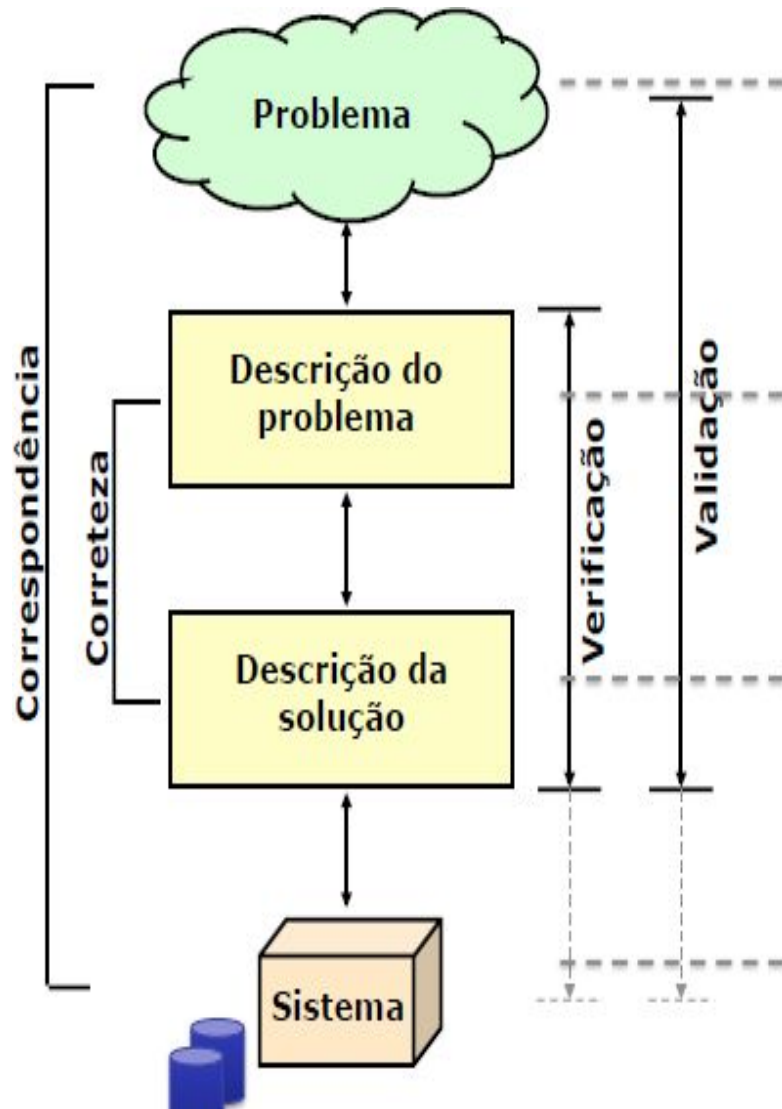


# Modelagem de Banco de Dados

Professor: Jorge Baldez



# Desenvolvimento de sistemas



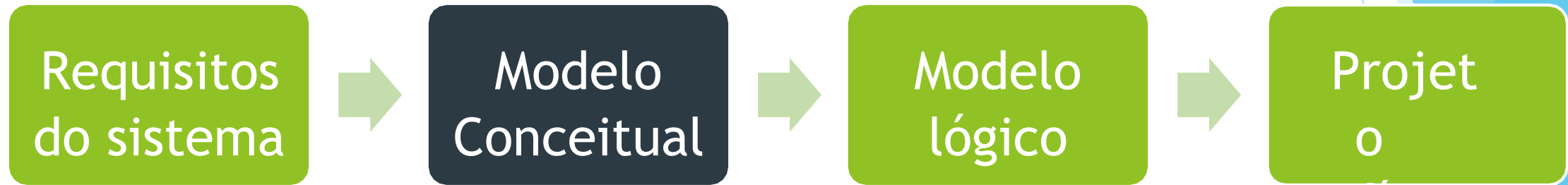
Gestão de serviços de uma biblioteca.

Toda solicitação de empréstimo deve ser atendida.

Processo de check-out de livros da biblioteca.

Sistema de check-out de livros da biblioteca.

# Projeto de Banco de Dados



Quais as funções desejadas no sistema de informação do qual o banco de dados faz parte?

**Quais os elementos de informação deverão fazer parte do banco de dados?**

Como estes elementos serão armazenados em um SGBD específico?

# Modelos de Bancos de Dados

- Modelo Conceitual: modelo de dados abstrato que descreve a estrutura de um sistema de forma independente de um SGBD particular
- Modelo Lógico: modelo de dados que representa a estrutura de dados de um banco de dados conforme vista pelo usuário do SGBD

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

- ▶ A Modelagem de Entidades e Relacionamentos é uma técnica utilizada para representar os dados a serem armazenados em um sistema, tendo sido desenvolvida originalmente para dar suporte ao projeto de bancos de dados (CHEN, 1990; SETZER, 1987).
- ▶ Tipicamente, um Modelo de Entidades e Relacionamentos (MER) é composto por um conjunto de Diagramas de Entidades e Relacionamentos e um Dicionário de Dados.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

- ▶ Basicamente, um Diagrama ER representa as entidades do mundo real e os relacionamentos entre elas, que um sistema de informação precisa simular internamente.
- ▶ Além disso, entidades e relacionamentos podem ter atributos.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Entidades*

- ▶ Uma entidade é uma representação abstrata de alguma coisa do mundo real que temos interesse em monitorar o comportamento. Pode ser a representação de um ser, um objeto, um organismo social etc.
- ▶ Uma pessoa específica, por exemplo, seria uma entidade?

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Entidades*

- ▶ Desejamos representar, de fato, tipos de entidades, isto é, grupos de entidades que têm características semelhantes.
- ▶ São exemplos de entidades:

Livro

Cliente

Funcionário

- ▶ Um conjunto de entidades representa todos os elementos do mundo real referidos pelo conjunto.
- ▶ Por exemplo, em um sistema de uma biblioteca, o conjunto de entidades Livro representa todos os livros de uma biblioteca.



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

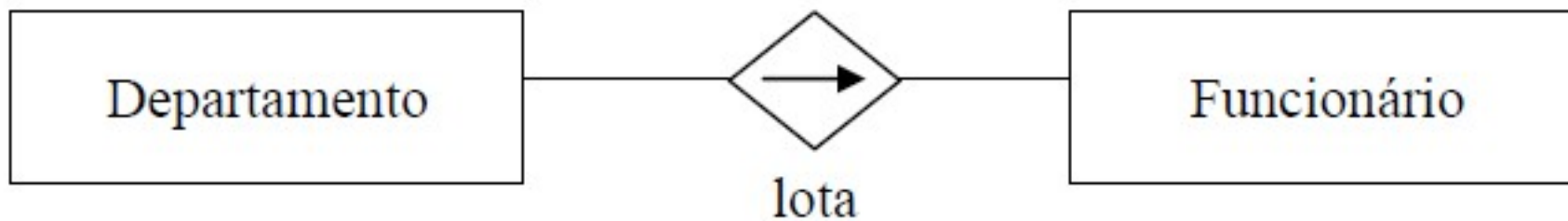
## *Relacionamentos*

- ▶ Um relacionamento é uma abstração de uma associação entre duas ou mais entidades.
- ▶ Por exemplo, podemos querer registrar que o funcionário João (uma entidade do tipo Funcionário) está lotado (um relacionamento) no departamento de Vendas (uma entidade do tipo Departamento).
- ▶ Um relacionamento binário é uma representação abstrata da associação entre duas entidades.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Relacionamentos

- ▶ Da mesma forma que as entidades, estamos mais interessados em modelar tipos de relacionamentos.
- ▶ Um tipo (ou conjunto) de relacionamentos é um subconjunto do produto cartesiano dos conjuntos de entidades envolvidos, sendo representado por um losango com um verbo para indicar a ação e uma seta para informar o sentido de leitura.
- ▶ Exemplo:

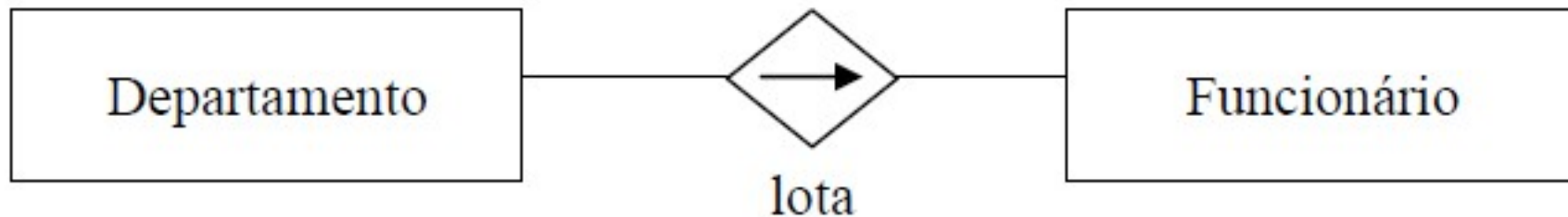


$$lota \subseteq \{(d,f) / d \in \text{Departamento e } f \in \text{Funcionário}\}$$

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Relacionamentos

- ▶ É importante notar que todos os relacionamentos binários possuem uma leitura inversa.
- ▶ Ou seja, se um departamento *lota* funcionários, então funcionários estão lotados em departamentos.



$$lota \subseteq \{(d, f) / d \in \text{Departamento e } f \in \text{Funcionário}\}$$

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Relacionamentos*

- ▶ Conforme mencionado, um conjunto de relacionamentos é um subconjunto do produto cartesiano das entidades envolvidas.
- ▶ É necessário, portanto, descrever de forma mais apurada qual é esse subconjunto. Isto é feito via definição de **cardinalidades**.

