
Banco de Dados

Mapeamento ER-Relacional

DCC-UFLA

Prof. Denilson Alves Pereira

denilsonpereira@dcc.ufla.br

<http://lattes.cnpq.br/4120230814124499>

Conteúdo

- Introdução
- Mapeamento ER-Relacional
- Mapeamento EER-Relacional
- Diagrama Crow's foot (pé-de-galinha)

Introdução

- Objetivo:

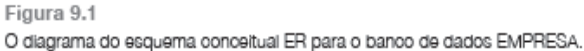
Projetar um esquema de banco de dados relacional com base em um projeto de esquema conceitual ER (ou EER)

- Metodologia:

Uso de um algoritmo para converter as construções do modelo ER em relações

- Exemplo:

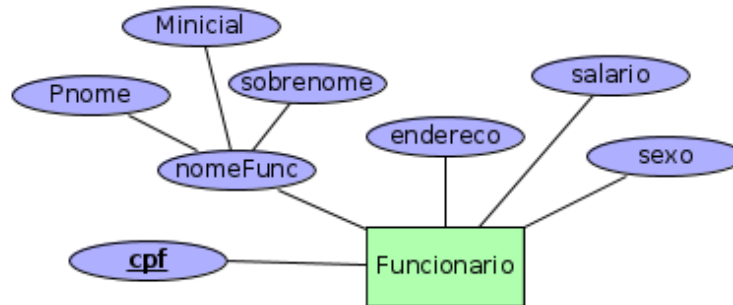
As figuras a seguir mostram um diagrama ER e seu correspondente diagrama relacional resultante do mapeamento



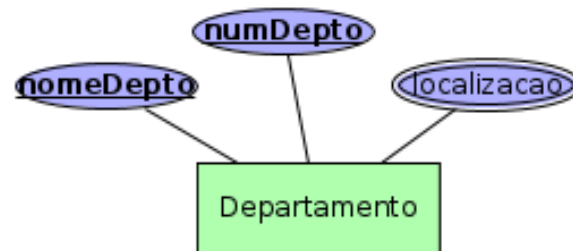
Tipo Entidade Regular

- Para cada tipo entidade E regular (não fraca) no esquema ER, crie uma relação R que inclua todos os atributos simples de E
- Inclua também os atributos simples componentes de um atributo composto de E na relação R
- Escolha uma das chaves de E para chave primária de R
 - ◆ Se a chave escolhida de E for composta, então o conjunto de atributos simples que a compõem juntos formarão a chave primária de R
- Se E tiver várias chaves, aquelas não escolhidas como chave primária devem ser especificadas como chaves secundárias de R

Tipo Entidade Regular



Funcionario (cpf, Pnome, Minicial, sobrenome, endereco, salario, sexo)



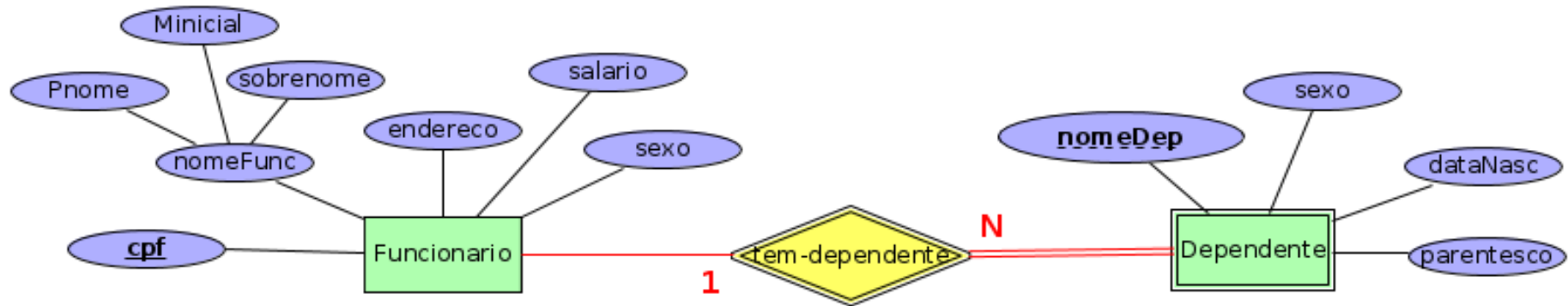
Departamento (numDepto, nomeDepto)

* sublinhado duplo indica chave secundária

Tipo Entidade Fraca

- Para cada tipo entidade fraca F no esquema ER, crie uma relação R e inclua todos os atributos simples (ou componentes simples de atributos compostos) de F como atributos de R
- Inclua também como atributos de R todos os atributos componentes das chaves primárias de cada uma das relações correspondentes às entidades fortes de F . Cada uma dessas inclusões é uma chave estrangeira de R
- A chave primária de R é a combinação dos atributos das chaves primárias das entidades fortes mais a chave parcial de F , se houver

Tipo Entidade Fraca



Funcionario (cpf, Pnome, Minicial, sobrenome, endereco, salario, sexo)

