

■ ■ série de livros didáticos informática ufrgs



bookman[®]
EMPRESA DO GRUPO ARTMED
www.bookman.com.br

.inf
INSTITUTO
DE INFORMÁTICA
UFRGS

4



Projeto de Banco de Dados

Carlos Alberto Heuser

Construindo modelos ER

Capítulo 3

Construindo modelos ER - Temário

- 1. Conselhos práticos**
- 2. Heurísticas**
- 3. Notações alternativas**
- 4. Processo de modelagem e alternativas**

Propriedades de modelos ER

- Modelo ER é um modelo **formal**
- Poder de expressão é **limitado**
- **Equivalência** entre modelos

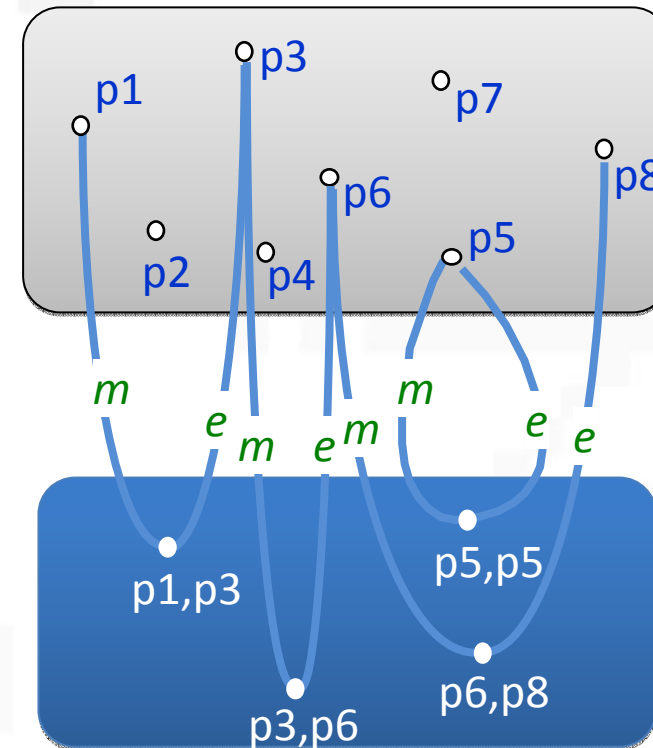
Modelo ER é um modelo formal

- Modelo **preciso, não ambíguo** .
- Diferentes leitores de um mesmo modelo ER devem sempre entender exatamente o mesmo.
- DER pode ser usado como entrada a uma ferramenta CASE.
- Fundamental:
 - todos os envolvidos devem estar treinados na sua perfeita compreensão.
- Risco: sub-utilização .

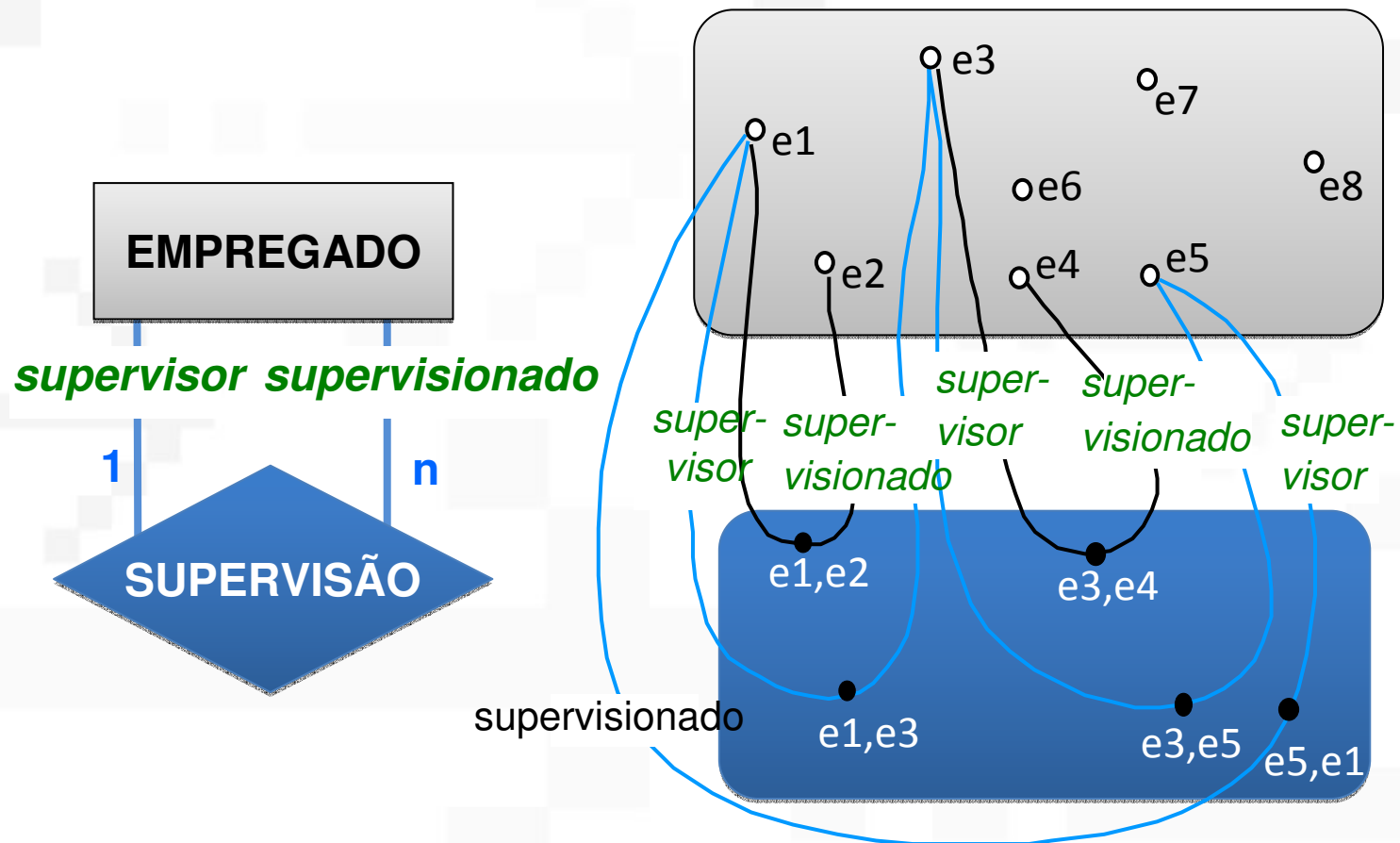
Poder de expressão limitado

- Modelo ER apresenta **apenas algumas** propriedades de um banco de dados:
 - Foi concebido para o projeto da **estrutura** de um BD relacional.
- **Poder de expressão limitado** para expressar restrições de integridade genéricas (regras de negócio).

Poder de expressão limitado - exemplo



Poder de expressão limitado - exemplo



Equivalência entre modelos

- Dois modelos ER diferentes **podem ser equivalentes**.
- Modelos equivalentes:
 - **expressam o mesmo,**
 - **modelam a mesma realidade.**
- Para fins de projeto de BD, dois modelos ER são equivalentes quando:
 - **geram o mesmo esquema de BD.**
- Considerar um conjunto de regras de tradução de modelos ER para modelos lógicos de BD.

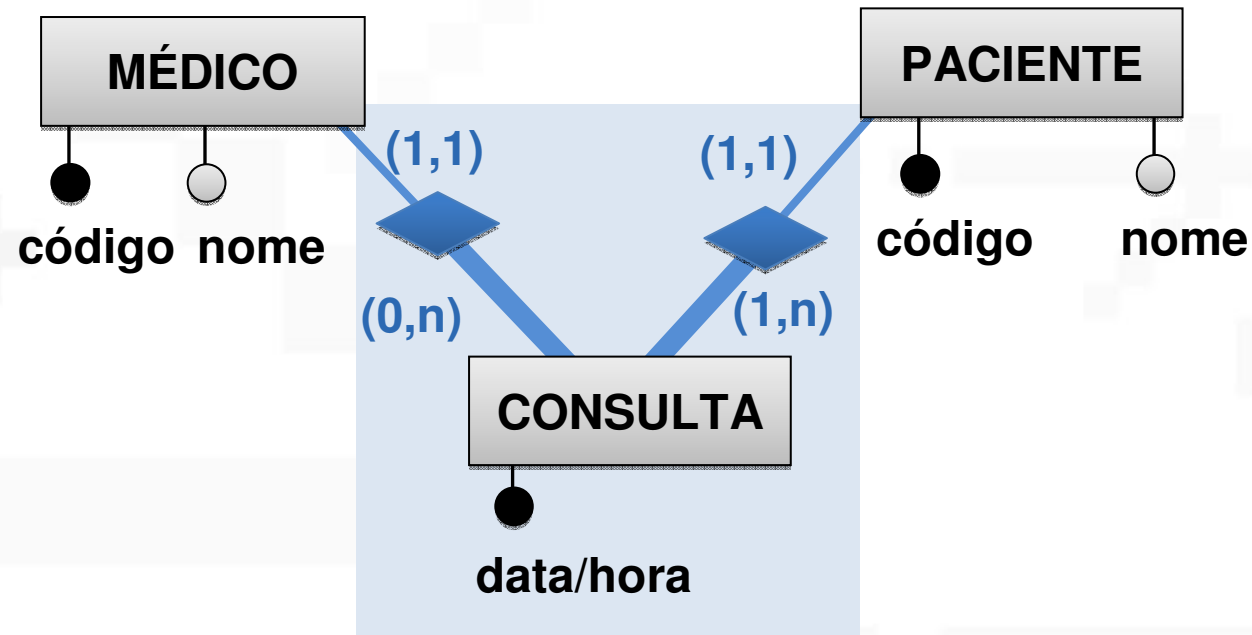
Exemplo de equivalência entre modelos

a) CONSULTA como relacionamento n:n



Modelo equivalente

b) CONSULTA como entidade



Transformação de relacionamento n:n em entidade (1)

1. O relacionamento n:n é representado como uma entidade.
2. A entidade criada é relacionada às entidades que originalmente participavam do relacionamento.
3. A entidade criada tem como identificador:
 - as entidades que originalmente participavam do relacionamento,
 - os atributos que eram identificadores do relacionamento original (caso o relacionamento original tivesse atributos identificadores).

Transformação de relacionamento n:n em entidade (2)

4. Nos relacionamentos de que participa, a cardinalidade da entidade criada é sempre (1,1).
5. As cardinalidades das entidades que eram originalmente associadas pelo relacionamento são transcritas ao novo modelo conforme mostrado na figura.

Modelo ER sem relacionamento n:n

- Relacionamento n:n **pode ser transformado em entidade.**
- É possível construir **modelos sem relacionamentos n:n.**
- Há variantes da abordagem ER, que
 - **excluem** o uso de **relacionamentos n:n**, ou
 - **excluem** apenas o uso de **relacionamentos n:n com atributos**
- **Exemplo:**
 - **várias abordagens baseadas na Engenharia de Informações (ver adiante)**

Identificando construções

- Determinação da **construção** da abordagem ER (entidade, relacionamento,...) que **será usada para modelar** um **objeto** de uma realidade:
 - **Não** pode ser feita **através** da **observação do objeto isoladamente**.
 - É necessário conhecer o **contexto** (modelo dentro do qual o objeto aparece).

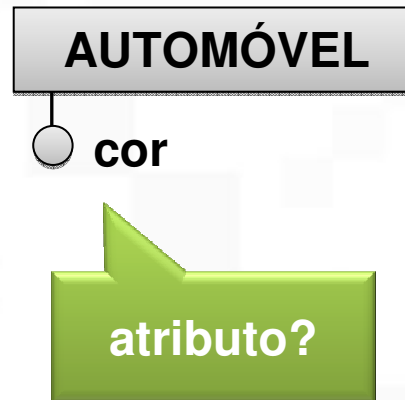
Identificando construções

Recomendação geral

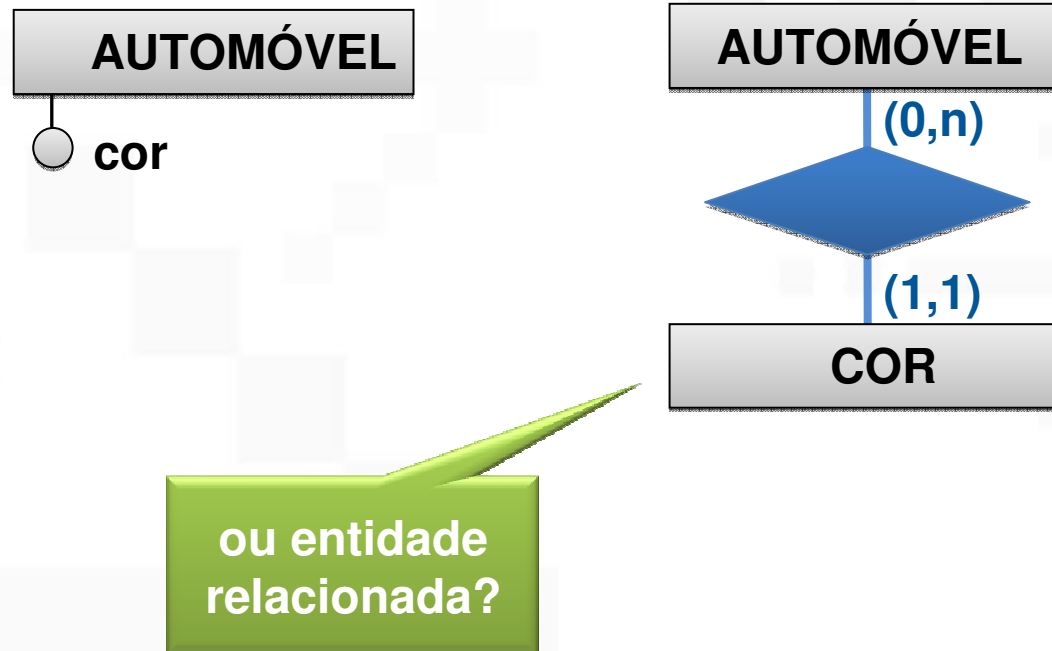
- Decisão por uma construção para a modelagem de um objeto está **sujeita a alteração durante a modelagem.**
- Não despende um tempo excessivo em longas discussões sobre como modelar um objeto.
- Desenvolvimento do modelo e o aprendizado sobre a realidade irão **refinando e aperfeiçoando** o modelo.

Atributo *versus* entidade relacionada

Como deve ser modelada a cor de um automóvel?



Atributo *versus* entidade relacionada



Atributo *versus* entidade relacionada critérios (1)

- Objeto está **relacionado com outros objetos**:
 - deve ser **modelado como entidade**.
- Caso **contrário**:
 - pode ser **modelado como atributo**.

Atributo *versus* entidade relacionada critérios (2)

- Conjunto de valores de um determinado objeto é fixo (domínio **fixo**):
 - pode ser modelado como **atributo**.
- Existem transações no sistema que alteram o conjunto de valores do objeto (domínio **variável**):
 - **não** deve ser modelado como **atributo**.

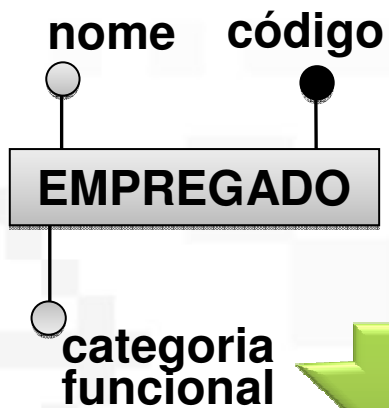
Atributo *versus* generalização/especialização

- Questão:
 - modelar um determinado objeto
(exemplo, a categoria funcional de cada empregado de uma empresa):
 - como **atributo**?
(categoria funcional como atributo da entidade EMPREGADO)
 - ou como uma **especialização**?
(cada categoria funcional corresponde a uma especialização da entidade empregado)

Atributo *versus* generalização/especialização

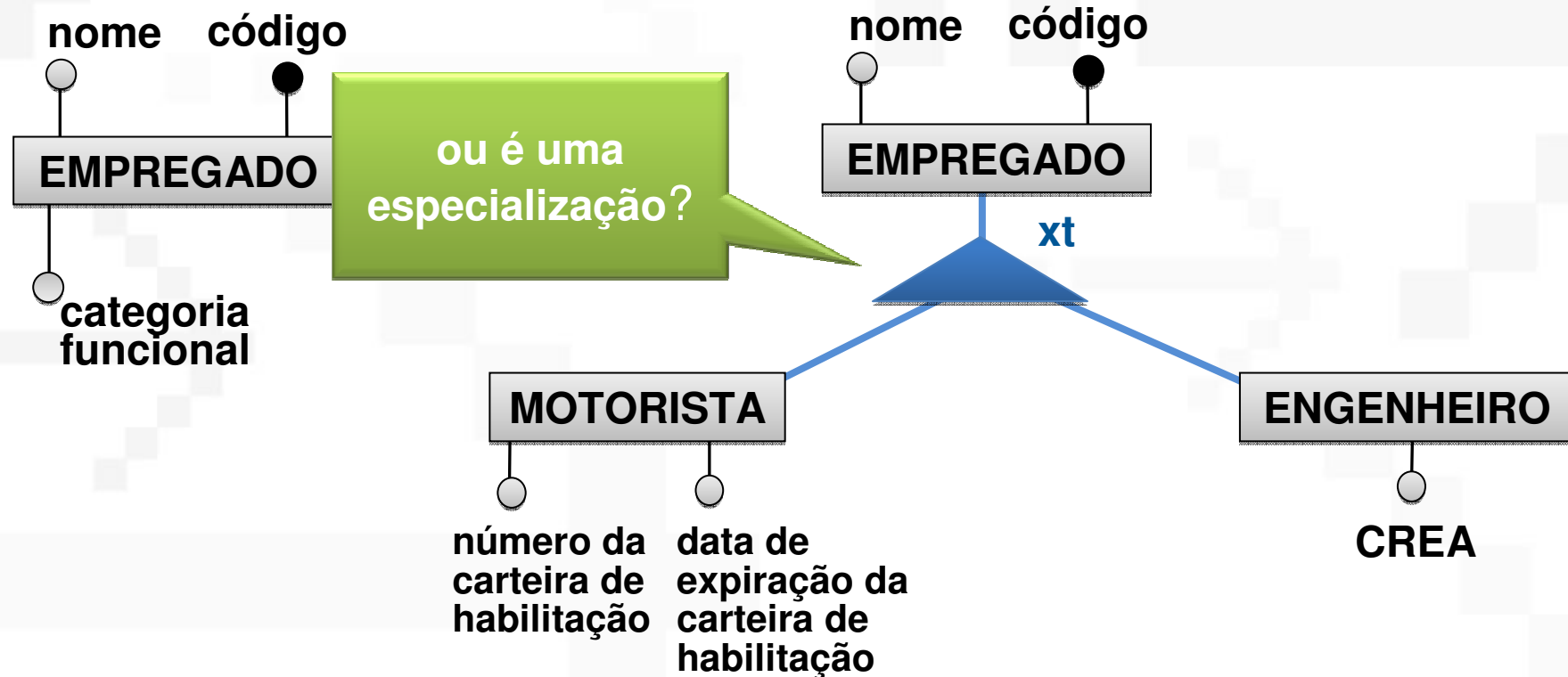
- **Especialização** deve ser usada quando as classes especializadas de entidades **possuem propriedades particulares**:
 - atributos
 - relacionamentos
 - generalizações/especializações

Atributo *versus* generalização/especialização



categoria
funcional é
um atributo?