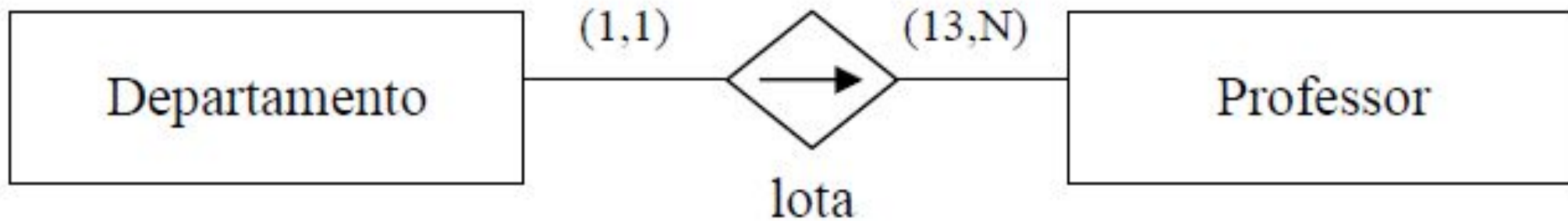
# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Relacionamentos*

- ▶ Uma **cardinalidade** indica os números mínimo (cardinalidade mínima) e máximo (cardinalidade máxima) de **associações** possíveis em um relacionamento.
- ▶ Por exemplo: Um professor tem que estar lotado em um e somente um departamento, enquanto um departamento deve ter no mínimo 13 professores e no máximo um número arbitrário (N).
- ▶ Essa restrição imposta pelo mundo real deve ser considerada no modelo ER e ela é registrada usando-se cardinalidades.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

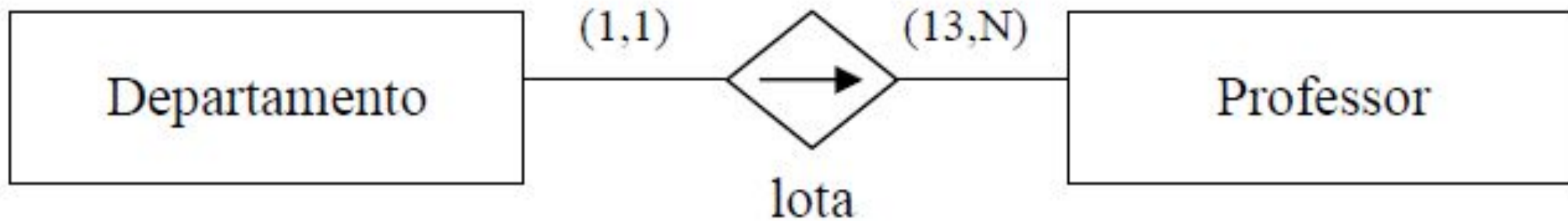
## *Relacionamentos*



- Vale destacar que a cardinalidade mínima aponta a quantidade de instâncias mínima necessária para que a associação seja estabelecida, considerando o momento em que uma instância de uma entidade é criada.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Relacionamentos*

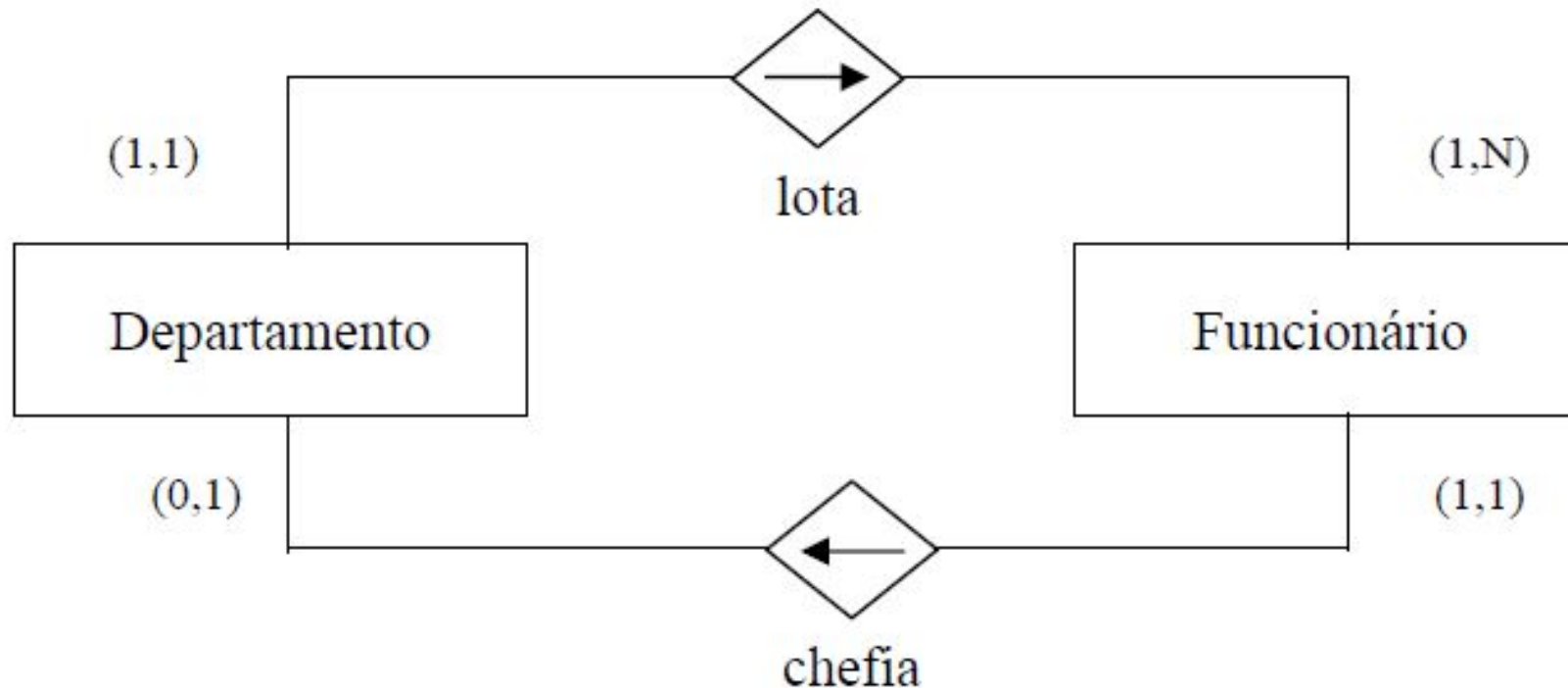


- ▶ Assim, no exemplo, quando um novo professor for ser registrado no sistema, ele terá obrigatoriamente de estar lotado em um departamento.
- ▶ Por outro lado, ao se criar um novo departamento, deve-se informar pelo menos 13 professores que nele serão lotados.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Relacionamentos

- É importante frisar que, entre duas entidades, podem existir vários tipos de relacionamentos diferentes.