Dependente (cpfFunc, nomeDep, sexo, dataNasc, parentesco)

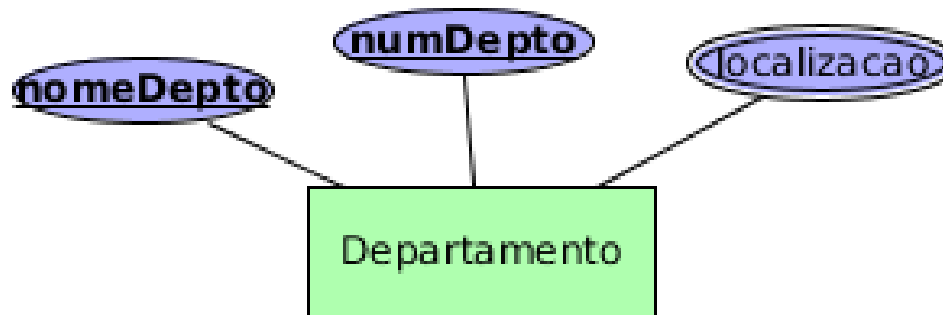
$\text{Dependente}[\text{cpfFunc}] \rightarrow^p \text{Funcionario}[\text{cpf}]$

| Dependente | | | | |
|----------------|----------------|------|------------|------------|
| <u>cpfFunc</u> | <u>nomeDep</u> | sexo | dataNasc | parentesco |
| 1111 | Maria | F | 12/12/1980 | cônjuge |
| 1111 | João | M | 03/07/2004 | filho |
| 2222 | João | M | 03/07/2008 | filho |

Atributo Multivalorado

- Para cada atributo multivalorado A de um tipo entidade E , crie uma nova relação R que inclua o atributo A mais a chave primária K (como chave estrangeira em R) da relação que representa o tipo entidade ou o tipo relacionamento que tem A como atributo
- Se o atributo multivalorado é composto, inclua seus componentes simples
- A chave primária de R é a combinação de K e A

Atributo Multivalorado



Departamento (numDepto, nomeDepto)

LocalizacaoDepto (numDepto, localizacao)

LocalizacaoDepto[numDepto] \rightarrow ρ Departamento[numDepto]

| Departamento | |
|-----------------|------------------|
| <u>numDepto</u> | <u>nomeDepto</u> |
| 1 | RH |
| 2 | ADM |

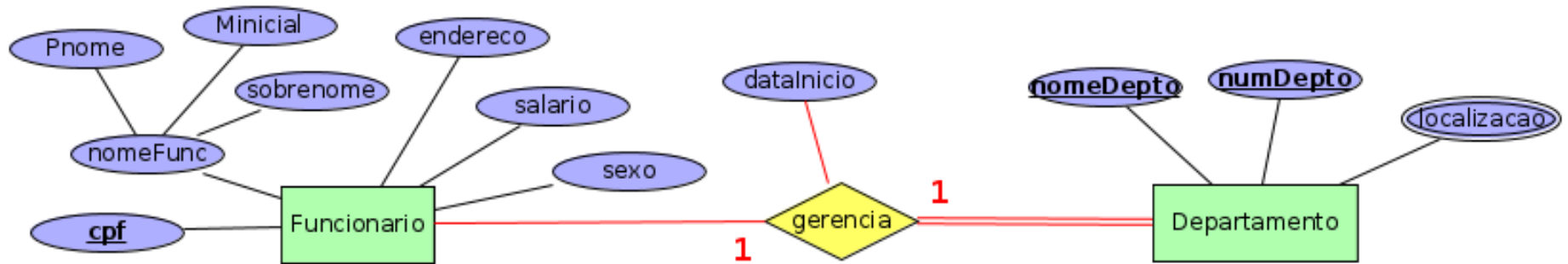
| LocalizacaoDepto | |
|------------------|--------------------|
| <u>numDepto</u> | <u>localizacao</u> |
| 1 | centro |
| 1 | savassi |
| 2 | savassi |

Tipo Relacionamento Binário 1:1

■ Opção 1: Técnica da Chave Estrangeira

- ◆ Para cada tipo relacionamento R binário 1:1 no esquema ER, identifique as relações S e T que correspondem aos tipos entidades participantes de R. Escolha uma das relações, S por exemplo, e inclua como chave estrangeira em S a chave primária de T. A chave estrangeira deve também ser chave secundária
 - ◆ É melhor escolher um tipo entidade com participação total em R no papel de S
 - ◆ Inclua todos os atributos simples (ou componentes simples de atributos compostos) do tipo relacionamento R como atributo de S
- Esta opção deve ser usada, a menos que haja condições especiais, conforme será discutido nas Opções 2 e 3

Tipo Relacionamento Binário 1:1



Departamento (numDepto, nomeDepto, cpfGerente, dataInicio)

Departamento[cpfGerente] →^b Funcionario[cpf]

