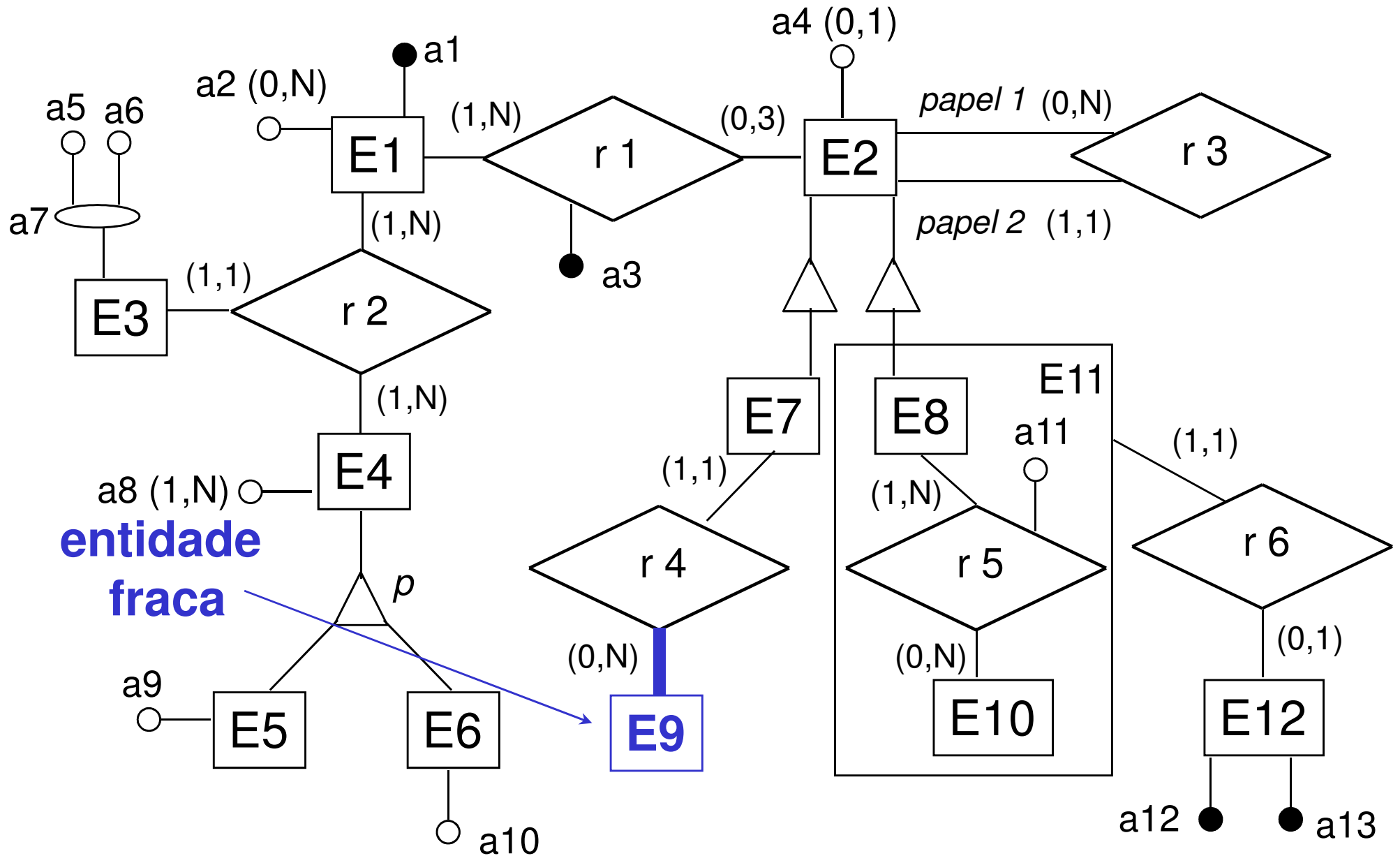
Modelo ER - Notação



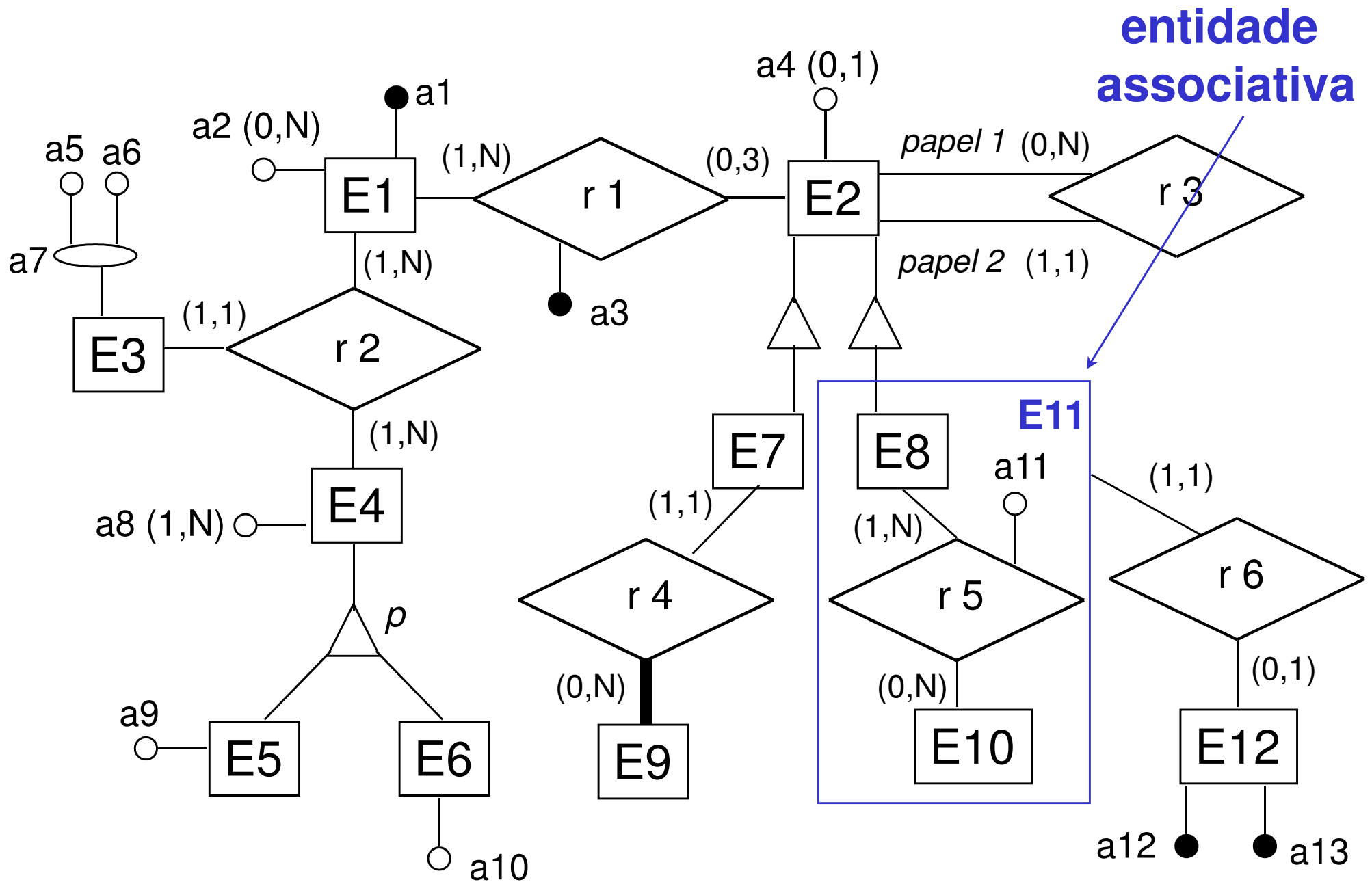
Modelo ER - Notação



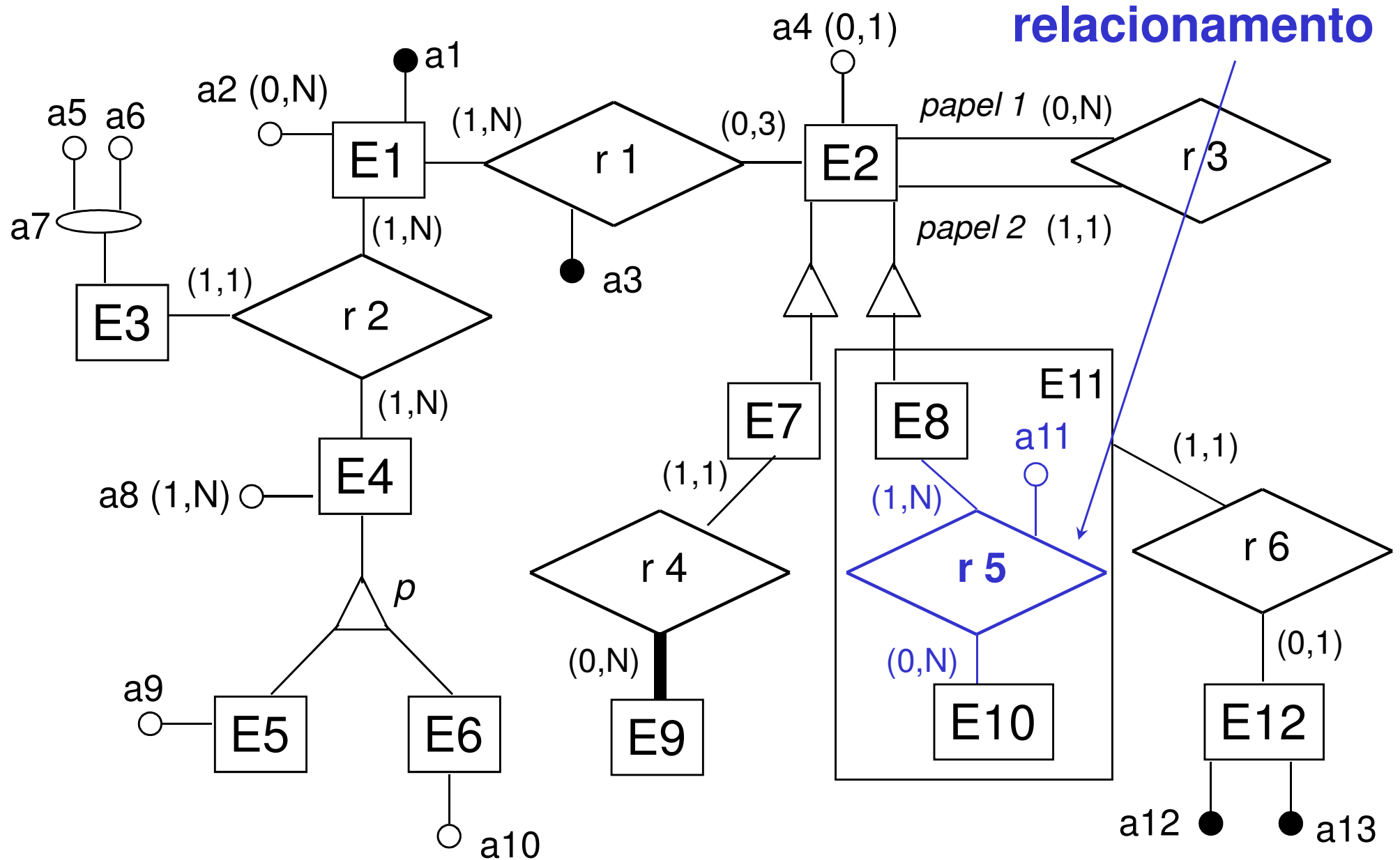
Modelo ER - Notação



Modelo ER - Notação

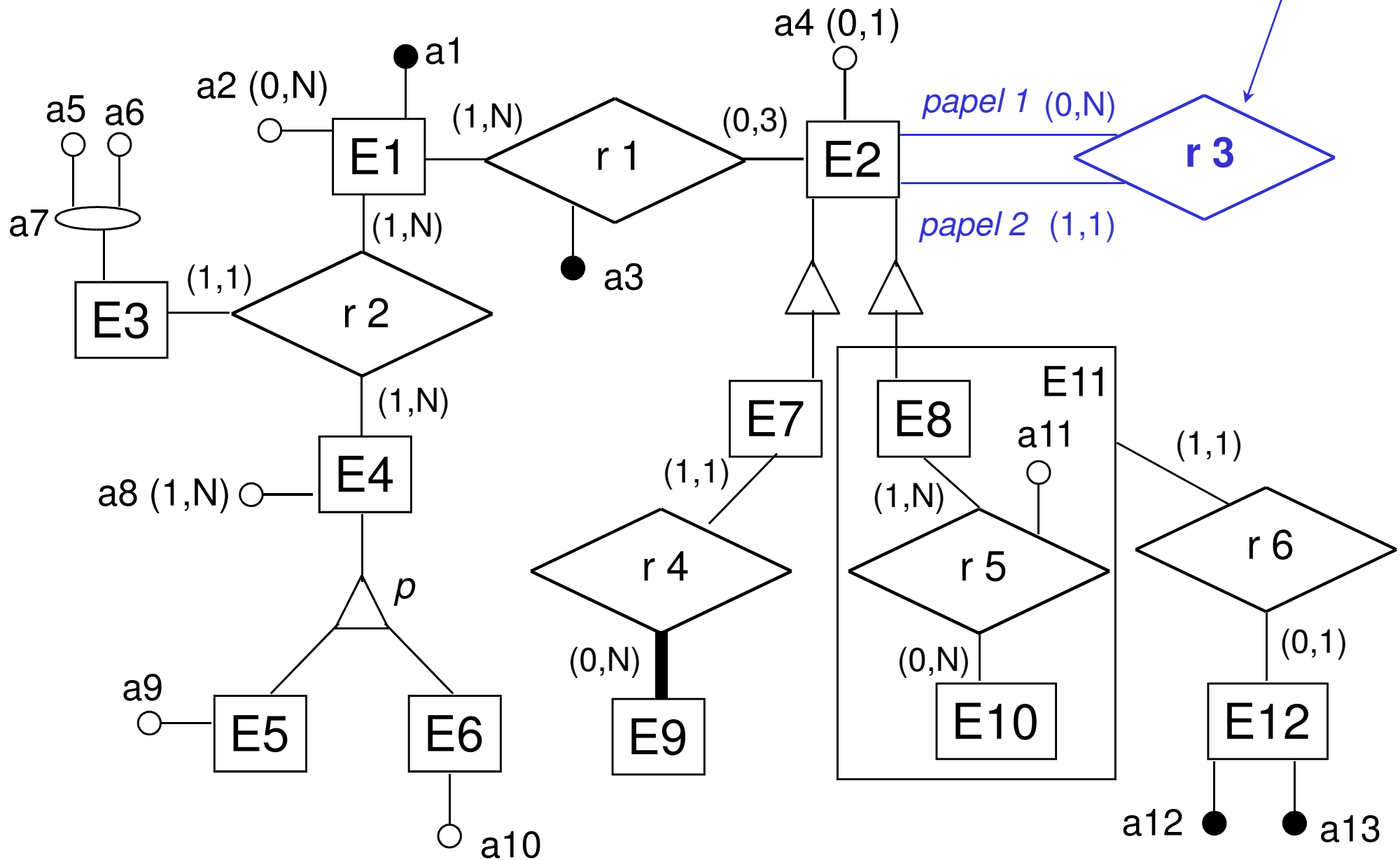


Modelo ER - Notação

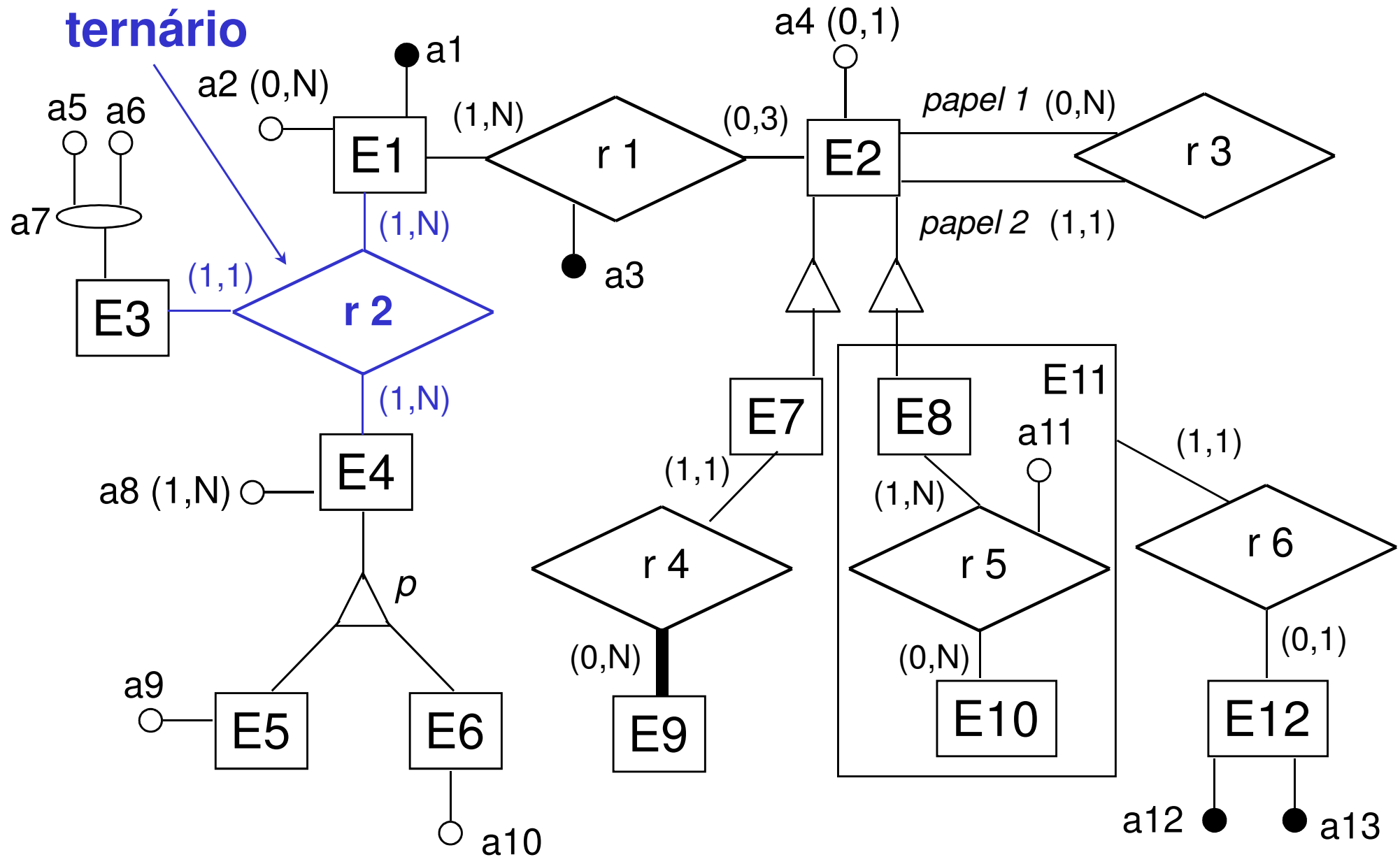


Modelo ER - Notação

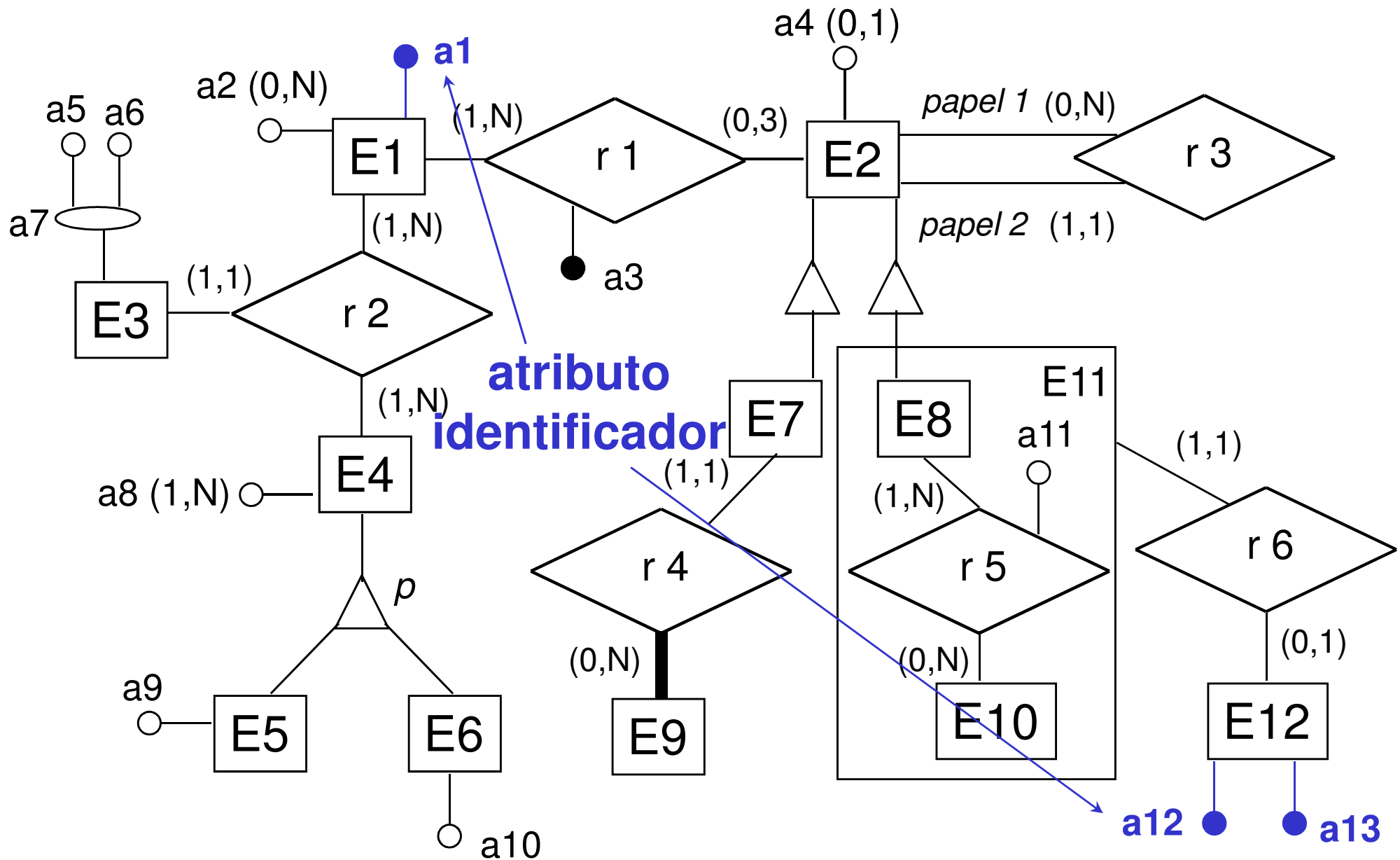
auto-relacionamento



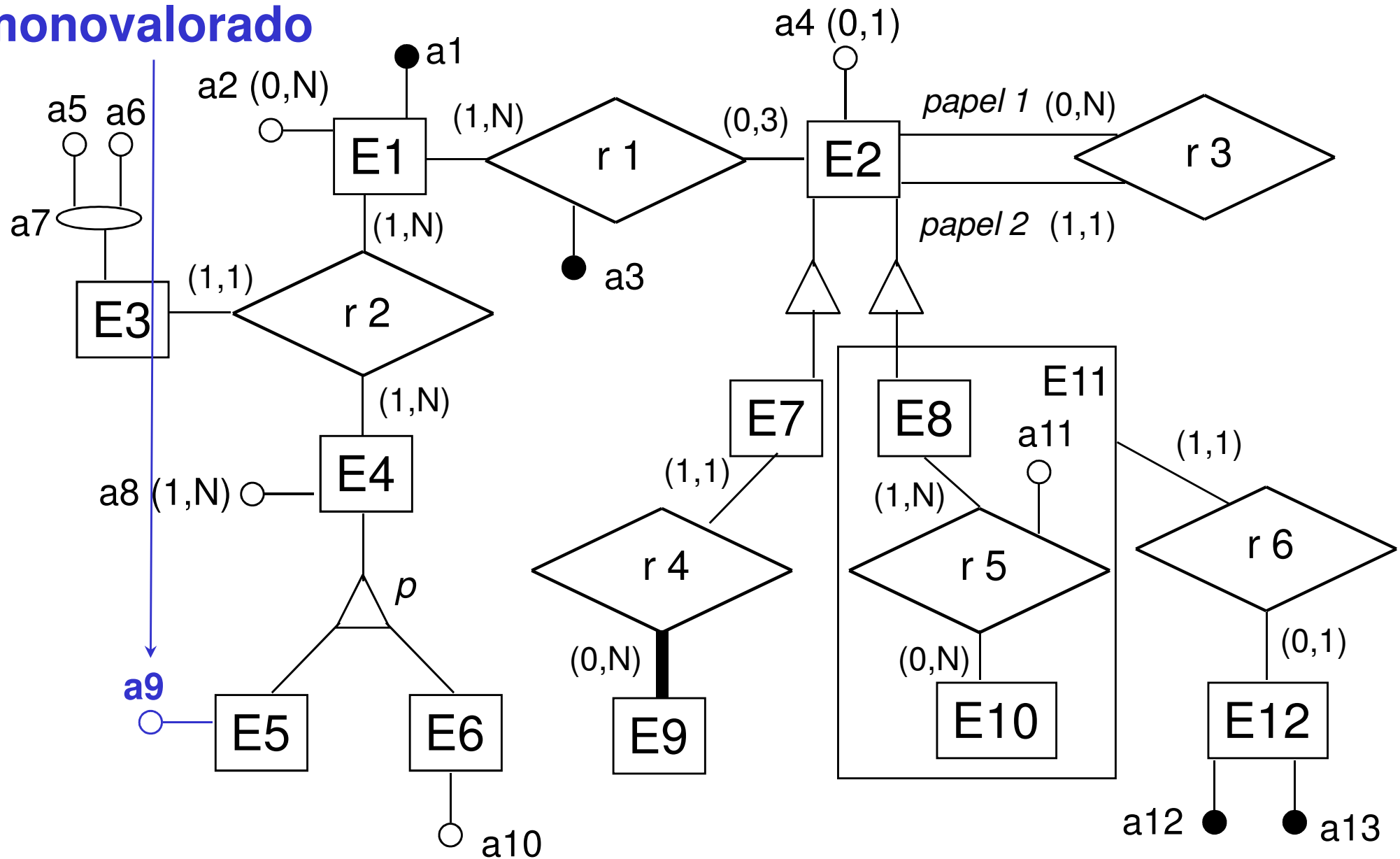
relacionamento ternário



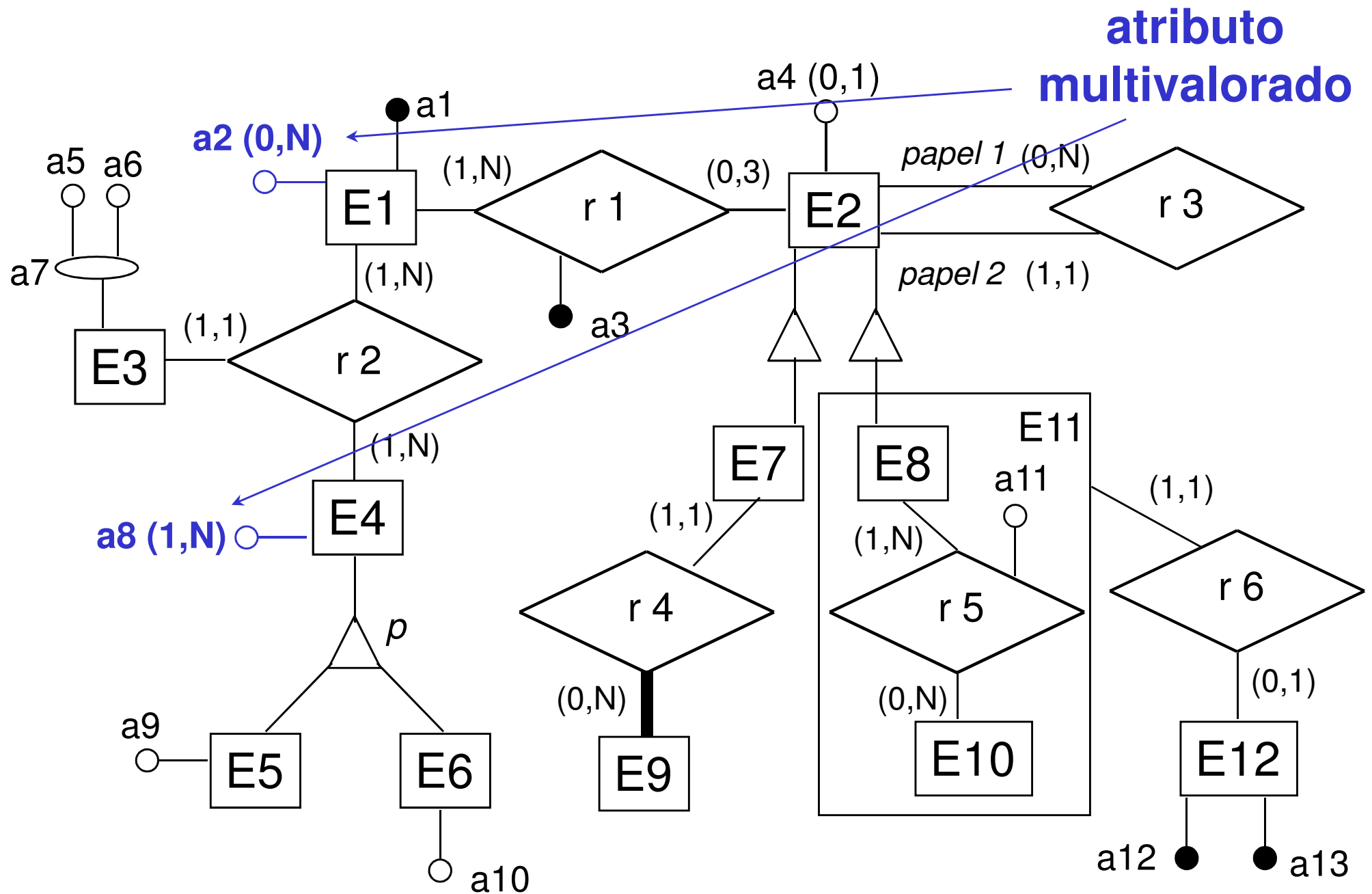
Modelo ER - Notação



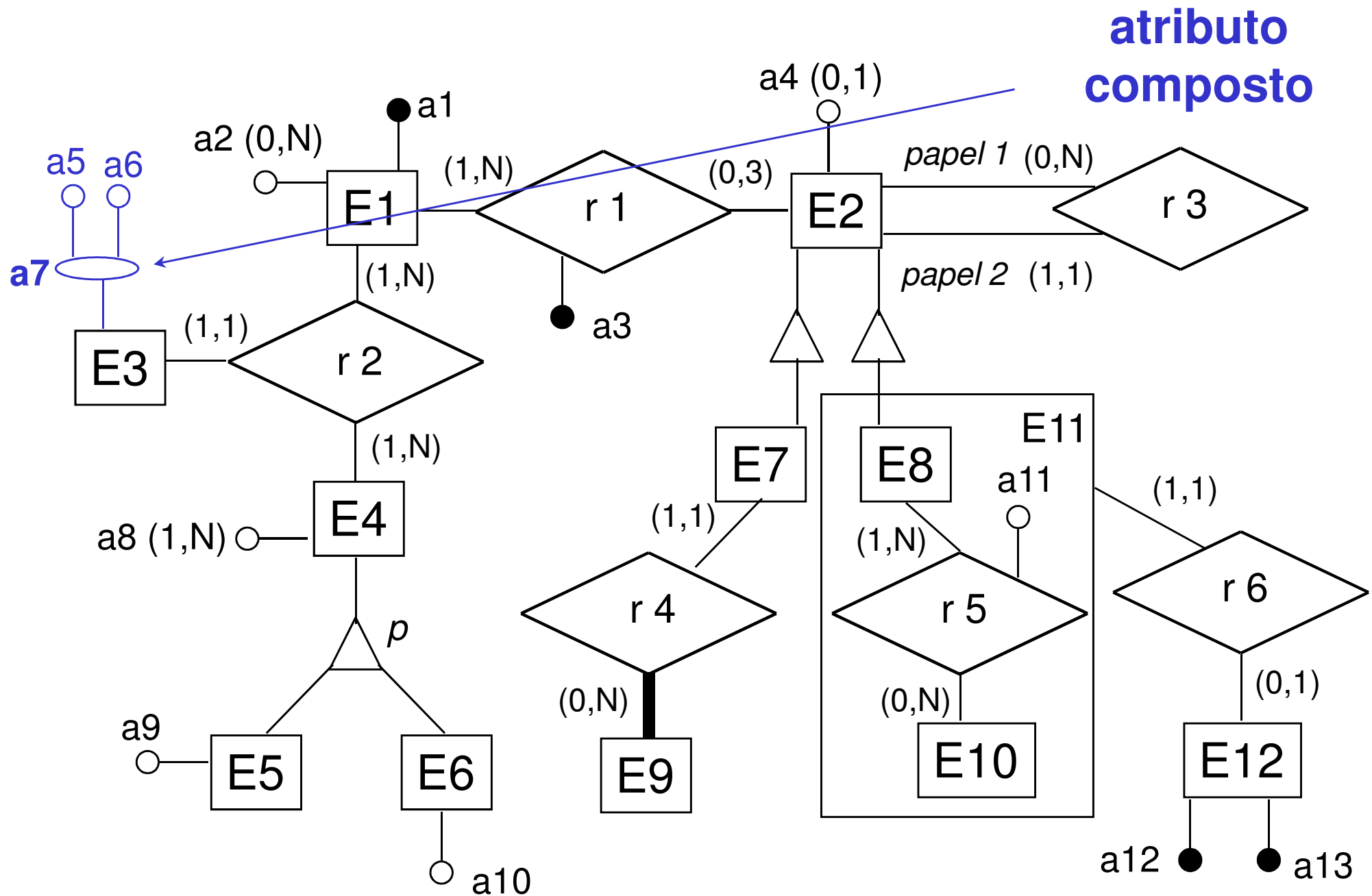
atributo monovalorado



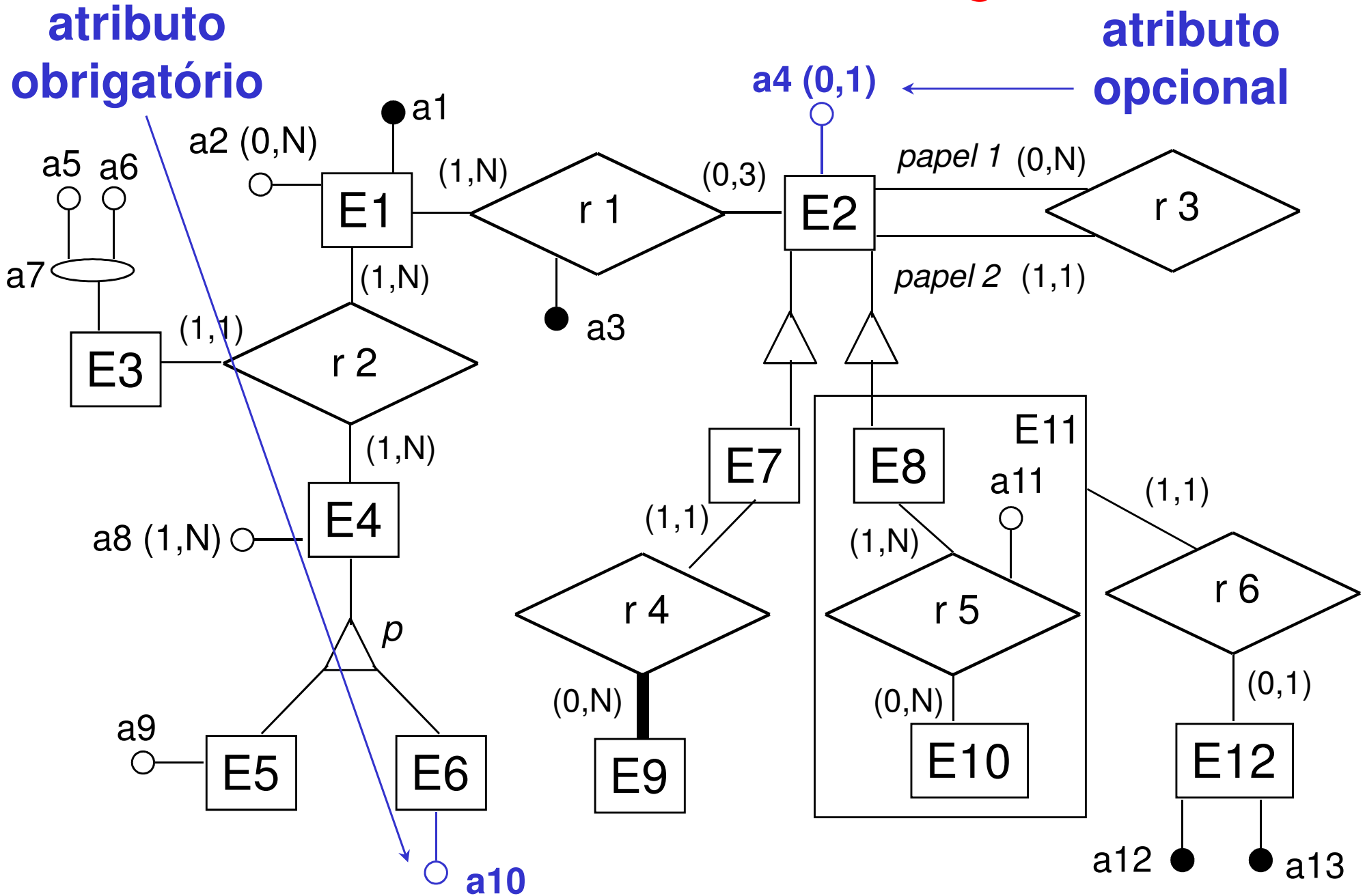
Modelo ER - Notação



Modelo ER - Notação



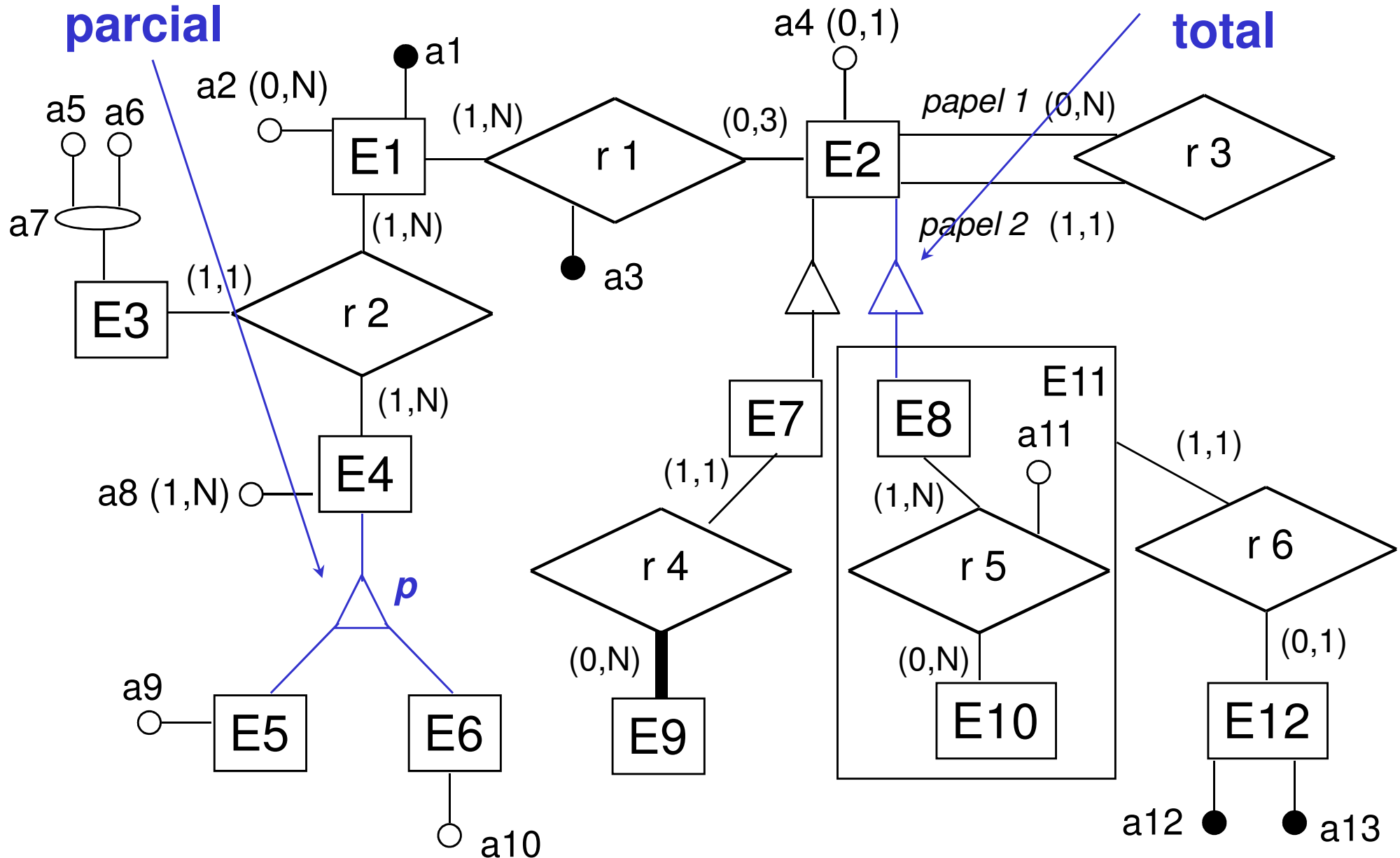
Modelo ER - Notação