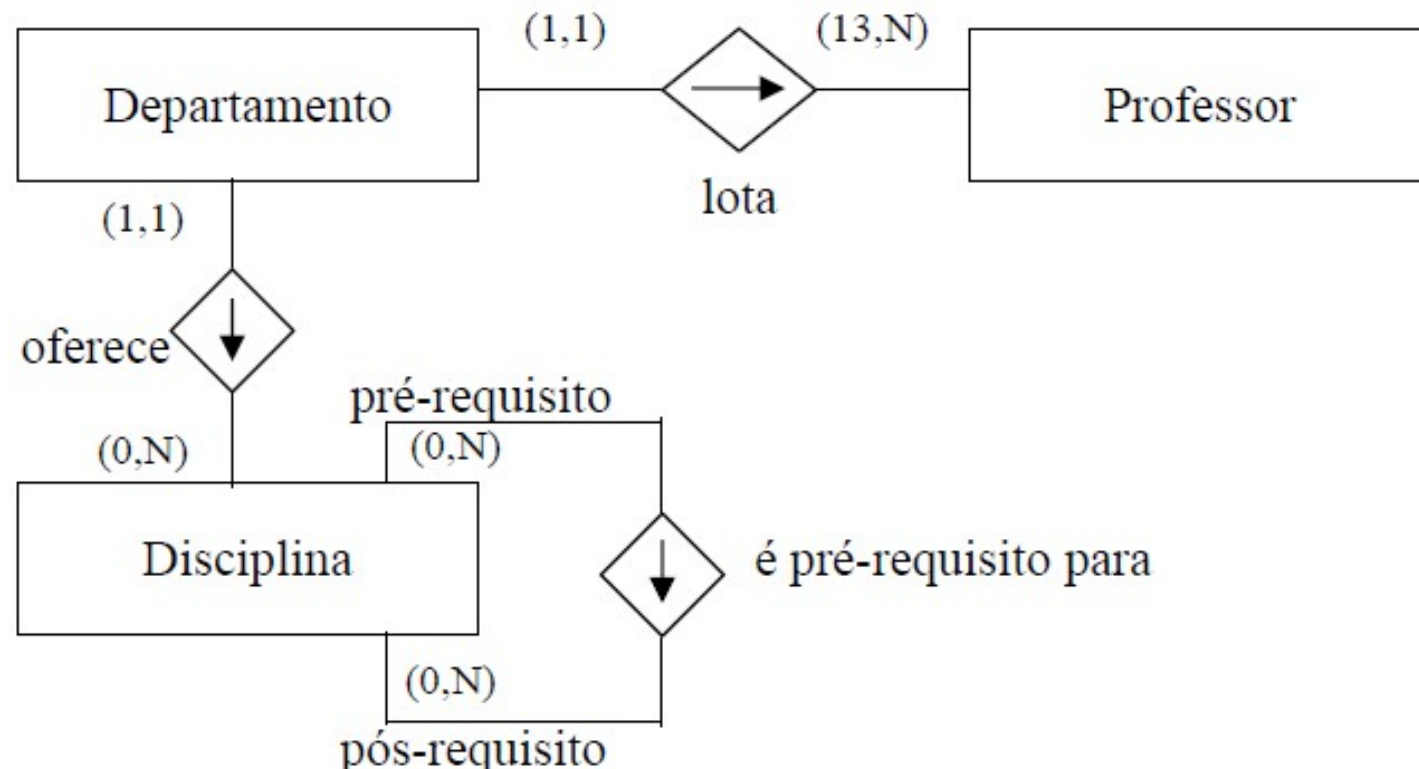




# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Relacionamentos

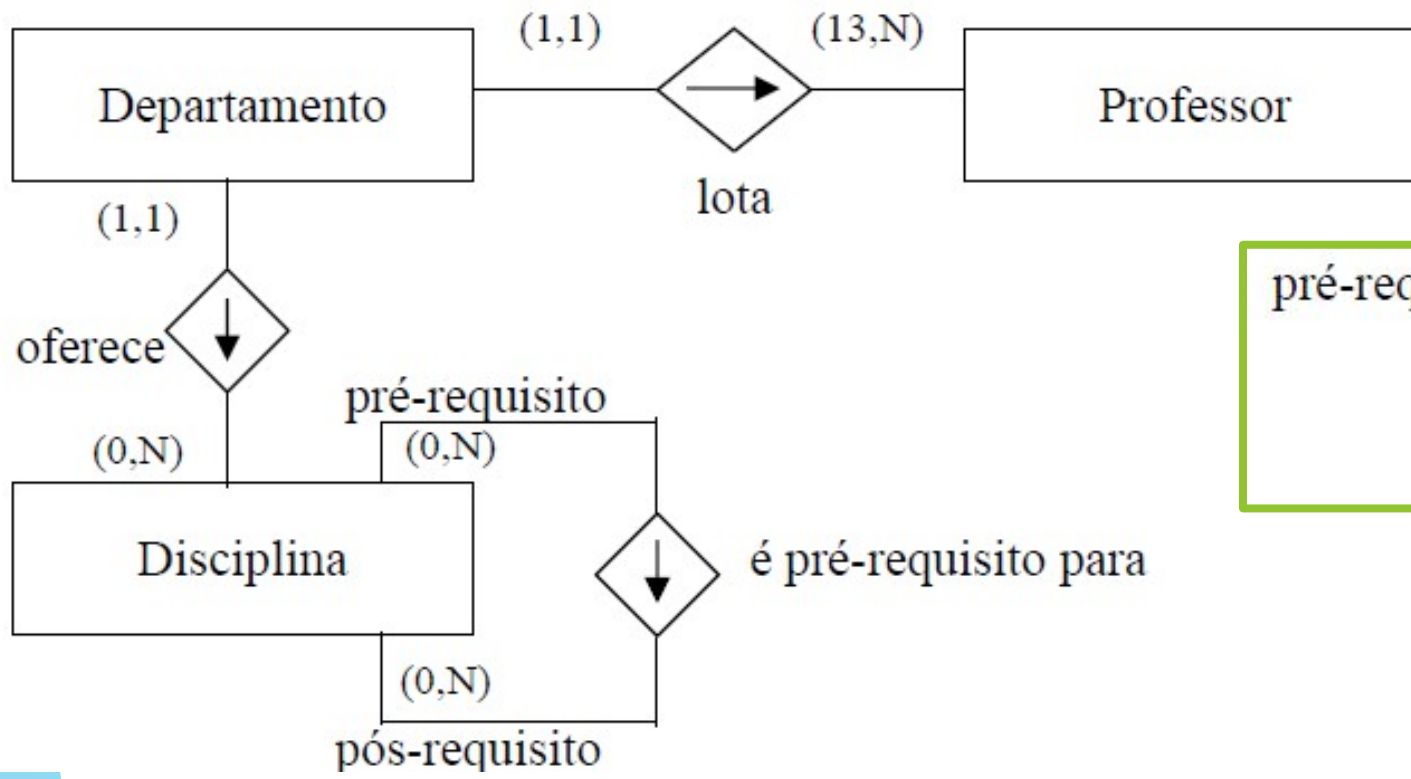
- Além disso, uma entidade pode participar de relacionamentos com quaisquer outras entidades do modelo, inclusive com ela mesma (auto-relacionamento).



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Relacionamentos

- No caso de auto-relacionamentos, é útil distinguir qual a atuação de cada elemento do conjunto de entidades no relacionamento e, portanto, é importante atribuir papéis.

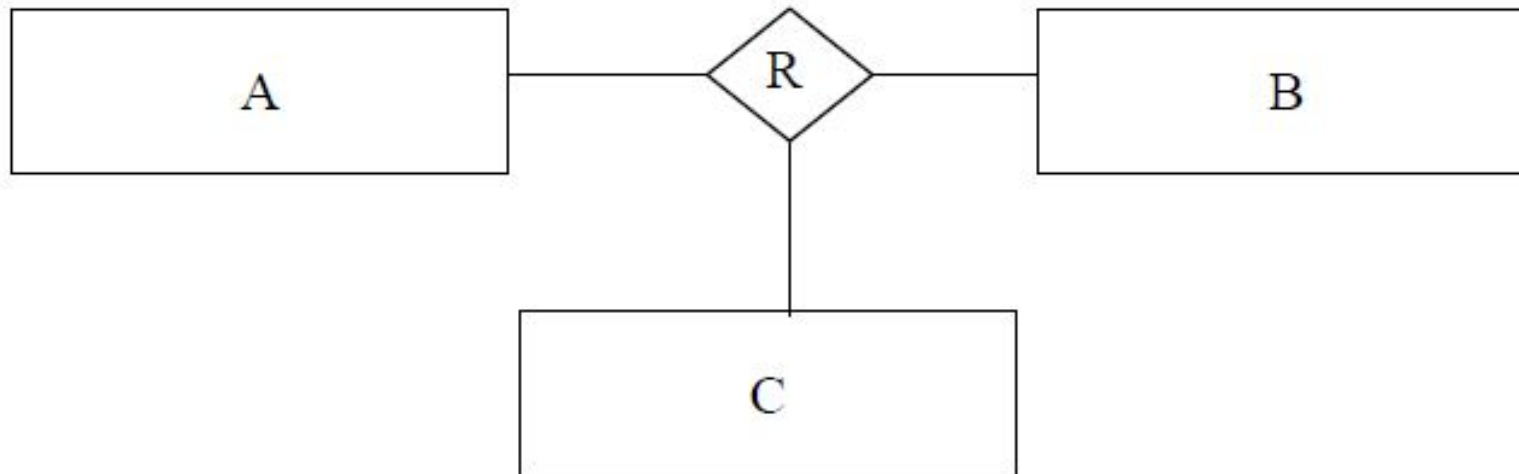


$\text{pré-requisitos} \subseteq \{ (d1, d2) / d1, d2 \in \text{Disciplina e} \\ \text{papel}(d1) = \text{pré-requisito e} \\ \text{papel}(d2) = \text{pós-requisito} \}$

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Relacionamentos

- ▶ Até o momento, tratamos apenas de relacionamentos binários. Entretanto relacionamentos *n-ários* são também possíveis, ainda que bem menos corriqueiros.
- ▶ Um relacionamento ternário, porexemplo, só se caracteriza pelo terno.

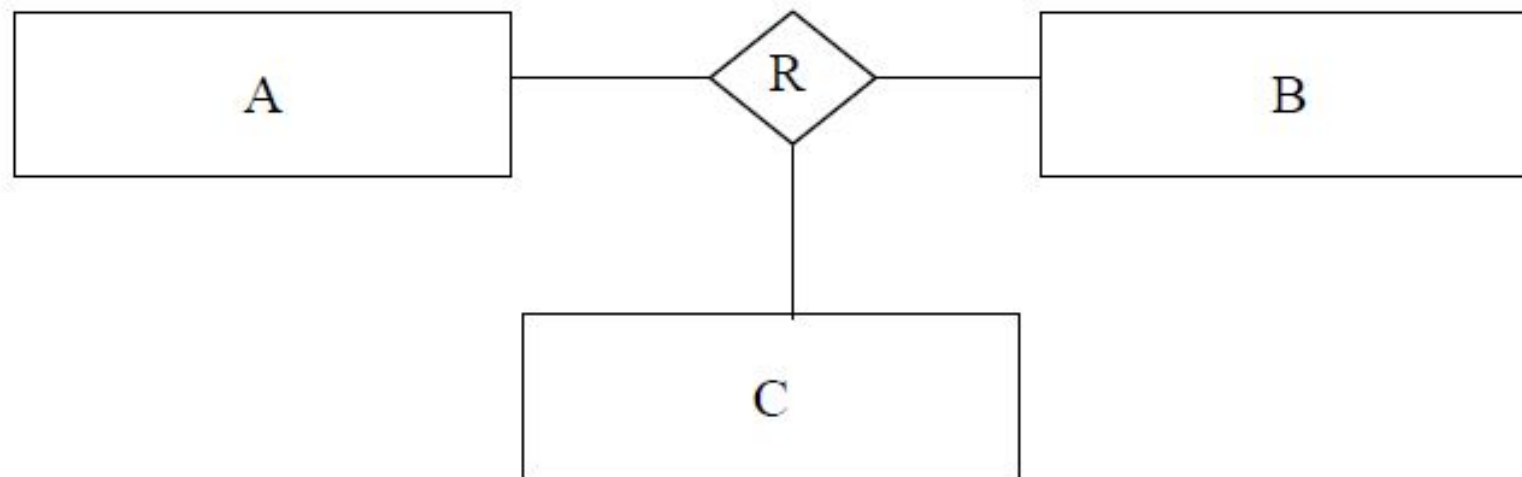


$$R \subseteq \{(a,b,c) / a \in A, b \in B, c \in C\}$$

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Relacionamentos*

- Os relacionamentos ternários normalmente são difíceis de se dar um nome e por isso é usual representá-los pelas iniciais das três entidades envolvidas.