Funcionario (cpf, Pnome, Minicial, sobrenome, endereco, salario, sexo)

| Departamento | | | |
|-----------------|------------------|-------------------|------------|
| <u>numDepto</u> | <u>nomeDepto</u> | <u>CpfGerente</u> | dataInicio |
| 1 | RH | 1111 | 01/04/2017 |
| 2 | ADM | 2222 | 01/10/2017 |

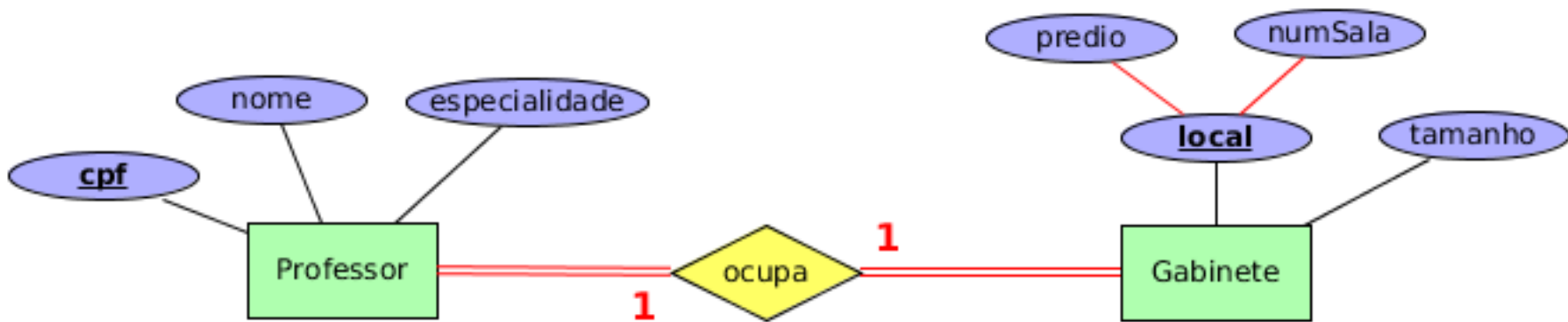
| Funcionario | | |
|-------------|--------|-----|
| <u>cpf</u> | Pnome | ... |
| 1111 | Pedro | |
| 2222 | Ana | |
| 3333 | Rafael | |

Tipo Relacionamento Binário 1:1

■ Opção 2: Técnica da Relação Mesclada

- ◆ Junte os dois tipos entidades e o tipo relacionamento em uma única relação
- ◆ A chave primária da relação será uma das chaves dos tipos entidades envolvidos. As outras chaves serão marcadas como chaves secundárias
- ◆ Esta opção é particularmente apropriada quando ambas as participações são totais

Tipo Relacionamento Binário 1:1



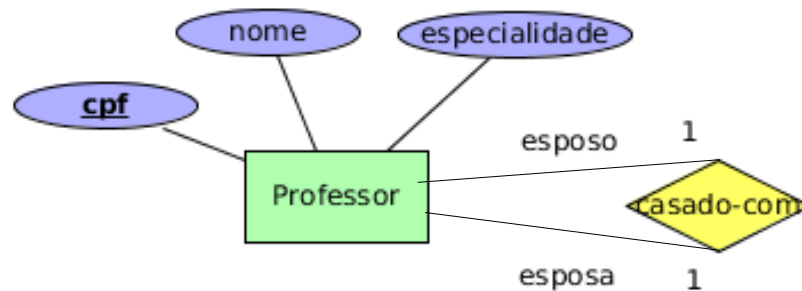
Professor (cpf, nome, especialidade, predio, numSala, tamanho)

| Professor | | | | | |
|------------|-------|----------------|---------------|----------------|---------|
| <u>cpf</u> | nome | especialidade | <u>predio</u> | <u>numSala</u> | tamanho |
| 1111 | João | Banco de Dados | Computação | 210 | 16 |
| 2222 | Maria | Eletrônica | Engenharia | 115 | 12 |
| 3333 | André | Sistemas | Engenharia | 120 | 12 |

Tipo Relacionamento Binário 1:1

- **Opção 3: Técnica de relação de referência cruzada ou relacionamento**
 - ◆ Crie uma nova relação incluindo como chaves estrangeiras as chaves primárias das relações que representam os tipos entidades participantes
 - ◆ Inclua também todos os atributos simples (ou componentes simples de atributos compostos) do tipo relacionamento como atributos da relação
 - ◆ A chave primária da nova relação será uma das duas chaves estrangeiras, e a outra chave estrangeira será uma chave secundária
 - ◆ Adequada se a participação for parcial em ambos os lados do relacionamento e o número de entidades participantes for pequeno

Tipo Relacionamento Binário 1:1



Professor (cpf, nome, especialidade)

CasadoCom (cpfEsposo, cpfEsposa)

CasadoCom[cpfEsposo] \rightarrow ρ Professor[cpf]

CasadoCom[cpfEsposa] \rightarrow ρ Professor[cpf]