Modelo ER - Notação

especialização
parcial

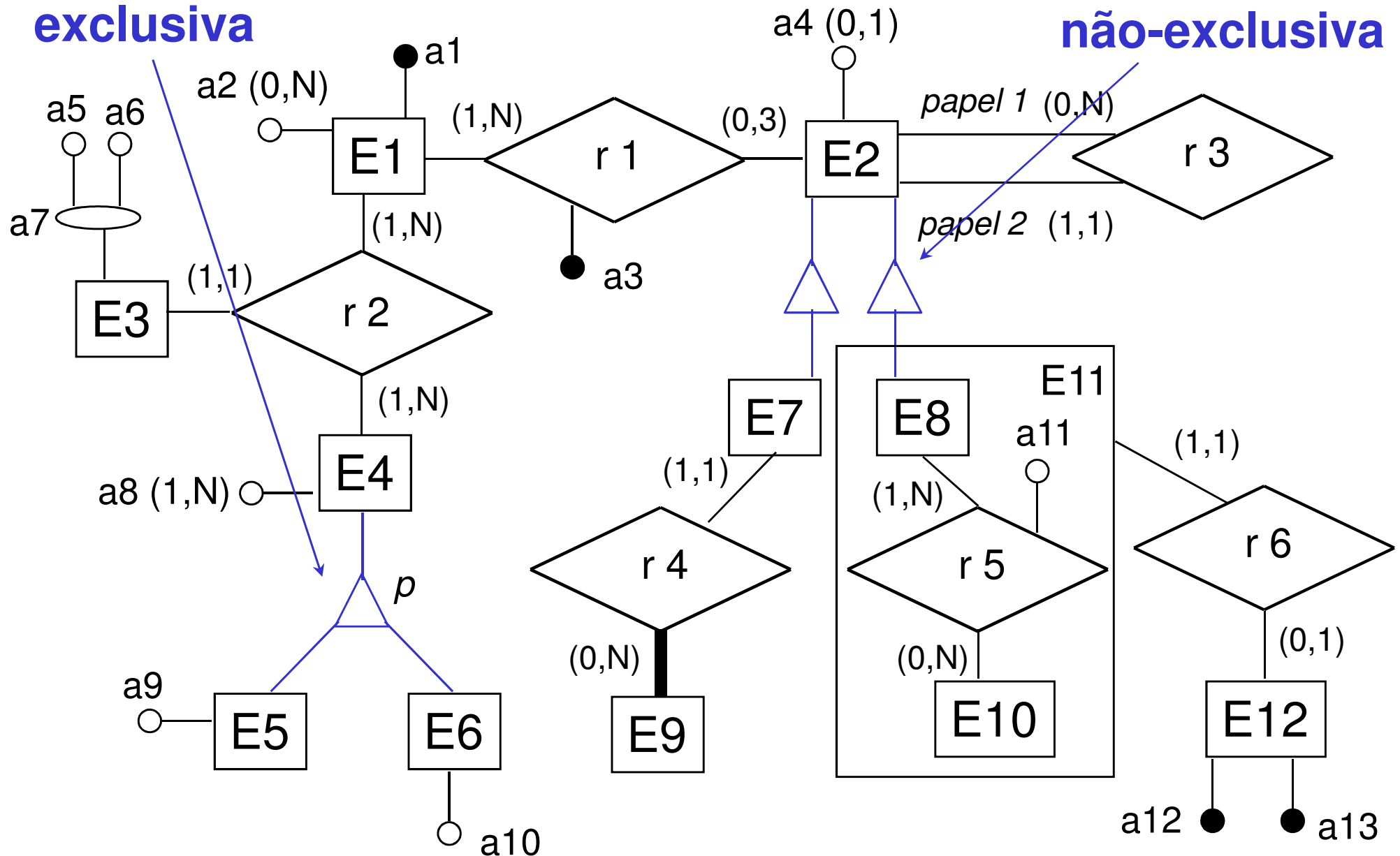
especialização
total



Modelo ER - Notação

especialização
exclusiva

especialização
não-exclusiva

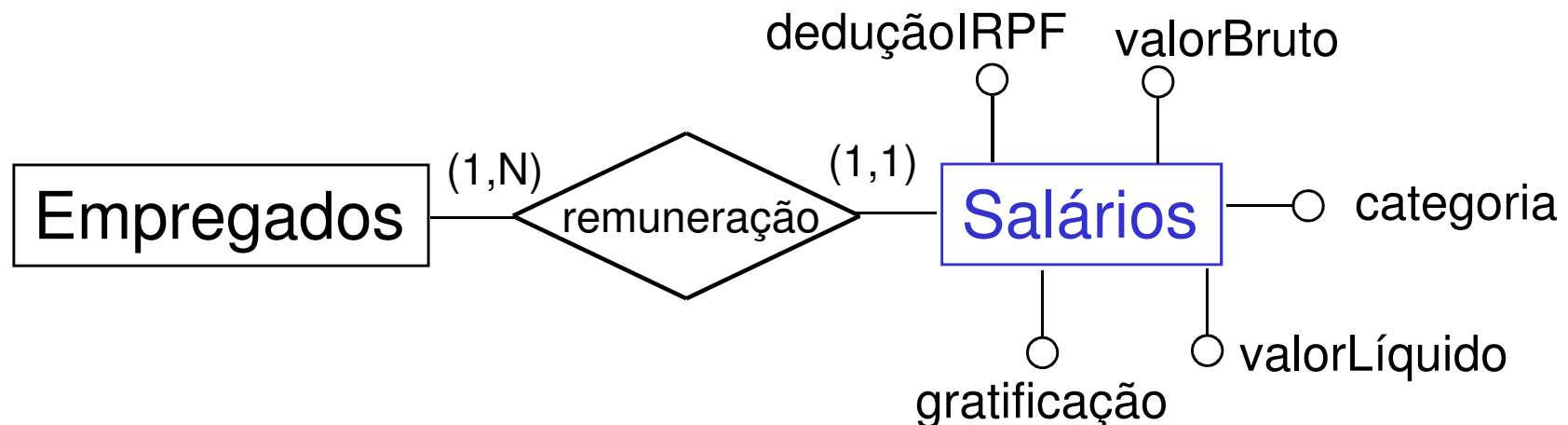


Sumário

1. Projeto de BD: objetivo e etapas
2. Modelagem Conceitual
 - 2.1 Modelo ER
 - 2.2 Dicas de Modelagem**
 - 2.3 Exercícios
3. Mapeamento ER-Relacional
 - 3.1 Regras de Mapeamento
 - 3.2 Exercícios

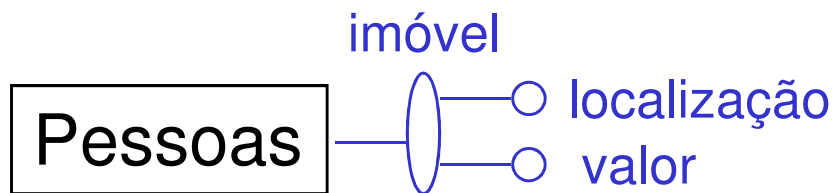
Dicas de Modelagem Conceitual

- Entidade X Atributo
 - a opção por **entidade** é válida se *existem propriedades* (atributos e relacionamentos) e *transações* relevantes para o fato

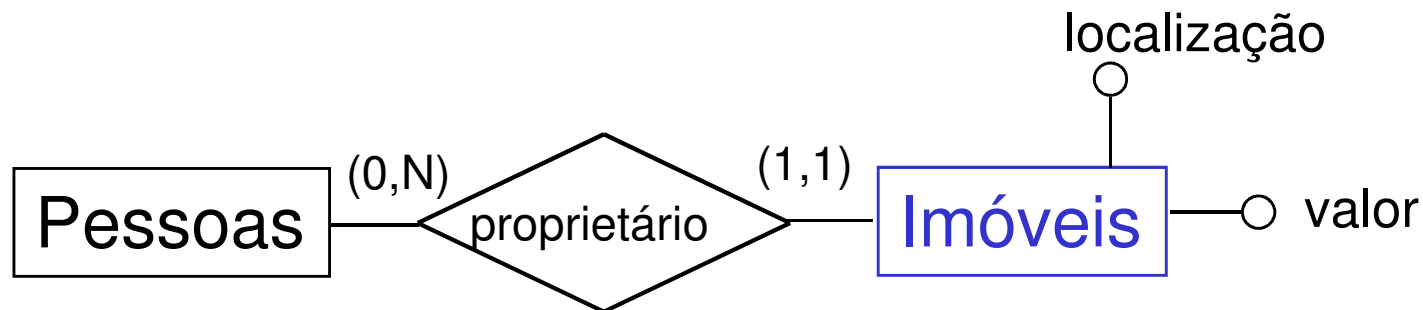


Dicas de Modelagem Conceitual