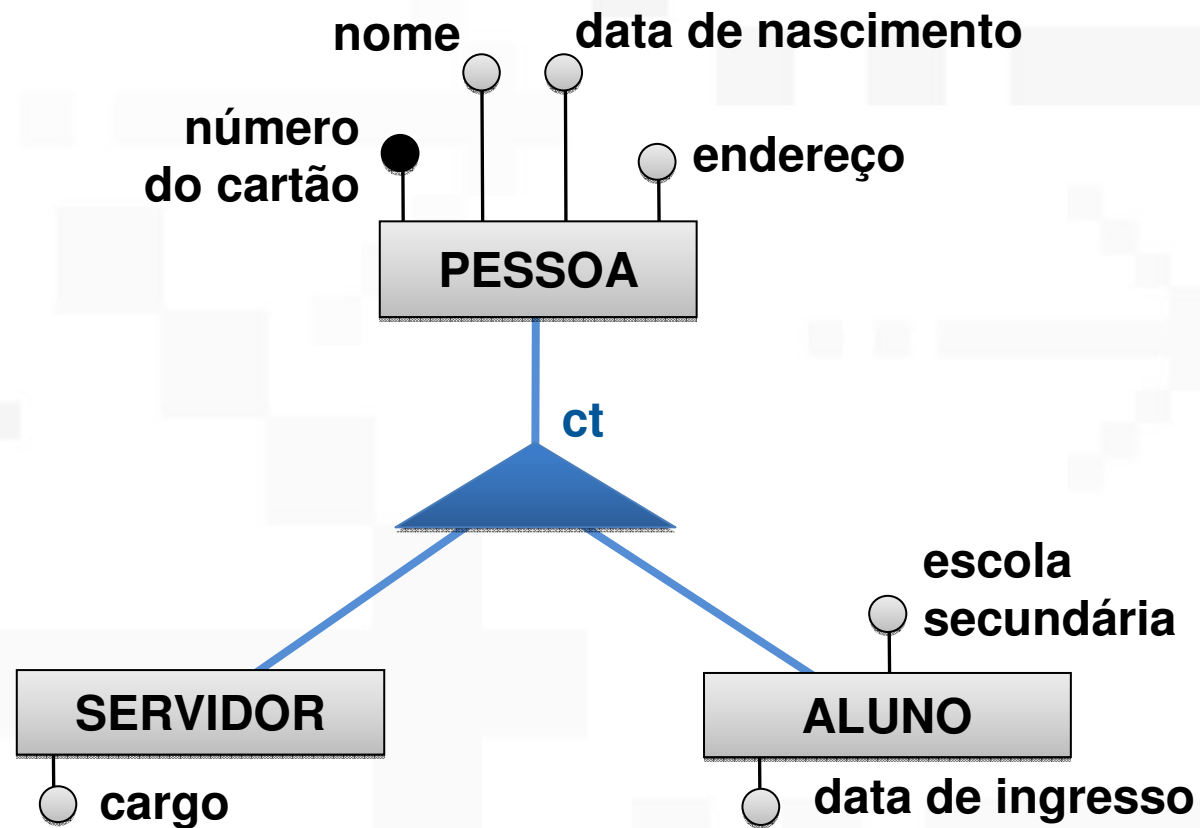
Atributo *versus* generalização/especialização



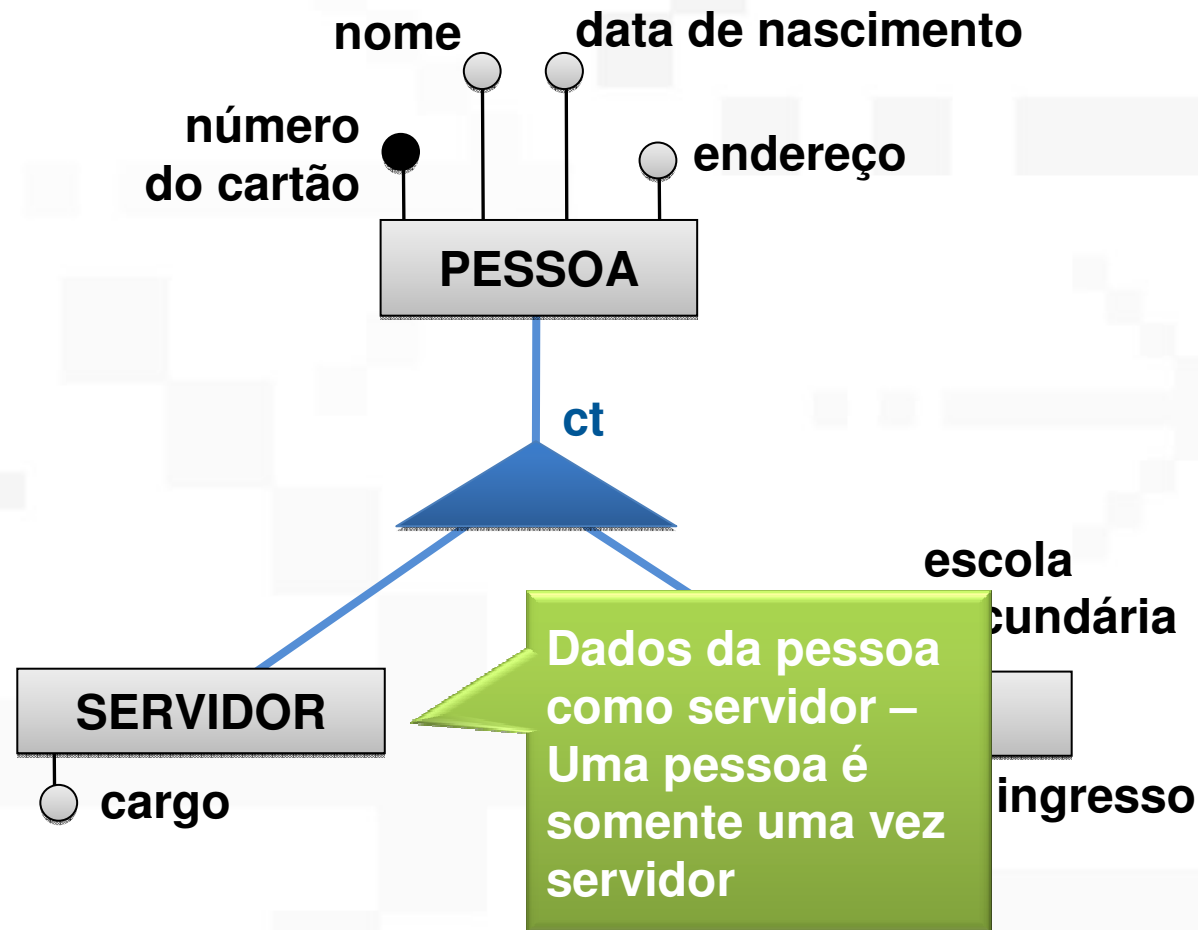
Entidade *versus* especialização

- Questão:
 - Deve-se modelar um determinado objeto como:
uma entidade relacionada a outra?
ou como uma especialização?
- Observar o identificador do objeto em questão:
 - Lembrar que uma entidade especializada herda o identificador de sua entidade genérica.