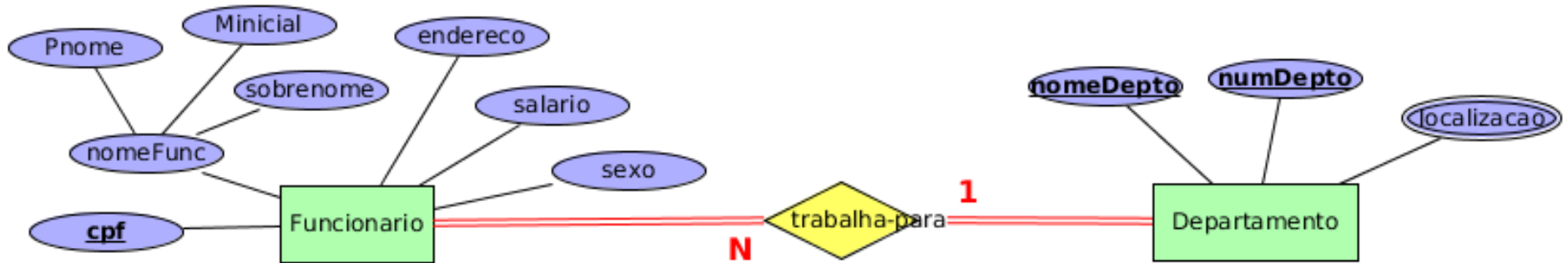
| Professor | | |
|------------|-------------|----------------------|
| <u>cpf</u> | <u>nome</u> | <u>especialidade</u> |
| 1111 | João | Banco de Dados |
| 2222 | Maria | Eletrônica |
| 3333 | André | Sistemas |
| 4444 | Ana | Algoritmos |

| CasadoCom | |
|------------------|------------------|
| <u>cpfEsposo</u> | <u>cpfEsposa</u> |
| 1111 | 2222 |

Tipo Relacionamento Binário 1:N

- **Opção 1: Técnica da Chave Estrangeira do Lado N**
 - ◆ Para cada tipo relacionamento R binário 1:N regular (não fraco) no esquema ER, identifique a relação S que representa o tipo entidade participante do lado N do tipo relacionamento. Inclua como chave estrangeira em S a chave primária da relação T que representa o outro tipo entidade participante de R. Isso ocorre porque cada instância do lado N está relacionada a, no máximo, uma instância do lado 1 do tipo relacionamento
 - ◆ Inclua todos os atributos simples (ou componentes simples de atributos compostos) do tipo relacionamento R como atributos de S

Tipo Relacionamento Binário 1:N



Departamento (numDepto, nomeDepto)

Funcionario (cpf, Pnome, Minicial, sobrenome, endereco, salario, sexo, numDepto)

Funcionario[numDepto] →^b Departamento[numDepto]

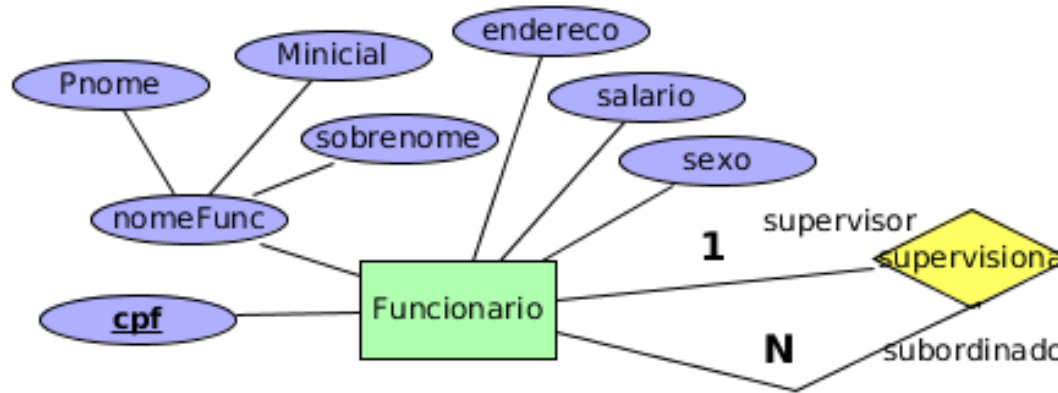
| Departamento | |
|-----------------|------------------|
| <u>numDepto</u> | <u>nomeDepto</u> |
| 1 | RH |
| 2 | ADM |

| Funcionario | | | |
|-------------|--------|-----|----------|
| <u>cpf</u> | Pnome | ... | numDepto |
| 1111 | Pedro | | 1 |
| 2222 | Ana | | 1 |
| 3333 | Rafael | | 2 |

Tipo Relacionamento Binário 1:N

- **Opção 2: Técnica de Relação de Referência Cruzada ou Relacionamento**
 - ◆ Crie uma nova relação incluindo como chaves estrangeiras as chaves primárias das relações que representam os tipos entidades participantes
 - ◆ Inclua também todos os atributos simples (ou componentes simples de atributos compostos) do tipo relacionamento como atributos da relação
 - ◆ A chave primária da nova relação será a chave primária da relação do lado N
 - ◆ Opção apropriada para participação parcial do lado N, para evitar valores NULL excessivos na chave estrangeira se for usada a Opção 1