- Entidade X Atributo Composto
 - a opção por **atributo composto** é válida se *existe noção de agregação*



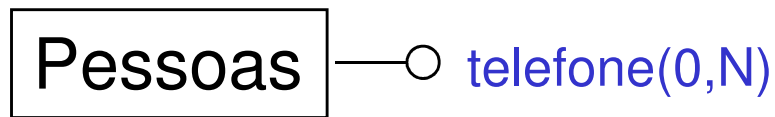
aplicação comercial (setor de crediário de uma loja)



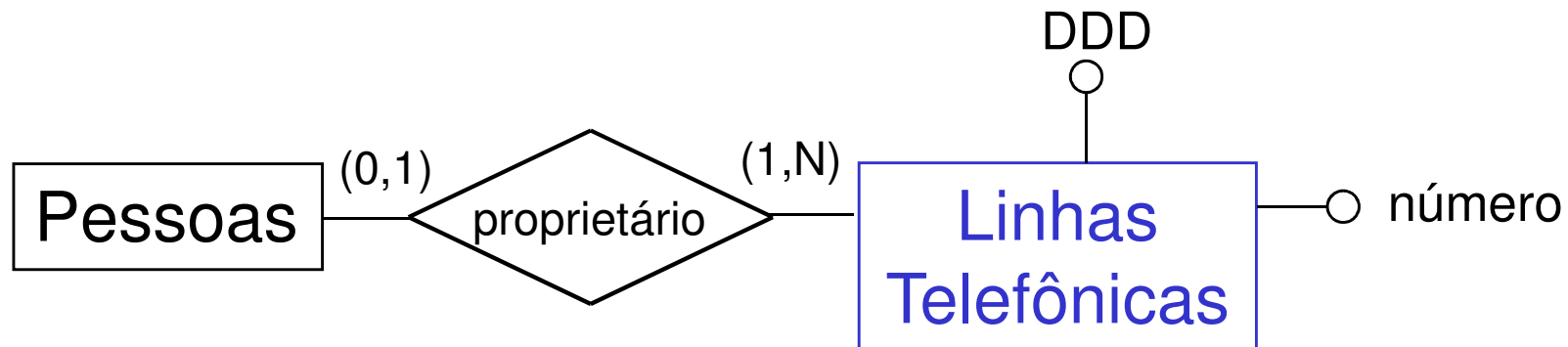
aplicação de negócio imobiliário

Dicas de Modelagem Conceitual

- Entidade X Atributo Multivalorado
 - a opção por **atributo multivalorado** é válida se *existe noção de agregação*



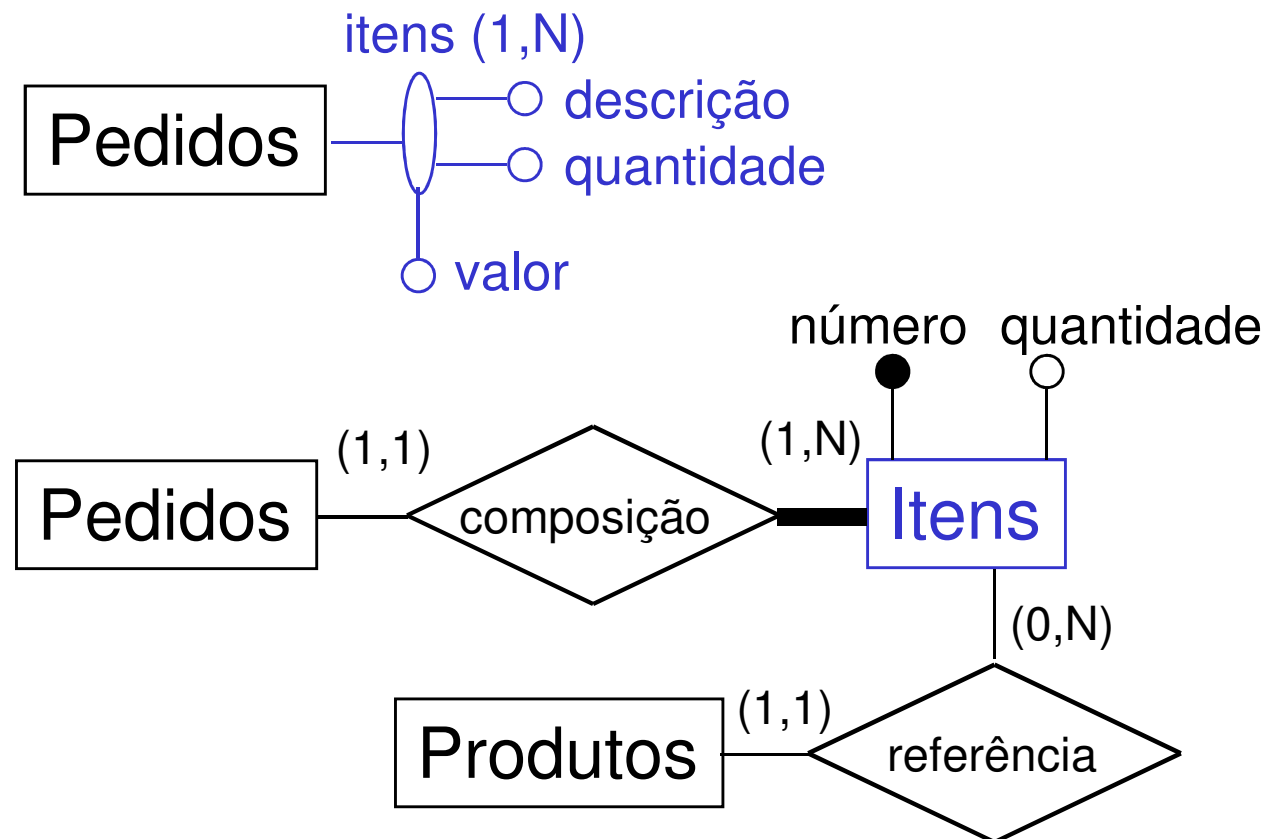
aplicação comercial (setor de crediário de uma loja)



aplicação: companhia telefônica

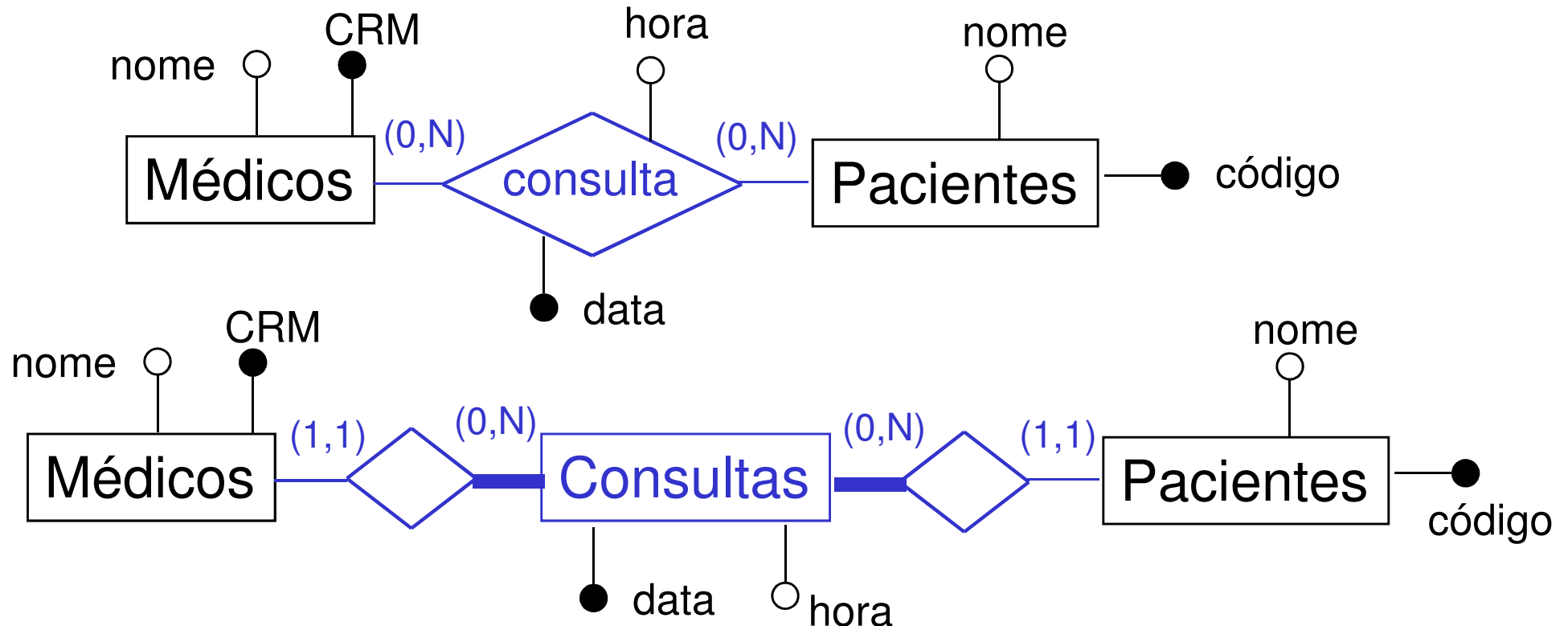
Dicas de Modelagem Conceitual

- Entidade Fraca X Atributo
 - a opção por **atributo** é válida se o fato não possui outros relacionamentos