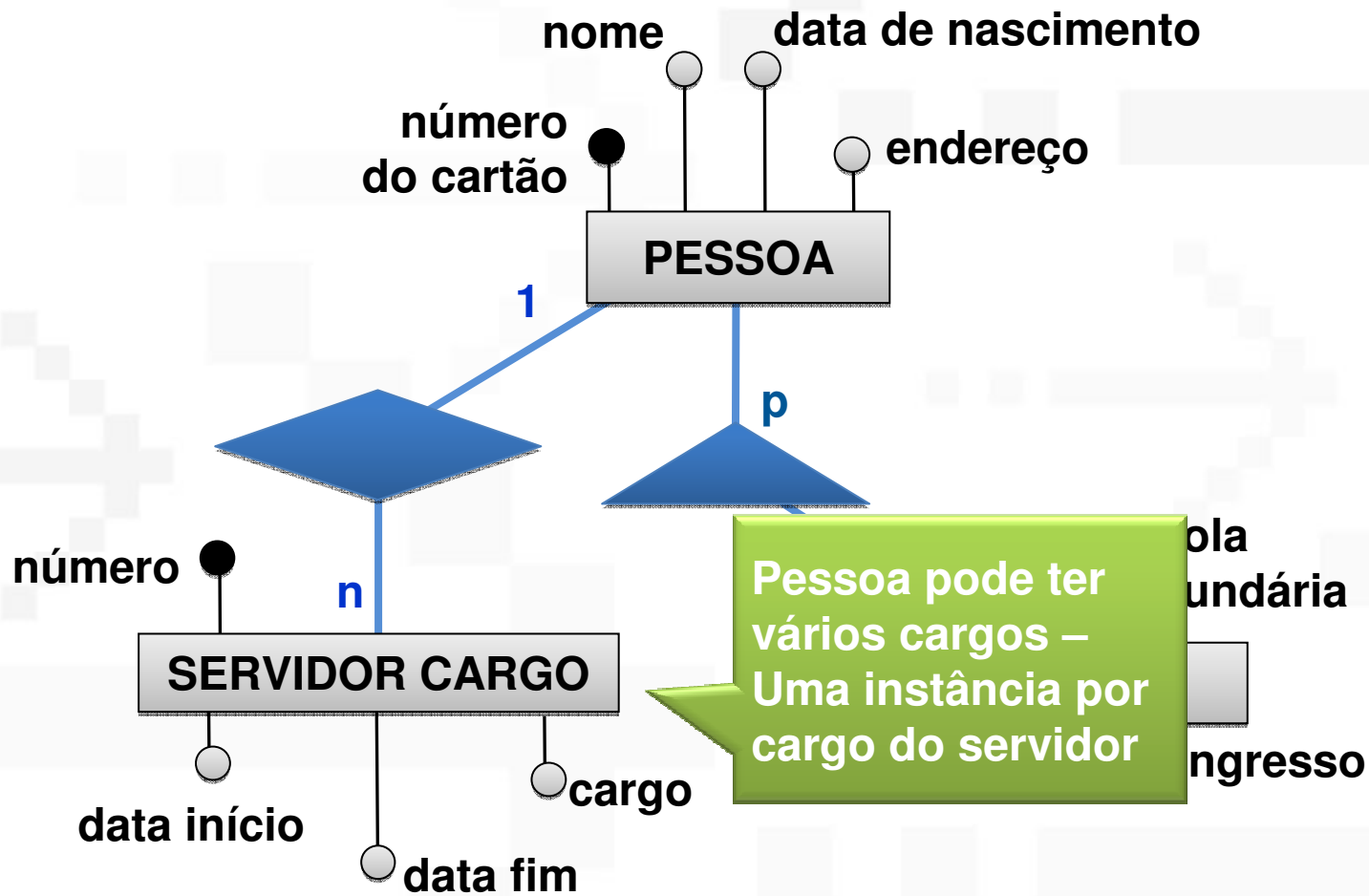
Entidade *versus* especialização



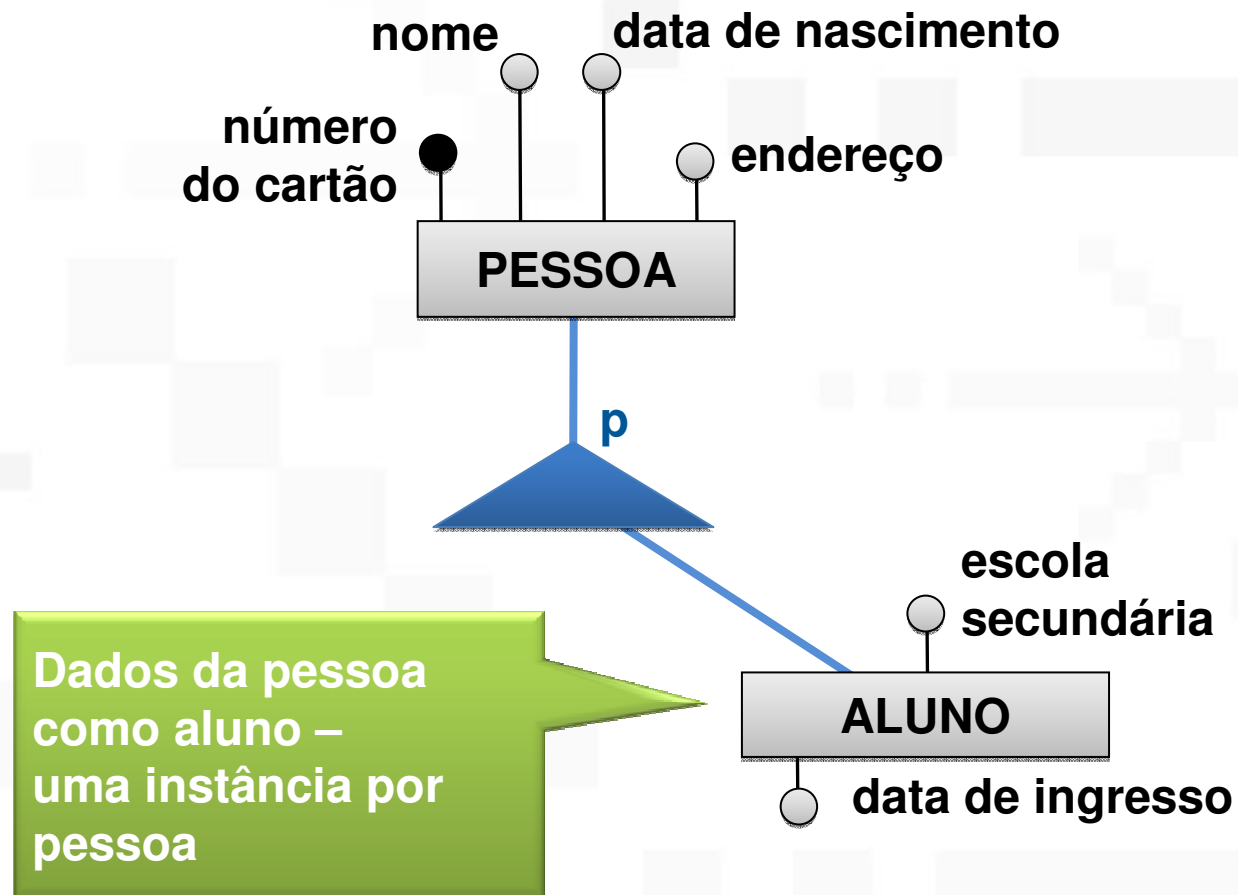
Entidade *versus* especialização



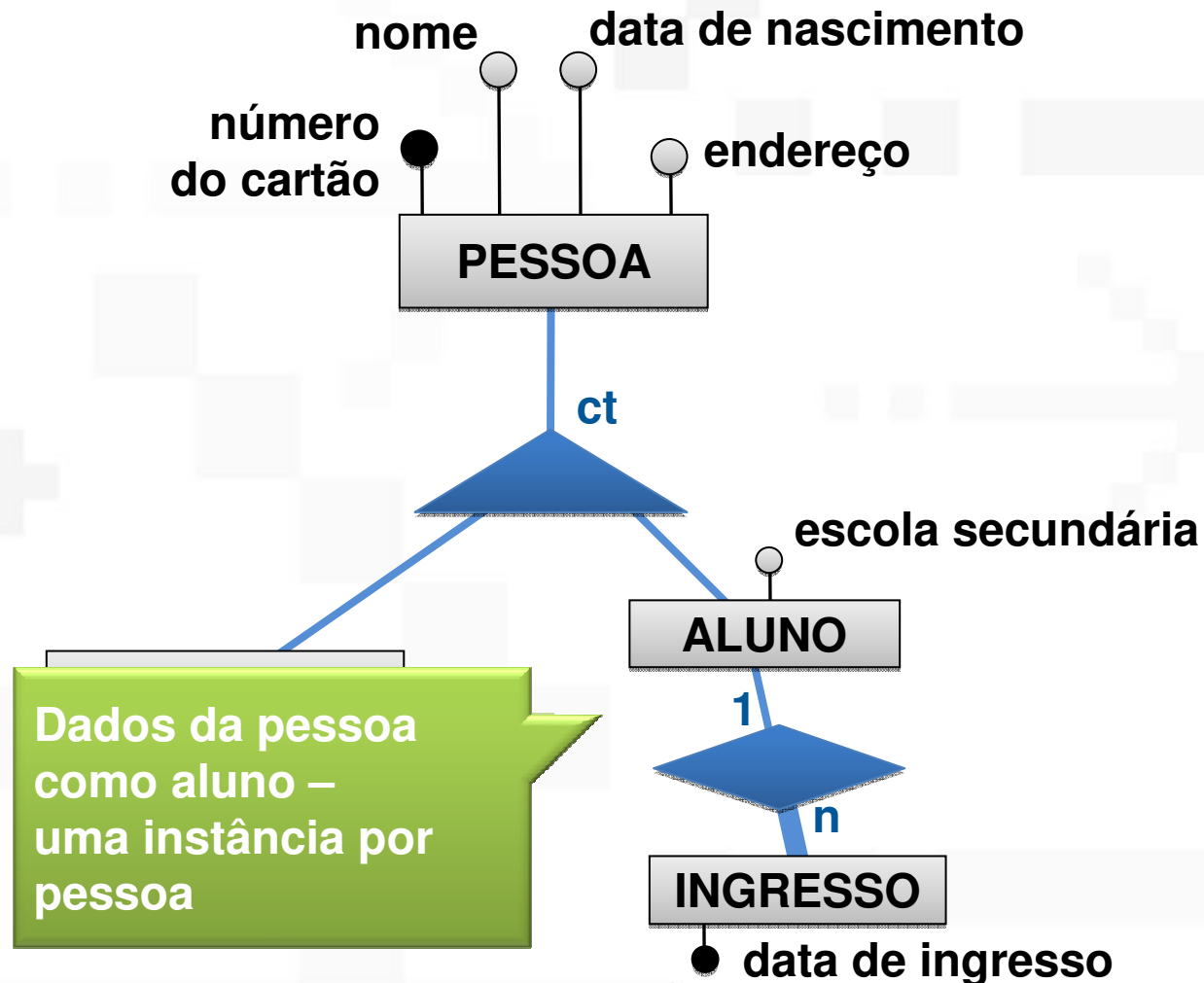
Entidade *versus* especialização



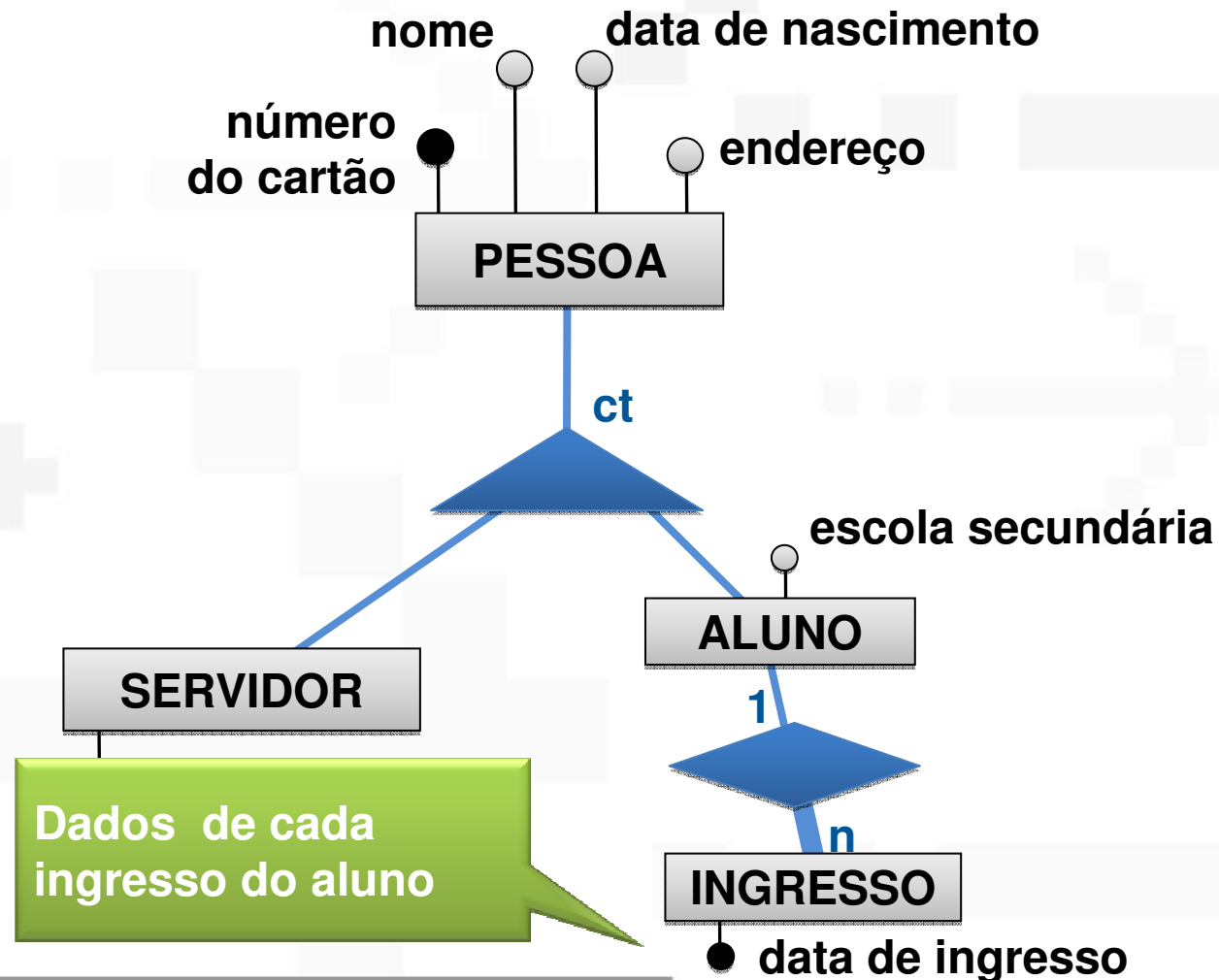
Entidade *versus* especialização



Entidade *versus* especialização

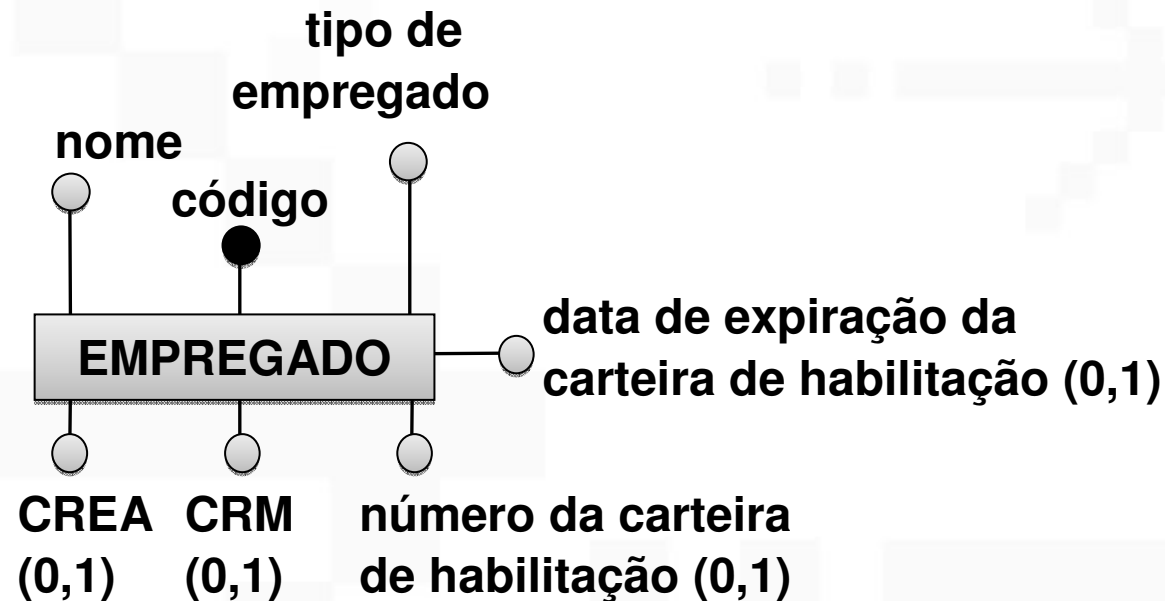


Entidade *versus* especialização

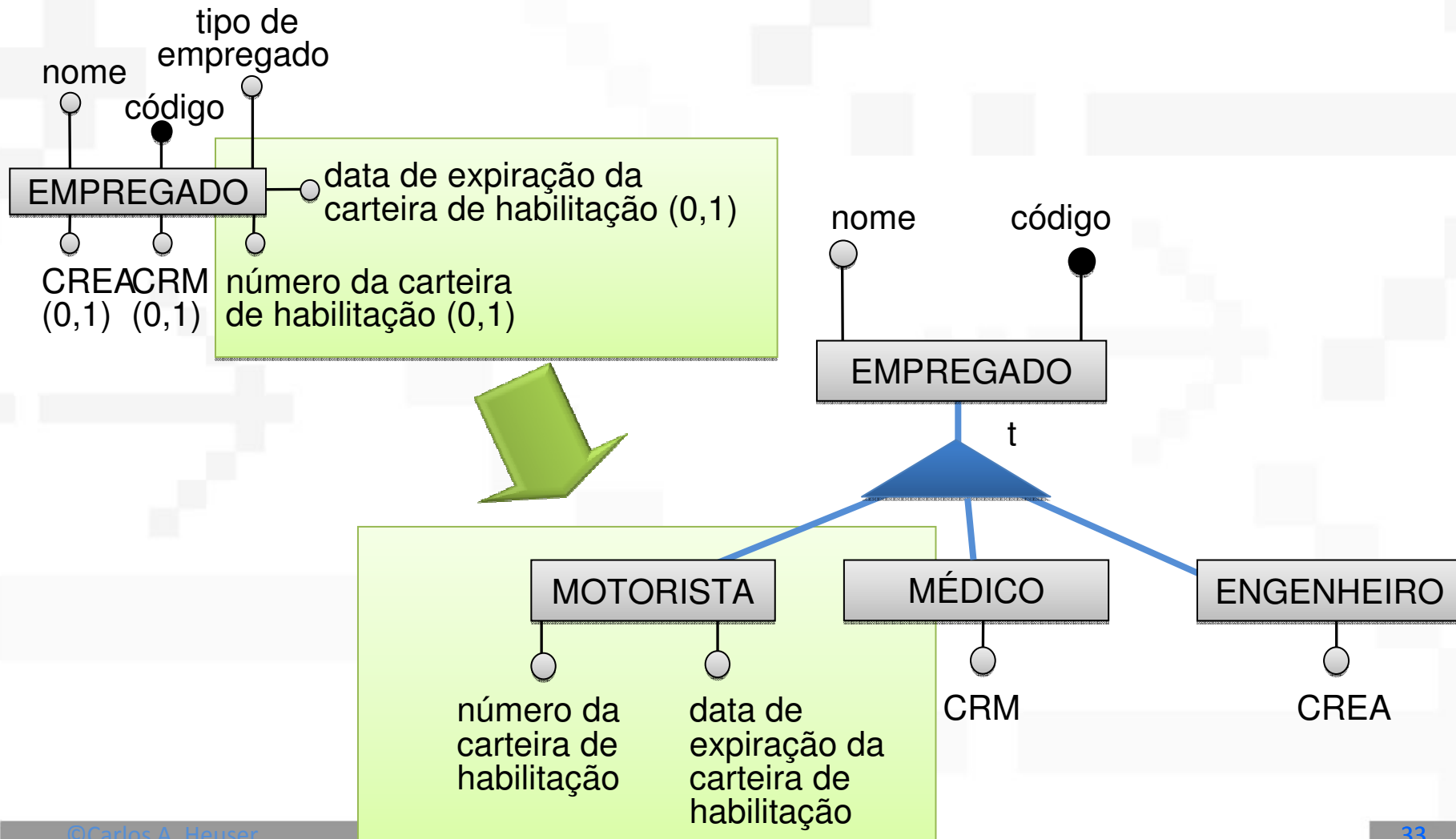


Atributo opcional

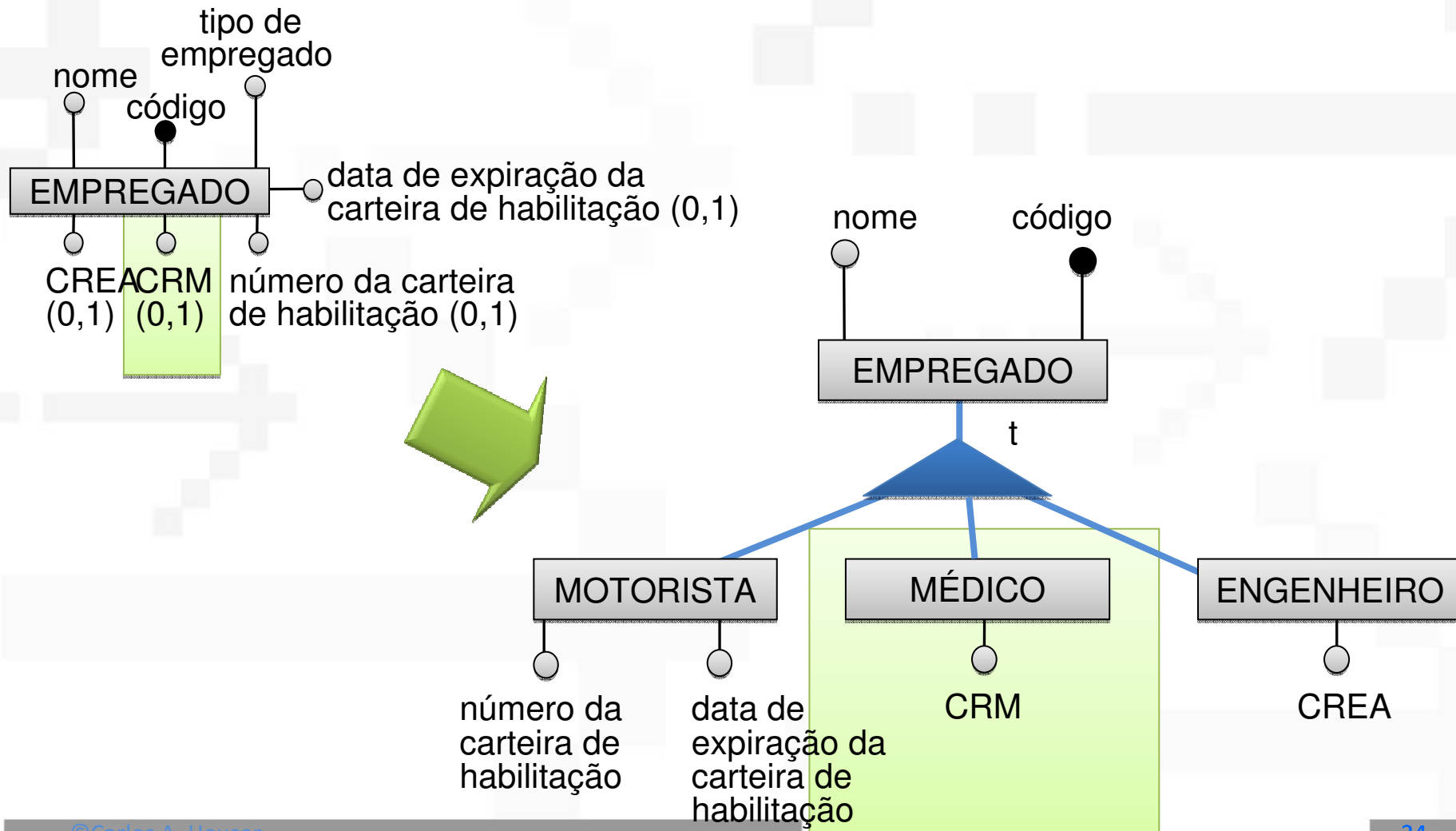
- Atributo **opcional**:
 - Pode indicar subconjunto de entidade, que pode ser modelado mais corretamente através de **especialização**.



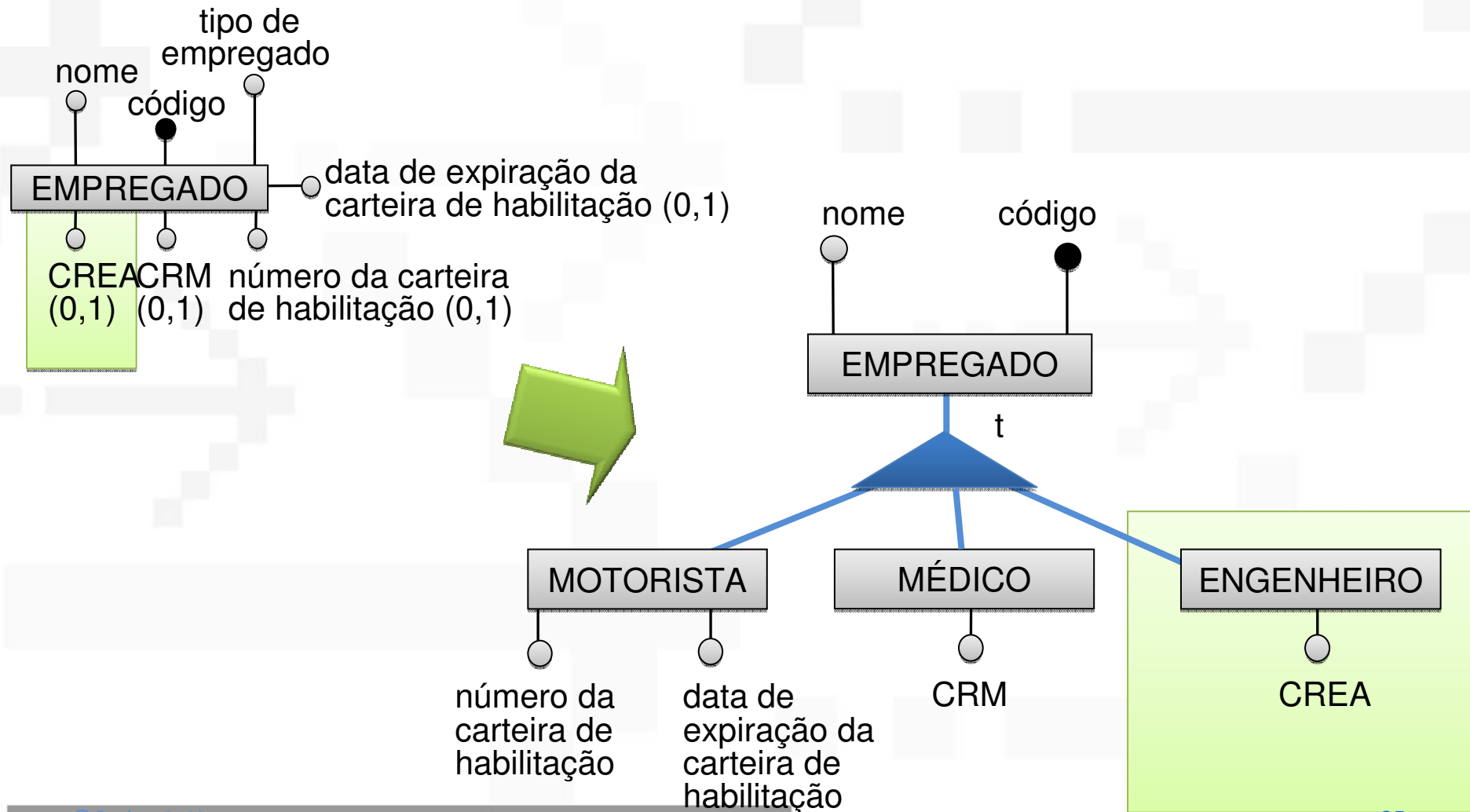
Atributo opcional



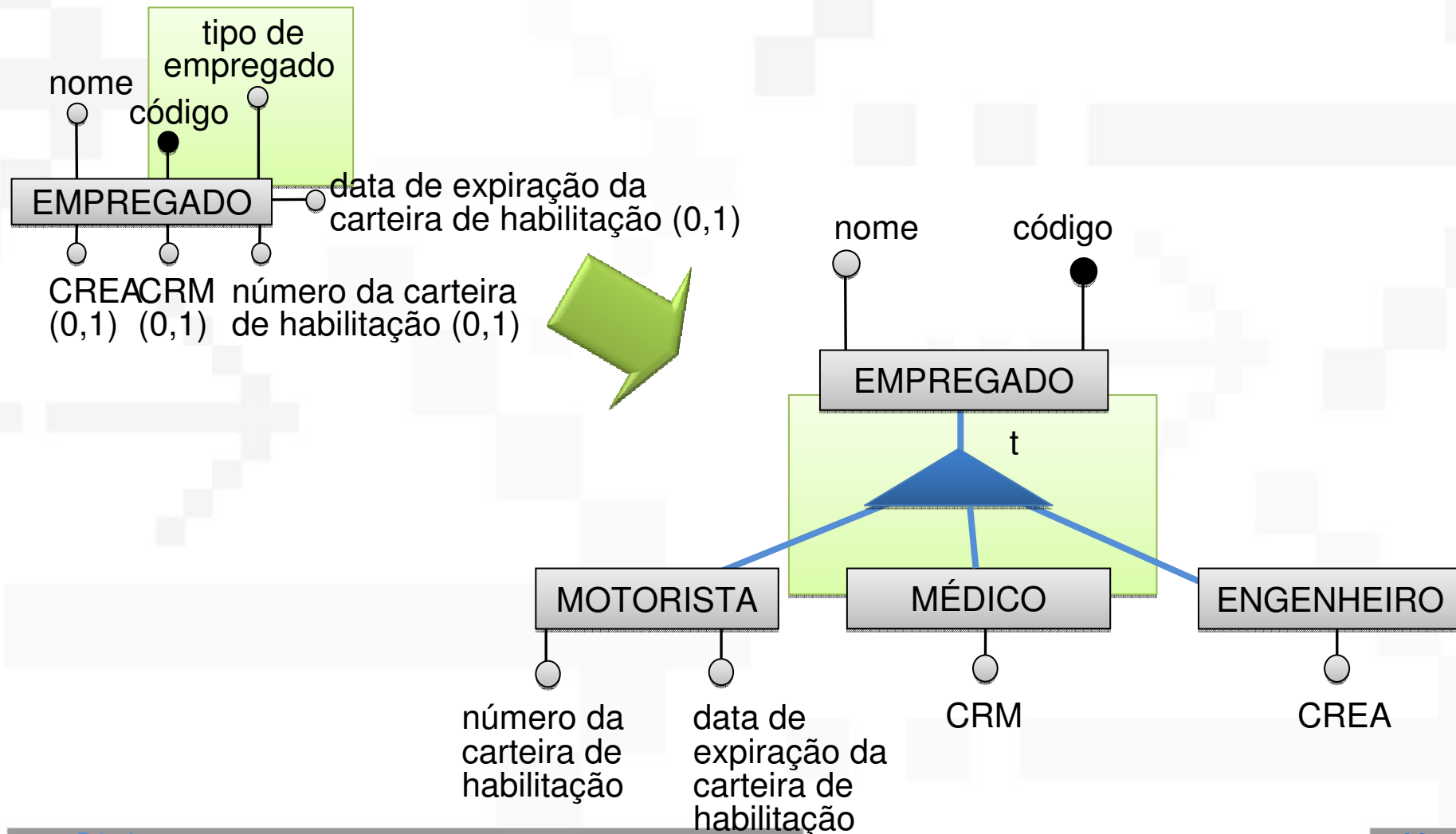
Atributo opcional



Atributo opcional



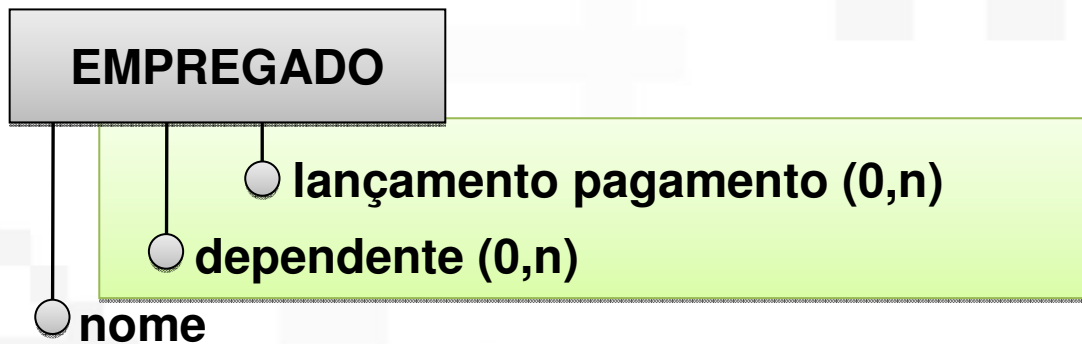
Atributo opcional



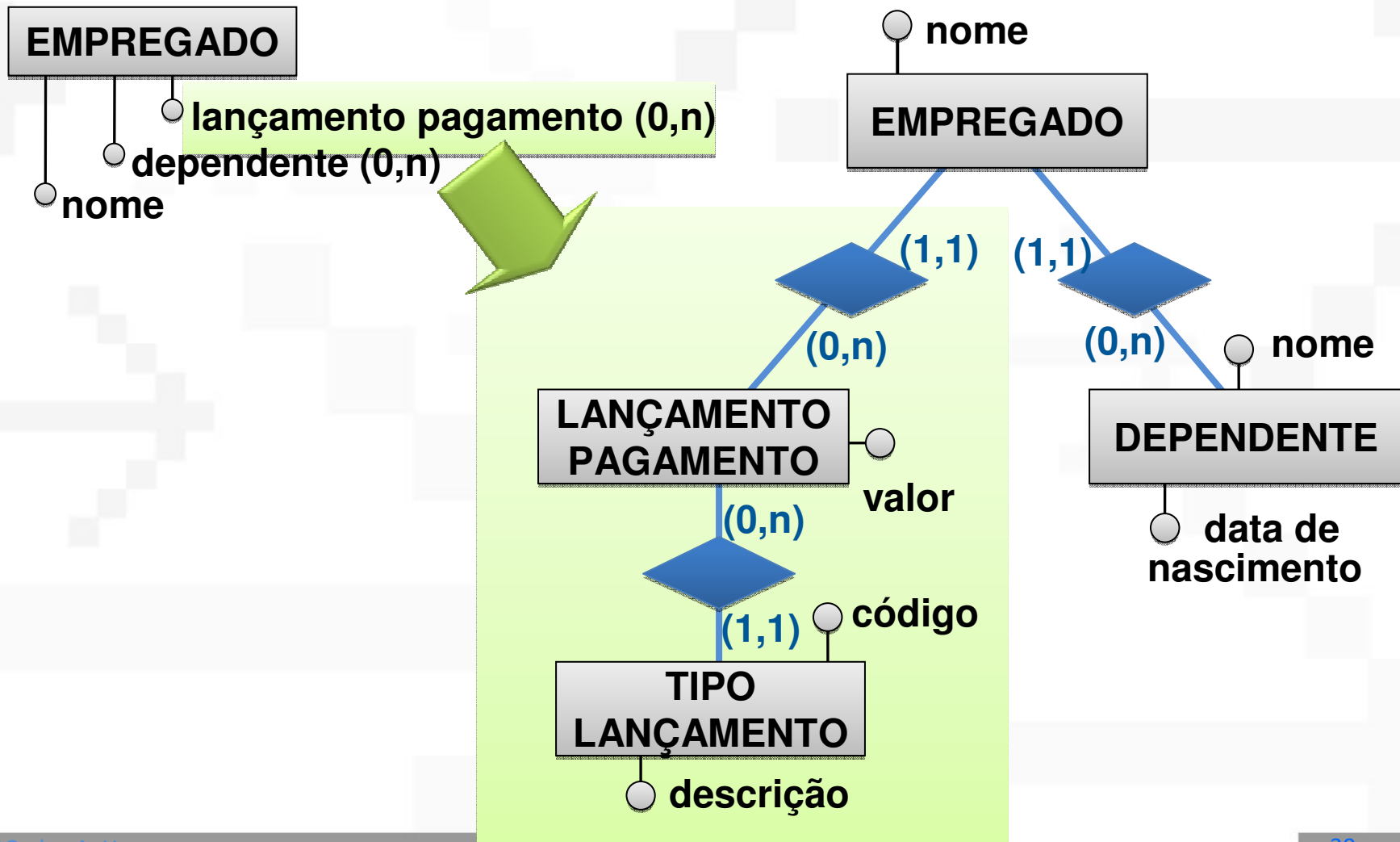
Atributo multivalorado é indesejável

- SGBD **relacional** que segue o padrão SQL/2:
 - Atributo multivalorado não possui implementação direta.
- SGBD **OO** ou **objeto/relacional**:
 - Atributo multivalorado normalmente é modelado como classe separada.
- Atributos multivalorados podem induzir a um erro de modelagem
 - Ocultar entidades e relacionamentos em atributos multivalorados

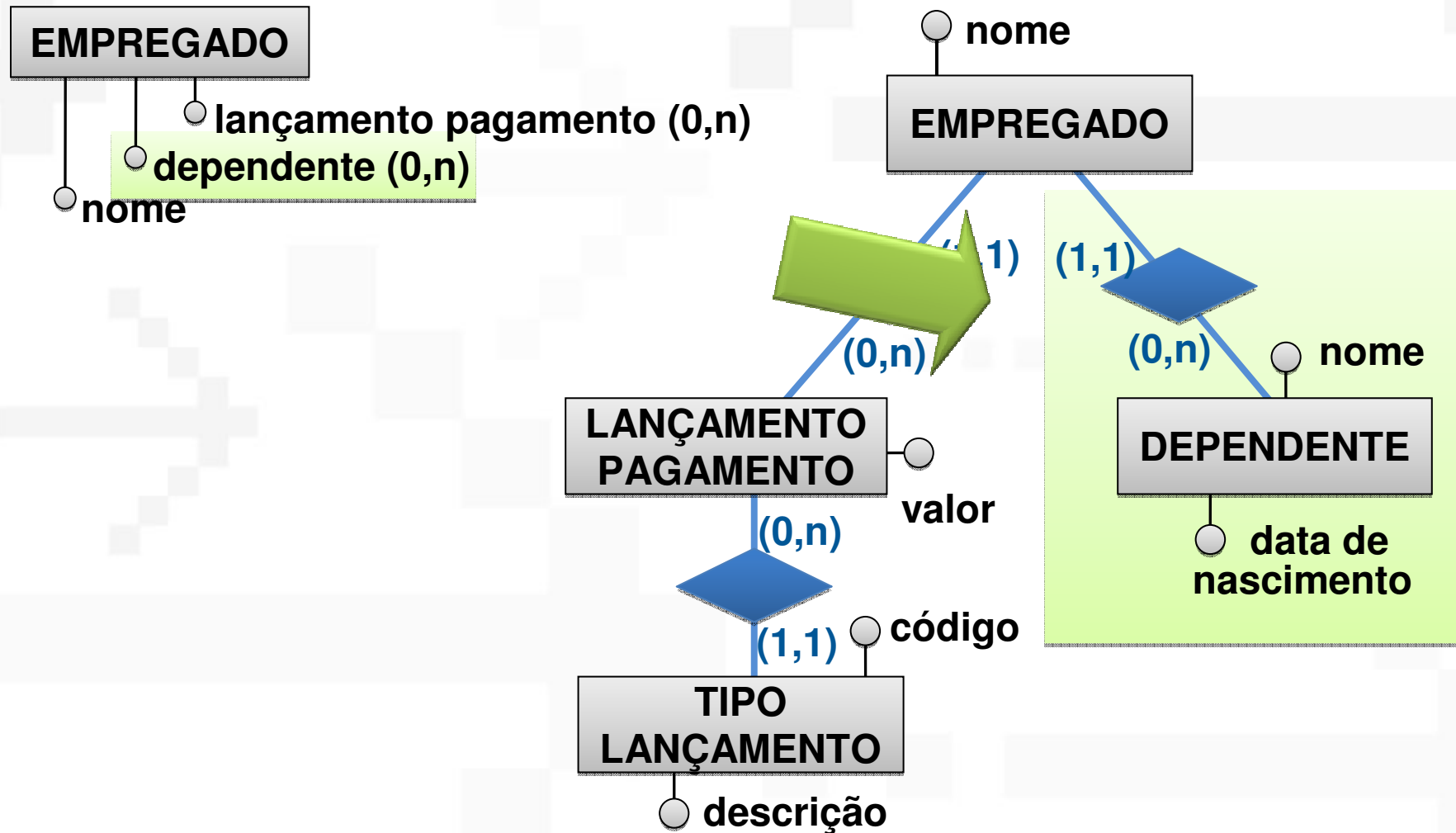
Atributo multivalorado



Atributo multivalorado eliminação



Atributo multivalorado eliminação



Verificação do modelo

- Modelo deve ser **correto**
- Modelo deve ser **completo**
- Modelo deve ser **livre de redundâncias**

Modelo deve ser correto

- **Erros:**
 - **sintáticos**
 - **semânticos**
- **Erros semânticos mais difíceis de verificar.**
- **Regras de normalização auxiliam na validação.**

Exemplos de erros semânticos

- **Estabelecer associações incorretas:**
 - associar a uma entidade um atributo que na realidade pertence a outra entidade.
- **Usar uma entidade como atributo de outra entidade.**
- **Usar o número incorreto de entidades em um relacionamento.**
 - fundir em um único relacionamento ternário dois relacionamentos binários independentes

Modelo deve ser completo

- Deve fixar todas propriedades desejáveis do banco de dados.
- Somente pode ser verificado por alguém que conhece profundamente o sistema a ser implementado:
 - Envolvimento de **especialista no domínio da aplicação** (“usuário”).