Tipo Relacionamento Binário 1:N



Funcionario (cpf, Pnome, ... , endereco, salario, sexo)

Supervisor (cpfSubordinado, cpfSupervisor)

Supervisor[cpfSubordinado] \rightarrow ρ Funcionario[cpf]

Supervisor[cpfSupervisor] \rightarrow ρ Funcionario[cpf]

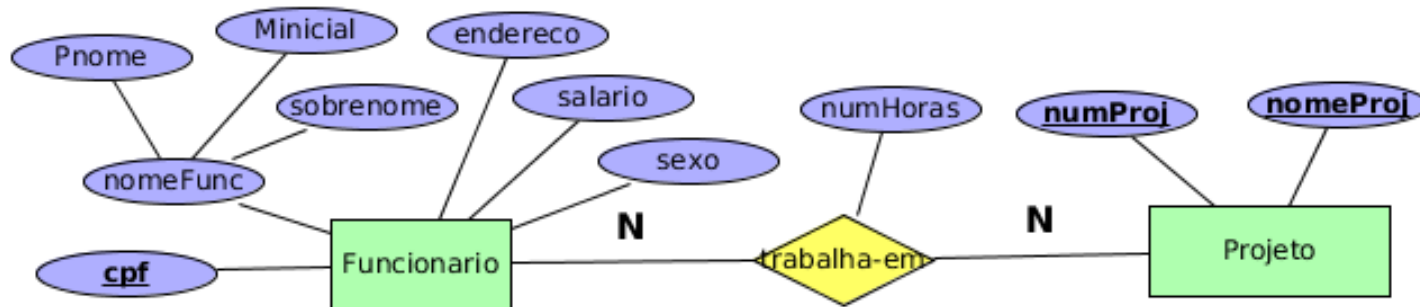
| Funcionario | | |
|-------------|--------|-----|
| <u>cpf</u> | Pnome | ... |
| 1111 | Pedro | |
| 2222 | Ana | |
| 3333 | Rafael | |

| Supervisor | |
|-----------------------|---------------|
| <u>cpfSubordinado</u> | cpfSupervisor |
| 1111 | 2222 |
| 3333 | 2222 |

Tipo Relacionamento Binário M:N

- Para cada tipo relacionamento R binário M:N no esquema ER, crie uma nova relação S para representar R. Inclua como chaves estrangeiras em S as chaves primárias das relações que representam os tipos entidades participantes
- Também inclua todos os atributos simples (ou componentes simples de atributos compostos) do tipo relacionamento R como atributos de S
- A chave primária de S é a combinação de suas chaves estrangeiras

Tipo Relacionamento Binário M:N



Funcionario (cpf, Pnome, ... , endereco, salario, sexo)

Projeto (numProj, nomeProj)

Trabalha (cpfFunc, numProj, numHoras)

Trabalha[cpfFunc] \rightarrow _p Funcionario[cpf]

Trabalha[numProj] \rightarrow _p Projeto[numProj]

| Funcionario | | |
|-------------|--------|-----|
| <u>cpf</u> | Pnome | ... |
| 1111 | Pedro | |
| 2222 | Ana | |
| 3333 | Rafael | |

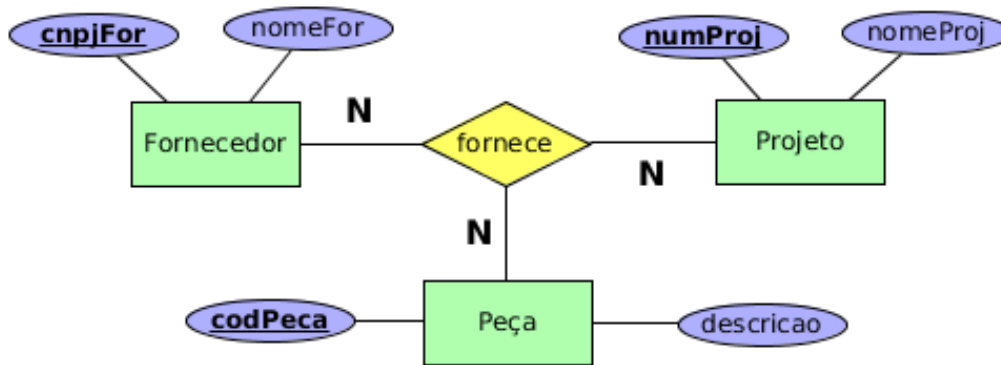
| Projeto | |
|----------------|-----------------|
| <u>numProj</u> | <u>nomeProj</u> |
| 10 | ProjX |
| 20 | ProjY |

| Trabalha | | |
|----------------|----------------|----------|
| <u>cpfFunc</u> | <u>numProj</u> | numHoras |
| 1111 | 10 | 30 |
| 1111 | 20 | 10 |
| 2222 | 20 | 40 |

Tipo Relacionamento n-ário ($n > 2$)