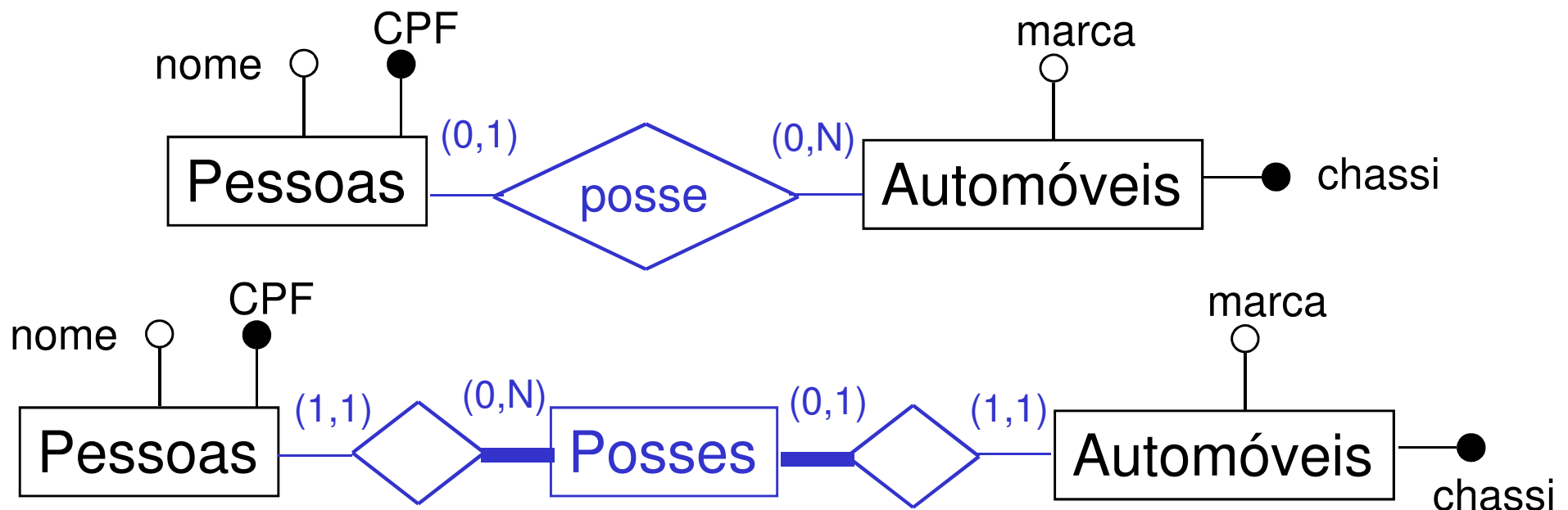
Dicas de Modelagem Conceitual

- Entidade X Relacionamento
 - admite-se representações equivalentes
 - a opção por **relacionamento** é recomendada se *não existem propriedades* associadas ao fato
 - a opção por **entidade** é recomendada se *existe um identificador explícito* para o fato (ex.: ID da consulta)



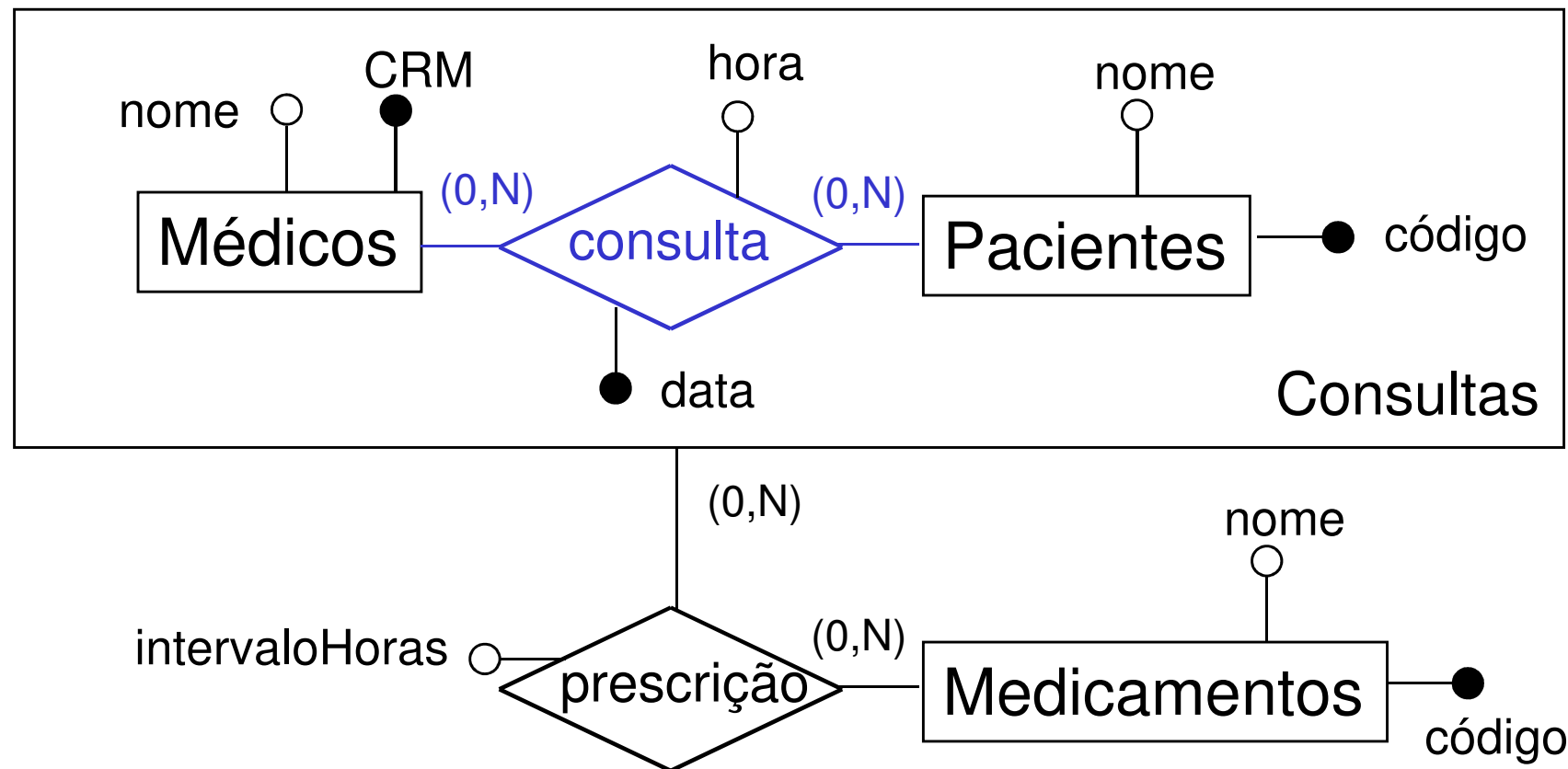
Dicas de Modelagem Conceitual

- Entidade X Relacionamento
 - a opção por **entidade** introduz uma indireção na associação entre fatos
 - não recomendável, especialmente para casos *um-para-um* e *um-para-muitos*
 - não geram o mesmo banco de dados relacional!



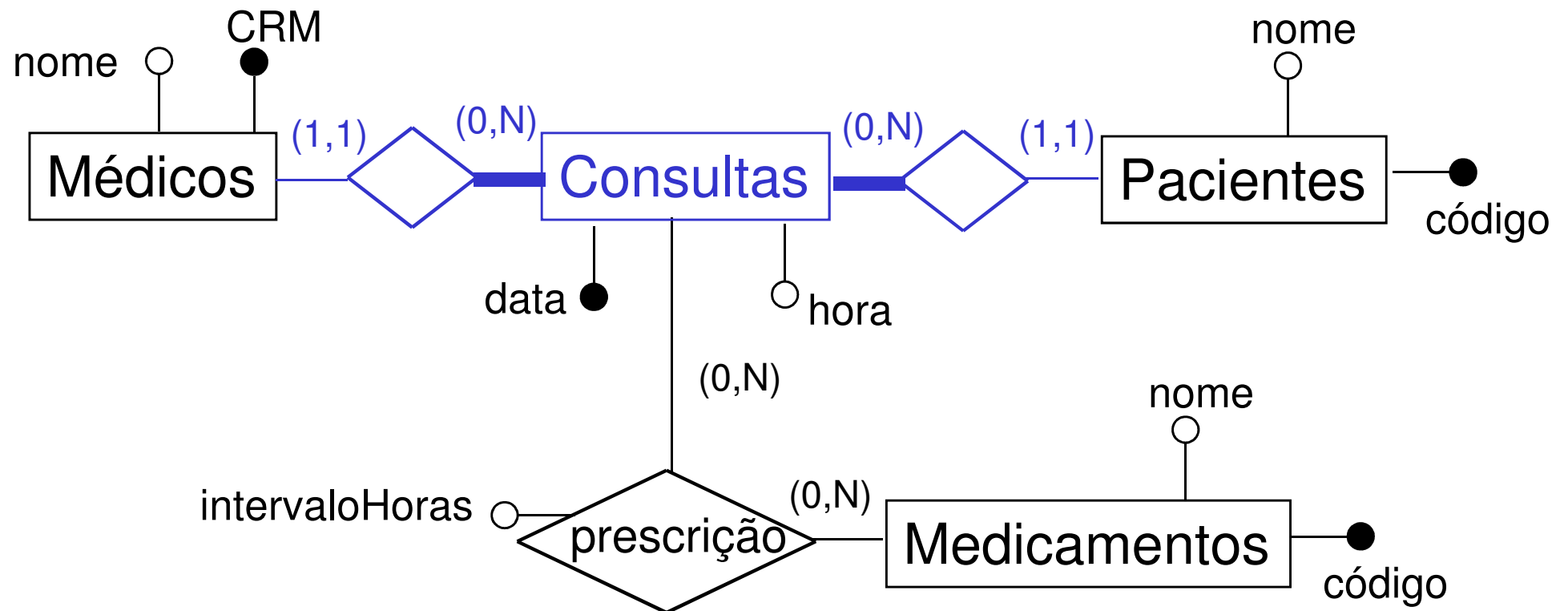
Dicas de Modelagem Conceitual

- Entidade X Entidade Associativa
 - admite-se representações equivalentes
 - levar em conta as recomendações do caso anterior (entidade X relacionamento)



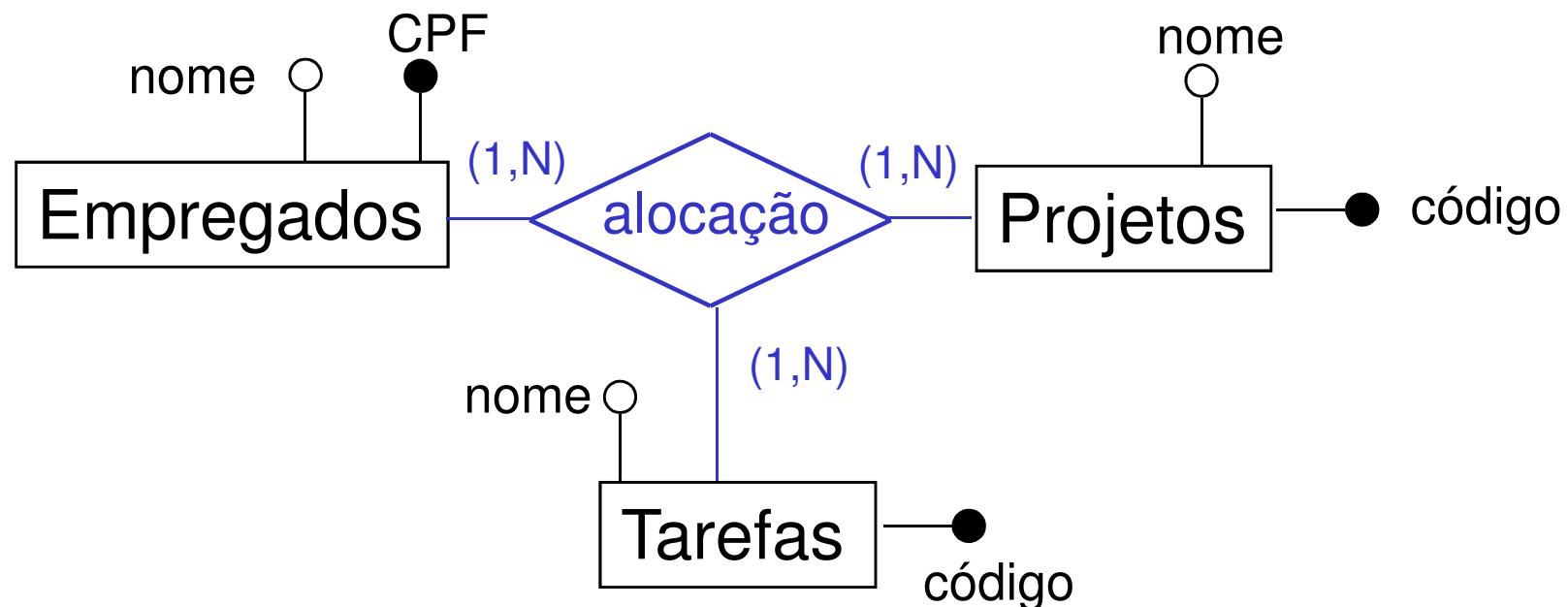
Dicas de Modelagem Conceitual

- Entidade X Entidade Associativa



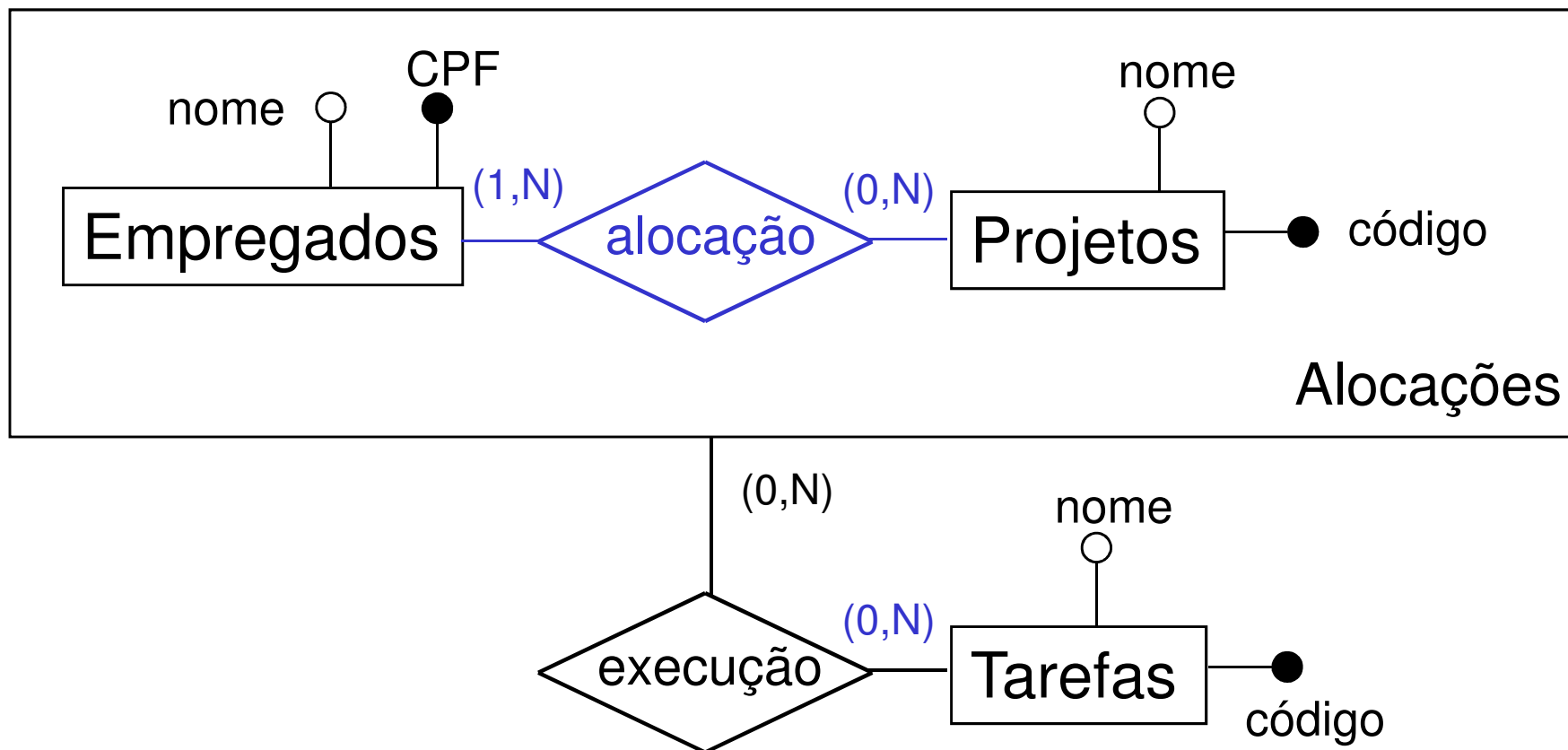
Dicas de Modelagem Conceitual

- Entidade Associativa X Relacionamento N-Ário
 - recomenda-se a opção por **relacionamento n-ário** apenas se a *participação for obrigatória* para todas as entidades
 - evita problemas de identificação do relacionamento



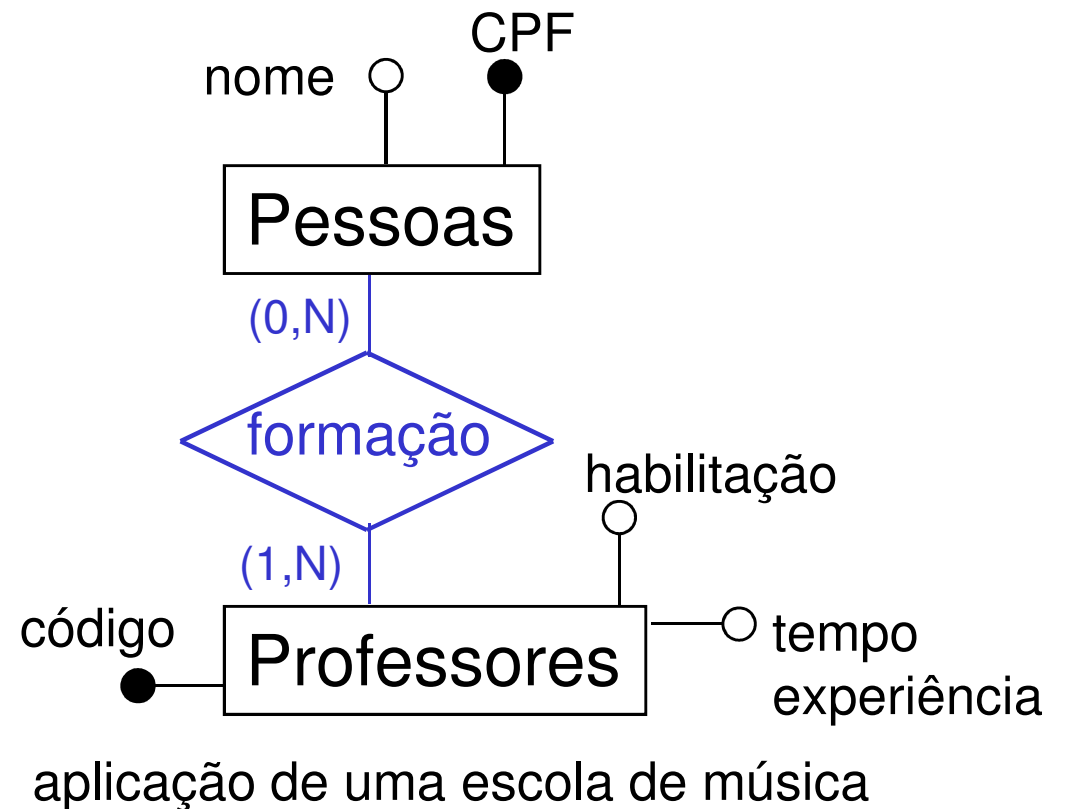
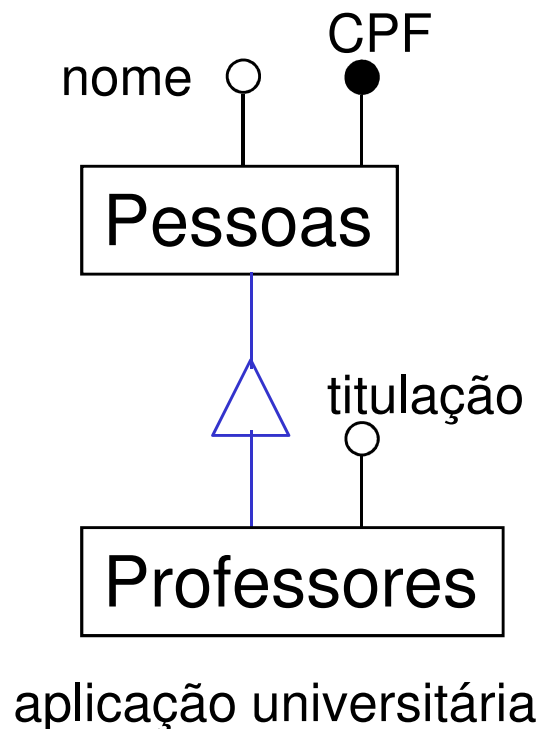
Dicas de Modelagem Conceitual