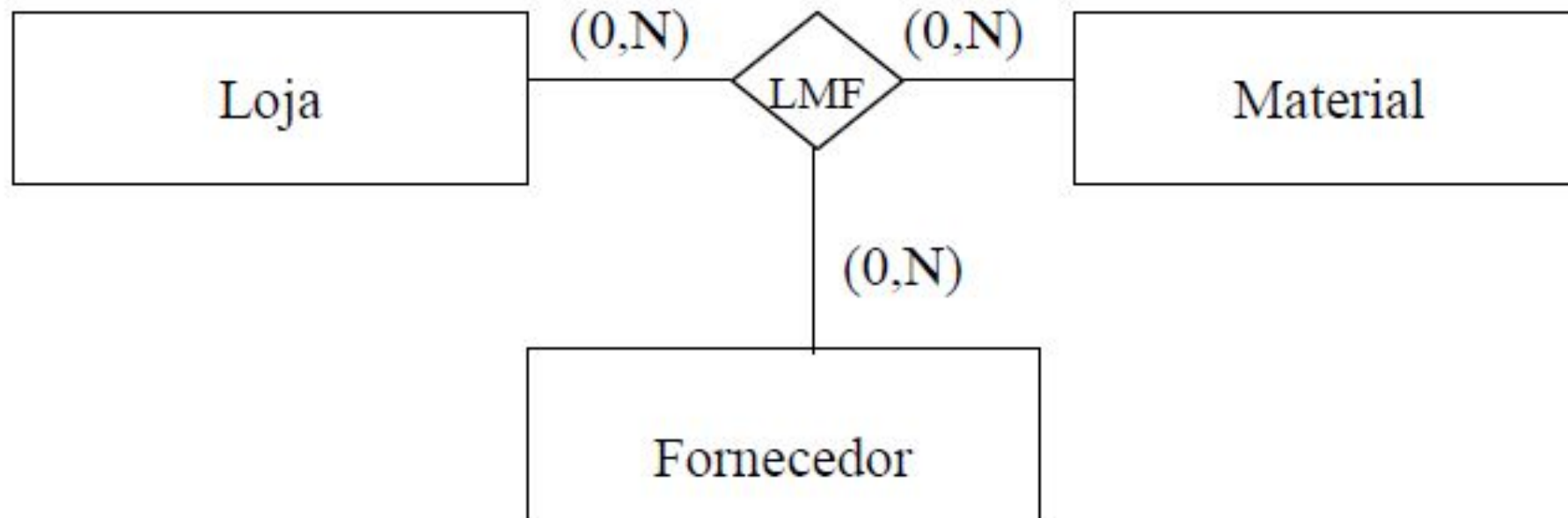


$$R \subseteq \{(a,b,c) / a \in A, b \in B, c \in C\}$$

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Relacionamentos

- No exemplo, estamos dizendo que lojas compram materiais de fornecedores, sendo que uma loja pode comprar vários materiais diferentes, de fornecedores diferentes. Já um fornecedor pode vender vários materiais para diferentes lojas. Por fim um material pode ser adquirido por várias lojas a partir de vários fornecedores.



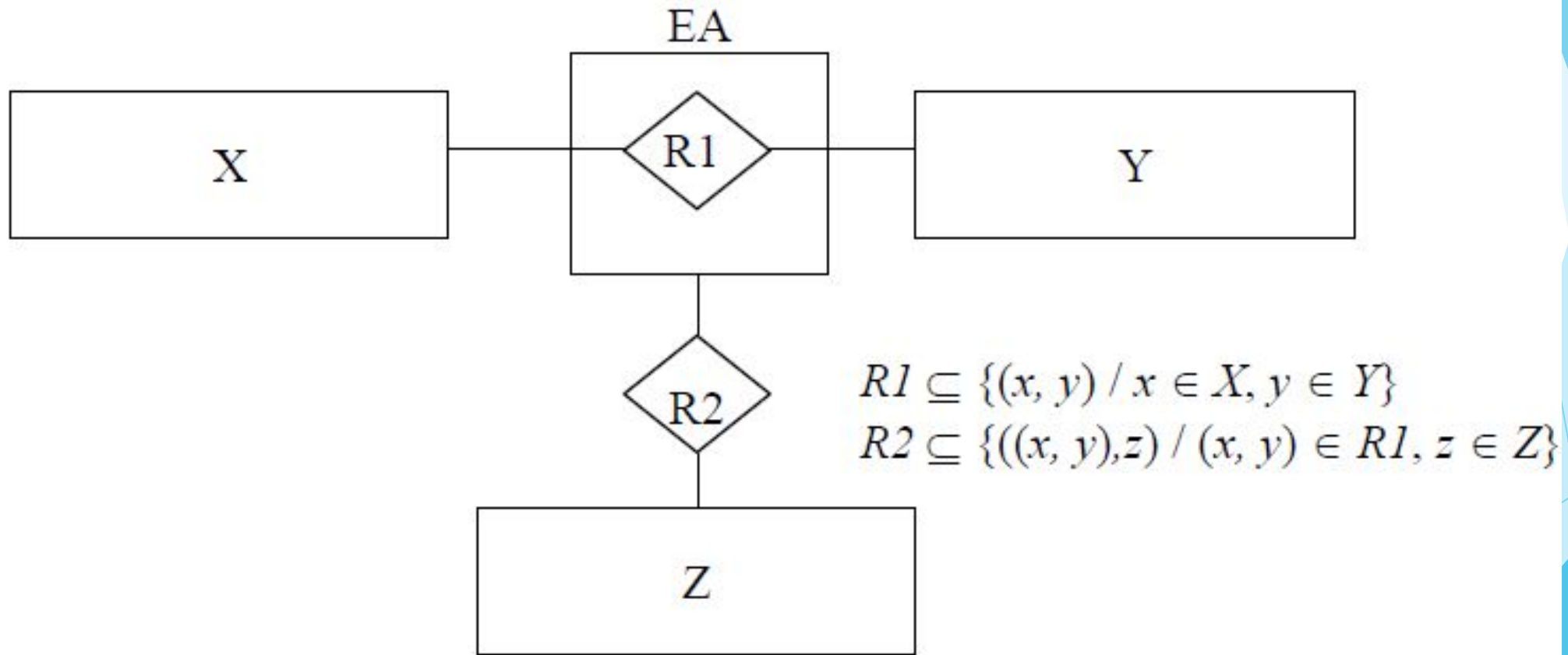
# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Relacionamentos*

- ▶ Alguns relacionamentos são tão importantes que assumem o *status* de entidades.
- ▶ No modelo ER, esses relacionamentos são chamados de entidades associativas (ou agregados).
- ▶ Assim, uma entidade associativa é uma abstração através da qual um tipo de relacionamentos entre duas entidades é tratado como um tipo de entidades em um nível mais alto.
- ▶ Essa “nova entidade”, a entidade associativa, pode, então, relacionar-se com outras entidades do modelo.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