Verificação de completitude

- **Forma de verificar:**
 - dados que devem ser obtidos do banco de dados estão presentes?
 - todas as transações de modificação do banco de dados podem ser executadas sobre o modelo?
- **Requisito é aparentemente conflitante com a falta de poder de expressão de modelos ER.**

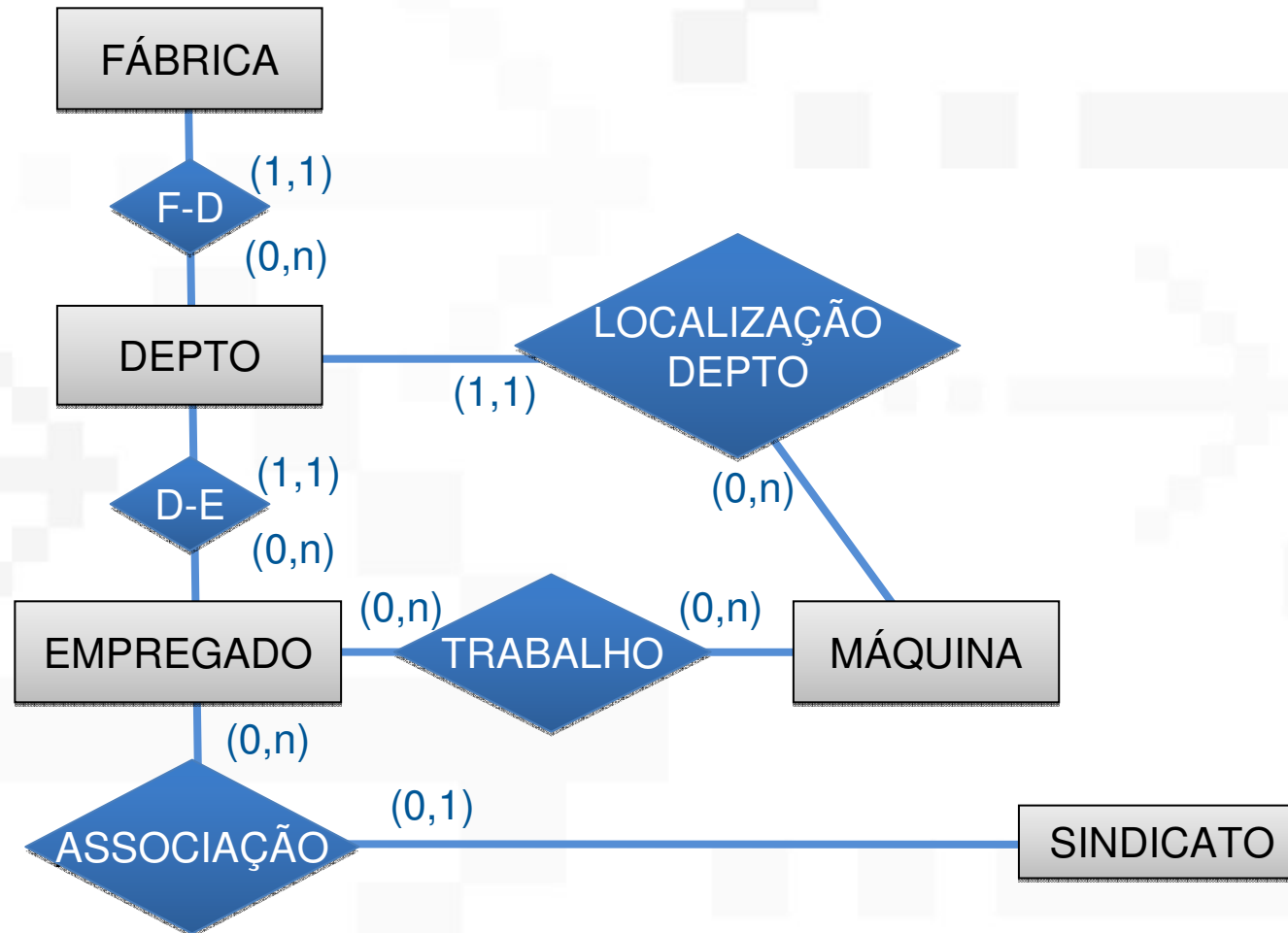
Modelo deve ser livre de redundâncias

- **Modelo deve ser mínimo, isto é não deve conter conceitos redundantes.**
- **Tipos de redundância:**
 - **Relacionamentos** redundantes
 - **Atributos** redundantes

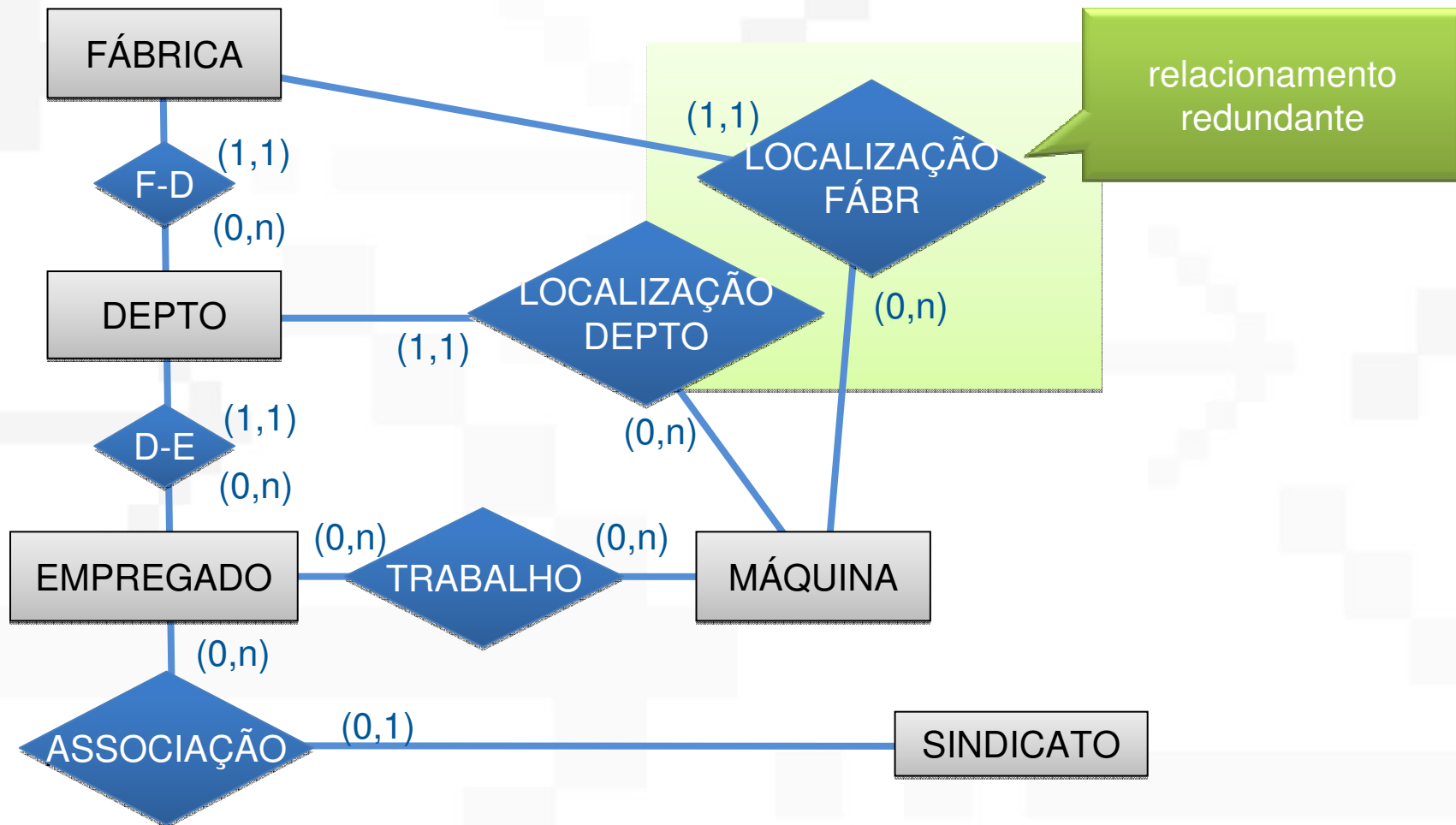
O que fazer com construções redundantes?

- Alternativas
 - não devem aparecer no modelo ou
 - devem aparecer indicadas como redundantes
- **Implementação** pode conter **redundância controlada** de dados (desempenho, tolerância a falhas)