- Entidade Associativa X Relacionamento N-Ário
 - recomenda-se a opção por **entidade associativa** se *a participação não for obrigatória* para todas as entidades



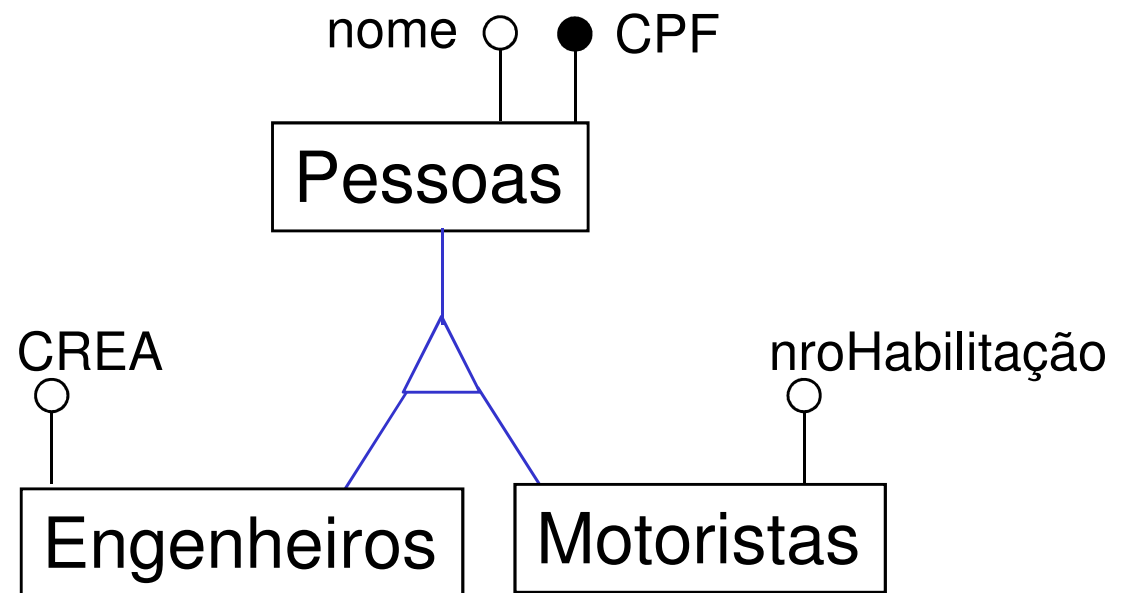
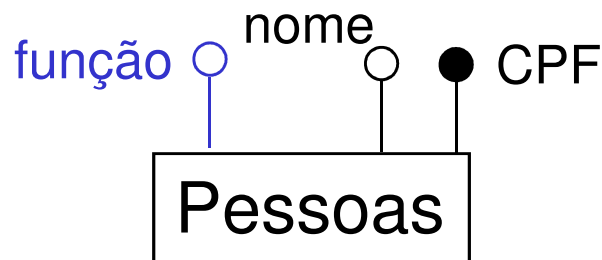
Dicas de Modelagem Conceitual

- Relacionamento X Especialização
 - a opção por **especialização** é válida se houver uma associação *um-para-um* entre as entidades participantes



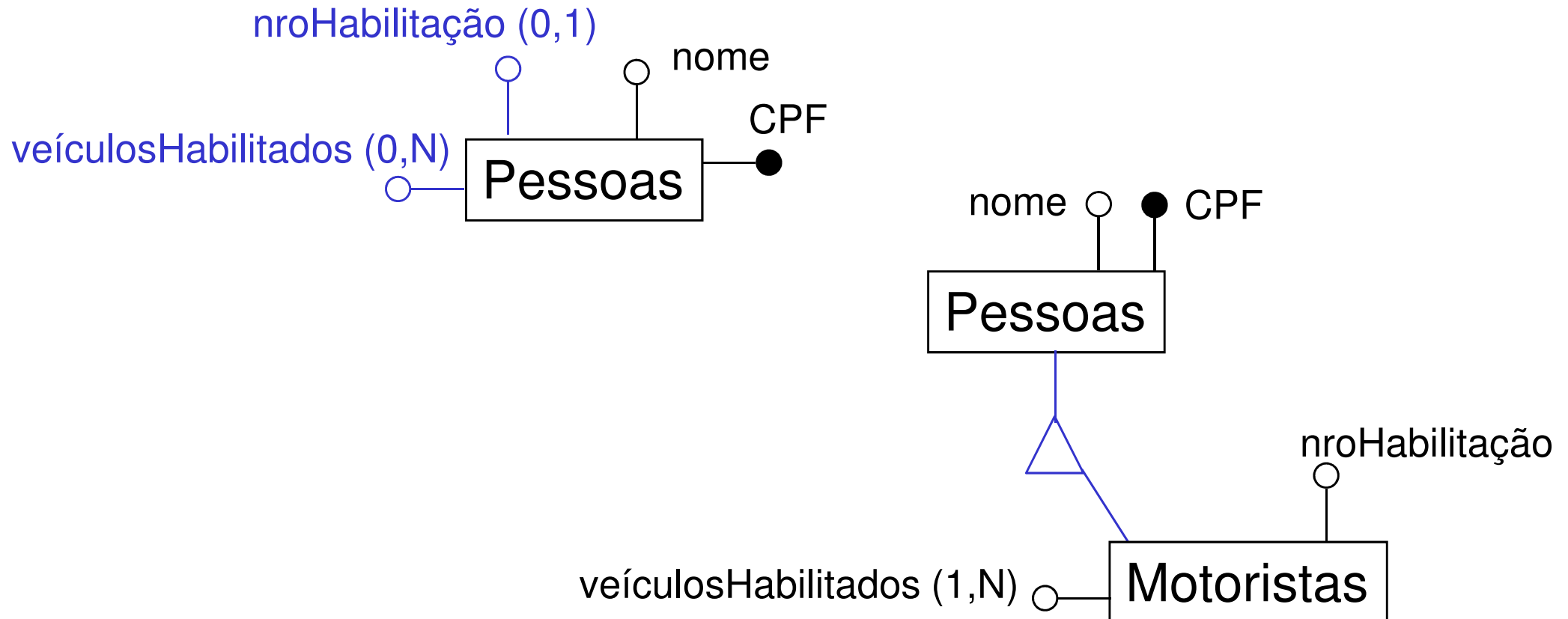
Dicas de Modelagem Conceitual

- Atributo X Especialização
 - a opção por **especialização** é válida se houver *atributos e/ou relacionamentos* relevantes para os fatos especializados



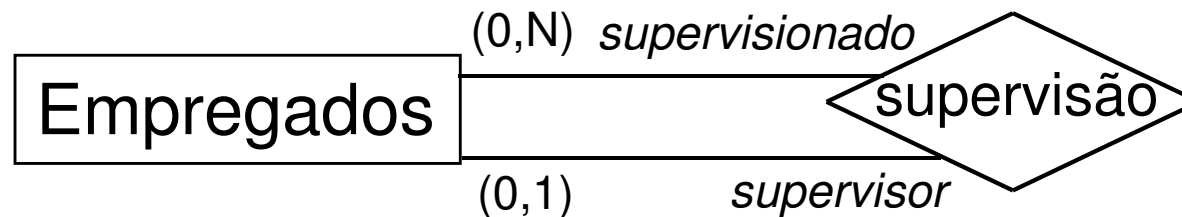
Dicas de Modelagem Conceitual

- Atributo X Especialização
 - atenção: atributos opcionais podem sugerir a modelagem de uma *entidade especializada*

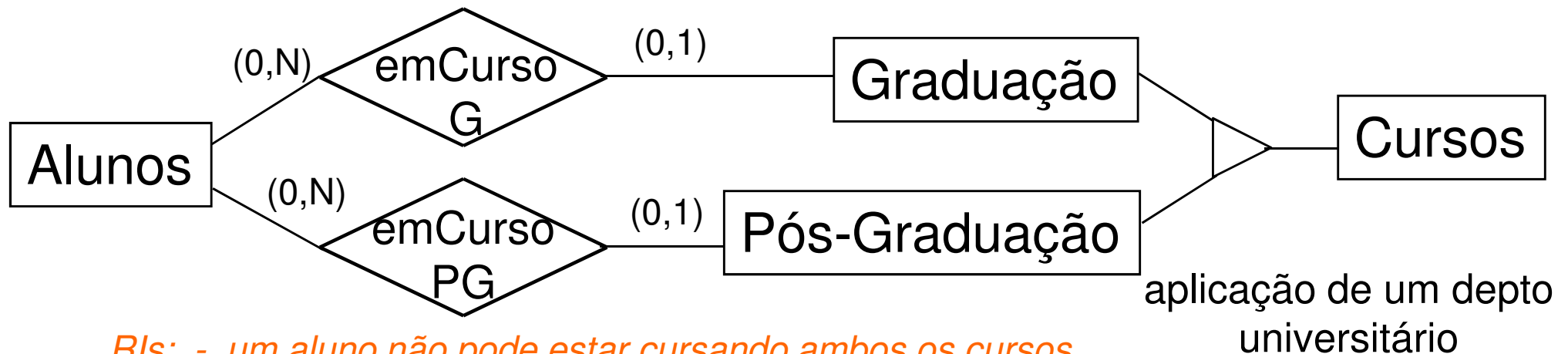


Dicas de Modelagem Conceitual

- Limitações no poder de expressão!
 - exige a *documentação de restrições de integridade em anexo*



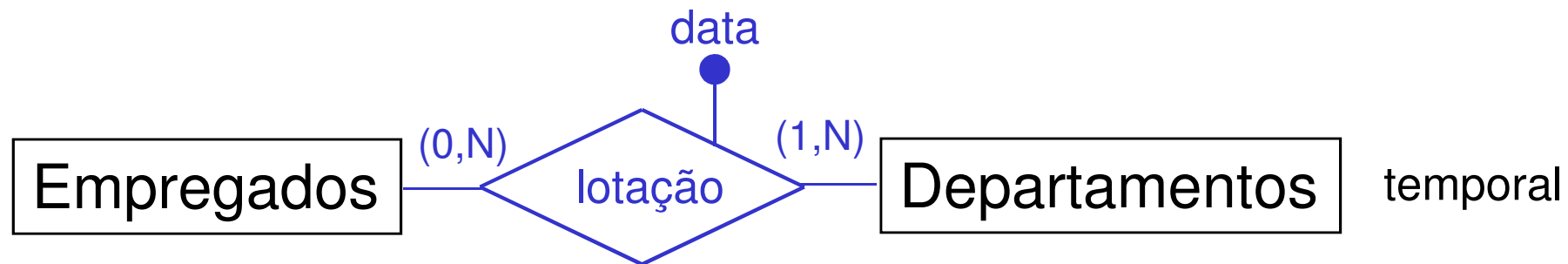
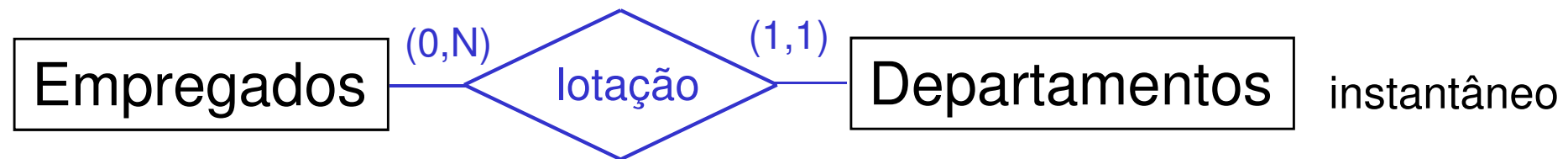
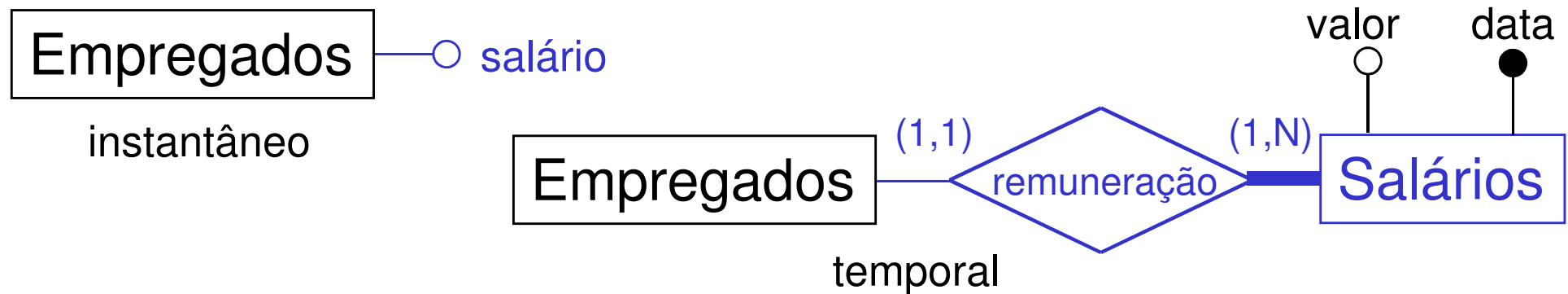
RI's: - um empregado não pode ser supervisor de si próprio
- ciclos em hierarquias de supervisão não são permitidos



RI's: - um aluno não pode estar cursando ambos os cursos
- um aluno deve estar cursando pelo menos um dos cursos

Dicas de Modelagem Conceitual

- Consideração de *aspectos temporais*
 - atenção: alteram a modelagem conceitual!



Dicas de Modelagem Conceitual

- Entidade isolada
 - pode-se admitir a sua representação



DicasDidáticas

(mostrada aleatoriamente sempre que uma *home-page* é aberta)

OK !



Empresa

OK ?

Dicas de Modelagem Conceitual

- Validação do esquema conceitual
 - **substantivos** para nomes de relacionamentos
 - minimizam a redundância de nomes
 - nomes mais adequados para futuros conceitos lógicos (tabelas, atributos)
 - cardinalidade de relacionamentos
 - na dúvida, definir **cardinalidades opcionais**
 - menos restritivas
 - reduzem os controles de integridade no BD
 - » dependências de inserção e controles na atualização

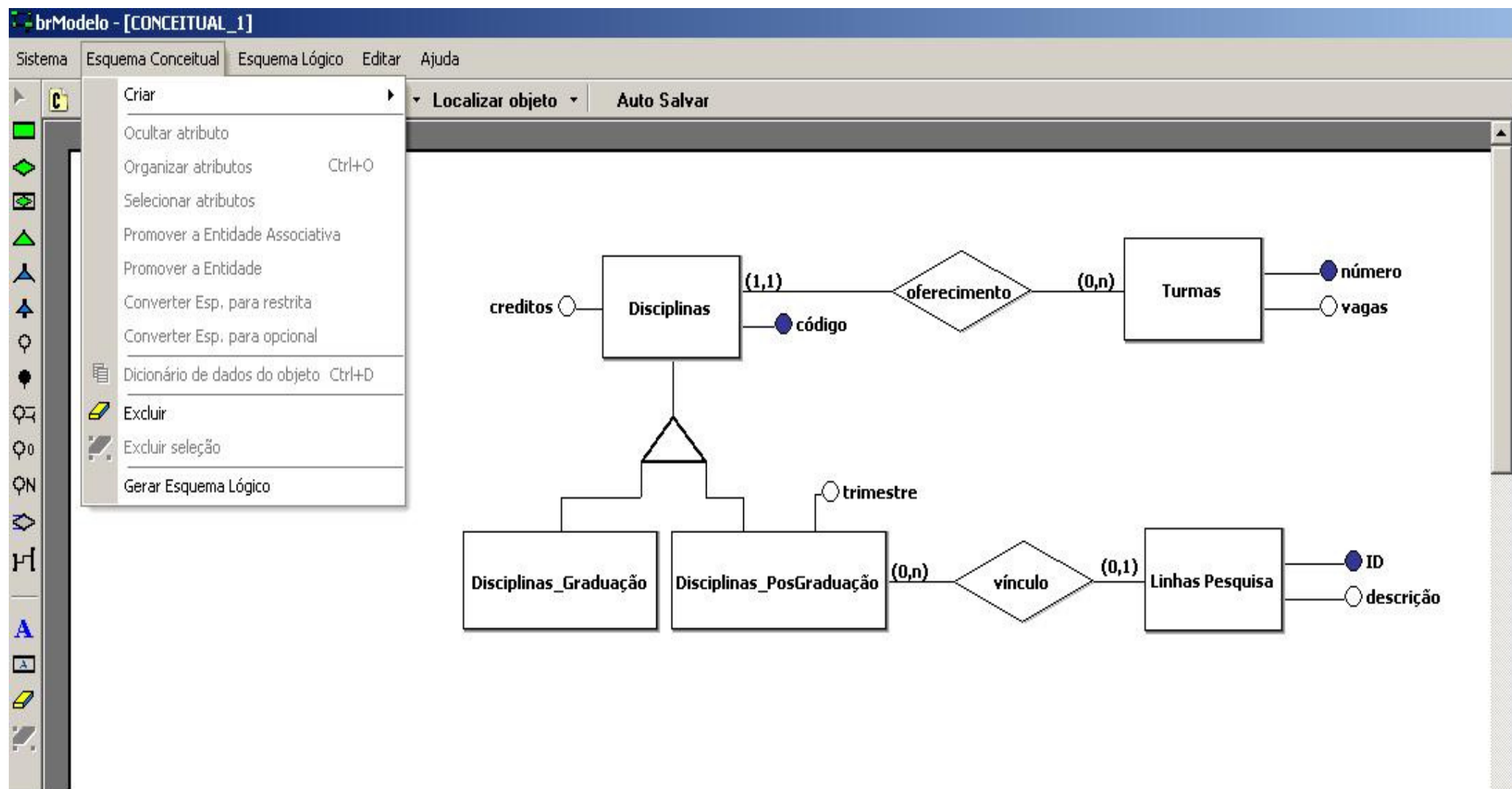


Sumário

1. Projeto de BD: objetivo e etapas
2. Modelagem Conceitual
 - 2.1 Modelo ER
 - 2.2 Dicas de Modelagem
 - 2.3 Exercícios**
3. Mapeamento ER-Relacional
 - 3.1 Regras de Mapeamento
 - 3.2 Exercícios

Ferramenta brModelo

- Modelagem conceitual ER – notação Peter Chen
- Mapeamento semi-automático ER-relacional
- Armazenamento XML de modelagens



Exercício Modelagem 1 - Clínica

Cada médico que trabalha na clínica é identificado pelo seu CRM, possui um nome, uma data de admissão na clínica e um salário. Um médico tem formação em diversas especialidades (ortopedia, traumatologia, etc), mas só exerce uma delas na clínica. Para todo paciente internado na clínica são cadastrados alguns dados pessoais: código (único), nome, RG, CPF, endereço, telefone(s) para contato e data do nascimento. Um paciente tem sempre um determinado médico como responsável, com um horário de visita diário predeterminado. Pacientes estão sempre internados em quartos individuais, que são identificados por um número e estão em um andar da clínica.