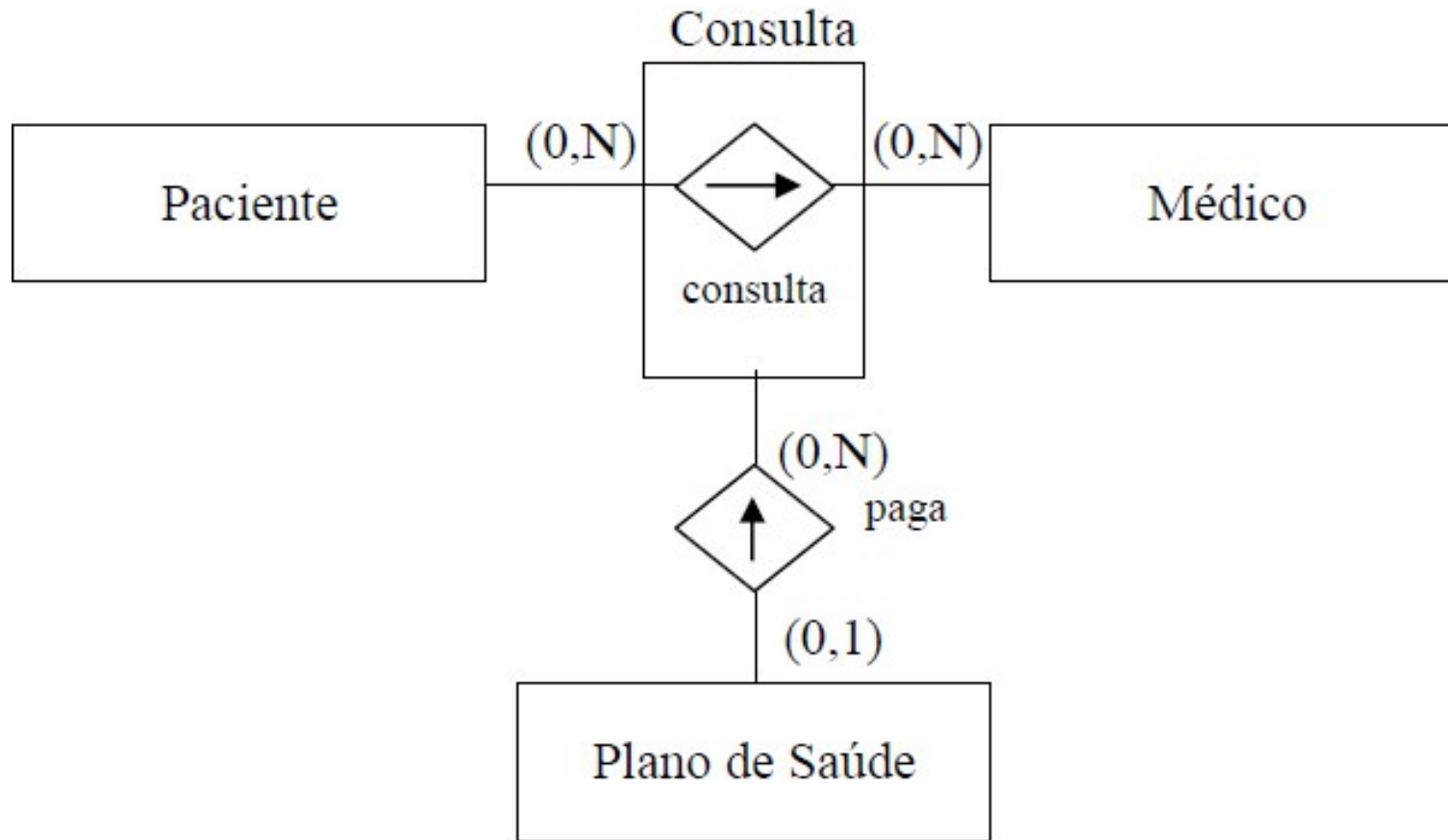
## Relacionamentos



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Relacionamentos

### ► Exemplo:



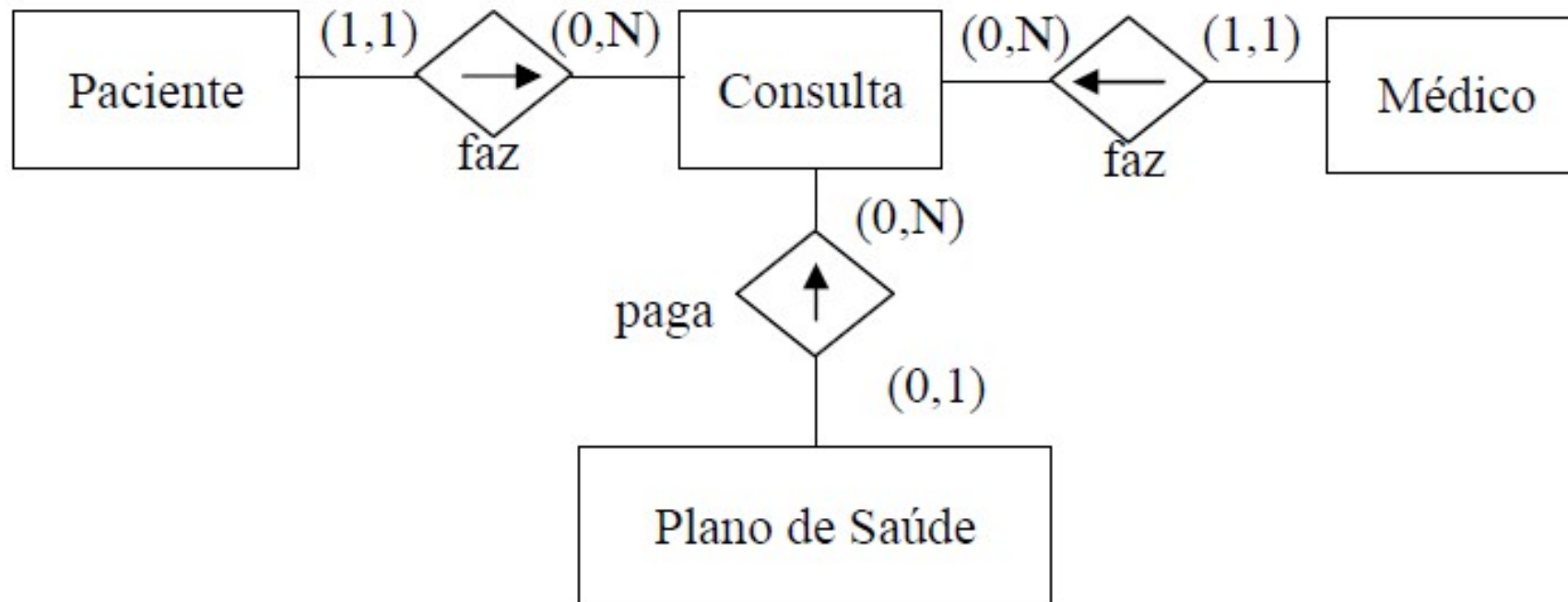
- Nesse exemplo, o tipo de relacionamento Consulta assume o status de um tipo de entidade. Uma consulta pode ser paga, então, por um Plano de Saúde.



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Relacionamentos

- ▶ É importante observar que entidades associativas, muitas vezes, capturam eventos que ocorrem no mundo real e que precisam ser registrados no sistema.
- ▶ Assim, uma opção até mais clara é representar esse evento como um tipo de entidade, relacionado aos demais.



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Particionamento de Entidades*

- ▶ Muitas vezes, instâncias de entidades do mundo real se subdividem em categorias com atributos e relacionamentos parcialmente distintos.
- ▶ Passa a ser interessante, então, representar os atributos e relacionamentos comuns em um supertipo e os atributos e relacionamentos específicos em subtipos.

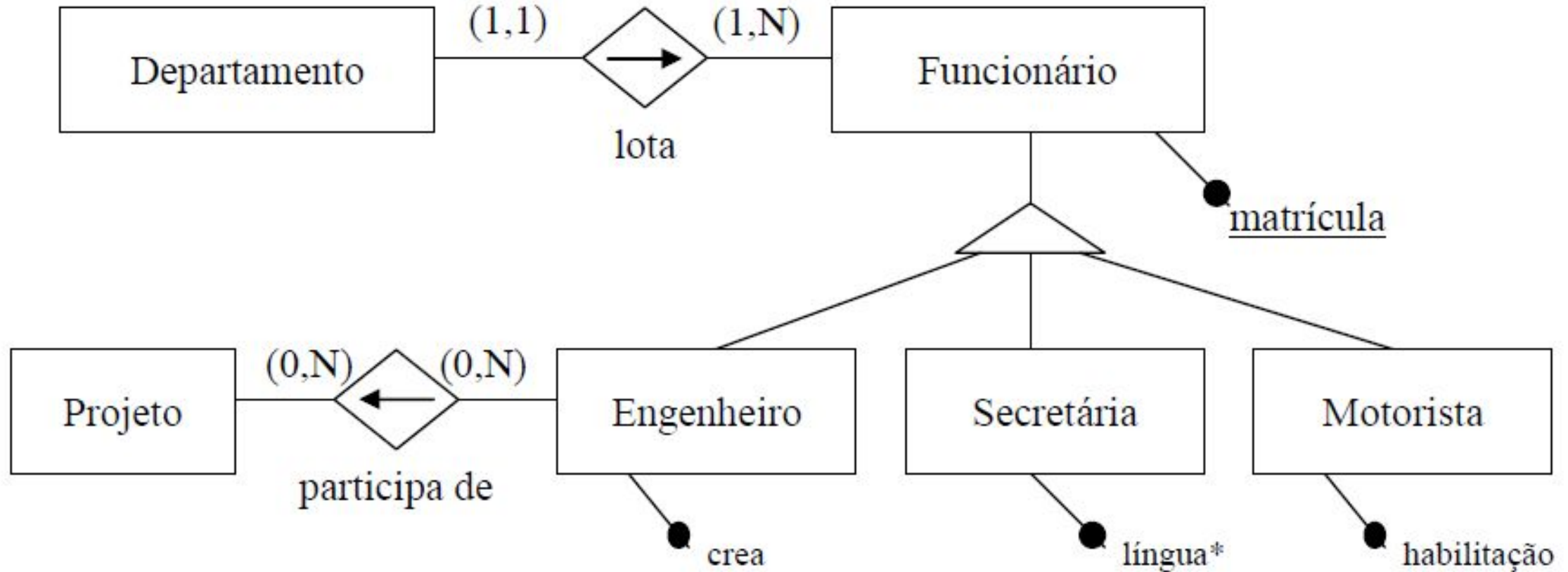
# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Particionamento de Entidades*

- ▶ Essa distinção pode ser feita por meio de:
  - ▶ **Generalização:** uma entidade de um nível mais alto é criada, para capturar as características comuns de entidades de nível mais baixo.
  - ▶ **Especialização:** uma entidade de nível mais alto de abstração é desmembrada em várias entidades de nível mais baixo.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Particionamento de Entidades



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

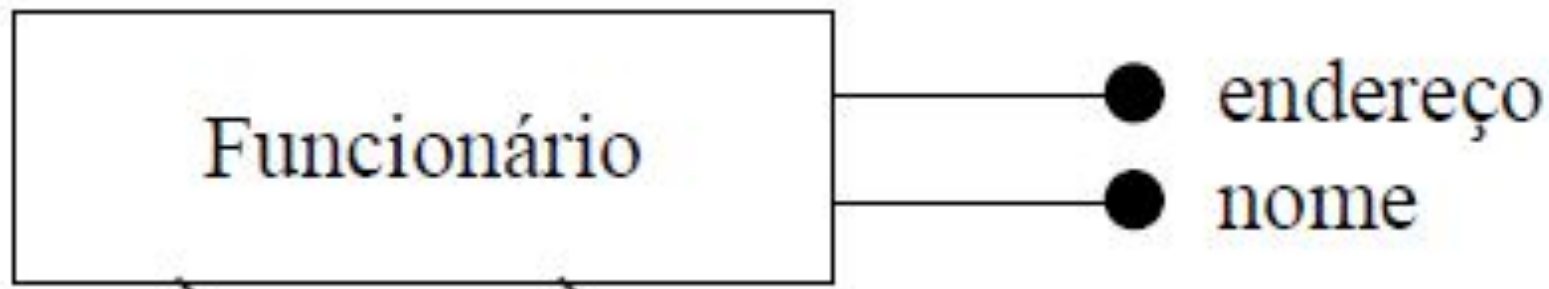
## *Atributos*

- ▶ entidades e de relacionamentos.
- ▶ Os atributos são utilizados para descrever características ou propriedades relevantes
- ▶ Quando um atributo pode assumir apenas um único valor, ele é dito um atributo monovalorado.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Atributos*

- Por exemplo, os atributos nome e endereço de uma entidade Funcionário são monovalorados, tendo em vista que uma instância de Funcionário, por exemplo, João, possui apenas um nome e um endereço.