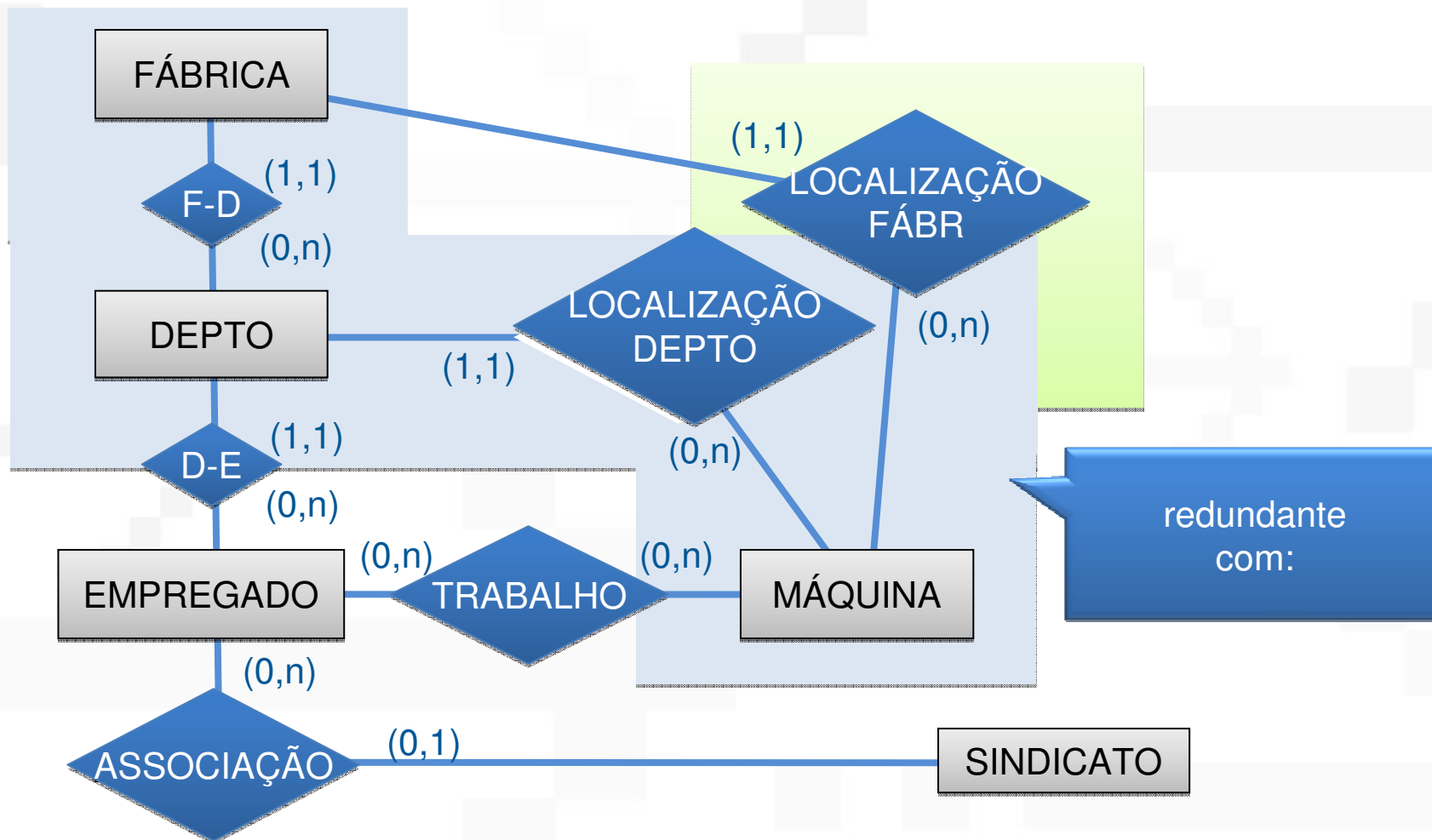
Exemplo de modelo



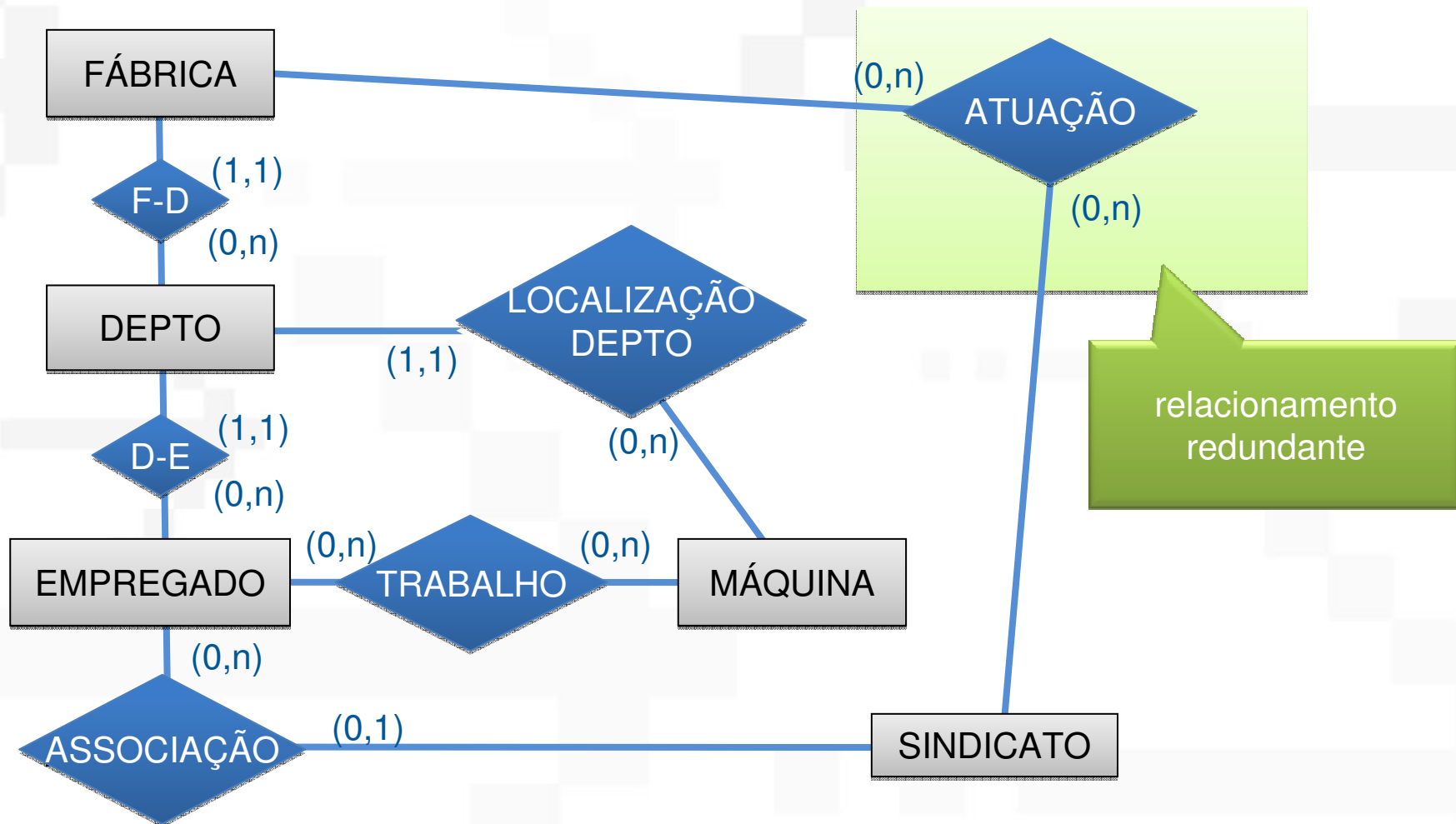
Relacionamentos redundantes



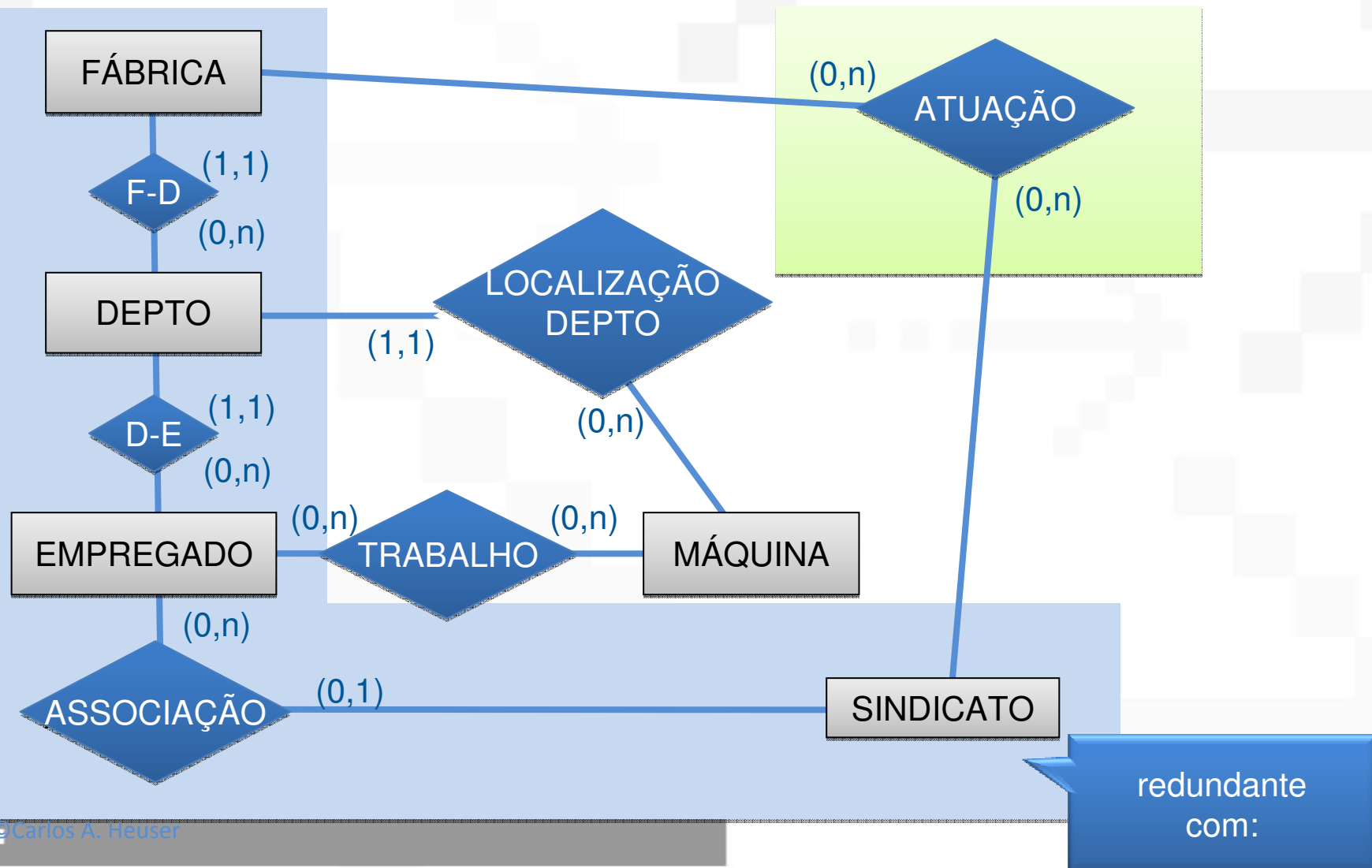
Relacionamentos redundantes



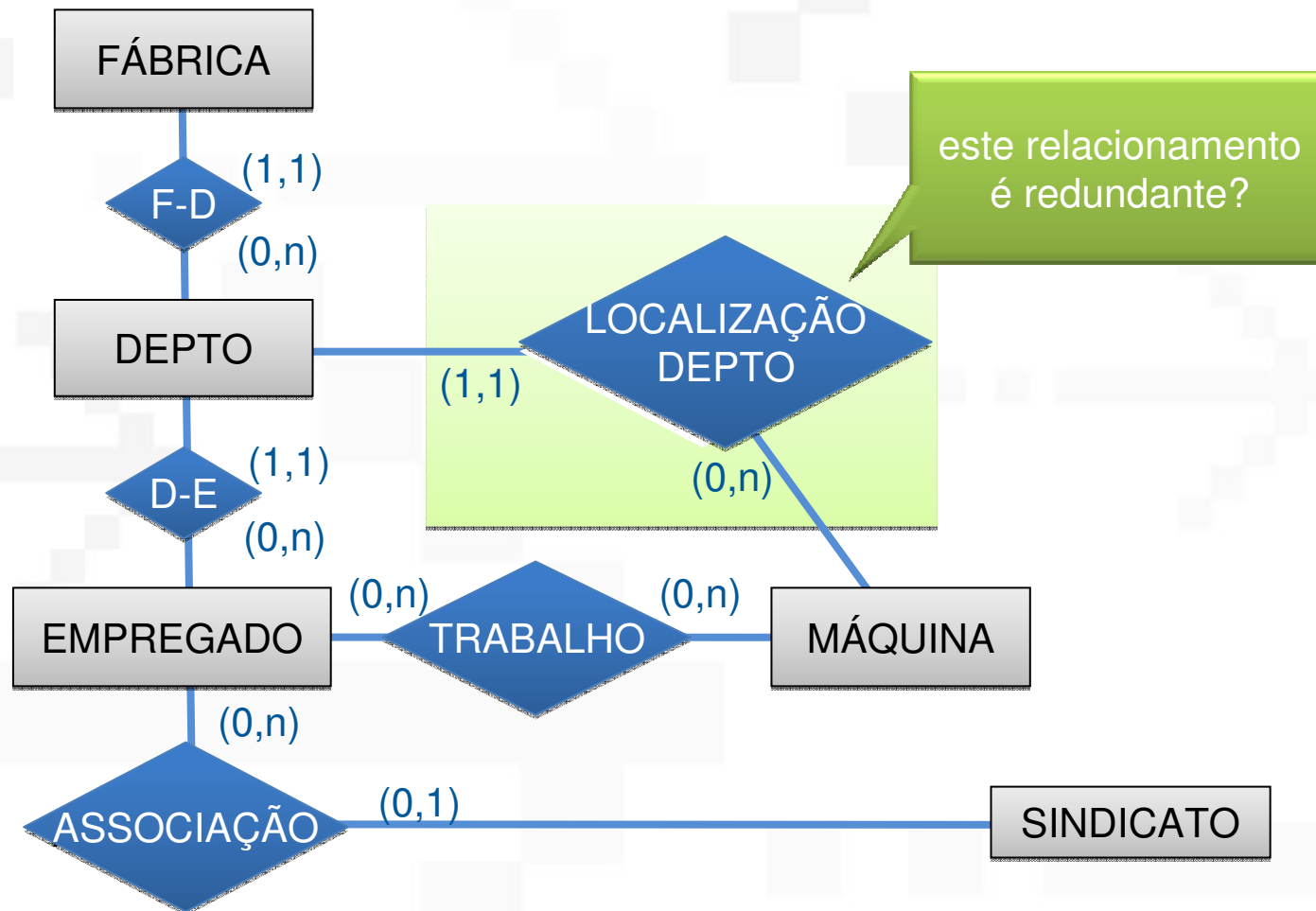
Relacionamentos redundantes



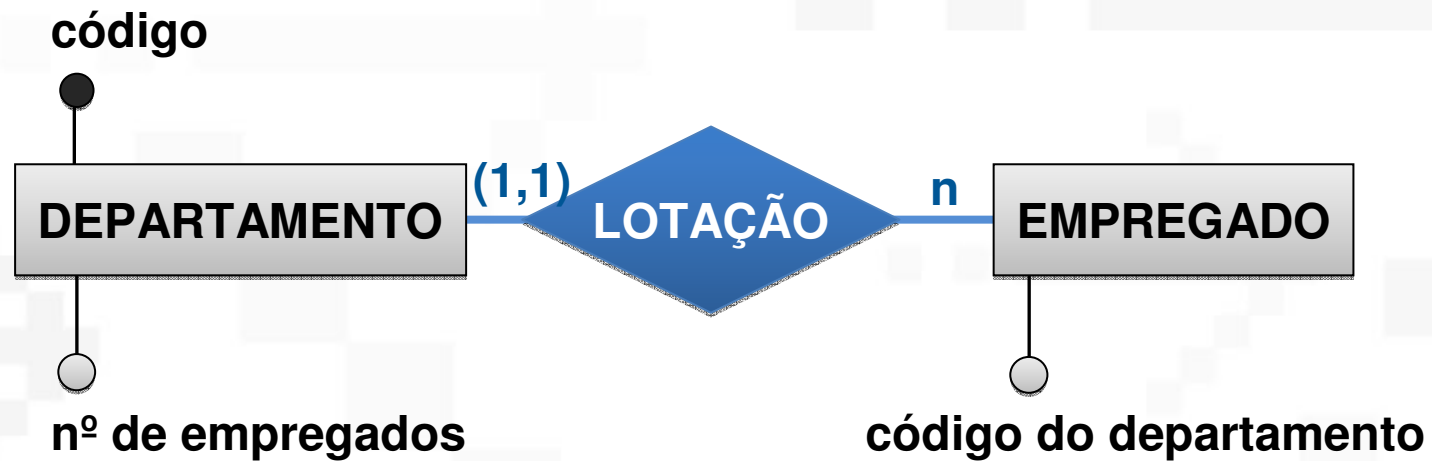
Relacionamentos redundantes



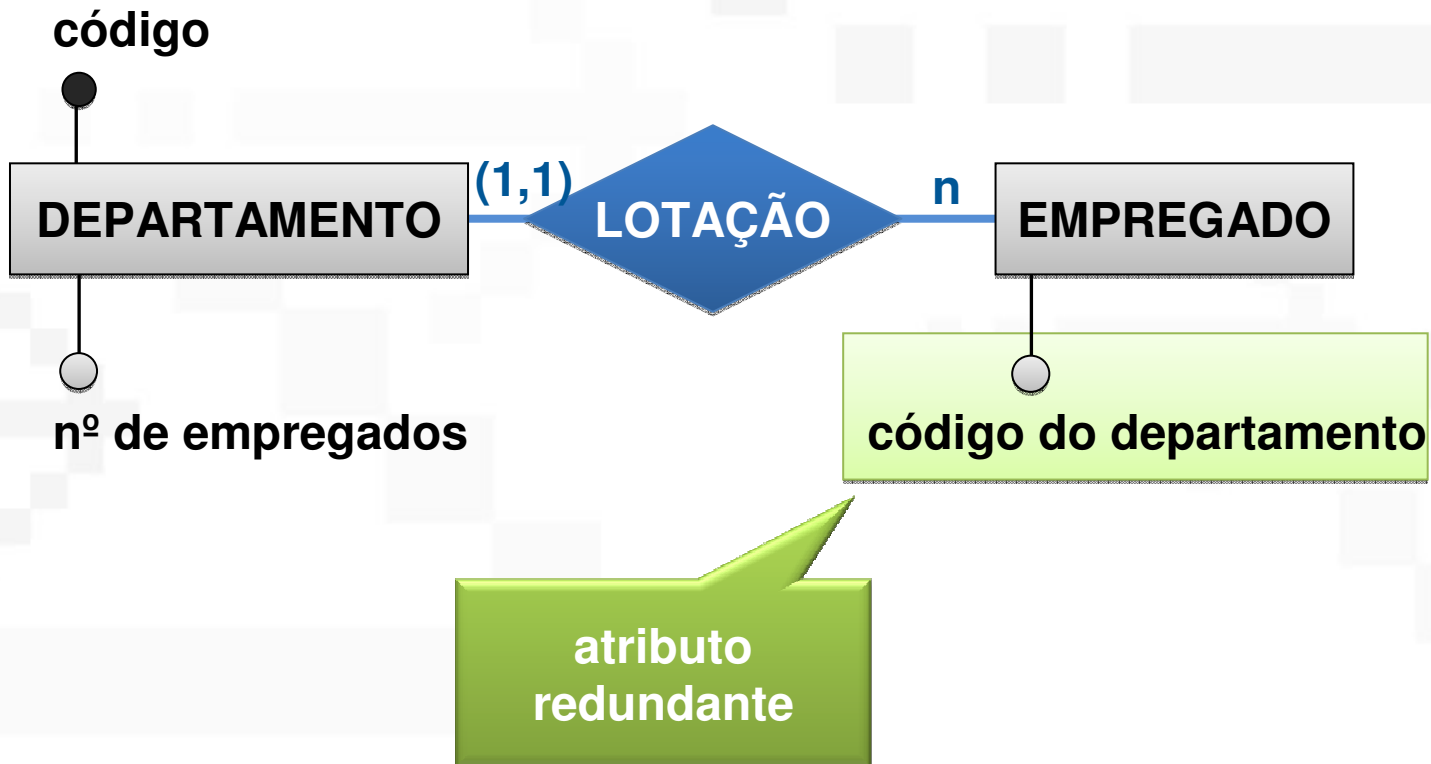
Relacionamentos redundantes



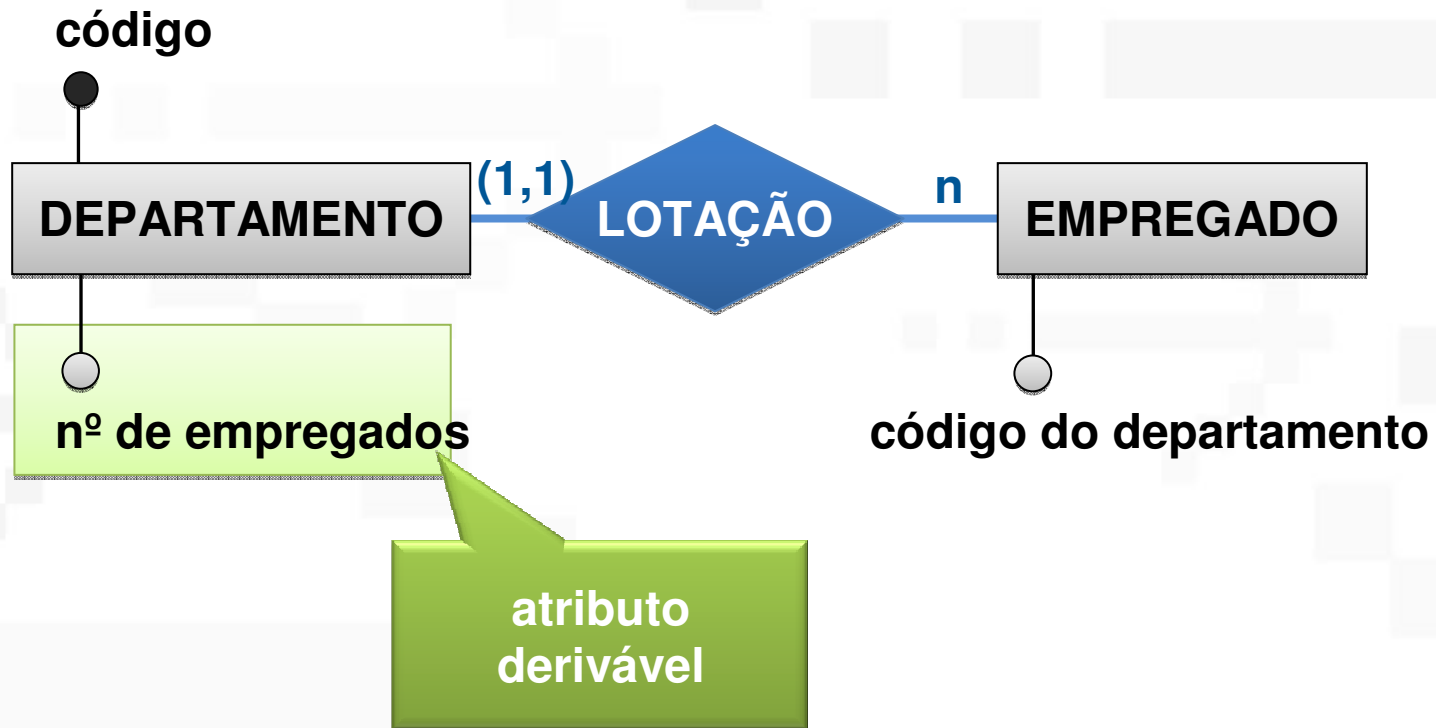
Atributos redundantes ou deriváveis



Atributos redundantes ou deriváveis



Atributos redundantes ou deriváveis



Modelo deve refletir o aspecto temporal

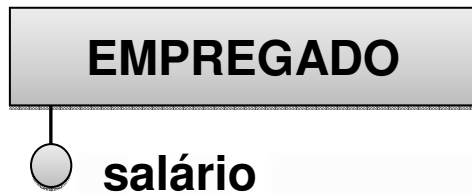
- **Dados temporais:**
 - dados que mudam ao longo do tempo e
 - para as quais BD mantém histórico.
- **Tipos de dados **temporais**:**
 - **Atributos** cujos valores modificam ao longo do tempo;
 - **Relacionamentos** que modificam ao longo do tempo.

Atributos temporais



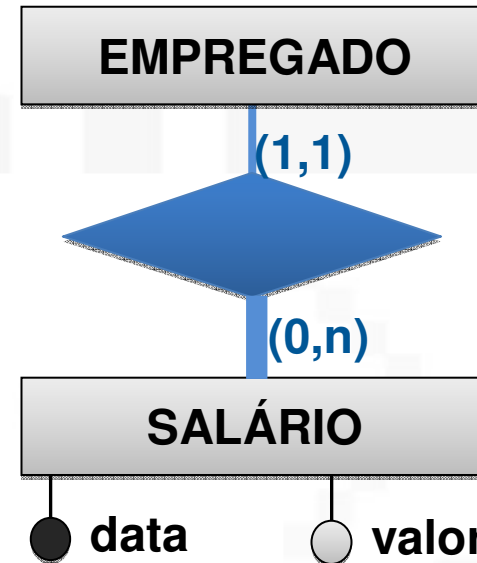
cada empregado tem
um único salário
(salário atual)

Atributos temporais



(a)

Banco de dados contém apenas o salário atual



(b)

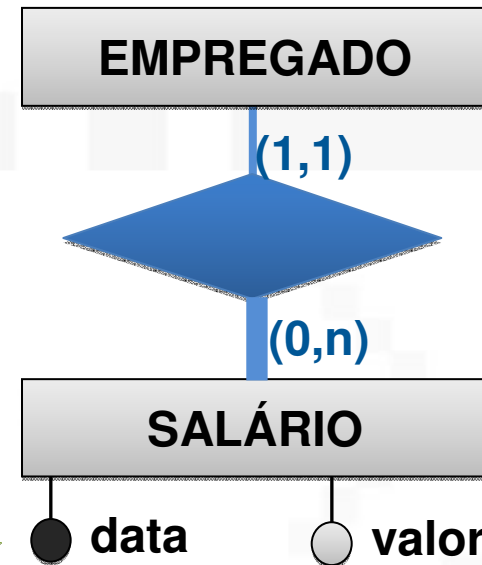
Banco de dados contém a história dos salários

Atributos temporais



(a)

Banco de dados contém apenas o salário atual



(b)

Banco de dados contém a história dos salários

ponto no tempo ou faixa (intervalo) de tempo

Relacionamento 1:1 temporal



(a)

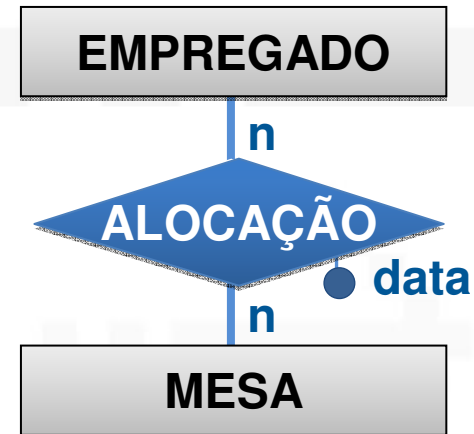
Base de dados
contém apenas **a**
alocação atual

Relacionamento 1:1 temporal



(a)

Base de dados
contém apenas a
alocação atual

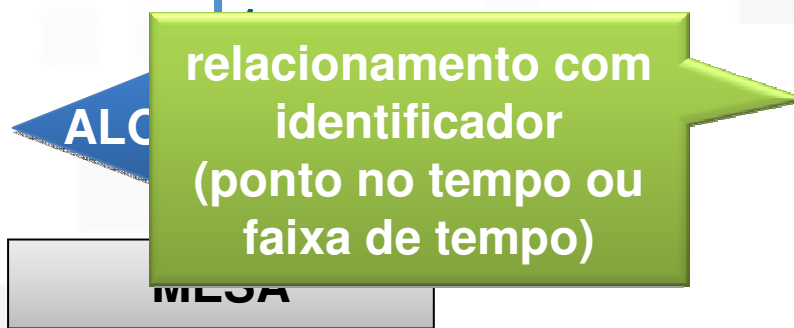


(b)

Base de dados
contém a **história**
das alocações

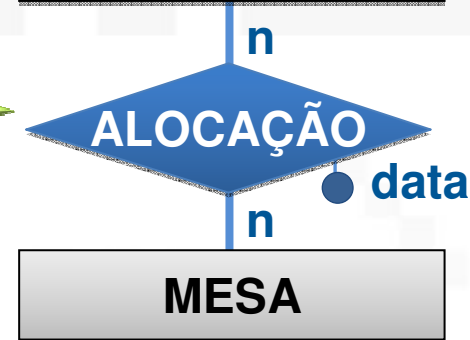
Relacionamento 1:1 temporal

EMPREGADO



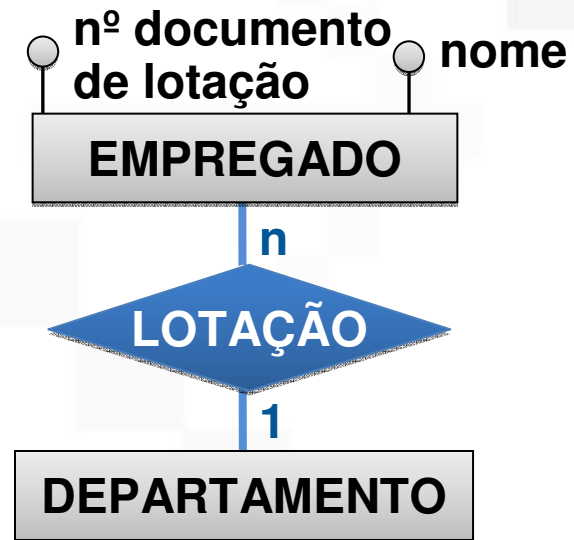
(a)
Base de dados
contém apenas a
alocação atual

EMPREGADO



(b)
Base de dados
contém a **história**
das alocações

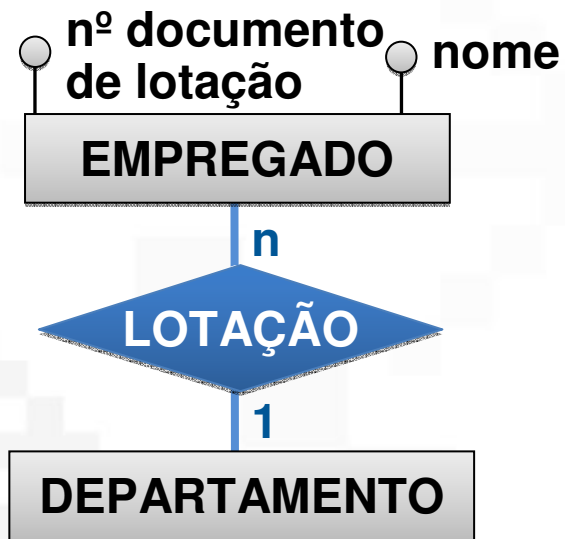
Relacionamento 1:n temporal



(a)

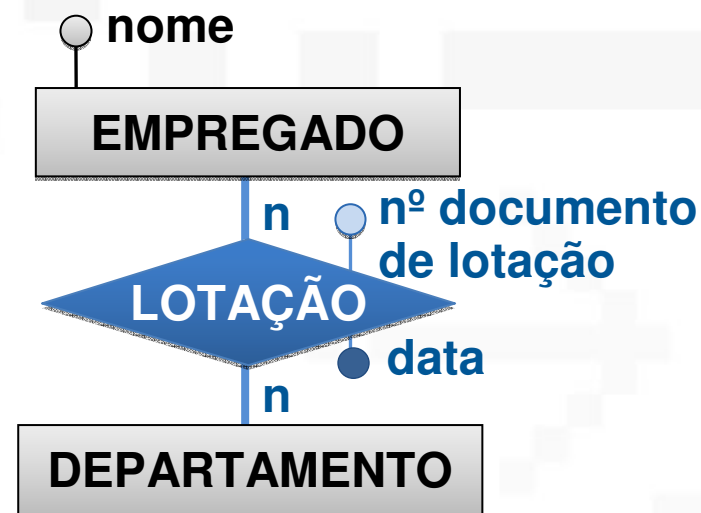
Base de dados contém
apenas a lotação atual

Relacionamento 1:n temporal



(a)

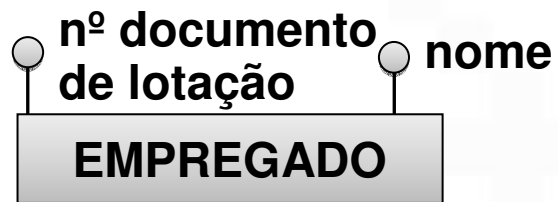
Base de dados contém apenas a lotação atual



(b)

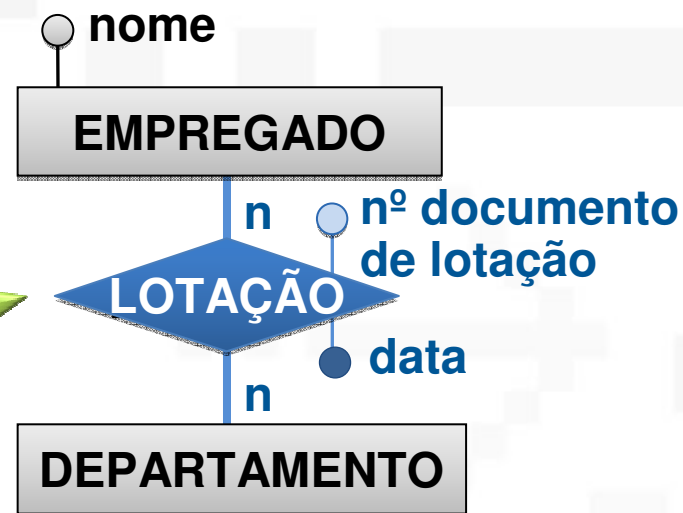
Base de dados contém a história das lotações