Exercício 2 - Museu

Cada obra no museu possui um *código*, um *título* e um *ano*. Obras ou são pinturas ou são esculturas. No primeiro caso, são dados importantes o *estilo* (por exemplo, impressionista). No caso de esculturas, são importantes o *peso* e os *materiais* de que é feita (por exemplo, argila, madeira, etc). Uma obra pode estar exposta em um único salão, em uma determinada *posição* neste salão. Um salão, que geralmente abriga várias obras, é identificado por um *número* e está em um *andar* do museu. Certos dados a respeito dos autores de cada obra também são relevantes: *código*, *nome* e *nacionalidade*. Uma obra é produzida por apenas um autor, porém, pode existir mais de uma obra de um mesmo autor no museu. No museu trabalham funcionários, cada um possuindo um *ID*, *CPF*, um *nome* e um *salário*. Funcionários ou são guardas ou são restauradores de obras. No primeiro caso, mantêm-se dados sobre a *hora de entrada* e *hora de saída*. No caso de restauradores, qual a sua *especialidade*. Um guarda é responsável pela segurança de um único salão, que pode ser vigiado por vários guardas. Um restaurador pode estar realizando a manutenção de várias obras. Uma obra, caso esteja em manutenção, está nas mãos de apenas um restaurador. Para cada manutenção deve-se registrar a *data de início* e a *data prevista de término* do trabalho, uma *descrição* do serviço a ser feito e um *custo* previsto para realizar a manutenção. Uma manutenção pode estar utilizando uma ou mais matérias-primas. Uma matéria-prima possui um *código*, um *nome* e uma *quantidade* em estoque. Uma matéria-prima pode estar sendo utilizada em várias manutenções, em uma certa *quantidade*.

Exercício 3 (se der tempo...) - Biblioteca

Um livro tem vários exemplares na biblioteca, como por exemplo, Liv1-Ex1, Liv1-Ex2, Liv2-Ex1. Exemplares estão dispostos em estantes. São mantidos dados detalhados sobre autores e editoras dos livros para fins de consulta. Na biblioteca trabalham bibliotecárias. Cada estante é periodicamente organizada por uma única bibliotecária. Bibliotecárias também realizam empréstimos de exemplares para clientes. Empréstimos cadastrados no BD devem conter a data da devolução e o valor diário da multa, permanecendo no BD até o cliente entregar o exemplar. A bibliotecária que realizou o empréstimo também é relevante de ser mantido no BD. Algumas bibliotecárias são estagiárias. Uma bibliotecária estagiária está sempre sob a responsabilidade de uma bibliotecária efetiva. Deve-se saber também a instituição de ensino da qual a estagiária vem. Defina os atributos que julgares relevantes para os fatos identificados.

Sumário

1. Projeto de BD: objetivo e etapas
2. Modelagem Conceitual
 - 2.1 Modelo ER
 - 2.2 Dicas de Modelagem
 - 2.3 Exercícios
- 3. Mapeamento ER-Relacional**
 - 3.1 Regras de Mapeamento**
 - 3.2 Exercícios

Modelagem Lógica de BD

- Foco
 - mapeamento ER->relacional
- Para 1 esquema ER – N esquemas relacionais
 - existem várias maneiras de “se implementar” uma modelagem conceitual abstrata

Prática de Modelagem Lógica

- Compromisso entre
 - evitar um grande número de tabelas
 - evitar um tempo longo de resposta nas consultas e atualizações de dados
 - implica minimizar junções entre tabelas
 - evitar atributos opcionais
 - evitar tabelas sub-utilizadas
 - implica evitar desperdício de espaço
 - evitar muitos controles de integridade no BD
 - evitar organizações de dados em tabelas que gerem muitos controles de integridade
 - implica evitar muitas dependências entre dados

Processo de Mapeamento

1. Mapeamento preliminar de entidades e seus atributos
2. Mapeamento de especializações
3. Mapeamento de relacionamentos e seus atributos

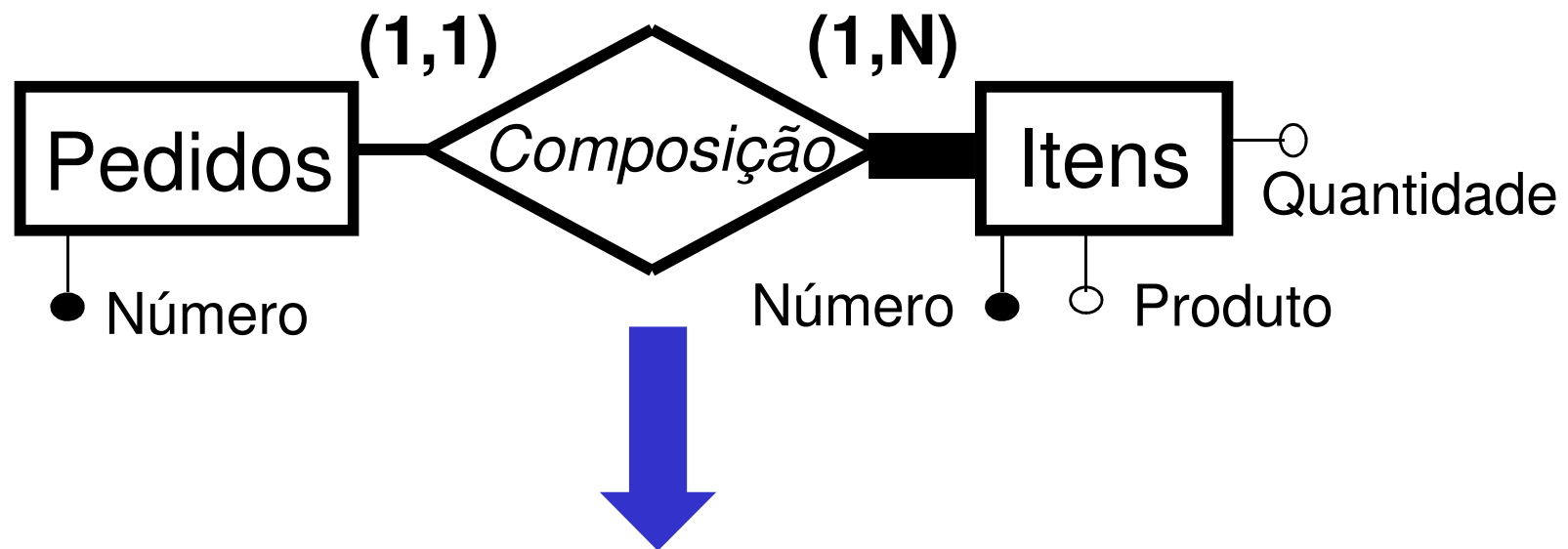
Mapeamento de Entidades



Empregados (CPF, Nome, Idade)

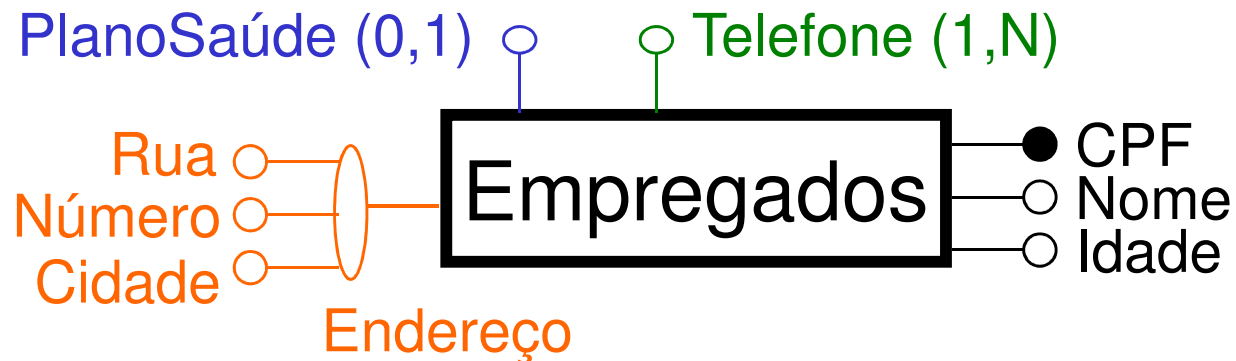
Mapeamento de Entidades Fracas

- Identificador da entidade forte torna-se
 - parte da chave primária na *tabela* correspondente à entidade fraca (*tabelaFraca*)
 - chave estrangeira na *tabelaFraca*



Itens (NroPedido, NroItem, Produto, Quantidade)

Mapeamento de Atributos



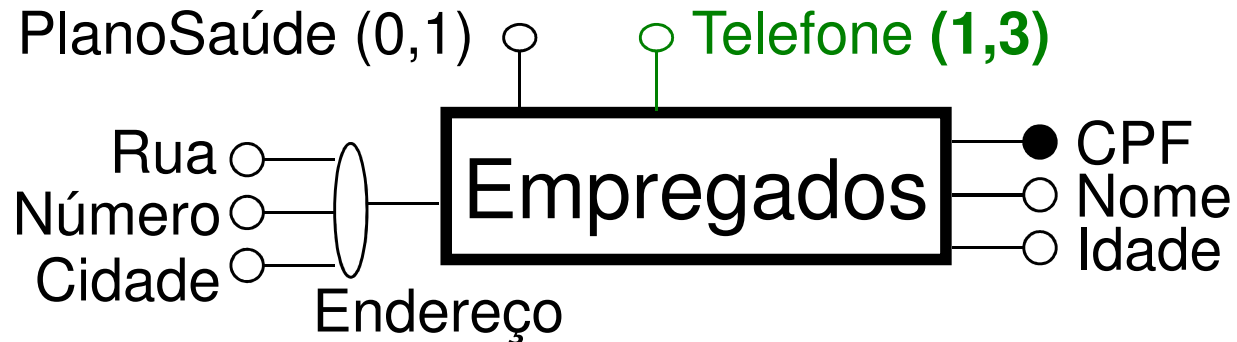
Empregados (CPF, Nome, Idade, **PlanoSaúde**,
Rua, **Número**, **Cidade**)

Telefone(CPF, Número)

ou

Telefone (CPF, Número)

Mapeamento de Atributos



**Empregados (CPF, Nome, Idade, PlanoSaúde,
Rua, Número, Cidade,
FoneRes, FoneCom, Celular)**

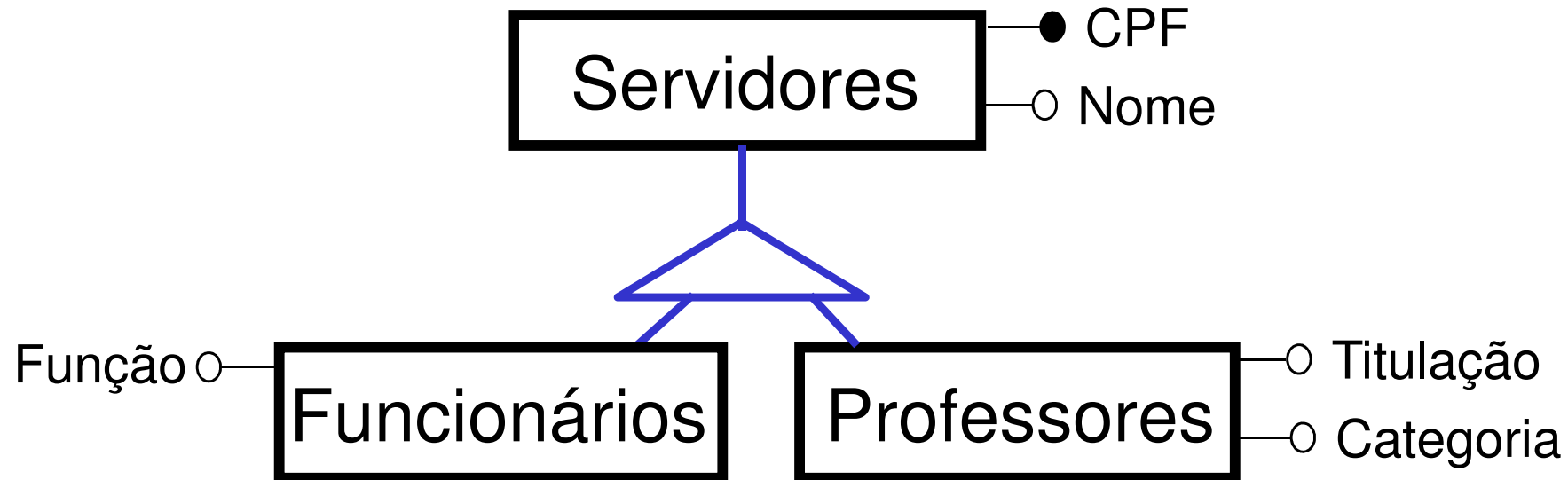
Processo de Mapeamento

1. Mapeamento preliminar de entidades e seus atributos
2. Mapeamento de especializações
3. Mapeamento de relacionamentos e seus atributos

Mapeamento de Especializações

- Três alternativas são geralmente adotadas
 1. **tabela única** para entidade genérica e suas especializações
 2. tabelas para a **entidade genérica** e as **entidades especializadas**
 3. tabelas apenas para as **entidades especializadas**

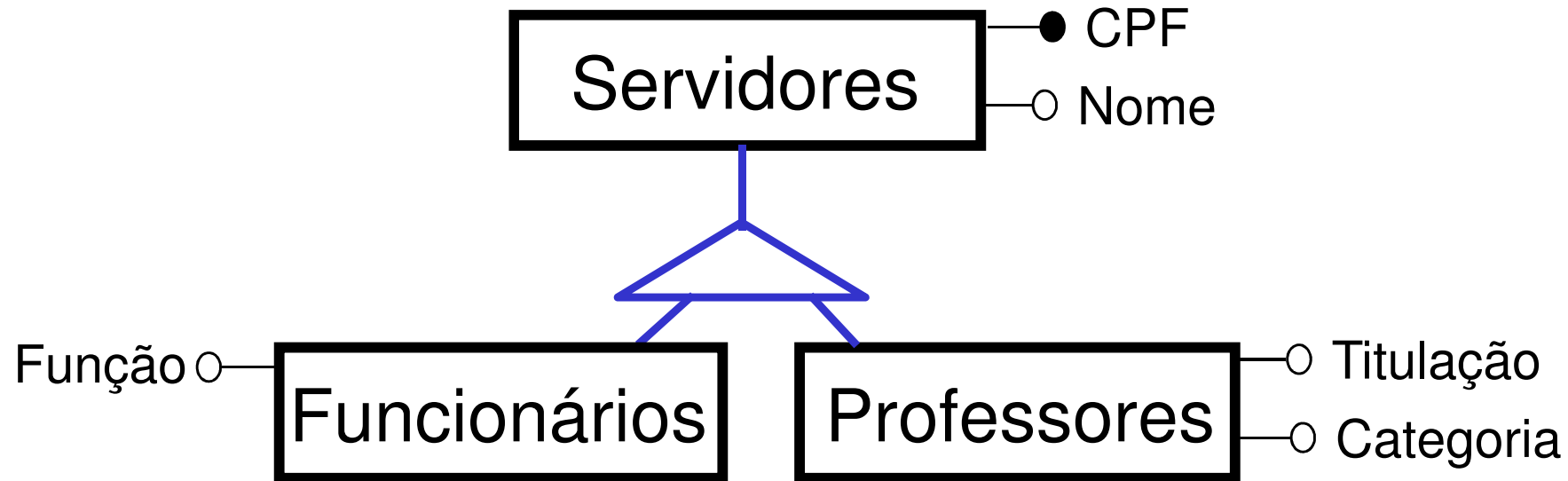
Alternativa 1



Servidores (CPF, Nome, Tipo, Função, Titulação, Categoria)

- **Tipo** pode assumir mais de um valor se a especialização é não-exclusiva

Alternativa 2

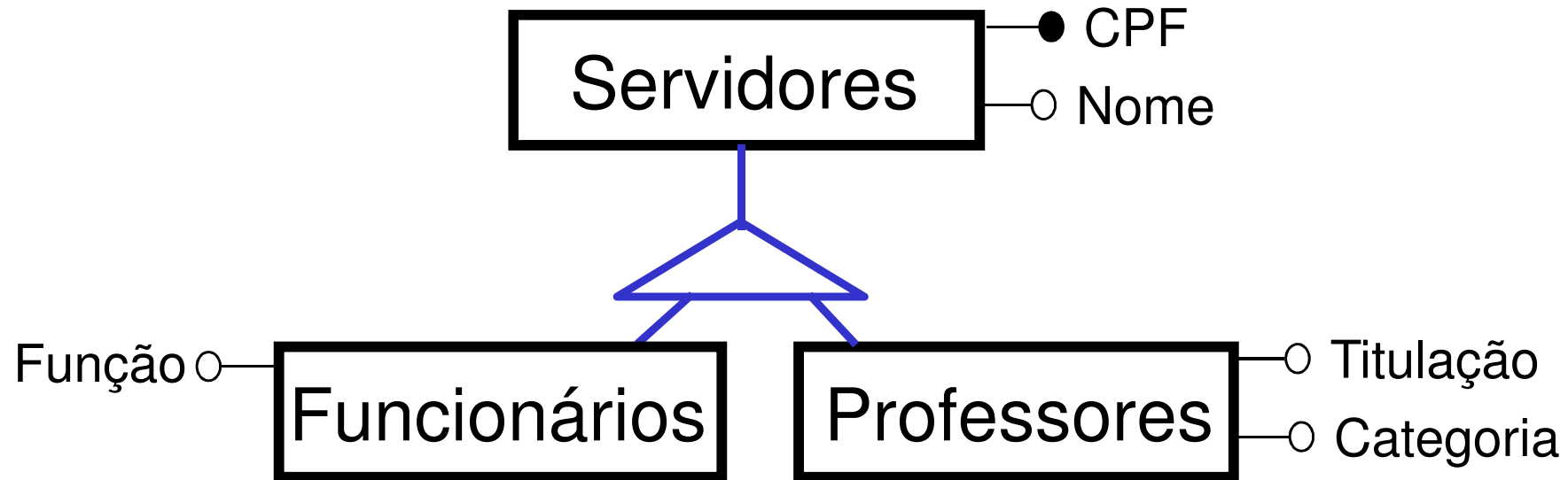


Servidores (CPF, Nome)

Funcionários (CPF, Função)

Professores (CPF, Titulação, Categoria)

Alternativa 3



Funcionários (CPF, Nome, Função)

Professores (CPF, Nome, Titulação, Categoria)

- Não se aplica a especializações parciais

Processo de Mapeamento

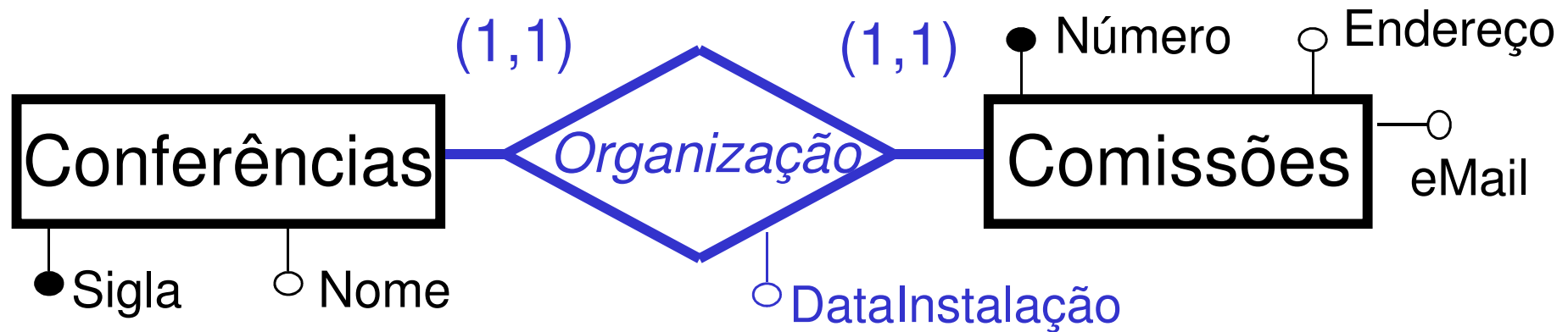
1. Mapeamento preliminar de entidades e seus atributos
2. Mapeamento de especializações
3. Mapeamento de relacionamentos e seus atributos

Mapeamento de Relacionamentos

- Recomendações de mapeamento baseiam-se na **análise da cardinalidade** dos relacionamentos
 - com base nesta análise, algumas alternativas de mapeamento podem ser adotadas
 1. **entidades relacionadas** podem ser **fundidas** em uma única tabela
 2. **tabelas** podem ser criadas para o relacionamento
 3. **chaves estrangeiras** podem ser criadas em tabelas a fim de representar adequadamente o relacionamento