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

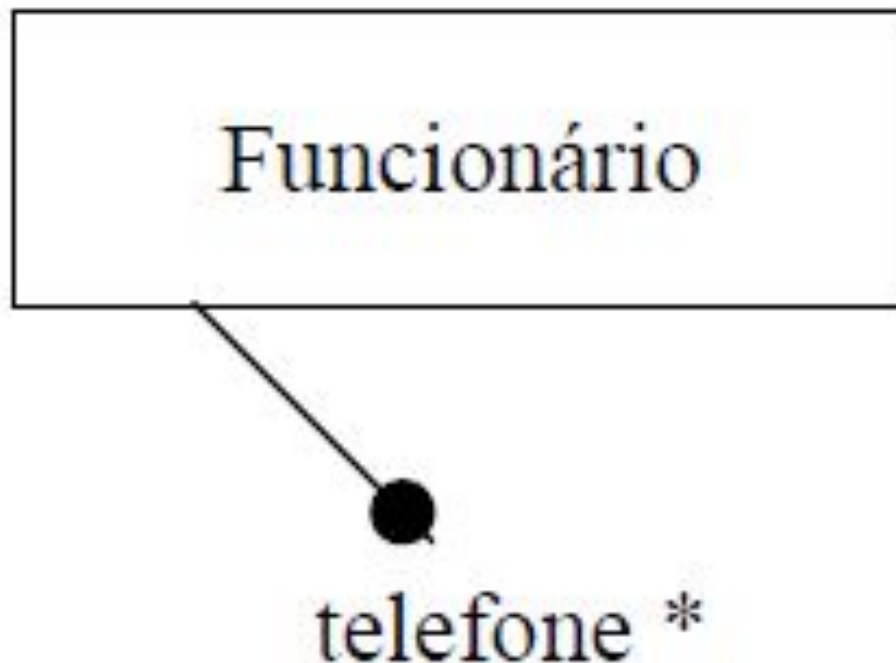
## *Atributos*

- ▶ Por outro lado, quando um atributo pode assumir vários valores para uma mesma instância, ele é dito multivalorado.
- ▶ Atributos multivalorados são representados com um asterisco (\*) associado.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Atributos*

- Por exemplo, o atributo telefone da entidade Funcionário é multivalorado, já que um funcionário pode ter mais de um telefone.mesmo

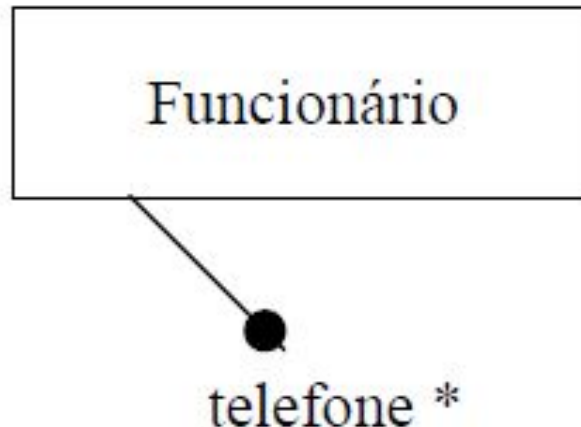




# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Atributos*

- ▶ Atributos podem ter um valor vazio associado.
- ▶ Isso acontece quando para uma instância não existe um valor para aquele atributo, ou ele ainda não é conhecido.
- ▶ Por exemplo, o atributo telefone da entidade Funcionário pode receber um valor vazio, já que um funcionário específico pode não ter nenhum telefone. ou em um dado momento ele não ser conhecido.



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

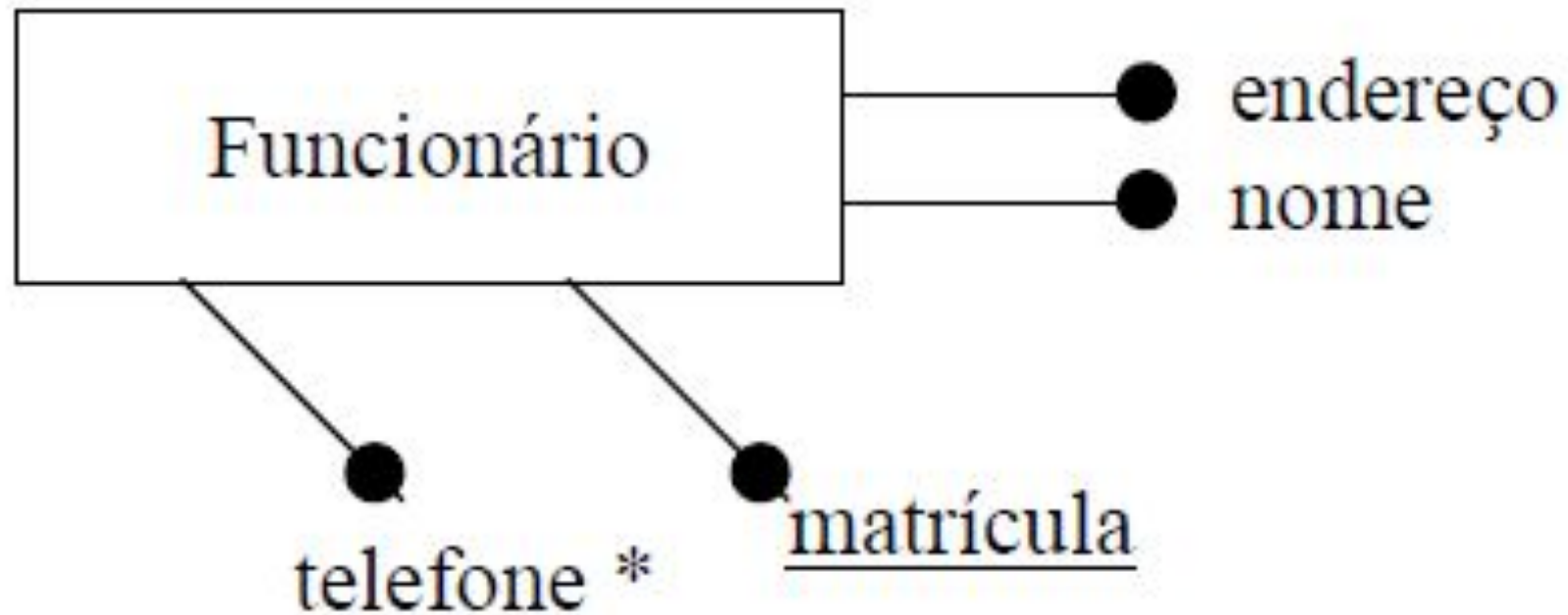
## *Atributos*

- ▶ Uma vez que estamos falando de conjuntos de entidades e relacionamentos, muitas vezes, é útil apontar que atributos são capazes de identificar univocamente um elemento de um conjunto, ou seja, atributos podem ser usados como critérios de identificação ou identidade para identificar um elemento no conjunto.
- ▶ O conjunto de um ou mais atributos que identificam uma entidade do conjunto é dito ser determinante. Atributos determinantes são sublinhados, como forma de destaque.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Atributos

- O conjunto de um ou mais atributos que identificam uma entidade do conjunto é dito ser determinante. Atributos determinantes são sublinhados, como forma de destaque.



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

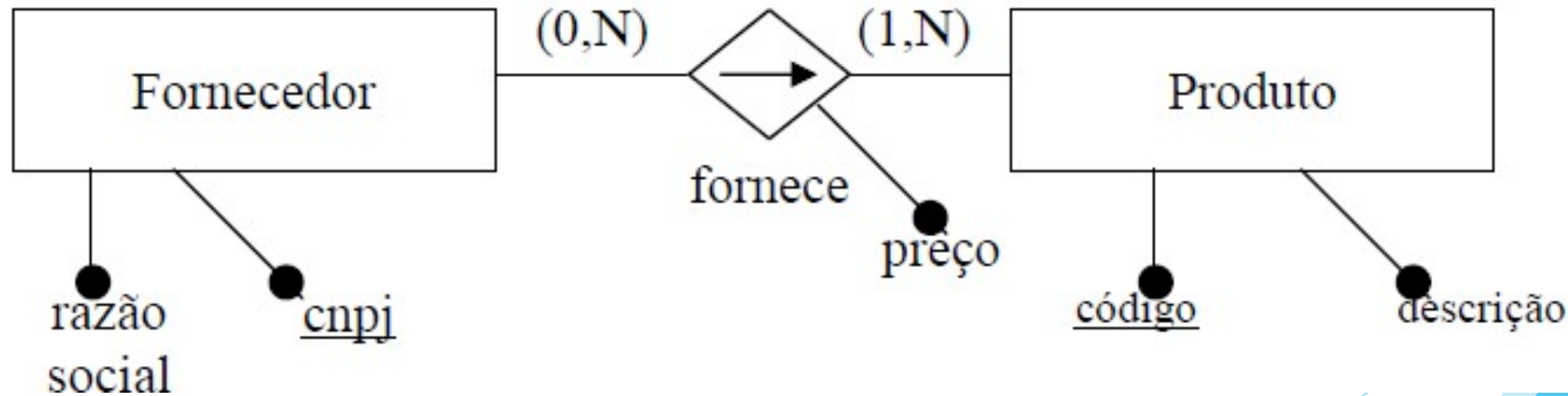
## *Atributos*

- ▶ Vale destacar que atributos também são usados para descrever características de relacionamentos (atributos de relacionamentos) e que todas as considerações feitas até então são válidas.
- ▶ Atributos de relacionamentos são atributos que não são de nenhuma das duas entidades, mas sim do relacionamento entre elas .