Relacionamento 1:n temporal



(a)

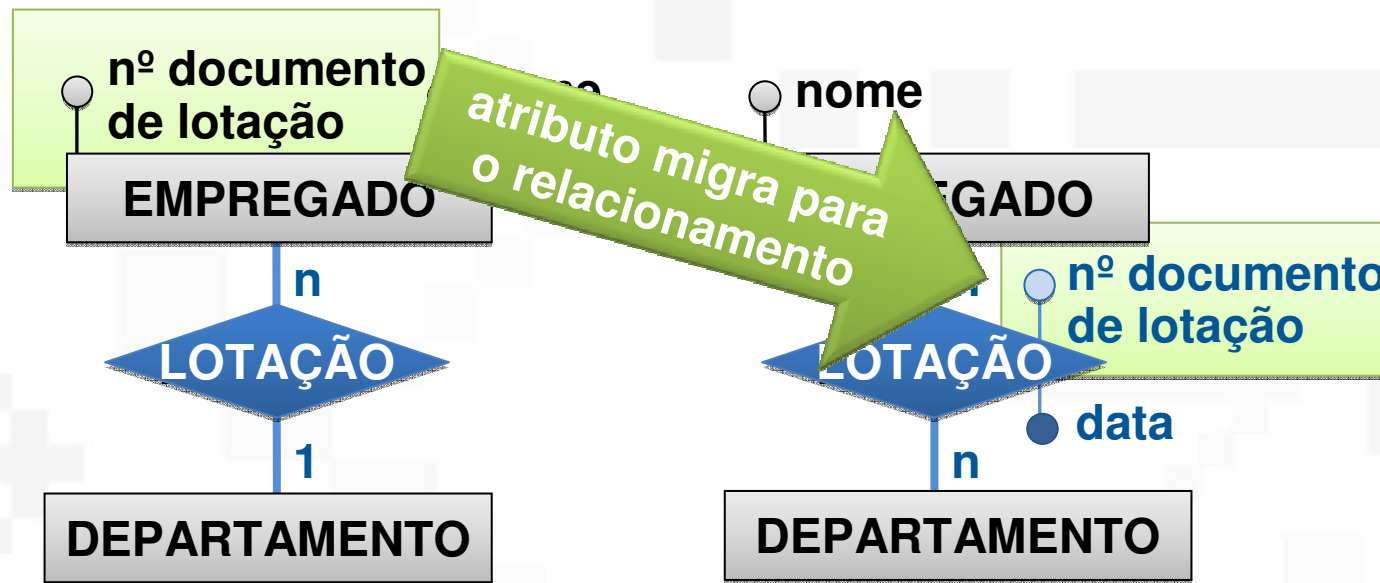
Base de dados contém apenas a lotação atual



(b)

Base de dados contém a história das lotações

Relacionamento 1:n temporal



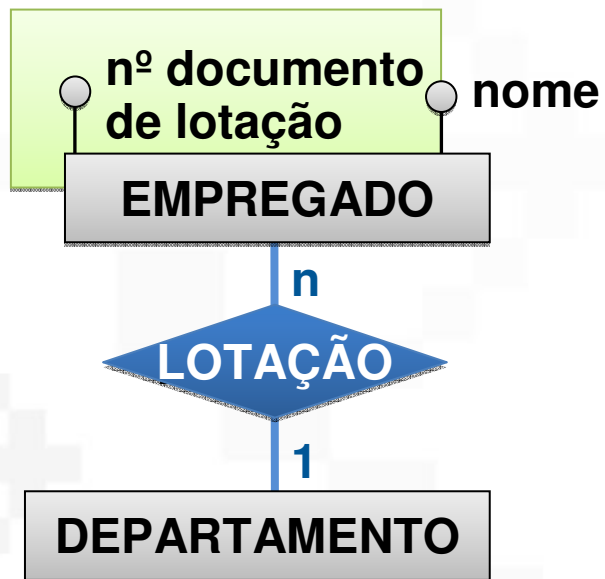
(a)

Base de dados contém apenas a lotação atual

(b)

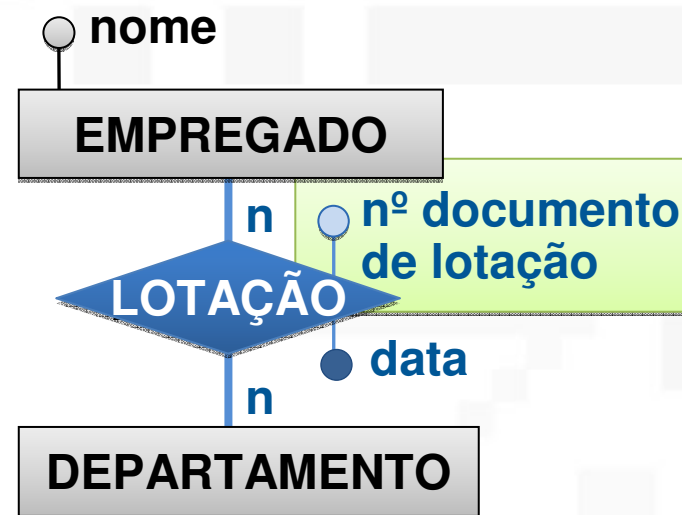
Base de dados contém a história das lotações

Relacionamento 1:n temporal



(a)

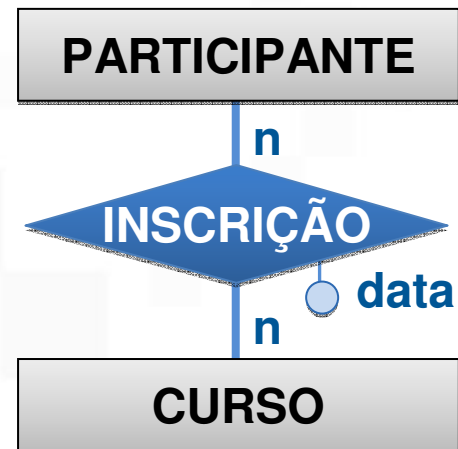
Base de dados contém apenas a lotação atual



(b)

Base de dados contém a história das lotações

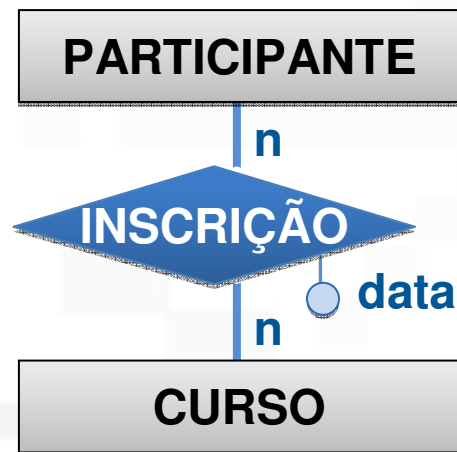
Relacionamento n:n temporal



(a)

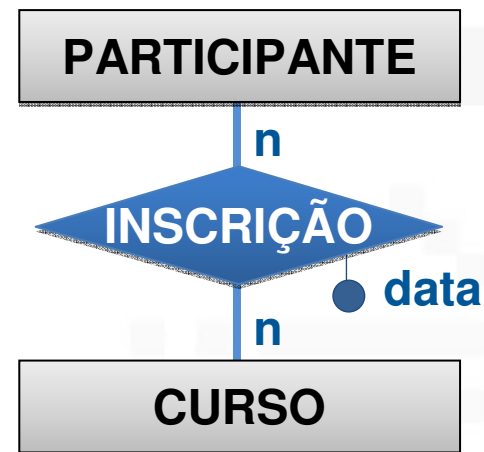
**Base de dados contém
apenas a inscrição atual**

Relacionamento n:n temporal



(a)

Base de dados contém apenas a inscrição atual



(b)

Base de dados contém a história das inscrições

Consultas a dados referentes ao passado

- Muitas vezes, informações referentes ao passado são eliminadas da base de dados (**arquivamento**).
- Podem ser necessárias no futuro:
 - por **motivos legais**
 - para realização de **auditorias**
 - para **tomada de decisões**

Dados referentes ao passado planejar arquivamento

- Solução que poderia ser considerada:
 - reincluir as informações no banco de dados, quando elas forem necessárias.
 - Problema: restrições de **integridade referencial**.
- Planejar informações **estatísticas**:
 - Quando informações antigas são necessárias apenas para **tomada de decisões**.
 - Pode ser conveniente manter no banco de dados informações compiladas e eliminar as informações usadas na compilação.

Entidade isolada

Entidade isolada

**Entidade que não apresenta
relacionamento com outras entidades.**

Entidade isolada

- **Analisar:**
 - **Caso raro, mas não incorreto.**
- **Caso típico:**
 - **Entidade que modela a organização na qual o sistema implementado pelo BD está embutida.**

Entidade isolada exemplo

- Exemplo: **BD de uma universidade**.
- A entidade **UNIVERSIDADE** pode ser necessária, caso se deseje manter no BD alguns atributos da universidade.
- O modelo **não deveria conter** o relacionamento desta entidade com outras, como **ALUNO** ou **CURSO**:
 - BD modela **uma única universidade**;
 - Não é necessário informar no BD em que universidade o aluno está inscrito ou a qual universidade o curso pertence.

Estabelecimento de padrões

- Modelos de dados são usados **para comunicação**:
 - com **pessoas** da organização,
 - com **programas** (ferramentas CASE, geradores de código,...).
- É necessário **estabelecer padrões** de confecção de modelos.
- Na prática e na literatura:
 - **Muitas variantes** de modelo ER.
 - Variantes em:
 - **sintaxe**,
 - **semântica**.

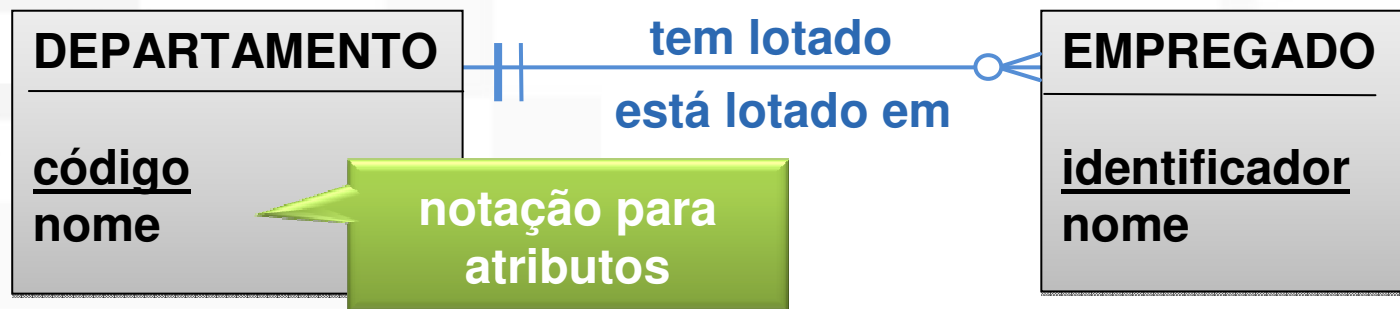
Variantes de modelos ER

- Peter Chen (**acadêmica**)
- **Engenharia de Informações**
- **UML**
- Merise (**notação Européia**)

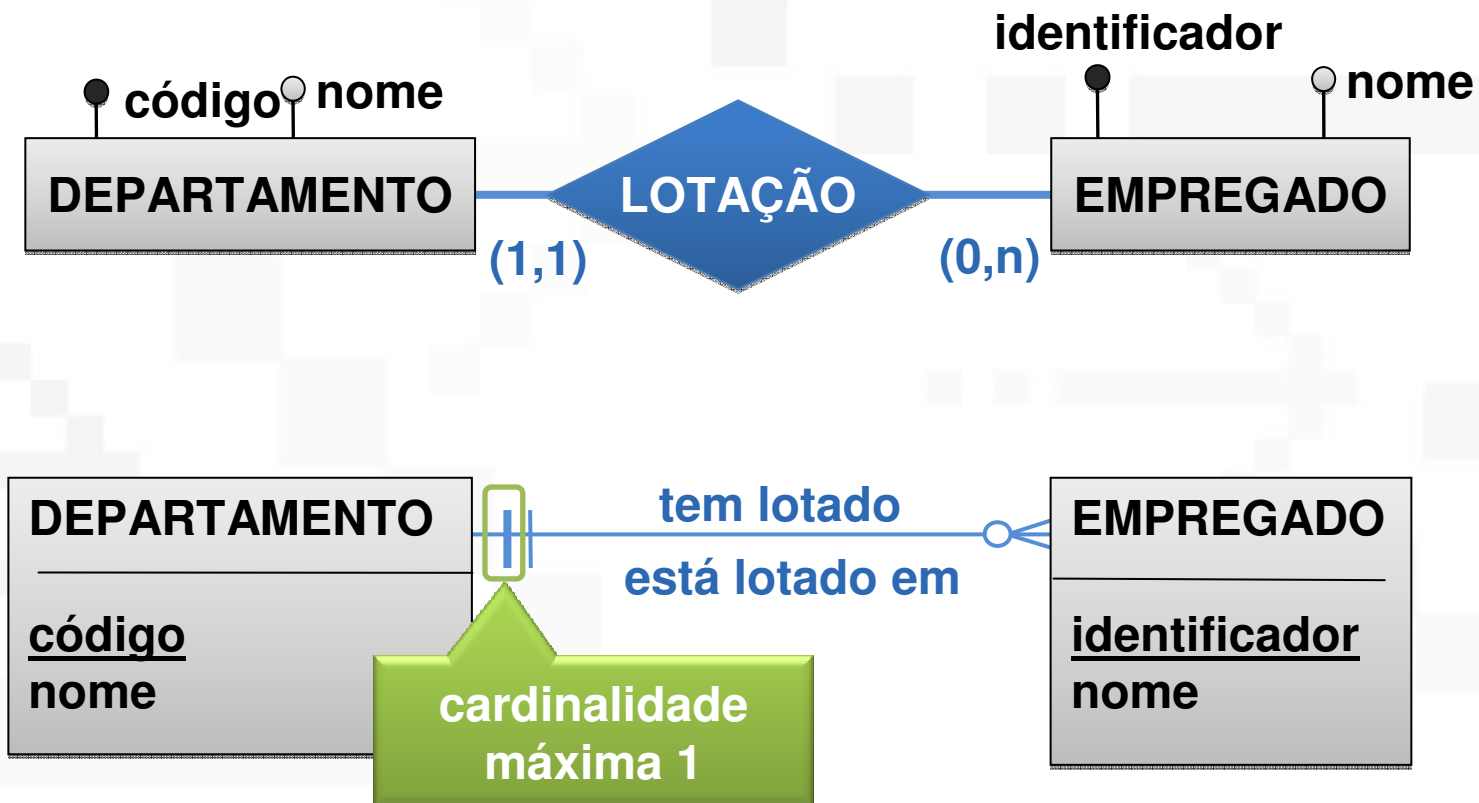
Notação acadêmica (P. Chen)



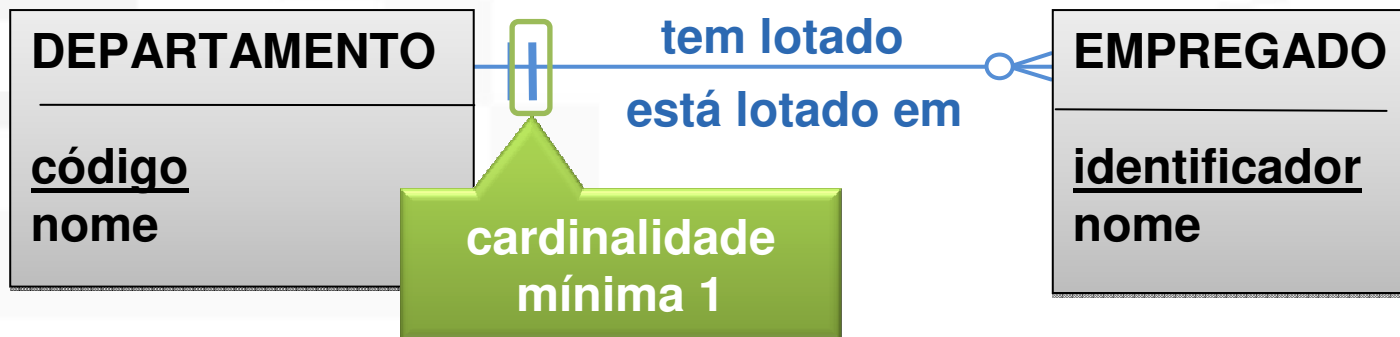
Notação Engenharia de Informações



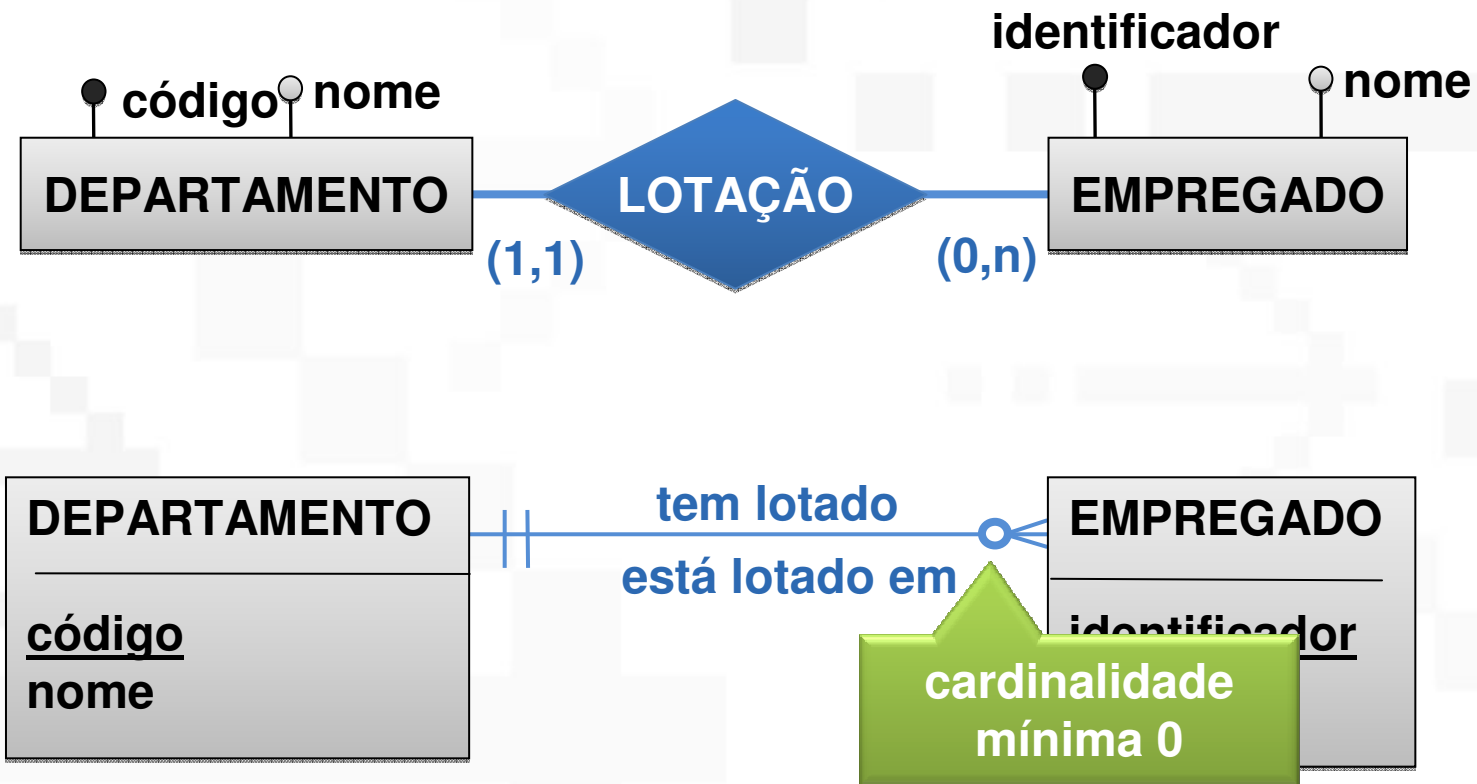
Notação Engenharia de Informações



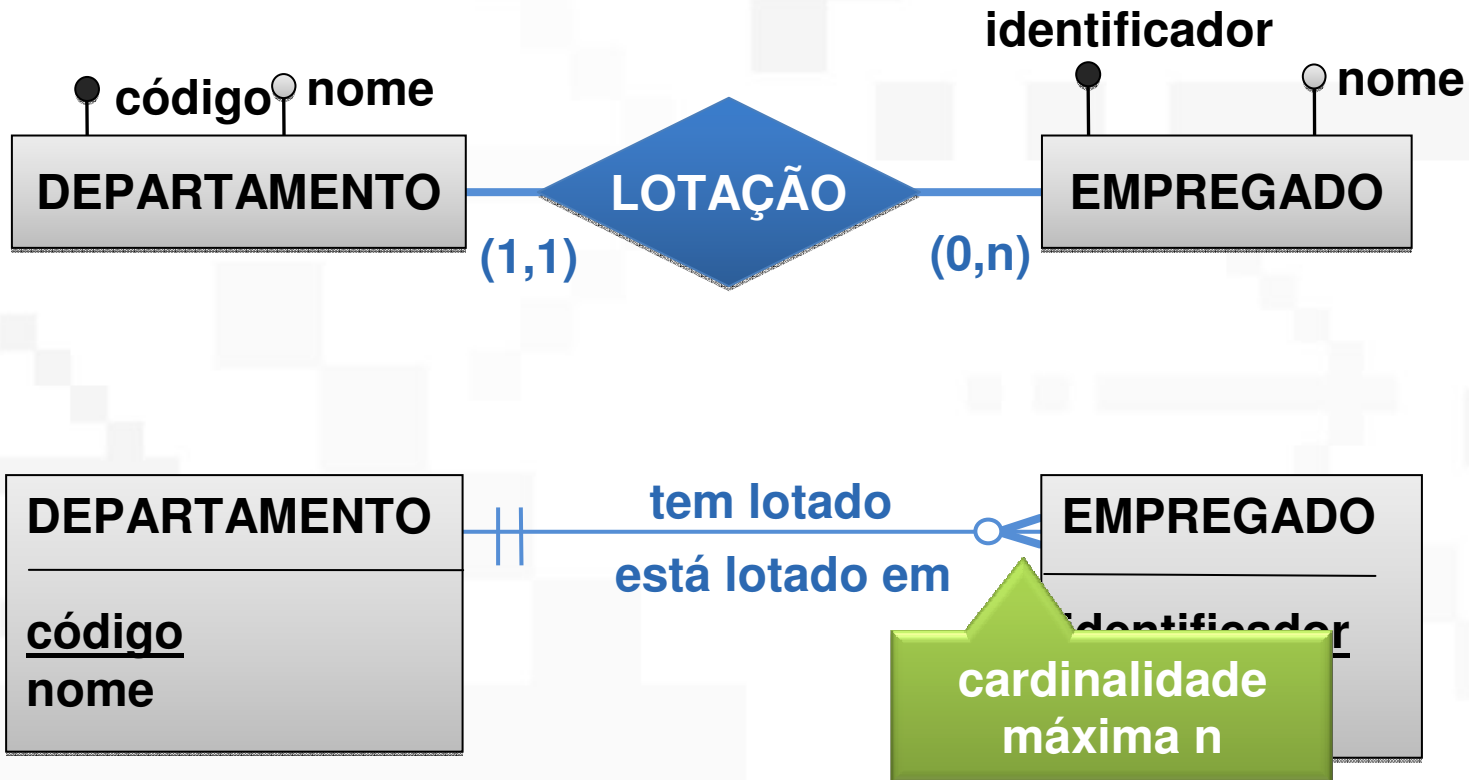
Notação Engenharia de Informações



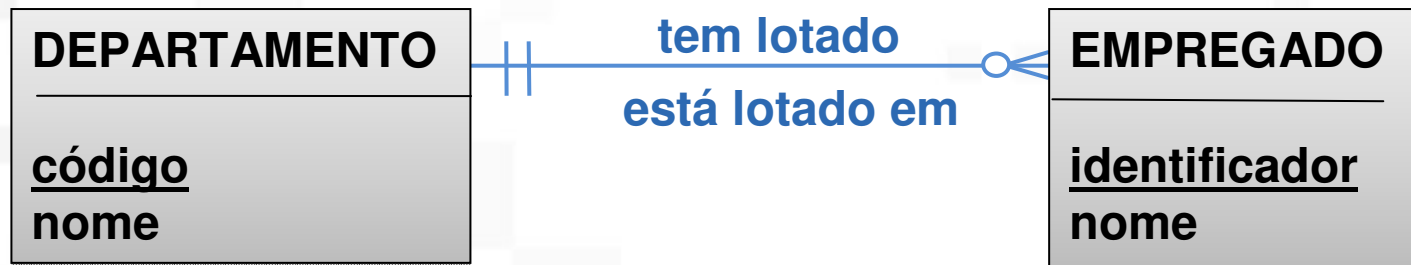
Notação Engenharia de Informações



Notação Engenharia de Informações



Notação Engenharia de Informações



Notação para cardinalidade máxima e mínima:

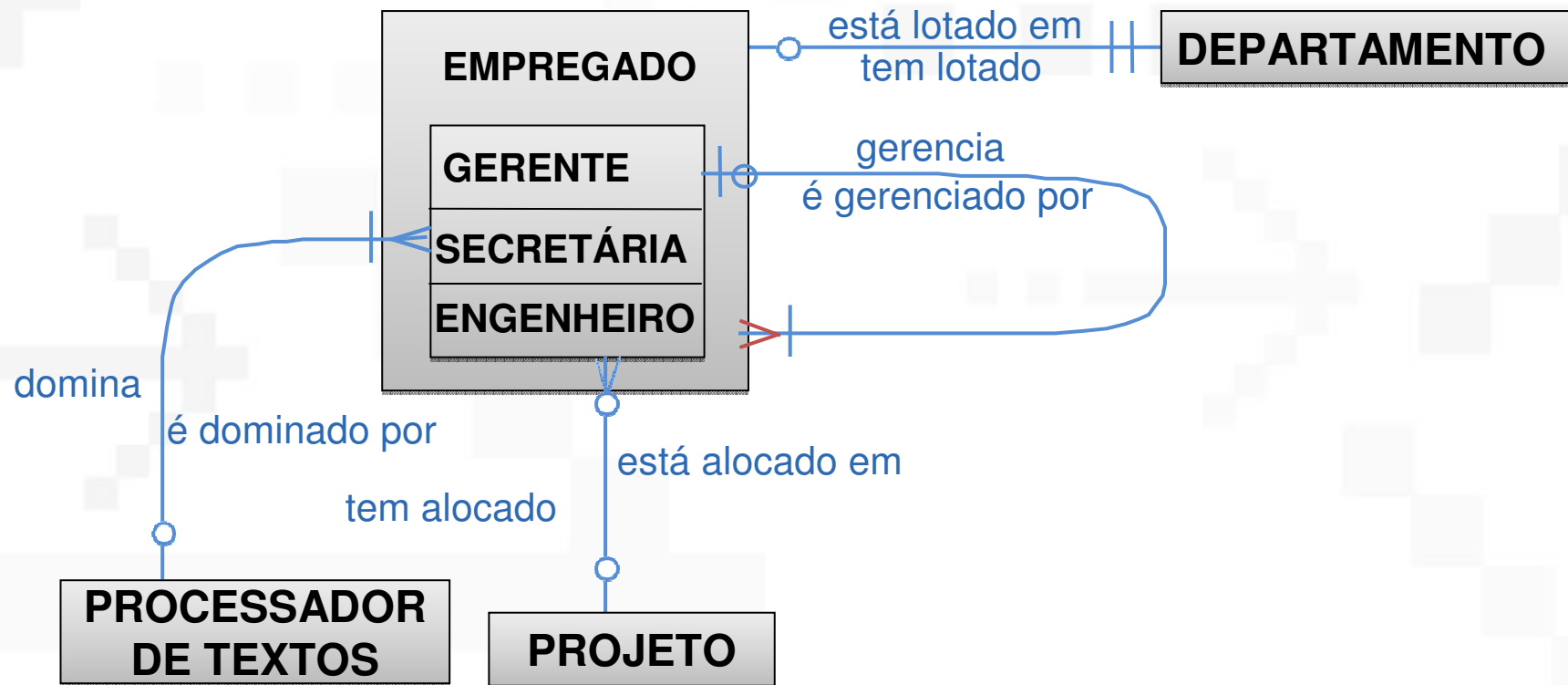
- | Cardinalidade (mínima, máxima) 1
- Cardinalidade mínima 0
- ≧ Cardinalidade máxima n

Notação Engenharia de Informações



relacionamentos
binários somente:
sem atributos

Engenharia de informações especialização: subtipos de entidades

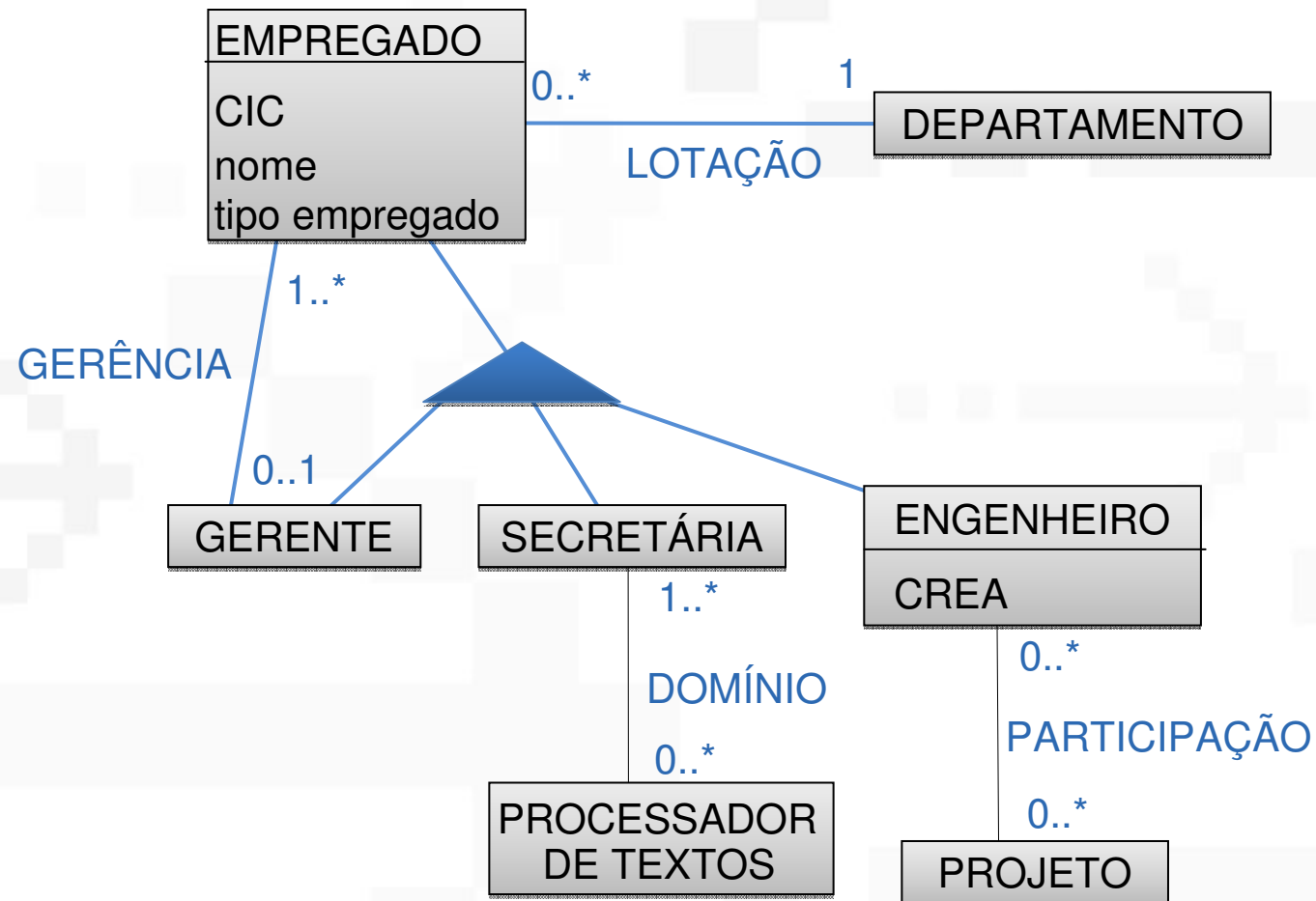


UML

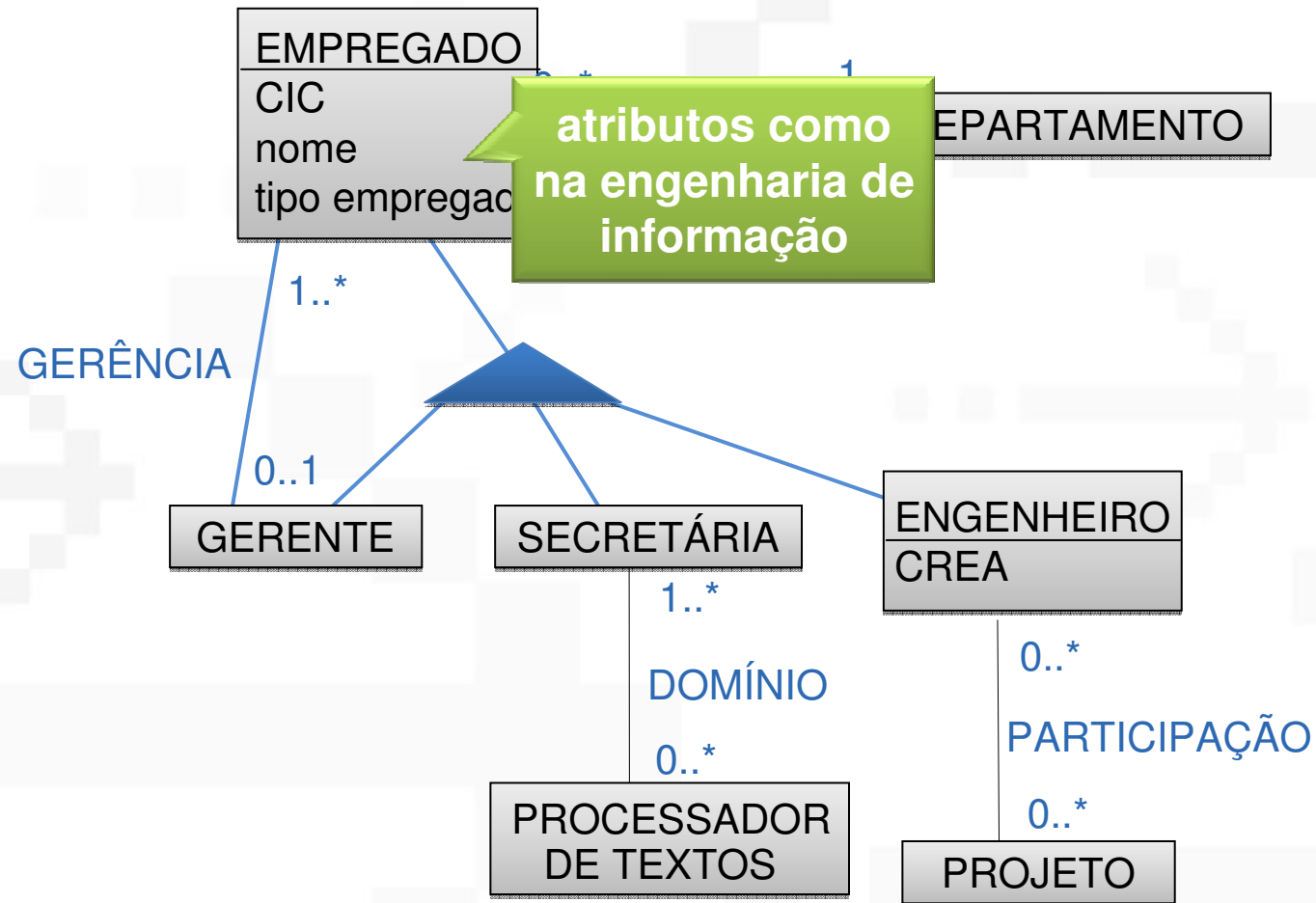
- **UML (“unified modeling language”):**
 - Conjunto de modelos diagramáticos para modelagem de software.
- **Diagrama de classes pode ser usado como modelo conceitual.**
- Terminologia é diferente:

ER	UML
Entidade	Classe
Relacionamento	Associação
Cardinalidade	Multiplicidade
Generalização/especialização	Generalização