- Para cada tipo relacionamento R n-ário, onde $n > 2$, no esquema ER, crie uma nova relação S para representar R. Inclua como chaves estrangeiras em S as chaves primárias das relações que representam os tipos entidades participantes
- Também inclua todos os atributos simples (ou componentes simples de atributos compostos) do tipo relacionamento R como atributos de S
- A chave primária de S é a combinação de suas chaves estrangeiras, para cardinalidades M:N:P:.... Entretanto, se as restrições de cardinalidade de qualquer um dos tipos entidades E participante de R é 1, então a chave primária de S não deve incluir a chave estrangeira que referencia a relação E' correspondente a E

Tipo Relacionamento n-ário ($n > 2$)



Fornecedor (cnpjFor, nomeFor)

Projeto (numProj, nomeProj)

Peça (codPeca, descricao)

Fornece (cnpjFor, numProj, codPeca)

Fornece[cnpjFor] \rightarrow ρ Fornecedor[cnpj]

Fornece[numProj] \rightarrow ρ Projeto[numProj]

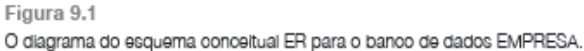
Fornece[codPeca] \rightarrow ρ Peca[codPeca]

| Fornece | | |
|----------------|----------------|----------------|
| <u>cnpjFor</u> | <u>numProj</u> | <u>codPeca</u> |
| 1111 | 10 | 100 |
| 1111 | 10 | 200 |
| 1111 | 20 | 100 |
| 2222 | 20 | 100 |
| 2222 | 20 | 200 |

| Fornecedor | |
|----------------|---------|
| <u>cnpjFor</u> | nomeFor |
| 1111 | Aba |
| 2222 | ABC |

| Projeto | |
|----------------|----------|
| <u>numProj</u> | nomeProj |
| 10 | ProjX |
| 20 | ProjY |

| Peça | |
|----------------|-----------|
| <u>codPeca</u> | descricao |
| 100 | Peça100 |
| 200 | peça200 |

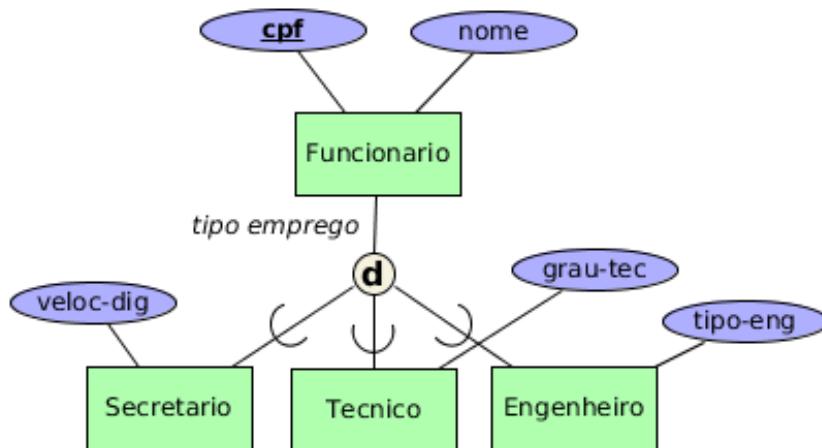


Mapeamento EER-Relacional

Especialização / Generalização

- **Opção 1: Múltiplas Relações – superclasse e subclasses**
 - ◆ Crie uma relação L para a superclasse C no esquema ER com os atributos de C . Um atributo de tipo, indicando a subclasse à qual cada tupla pertence, se houver alguma, pode ser também adicionado. A chave primária de L é uma chave de C
 - ◆ Crie também uma relação L_i para cada subclasse S_i . Cada L_i inclui os atributos específicos de S_i mais a chave primária de L , a qual torna-se também a chave primária de L_i
 - ◆ Essa opção funciona para qualquer restrição na especialização: disjunta ou sobreposta, total ou parcial

Especialização / Generalização



Funcionario (cpf, nome, tipoFunc)

Secretario (cpfFunc, velDig)

Tecnico (cpfFunc, grauTec)

Engenheiro (cpfFunc, tipoEng)

$\text{Secretario}[\text{cpfFunc}] \rightarrow_p \text{Funcionario}[\text{cpf}]$

$\text{Tecnico}[\text{cpfFunc}] \rightarrow_p \text{Funcionario}[\text{cpf}]$

$\text{Engenheiro}[\text{cpfFunc}] \rightarrow_p \text{Funcionario}[\text{cpf}]$

| Funcionario | | |
|-------------|-------|----------|
| <u>cpf</u> | nome | tipoFunc |
| 1111 | João | S |
| 2222 | Maria | T |
| 3333 | Ana | E |
| 4444 | Pedro | O |

| Secretario | |
|----------------|--------|
| <u>cpfFunc</u> | velDig |
| 1111 | 150 |