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Atributos

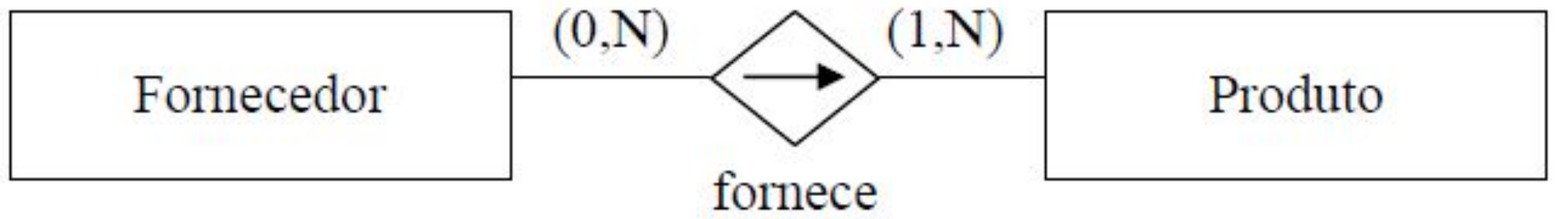
- Atributos de relacionamentos são atributos que não são de nenhuma das duas entidades, mas sim do relacionamento entre elas e, em geral, estão relacionados com “protocolos” e datas, ou são resultantes de “avaliações”.



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Atributos*

- ▶ Há um teste que pode ser aplicado para se deduzir se um atributo é de um dos dois tipos de entidades ou se é do relacionamento.
- ▶ Usando o exemplo:



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Atributos*

- ▶ Passos do teste:
- ▶ 1. Fixa-se um produto, p.ex. Impressora XPTO, e variam-se os fornecedores desse produto.
- ▶ Evidentemente o valor do atributo pode mudar. Por exemplo, a Casa do Analista vende a Impressora XPTO por R\$350, enquanto a loja Compute vende a mesma impressora por R\$ 310.
- ▶ Se o valor do atributo mudar ao variarmos o elemento do outro conjunto de entidades, é porque este não é atributo do primeiro conjunto de entidades, no caso Produto.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Atributos*

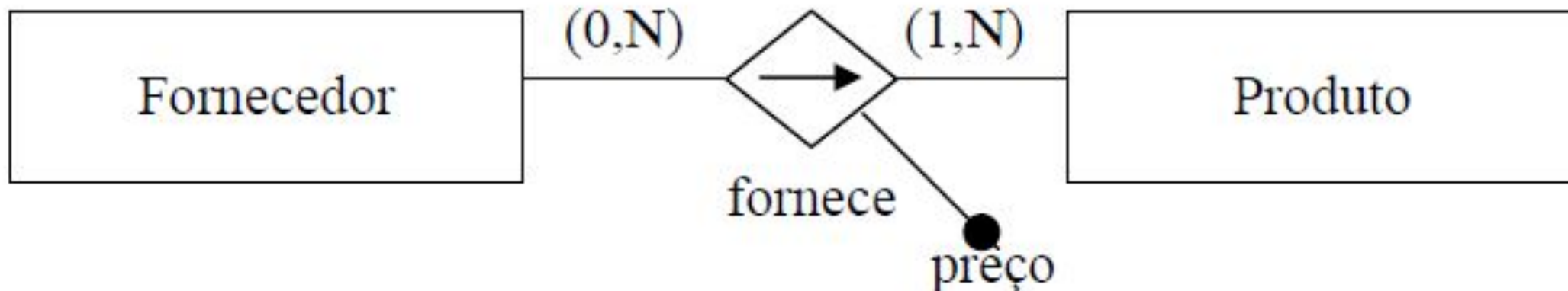
- ▶ Passos do teste:
- ▶ 2. Procedimento análogo deve ser feito, agora, para a outra entidade.
- ▶ Fixando-se um fornecedor e variando-se os produtos temos: A Casa do Analista vende a impressora XPTO por R\$ 350 e um notebook AWS por R\$ 1.700. Como o valor do atributo variou para a mesma entidade, é sinal de que ele não é atributo de Fornecedor.



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Atributos

- Passos do teste:
- 3. Se o atributo preço não é nem de Produto, nem de Fornecedor, então é um atributo do relacionamento entre os dois tipos de entidades.



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Atributos*

- ▶ Uma outra questão a ser considerada relacionada a atributos é: a informação que se deseja modelar deve ser tratada como atributo de uma entidade ou como uma segunda entidade relacionada à primeira?
- ▶ Por exemplo: Será que o departamento que oferece uma disciplina deve ser modelado como atributo da entidade Disciplina, ou merece ser uma nova entidade relacionada a ela?

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

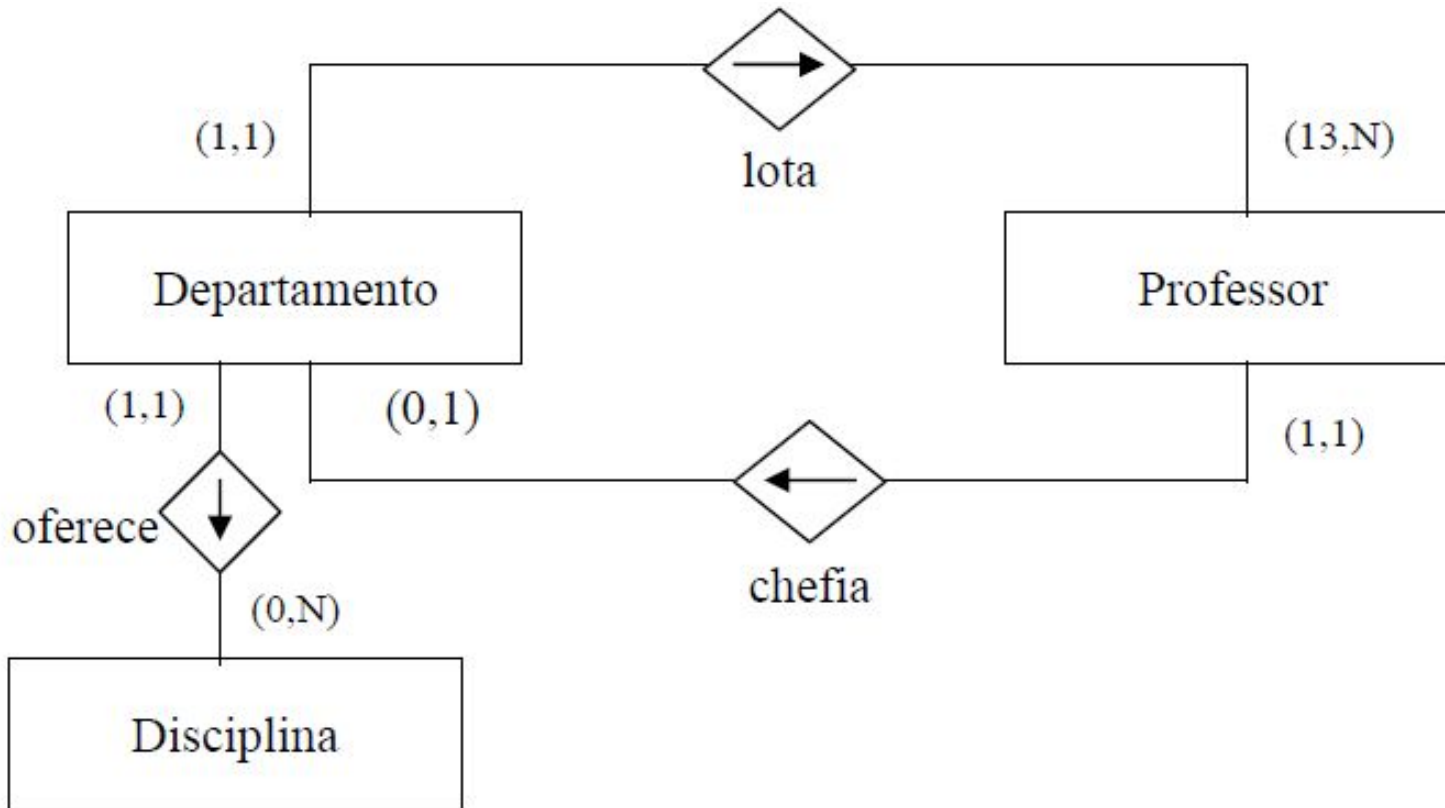
## *Atributos*

- ▶ De forma geral, convém tratar um elemento de informação como uma segunda entidade se:
  - ▶ O elemento em questão tem atributos próprios;
  - ▶ A segunda entidade resultante é relevante para o sistema;
  - ▶ O elemento em questão de fato identifica a segunda entidade;
  - ▶ A segunda entidade pode ser relacionada a diversas ocorrências da entidade-1 (1:N);
  - ▶ A segunda entidade relaciona-se a outras entidades que não a entidade-1.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Atributos

- No exemplo, todos os critérios anteriormente enumerados foram satisfeitos e, portanto, departamento deve ser tratado como uma nova entidade.