Relacionamento 1-1

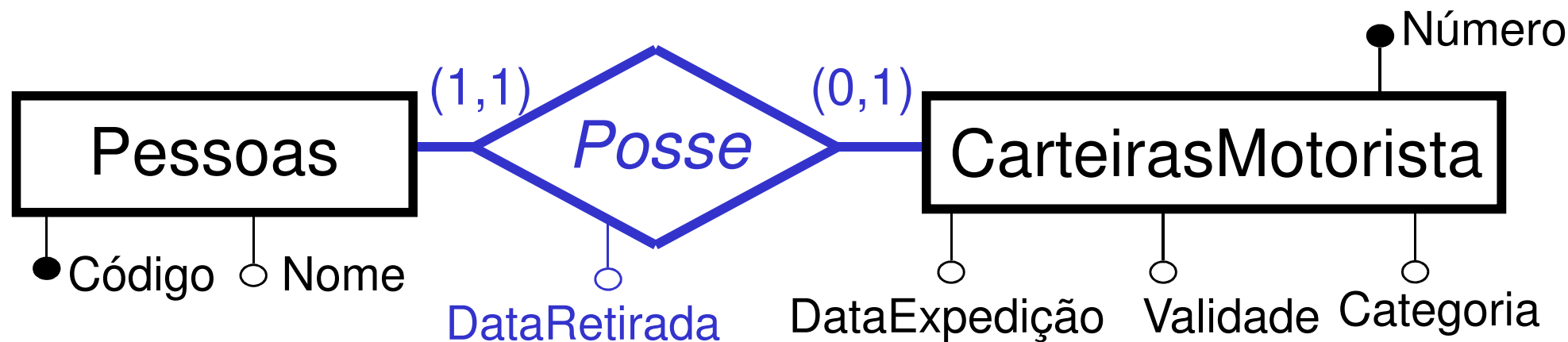
- Obrigatório em ambos os sentidos



Conferências (Sigla, Nome, DataInstCom, NroCom, EndereçoCom, eMailCom)

Relacionamento 1-1

- Opcional em um dos sentidos

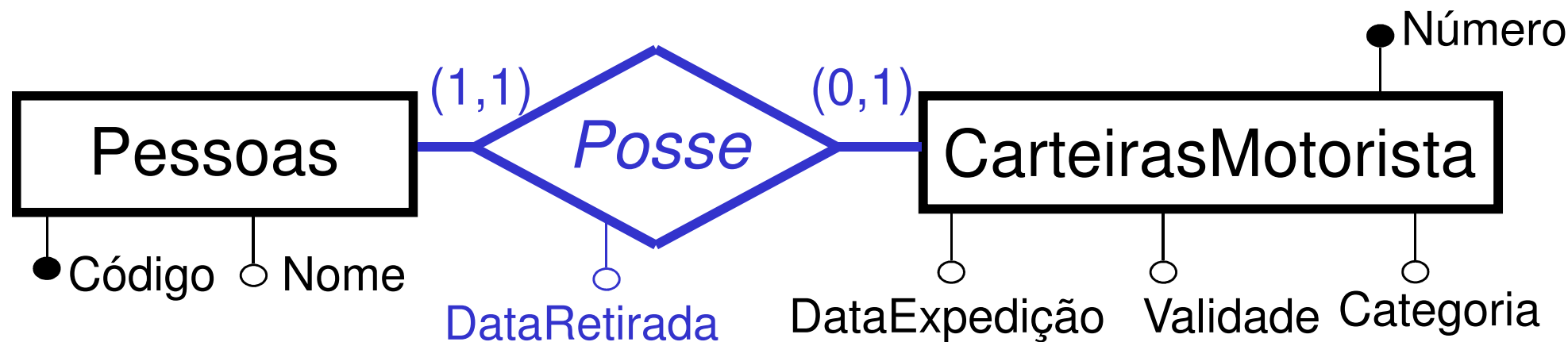


alternativa 1

Pessoas (Código, Nome, NúmeroCarteiraMotorista, DataExpedição, Validade, Categoria, DataRetirada)

Relacionamento 1-1

- Opcional em um dos sentidos



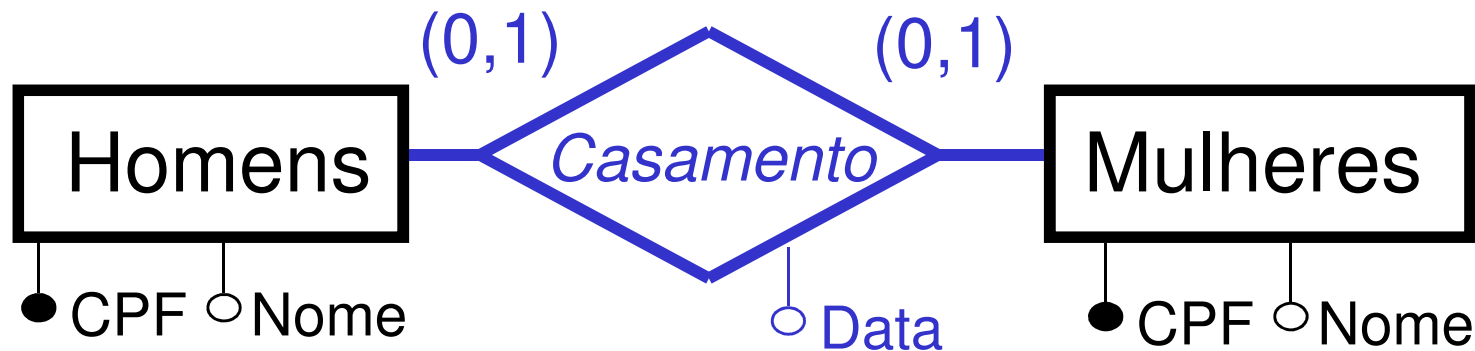
alternativa 2

Pessoas (Código, Nome)

CarteirasMotorista (Número, DataExpedição, Validade, Categoria, Código, DataRetirada)

Relacionamento 1-1

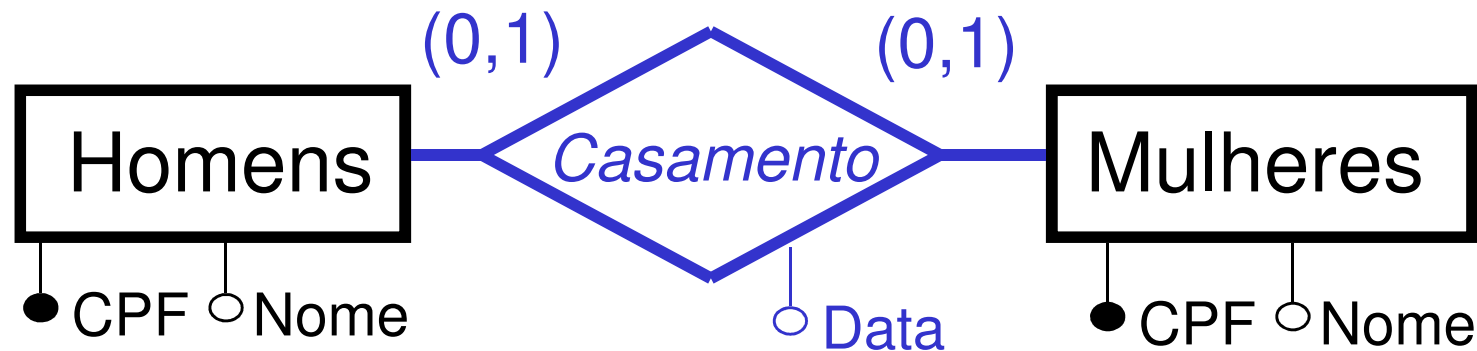
- Opcional em ambos os sentidos



Homens (CPF, Nome) Mulheres (CPF, Nome)
Casamento (CPF_h, CPF_m, Data)

Relacionamento 1-1

- Opcional em ambos os sentidos



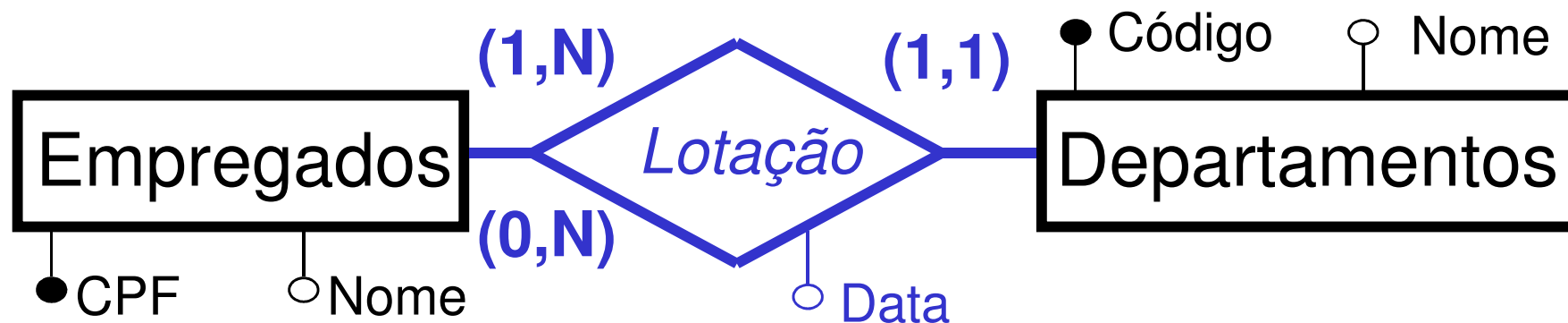
alternativa 2

Homens (CPF, Nome)

Mulheres (CPF, Nome, CPFmarido, DataCasamento)

Relacionamento 1-N

- Obrigatório/opcional no “lado N”

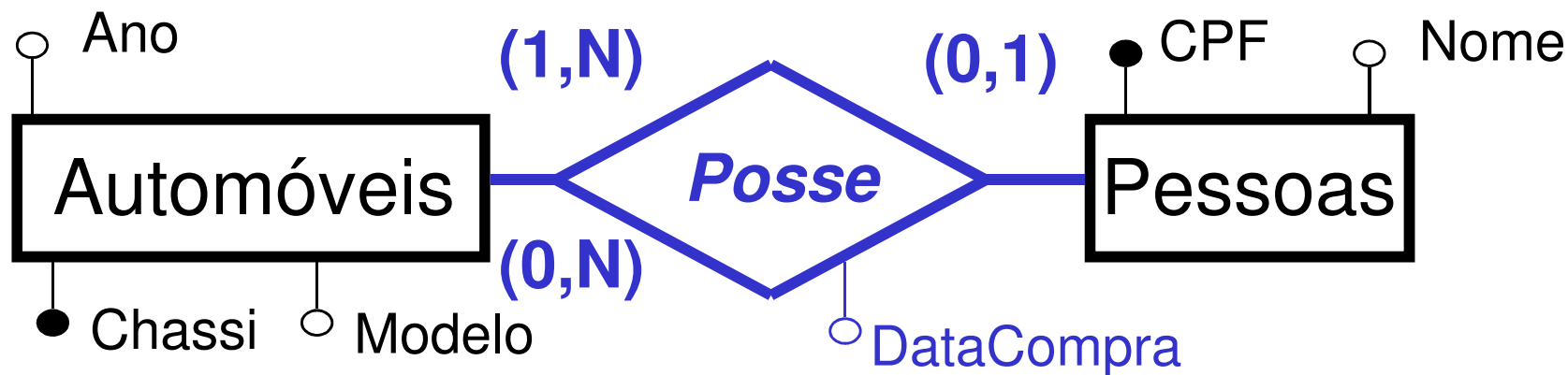


Departamentos (Código, Nome)

Empregados (CPF, Nome, CodDepto, DataLotação)

Relacionamento 1-N

- Opcional no “lado 1”



alternativa 1

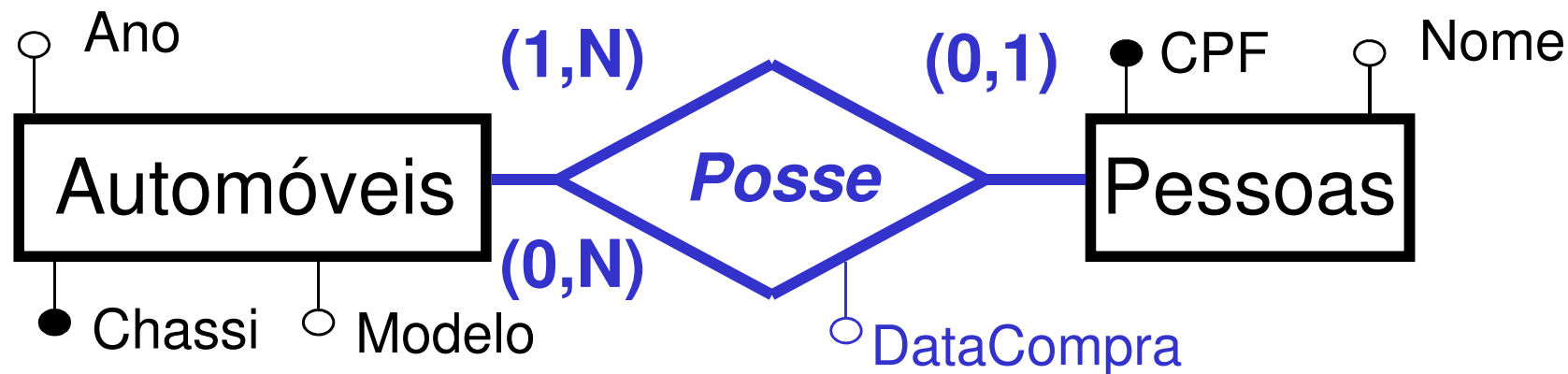
Pessoas (CPF, Nome)

Automóveis (Chassi, Modelo, Ano)

Posse (CPF, Chassi, DataCompra)

Relacionamento 1-N

- Opcional no “lado 1”

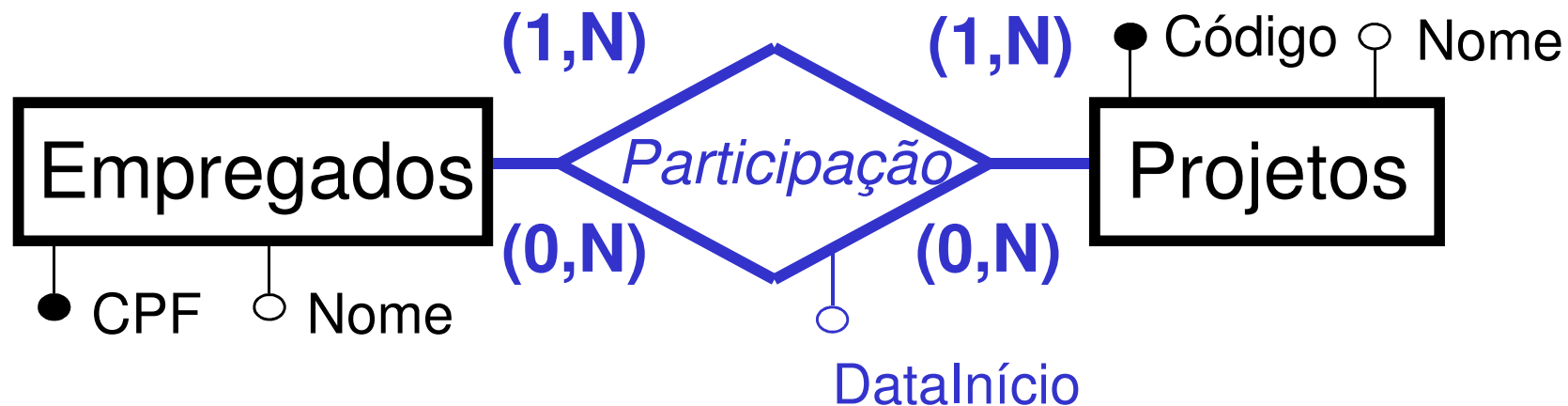


Pessoas (CPF, Nome)

Automóveis (Chassi, Modelo, Ano, CPF, DataCompra)

Relacionamento N-M

- Obrigatório/opcional em ambos os sentidos



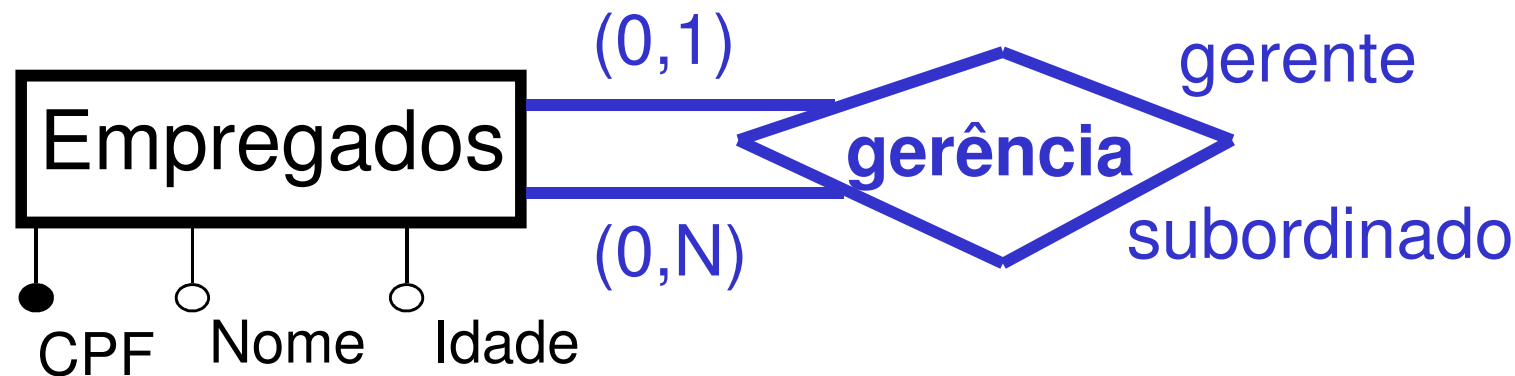
Empregados (CPF, Nome)

Projetos (Código, Nome)

Participação (CPF, Código, DataInício)

Auto-Relacionamento

- Valem as mesmas recomendações anteriores

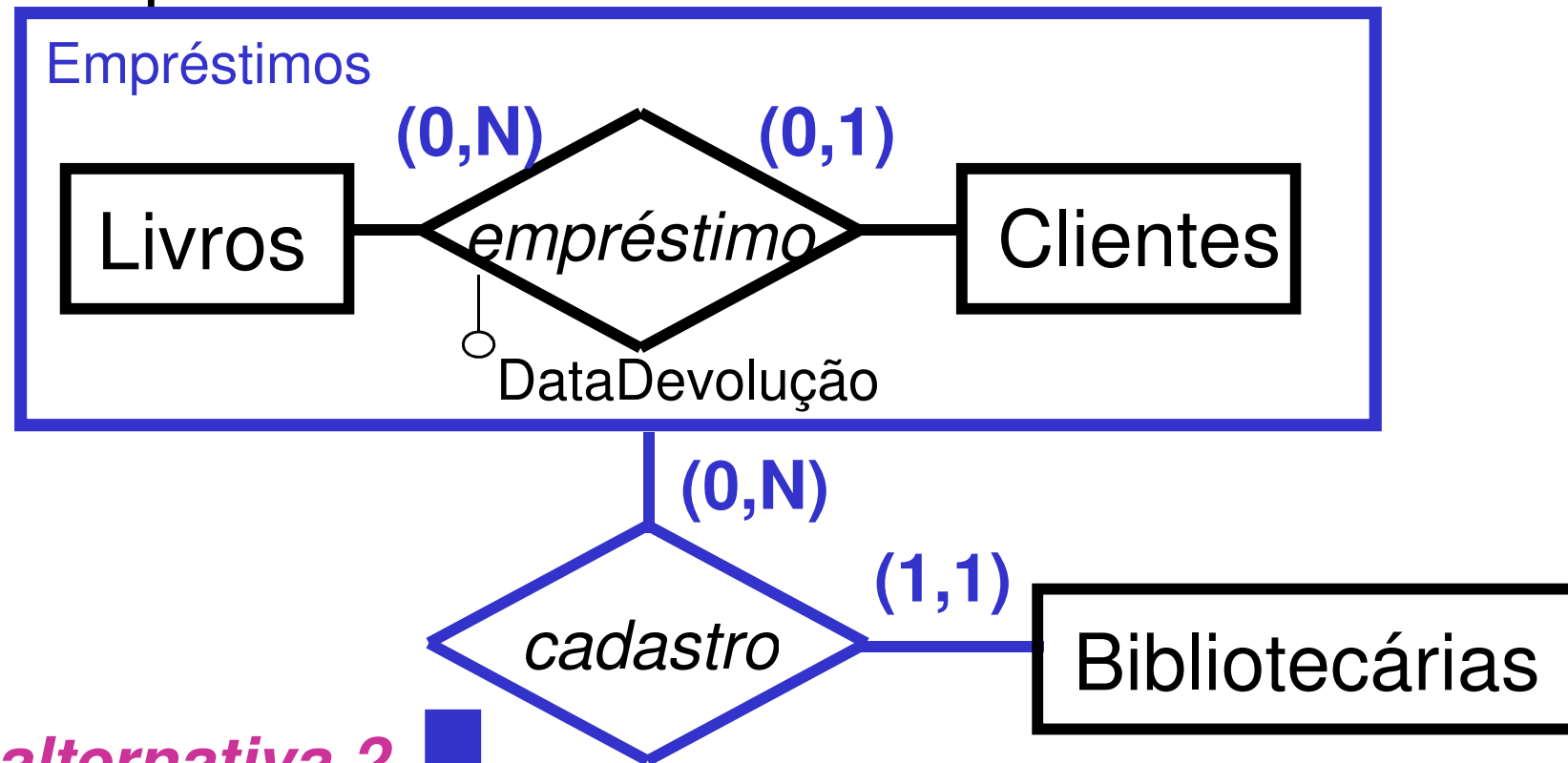


Alternativas:

- 1) $\text{Empregados}(\underline{\text{CPF}}, \text{Nome}, \text{Idade})$
 $\text{Gerência}(\underline{\text{CPF}}_e, \text{CPF}_g)$
- 2) $\text{Empregados}(\underline{\text{CPF}}, \text{Nome}, \text{Idade}, \underline{\text{CPF}}_g)$

Relacionamentos com Entidades Associativas

- Valem as mesmas recomendações anteriores
 - questão: “localizar” a entidade associativa



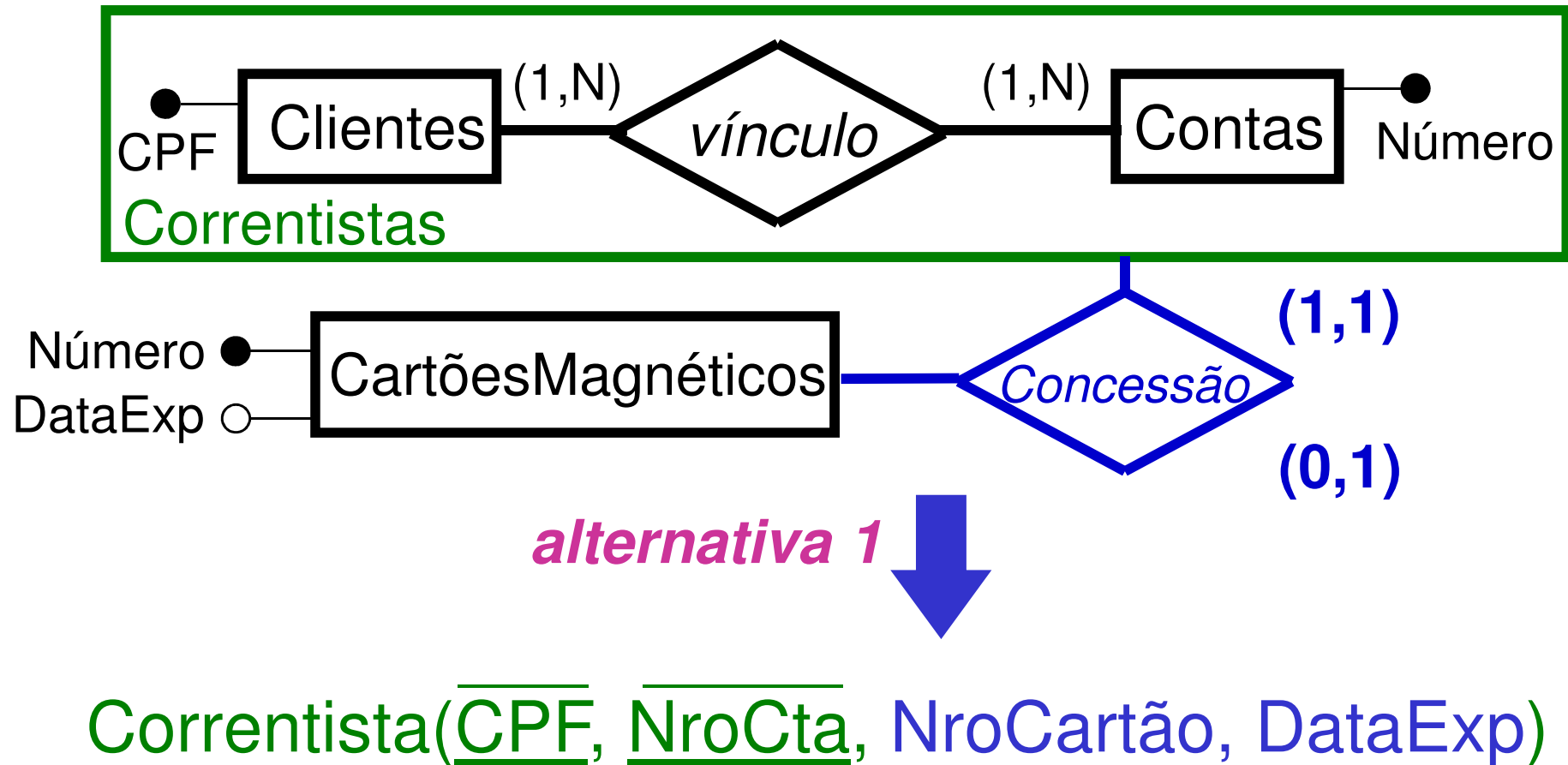
alternativa 2



Livros (Código, ..., CPFcli, DataDevolução, CPFbibl)
Clientes (CPFcli, ...)
Bibliotecárias(CPFbibl, ...)

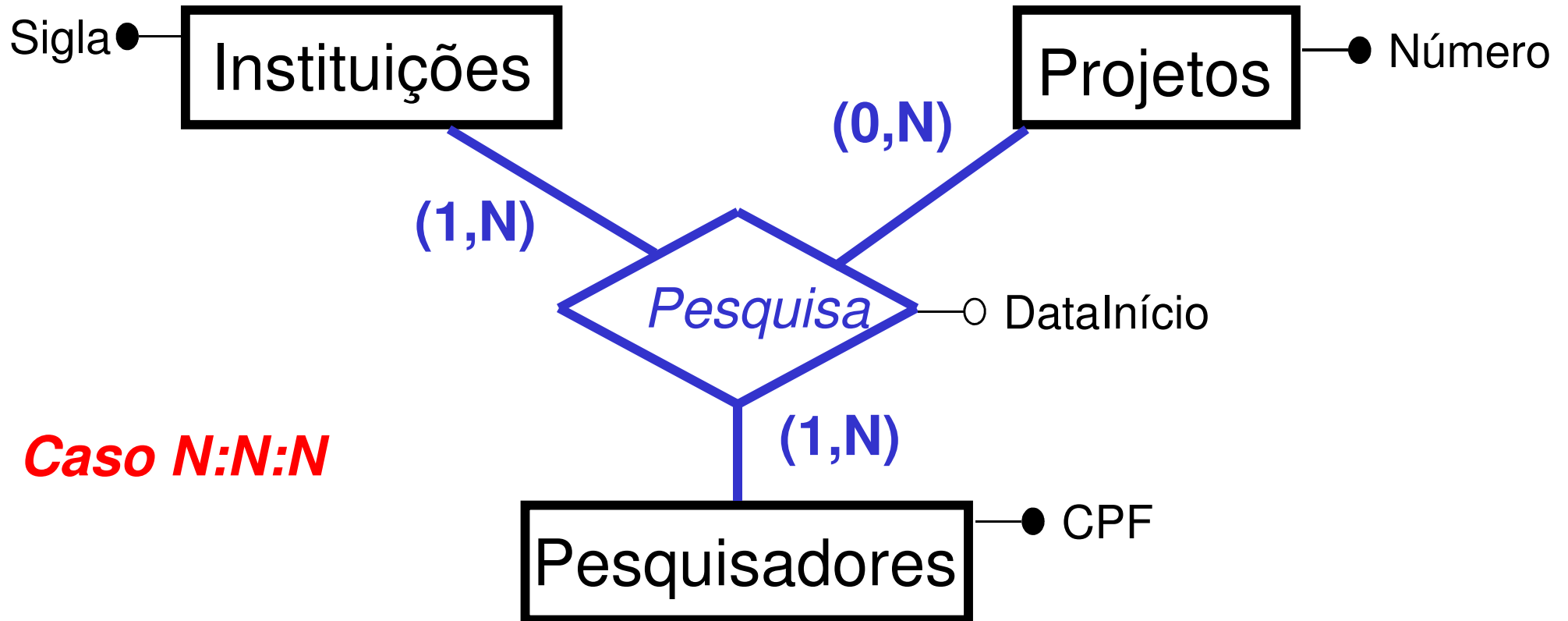
Relacionamentos com Entidades Associativas

- Outro exemplo



Relacionamentos Ternários

- Gera uma tabela para o relacionamento



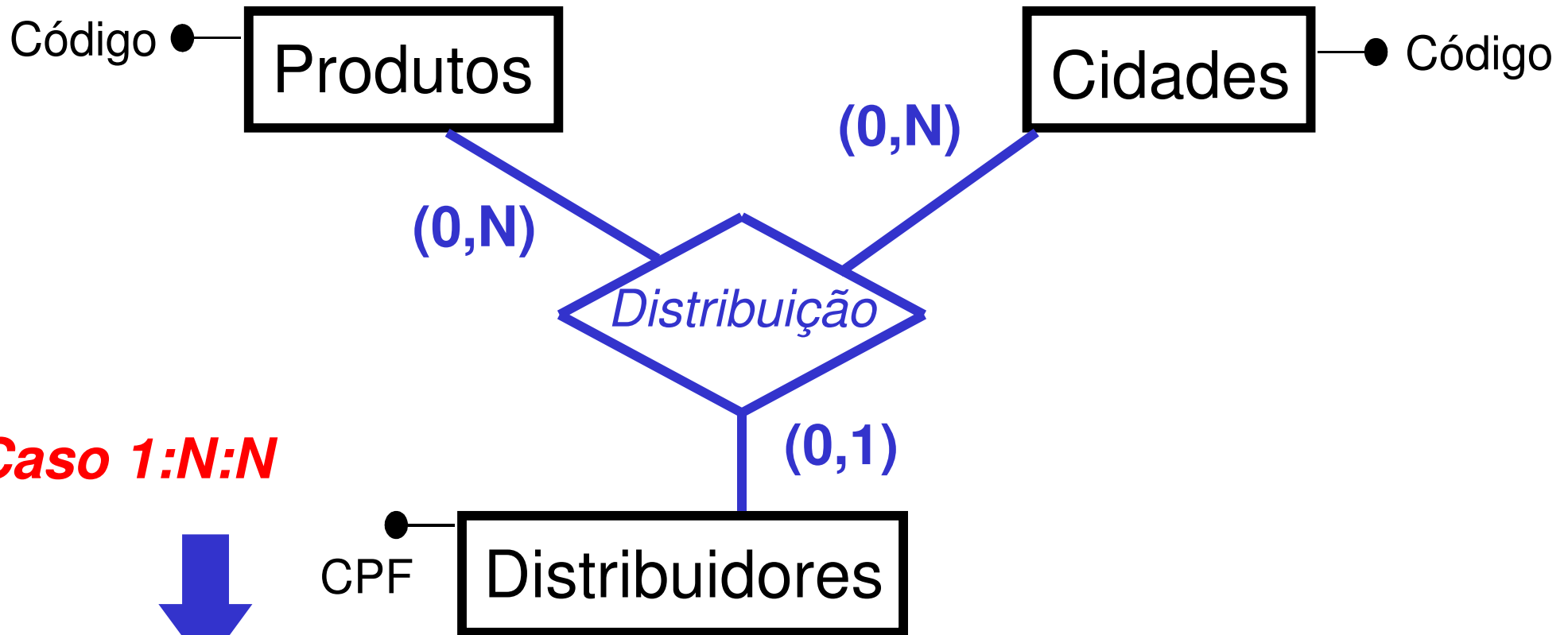
Caso N:N:N

Instituições (Sigla, ...) Projetos (Número, ...)

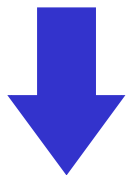
Pesquisadores (CPF, ...)

Pesquisa (Sigla, Número, CPF, DataInício)

Relacionamentos Ternários



Caso 1:N:N



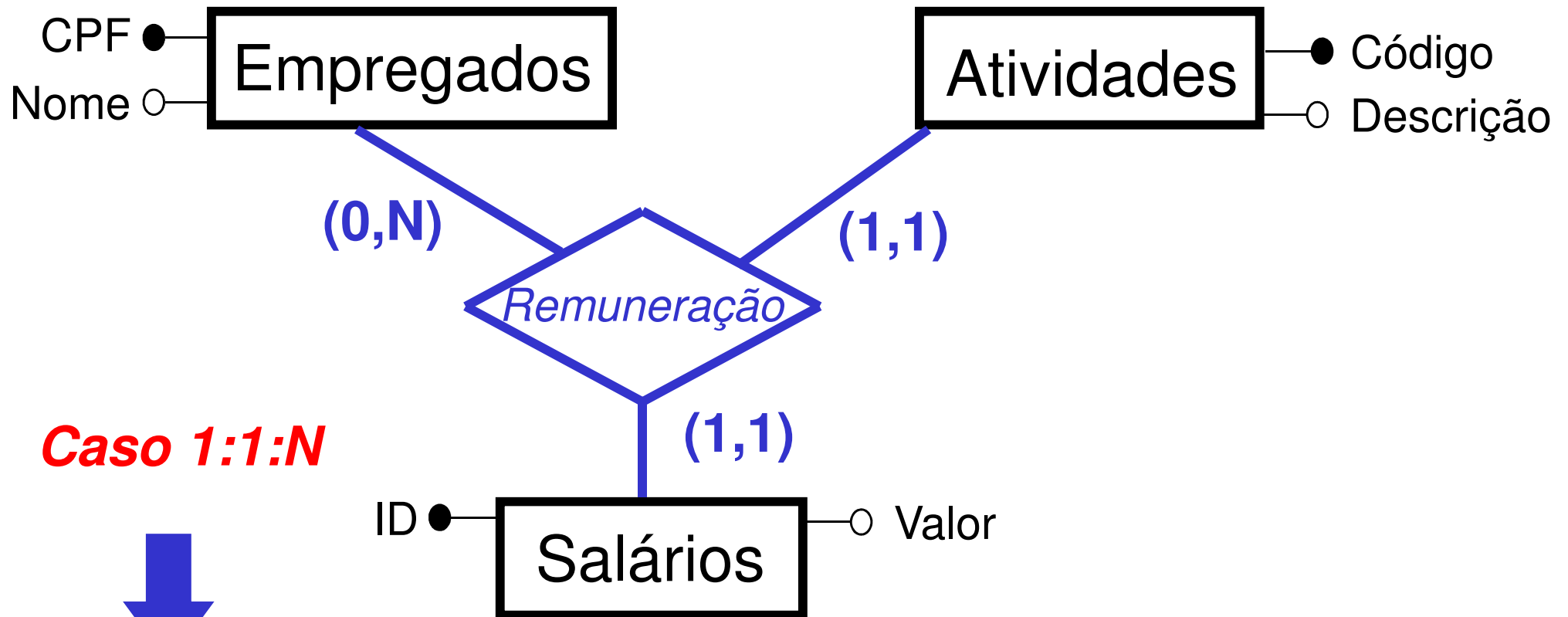
Produtos (Código, ...)

Cidades (Código, ...)

Distribuidores (CPF, ...)

Distribuição (CodProduto, CodCidade, CPF)

Relacionamentos Ternários



Caso 1:1:N



Empregados (CPF, Nome)

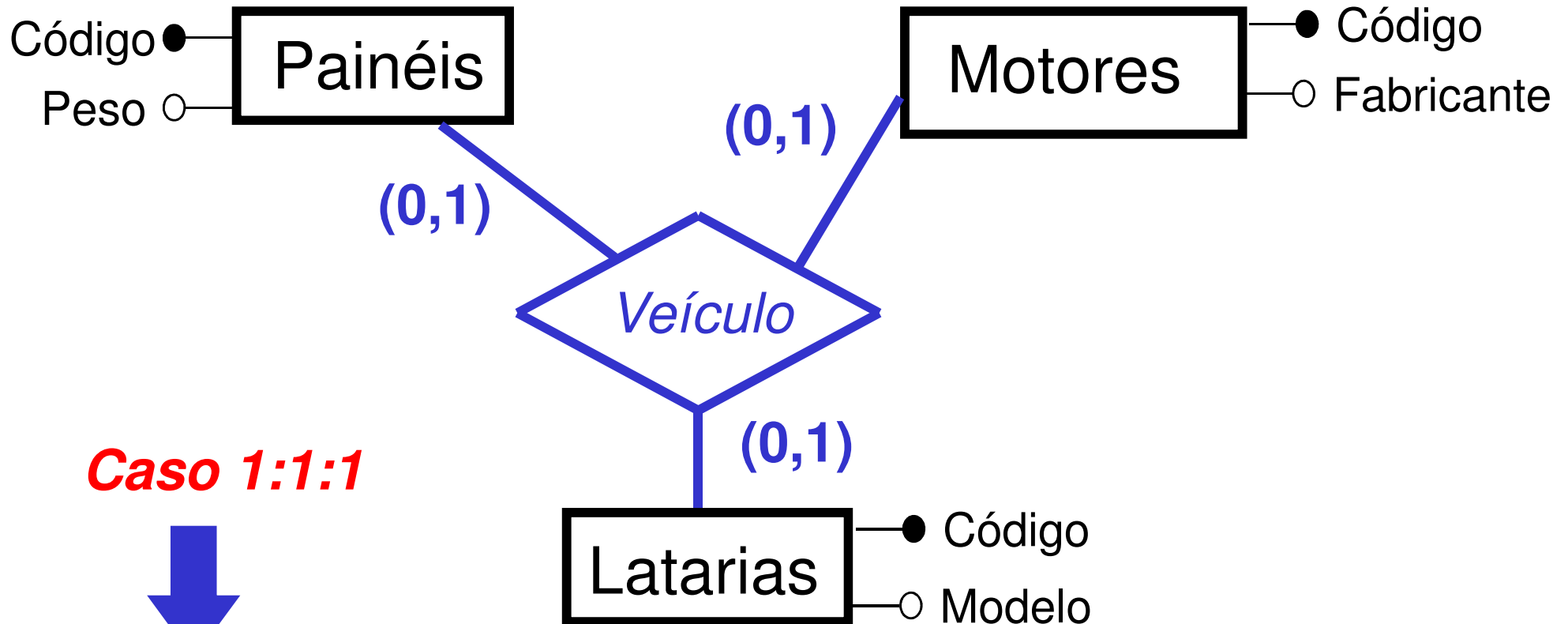
Atividades (Código, Descrição)

Salários (ID, valor)

Remuneração (CodAtiv, CPF, ID-Salario)

- Uma das RIs pode ser chave primária

Relacionamentos Ternários



Caso 1:1:1



Painéis (Código, Peso)
Motores (Código, Fabricante)
Latarias (Código, Modelo)
Veículo (CodP, CodM, CodL)

- Uma das RIs pode ser chave primária

Sumário

1. Projeto de BD: objetivo e etapas
2. Modelagem Conceitual
 - 2.1 Modelo ER
 - 2.2 Dicas de Modelagem
 - 2.3 Exercícios
3. Mapeamento ER-Relacional
 - 3.1 Regras de Mapeamento
 - 3.2 Exercícios**

Exercícios

- Mapeamento das modelagens conceituais definidas nos exercícios anteriores