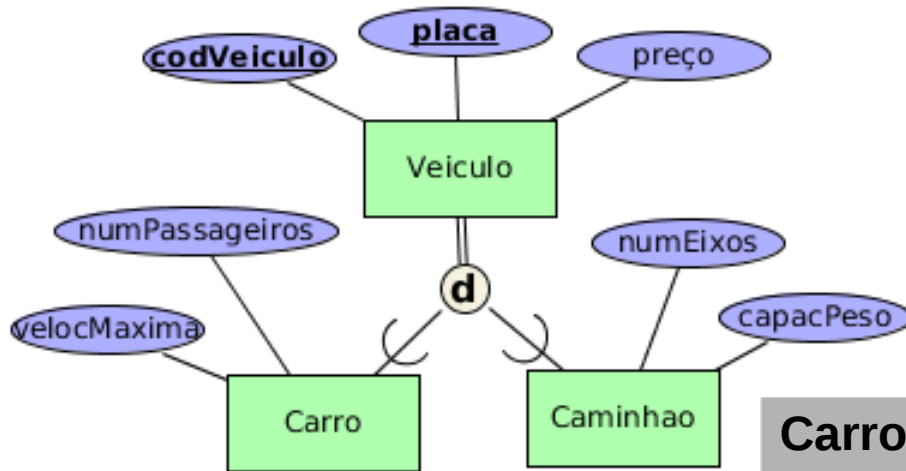
| Tecnico | |
|----------------|---------|
| <u>cpfFunc</u> | grauTec |
| 2222 | 20 |

| Engenheiro | |
|----------------|----------|
| <u>cpfFunc</u> | tipoEng |
| 3333 | Elétrica |

Especialização / Generalização

- **Opção 2: Múltiplas Relações – apenas relações de subclasse**
 - ♦ Crie uma relação L_i para cada subclasse S_i com os atributos da subclasse mais os atributos da superclasse. A chave primária de L_i é uma chave da superclasse
 - ♦ Essa opção só pode ser usada para restrição total
 - ♦ Além disso, essa opção só é recomendada para restrição de disjunção, para evitar redundância de dados

Especialização / Generalização



Carro

| <u>codVeic</u> | <u>placa</u> | preco | numPassag | velocMax |
|----------------|--------------|-------|-----------|----------|
| 100 | AB20 | 9000 | 5 | 180 |
| 200 | XY30 | 7900 | 2 | 190 |

Carro (codVeic, placa, preço, numPassag, velocMax)

Caminhao (codVeic, placa, preço, numEixos, capacPeso)

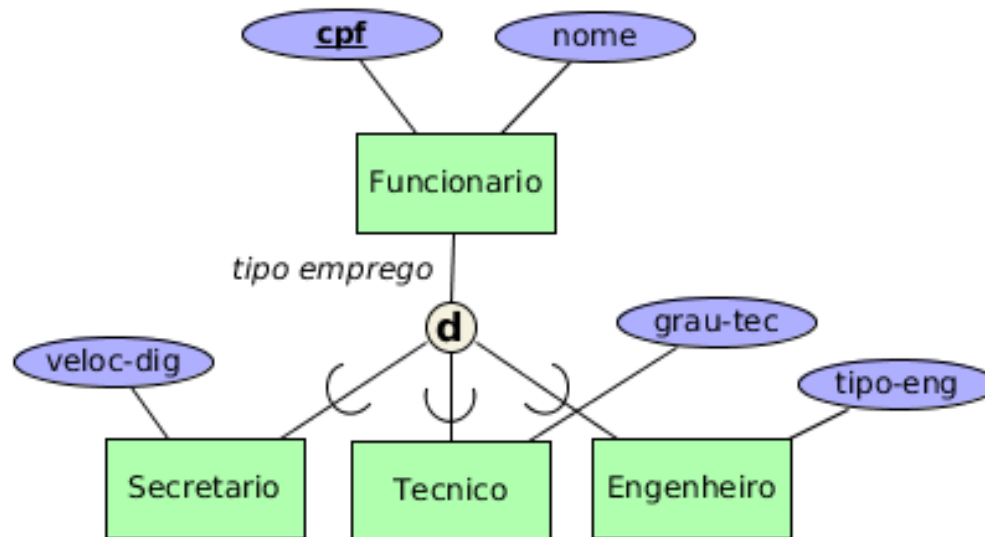
Caminhao

| <u>codVeic</u> | <u>placa</u> | preco | numEixos | capacPeso |
|----------------|--------------|-------|----------|-----------|
| 1234 | HC45 | 9999 | 3 | 10000 |

Especialização / Generalização

- **Opção 3: Relação única com um atributo de tipo**
 - ◆ Crie uma única relação L com todos os atributos da superclasse C e das subclasses S_i , mais um atributo de tipo. A chave primária de L é uma chave de C
 - ◆ O atributo de tipo indica a subclasse à qual cada tupla pertence, se houver alguma
 - ◆ Essa opção só funciona para uma especialização cujas subclasses são disjuntas
 - ◆ Tem um potencial para geração de muitos valores nulos se diversos atributos específicos existirem nas subclasses