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Restrições de Integridade*

- ▶ Muitas vezes, não somos capazes de modelar toda a estrutura de informação necessária com um Diagrama ER, sobretudo no que diz respeito a restrições.
- ▶ Para suprir essa deficiência de representação dos Diagramas ER, devemos adicionar ao modelo descrições textuais na forma de restrições de integridade, isto é, restrições do mundo real que devem ser descritas para manter a integridade do modelo.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Restrições de Integridade*

- ▶ Há dois tipos básicos de restrições de integridade:
  - ▶ restrições sobre os possíveis relacionamentos;
  - ▶ restrições sobre os valores dos atributos.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

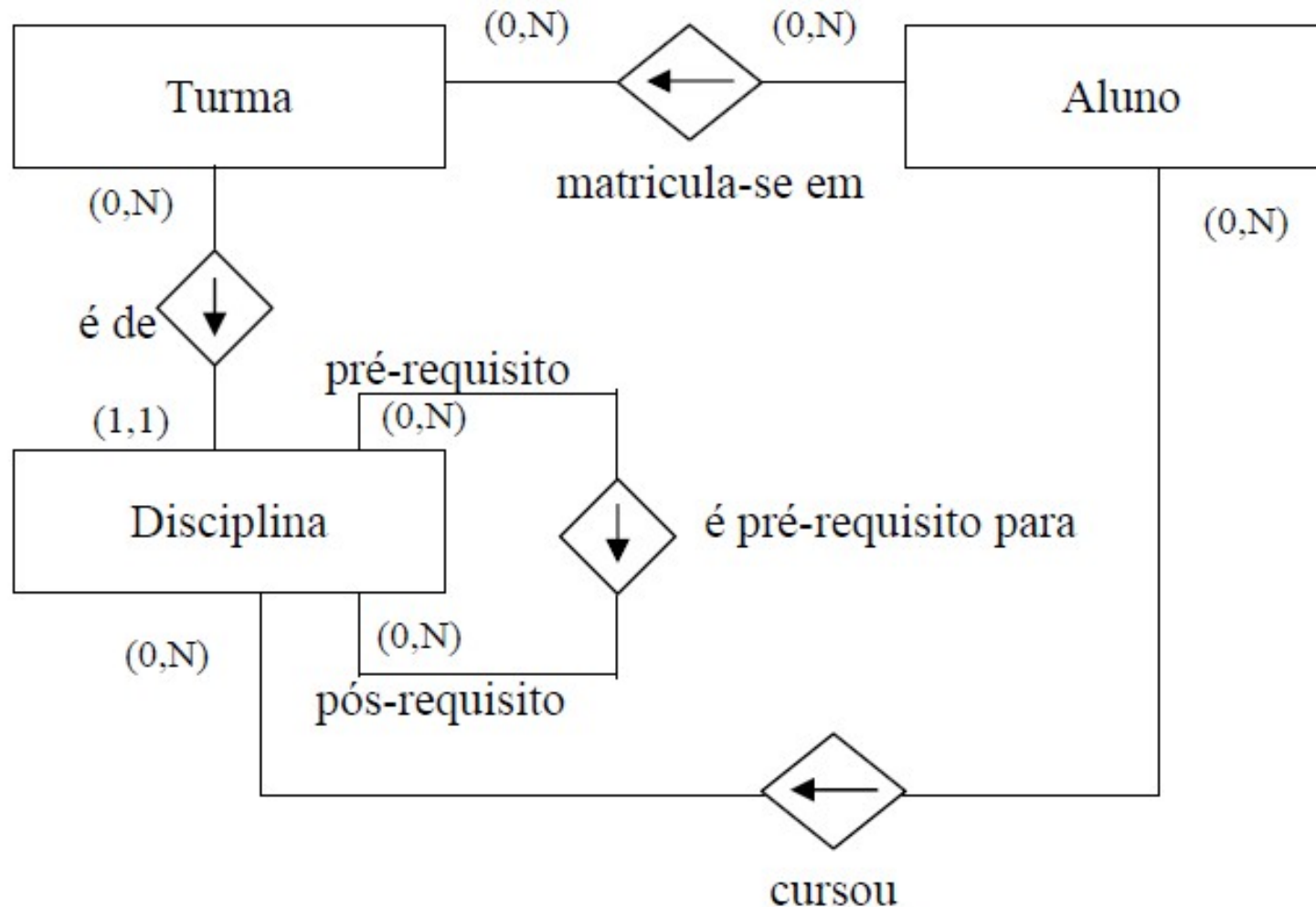
## *Restrições de Integridade em Relacionamentos*

- ▶ Alguns relacionamentos só podem ocorrer se determinada restrição for satisfeita.
- ▶ Um exemplo de restrição de integridade são as cardinalidades.
- ▶ Por exemplo, se um funcionário só pode estar lotado em um único departamento, então não é possível relacionar um funcionário já lotado a um novo departamento.
- ▶ A cardinalidade é uma das poucas restrições de integridade que são expressas no próprio Diagrama ER.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Restrições de Integridade em Relacionamentos

- No exemplo, quais seriam algumas das restrições possíveis?





# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Restrições de Integridade em Relacionamentos*

- ▶ Nesse exemplo, podemos dizer, dentre outras coisas, que um aluno não pode se matricular duas vezes na mesma turma, ainda que ele possa se matricular em várias turmas.
- ▶ Além disso, um aluno só pode se matricular em uma turma de uma disciplina, se já tiver cursado todos os pré-requisitos daquela disciplina.
- ▶ Essas duas restrições sobre possíveis relacionamentos não são passíveis de serem capturadas pela notação dos Diagramas ER e devem ser, então, escritas em linguagem natural como parte do Modelo ER, mais precisamente no **dicionário de dados** do projeto.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Restrições de Integridade em Relacionamentos*

- ▶ O primeiro tipo de restrição apontado no exemplo é dito uma **restrição de integridade de repetição** e indica quantas vezes os mesmos dois elementos das entidades podem ser relacionados.
- ▶ O segundo tipo é dito uma **restrição de integridade de dependência**, apontando que um relacionamento pode ser restringido por outro relacionamento, ou depender de seus relacionamentos anteriores.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Restrições de Integridade sobre o Domínio dos Atributos*

- ▶ Ainda visando manter a integridade do modelo de dados, devemos descrever no dicionário de dados restrições de integridade que regem os valores dos atributos, isto é, o conjunto de valores que um atributo pode assumir.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Restrições de Integridade sobre o Domínio dos Atributos*

- ▶ Esta tarefa deve ser feita utilizando-se dos seguintes recursos:
  - ▶ **enumeração:** lista explícita de valores.
    - ▶ Ex: EstadoCivil : solteiro, casado, desquitado, divorciado e viúvo.
  - ▶ **normas de aceitação:** regras para se identificar se o valor é válido ou não.
    - ▶ Ex: Nome: qualquer conjunto de caracteres alfanuméricos, começado por uma letra.
  - ▶ **intervalo:** descrição de um subconjunto de um intervalo conhecido.
    - ▶ Ex: Mês: de 1 até 12.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Restrições de Integridade sobre o Domínio dos Atributos*

- ▶ Uma vez estabelecido o domínio, é interessante determinar valores possíveis e prováveis, isto é, alguns valores, apesar de poderem ocorrer, é pouco provável que ocorram, dependendo do contexto.
- ▶ Por exemplo, com relação ao atributo idade de um empregado, o valor 81 é um valor possível, mas será que ele é um valor provável, considerando que a aposentadoria ocorre de maneira compulsória aos 70 anos?

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Restrições de Integridade sobre o Domínio dos Atributos*

- ▶ Outros aspectos que devem ser considerados na descrição dos atributos são:
  - ▶ **obrigatoriedade:** estabelecer se um determinado atributo pode ter um valor nulo a ele associado.
    - ▶ Ex: Telefone: opcional; Nome: obrigatório.
  - ▶ **dependência:** Os valores que um atributo pode assumir, muitas vezes, são dependentes dos valores de outros atributos. Neste caso é importante relacionar no dicionário de projeto como se dá esta dependência.
    - ▶ Ex: O valor do atributo dia depende fundamentalmente do valor do atributo mês; a data de demissão de um funcionário tem de ser temporalmente posterior à sua data de admissão.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Dicionário de Dados*

- ▶ O Dicionário de Dados é uma listagem organizada de todos os elementos de dados pertinentes ao sistema, com definições precisas, para que os usuários e desenvolvedores possam conhecer o significado dos itens de dados manipulados pelo sistema.

# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## Dicionário de Dados

| Símbolo   | Significado   |
|-----------|---|
| =         | é composto de   |
| +         | e   |
| ()        | dado ou estrutura opcional  |
| [   ]     | dados ou estruturas alternativas (ou exclusivo)   |
| $n\{ \}m$ | repetição de dados ou estruturas, onde $n$ representa o número mínimo de repetições e $m$ o número máximo. Se $n$ e $m$ não são especificados, significa zero ou mais repetições. |
| /* */     | delimitadores de comentários  |
| _____     | atributo determinante   |

**Figura 3.21 – Notação para Dicionários de Dados.**



# Modelagem de Entidades e Relacionamentos

## *Dicionário de Dados*

Os exemplos mostrados a seguir ilustram diversas situações e o emprego das notações:

- ▶(a) O cliente pode possuir um telefone.
  - ▶Cliente = cpf + nome + endereço + (telefone)
- ▶(b) O cliente pode possuir mais de um telefone (ou mesmo nenhum).
  - ▶Cliente = cpf + nome + endereço + {telefone}
- ▶(c) O cliente pode possuir até três telefones.
  - ▶Cliente = cpf + nome + endereço + {telefone}3
- ▶(d) O cliente pode possuir telefone comercial, residencial ou ambos.
  - ▶Cliente = cpf + nome + endereço + [telefone-comercial | telefone-residencial | telefone-comercial + telefone-residencial]