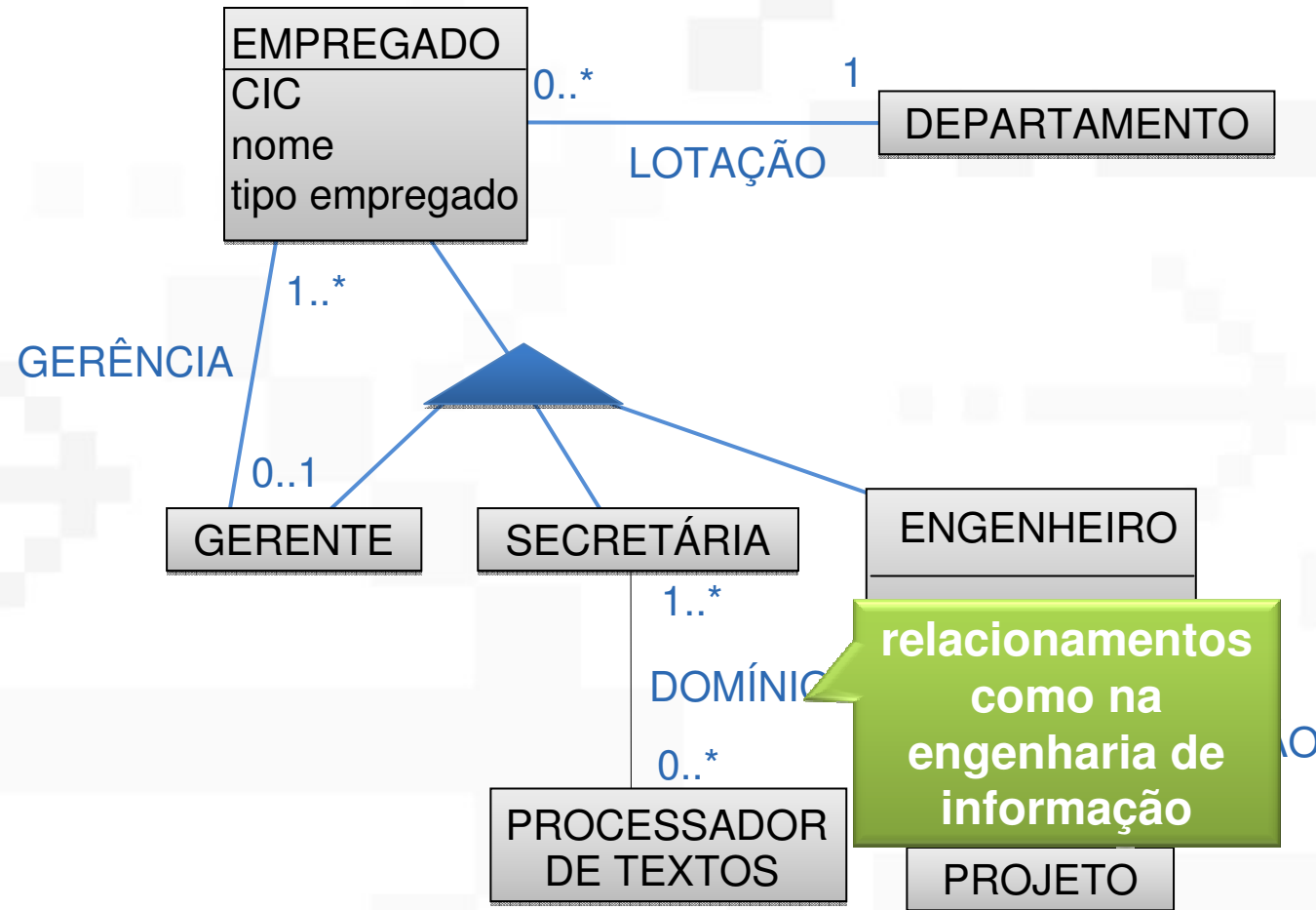
UML - notação



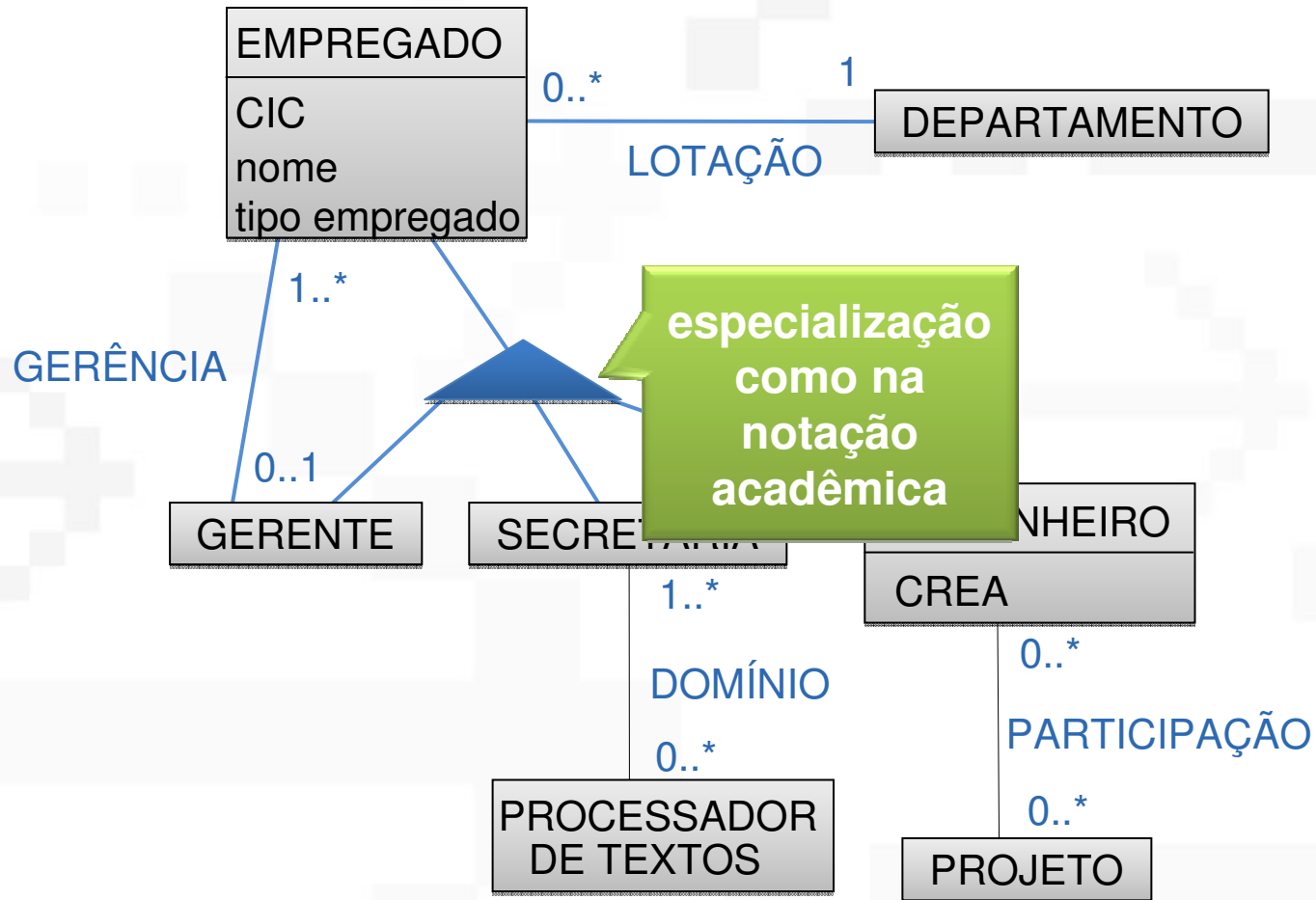
UML - notação



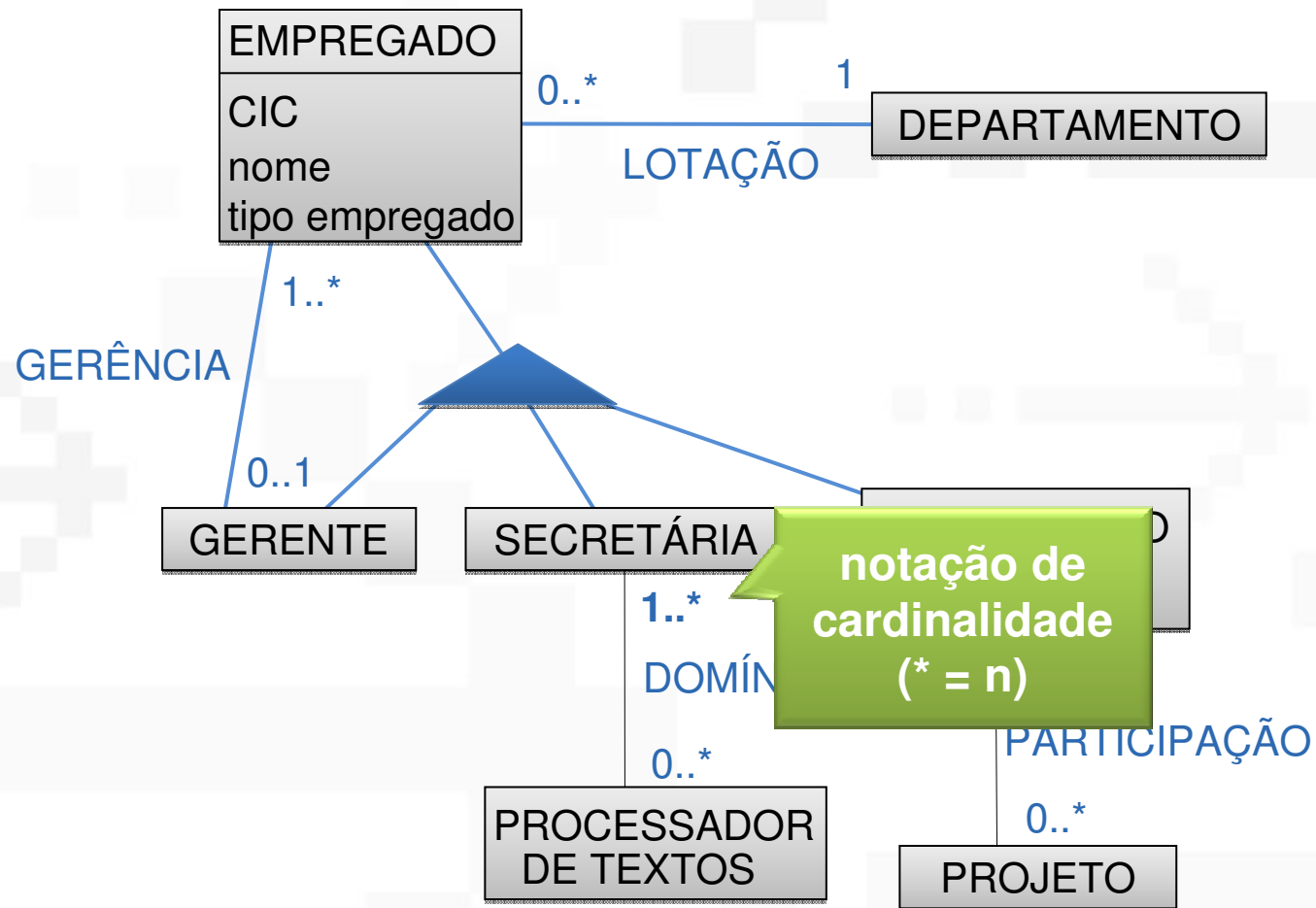
UML - notação



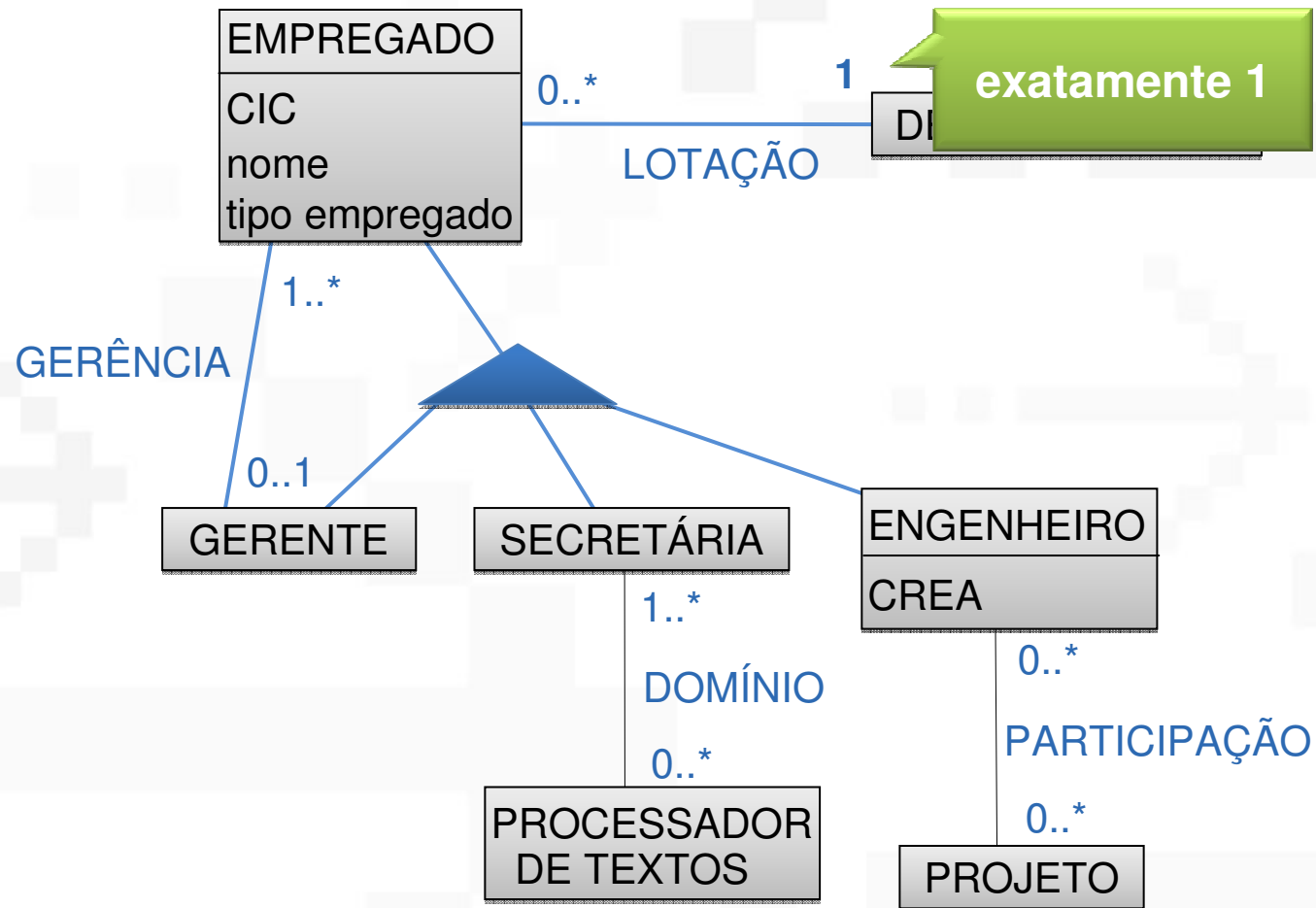
UML - notação



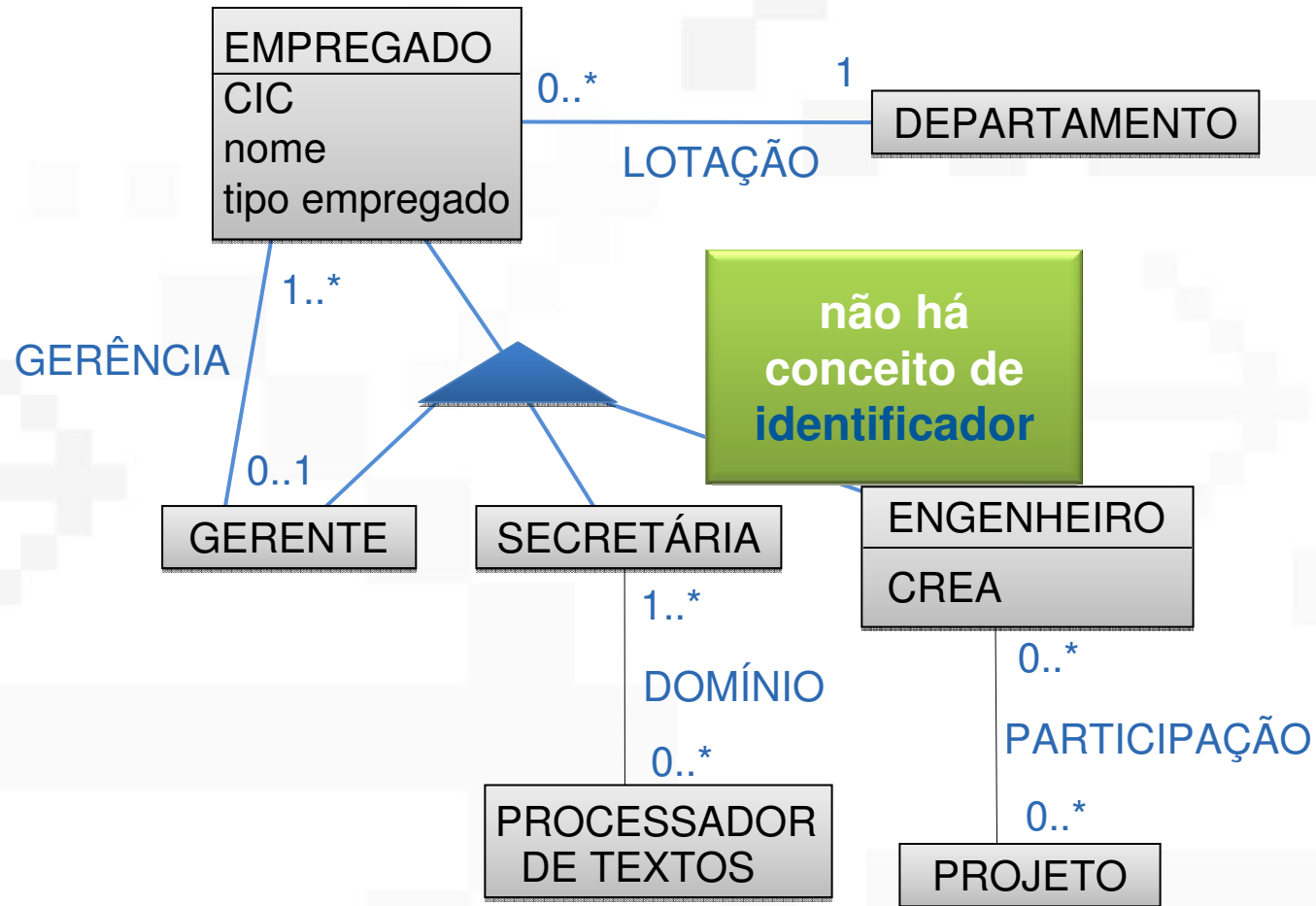
UML - notação



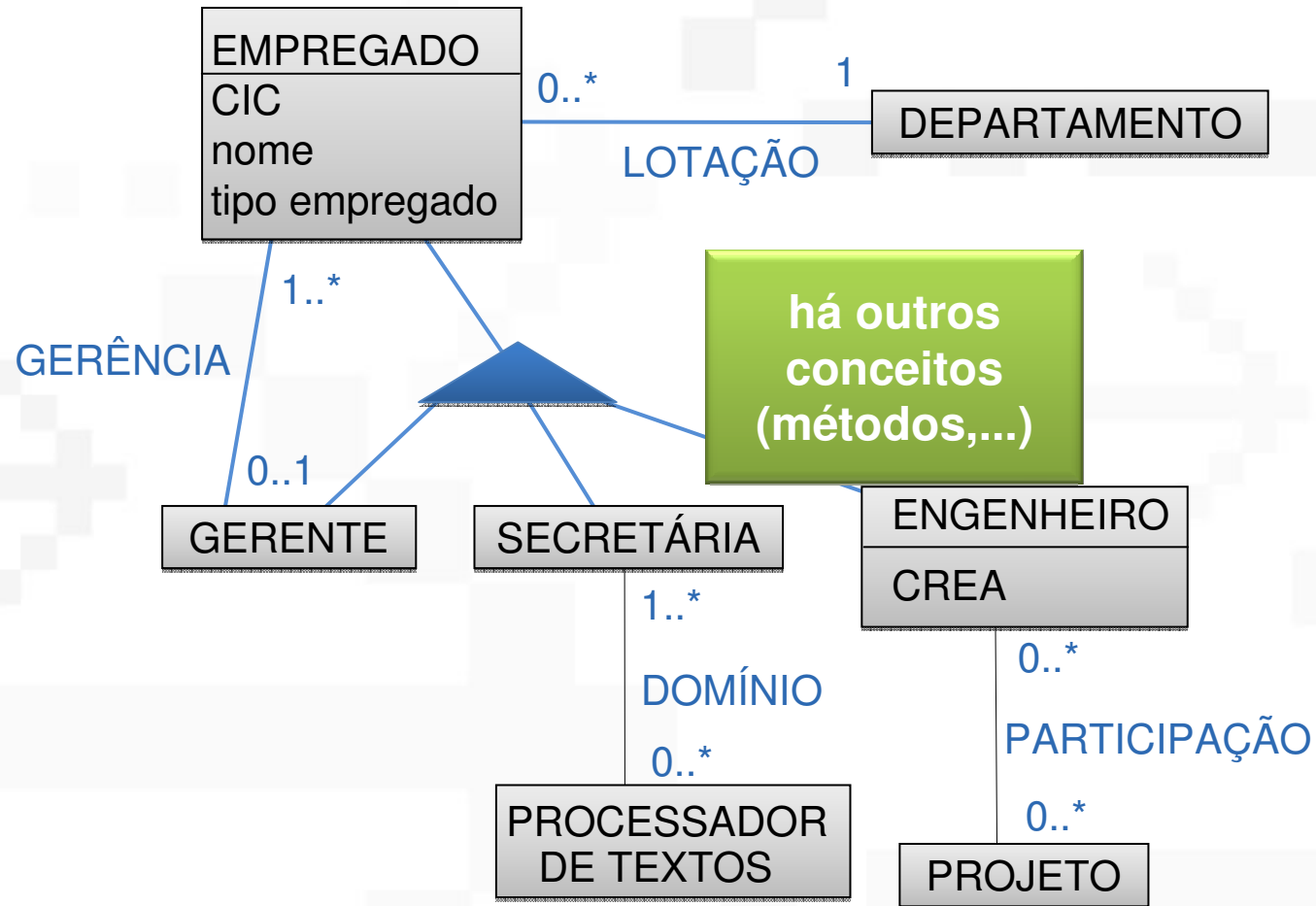
UML - notação



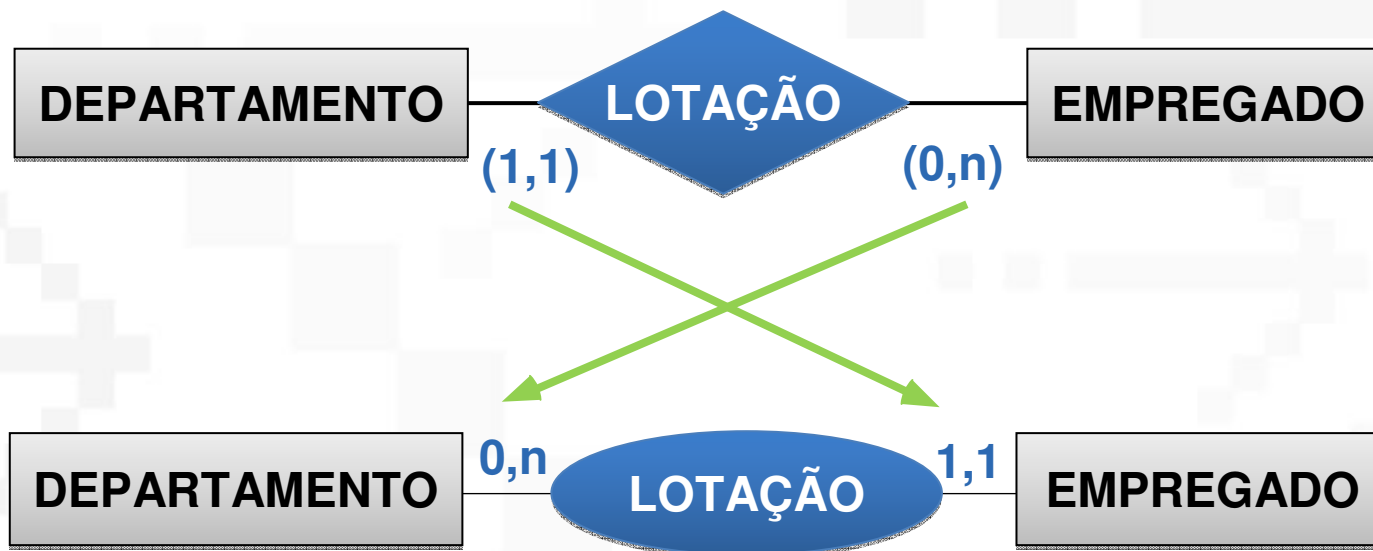
UML - notação



UML - notação



Notação Européia (MERISE, DBMain,...)



Notação Européia (MERISE, DBMain,...)

semântica **participativa**:
cardinalidade diz
quantas vezes uma instância
de entidade participa de um
relacionamento



Uso de ferramentas de modelagem

- Diagrama ER não deve ser confeccionado manualmente:
 - muito **trabalhoso**,
 - **revisões** são frequentes,
 - diagramas feitos à mão não são atualizados, quando de alterações do esquema.
- Recomendável que seja usada uma **ferramenta em computador** para apoio à modelagem.
- Alternativas:
 - Uso de uma **ferramenta CASE**.
 - Uso de programas de propósito geral.

Estratégias de modelagem

- **Estratégia de modelagem ER:**
 - uma **sequência de passos** (uma “receita-de-bolo”) de **transformação** de modelos, desde o modelo inicial de modelagem, até o final.
- **Diferentes estratégias:**
 - *Bottom-up*
 - *Top-down*
 - *Inside-out*

Definição da estratégia de modelagem

- Na prática:
 - **Nenhuma** das estratégias propostas na literatura é **universalmente aceita**.
- Normal é:
 - **Combinação** das diversas estratégias de modelagem.
- Compreensível, pois:
 - Processo de modelagem é um **processo de aprendizagem**.

Definição da estratégia de modelagem

- Identificar qual a **fonte de informações** principal para o processo de modelagem:
 - **Descrições de dados existentes:**
 - estratégia *bottom-up*.
 - **Conhecimento de pessoas sobre o sistema :**
 - estratégia *top-down* (ou *inside-out*).

Estratégia “*top-down*”

- Partir de conceitos mais **abstratos** (“**de cima**”).
- Ir **gradativamente refinando** estes conceitos em conceitos mais detalhados.

Estratégia “*top-down*” processo (1)

1. Modelagem superficial:

- a) Enumeração das **entidades**.
- b) Identificação dos **relacionamentos** (cardinalidade máxima) e hierarquias de **generalização/especialização** entre as entidades.
- c) Determinação dos **atributos** de entidades e relacionamentos.
- d) Determinação dos **identificadores** de entidades e relacionamentos.
- e) O banco de dados é verificado quanto ao **aspecto temporal**.

Estratégia “*top-down*” processo (2)

2. Modelagem **detalhada**:

- a) **Domínios** dos atributos
- b) **Cardinalidades mínimas**
- c) **Demais restrições** de integridade

3. **Validação** do modelo:

- a) Construções **redundantes** ou **deriváveis** a partir de outras no modelo
- b) Validação com o **usuário**

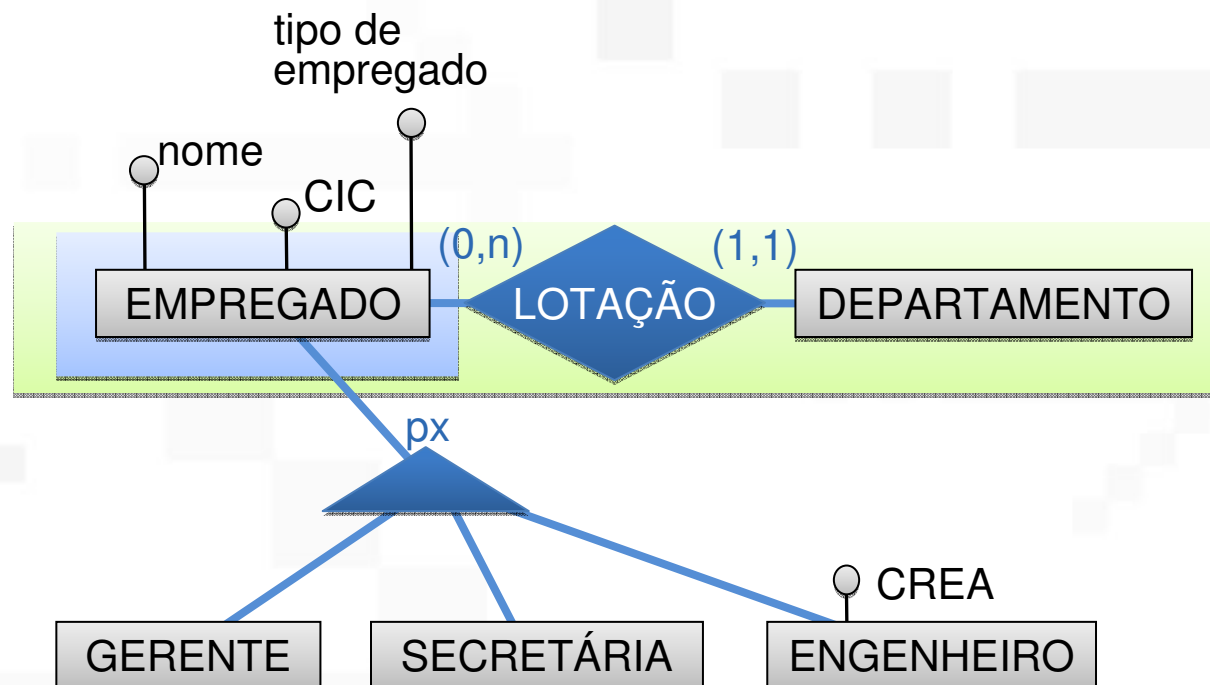
Estratégia “*inside-out*” Exemplo – passo #1

EMPREGADO

Estratégia “*inside-out*” Exemplo – passo #2



Estratégia “*inside-out*” Exemplo – passo #3



Estratégia “*inside-out*”

Exemplo – passo #4