Especialização / Generalização



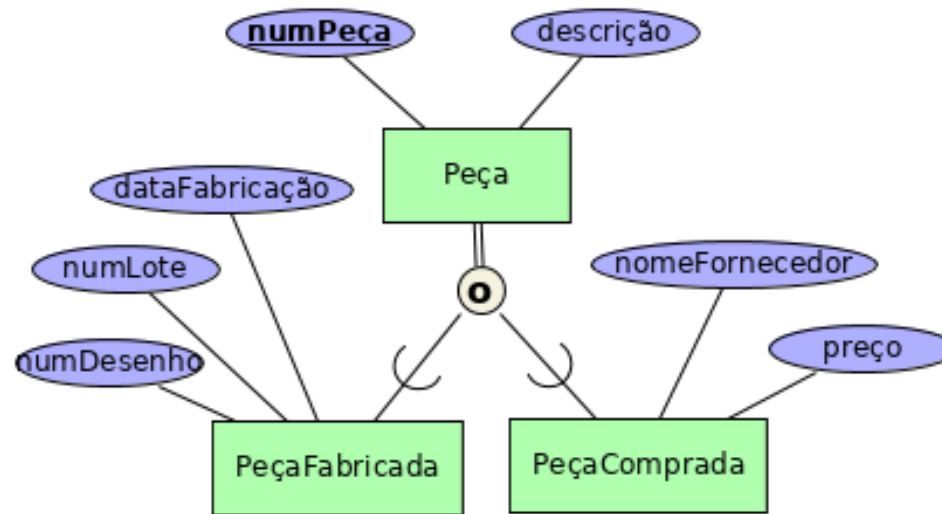
Funcionario (cpf, nome, tipoFunc, velDig, grauTec, tipoEng)

| Funcionario | | | | | |
|-------------|-------|----------|--------|---------|----------|
| <u>cpf</u> | nome | tipoFunc | velDig | grauTec | tipoEng |
| 1111 | João | S | 150 | null | null |
| 2222 | Maria | T | null | 2o | null |
| 3333 | Ana | E | null | null | Elétrica |
| 4444 | Pedro | O | null | null | null |

Especialização / Generalização

- **Opção 4: Relação única com atributos de múltiplos tipos**
 - ◆ Crie uma única relação L com todos os atributos da superclasse C e das subclasses S_i , mais um atributo lógico (*flag*) t_i para cada subclasse para indicar se a tupla pertence à subclasse S_i . A chave primária de L é uma chave de C
 - ◆ Essa opção é mais indicada para especialização cujas subclasses são sobrepostas (mas também funciona para especialização disjunta)

Especialização / Generalização



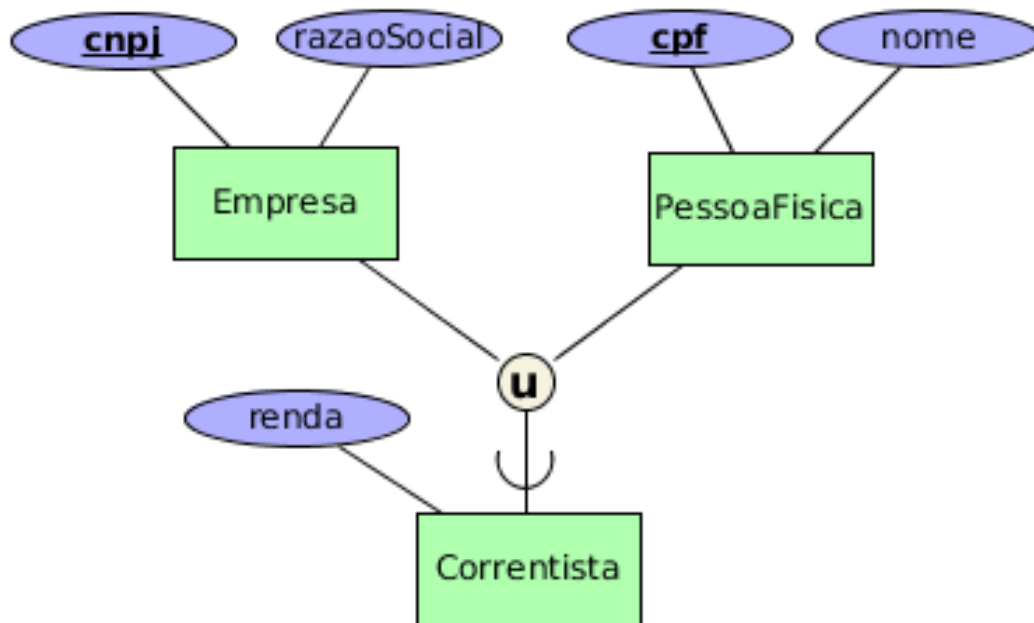
Peca (numPeca, descricao, fabFlag, numDes, numLote, dataFab, compFlag, nomeFor, preco)

| Peca | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|---------|------------|-------------|----------|----------|---------|-------|
| <u>num Peca</u> | descricao | fabFlag | num Des | num Lote | dataFab | compFlag | nomeFor | preco |
| 11 | Peça11 | True | 150 | 255 | 12/09/17 | False | null | null |
| 12 | Peça12 | False | null | null | null | True | ABC | 100 |
| 13 | Peça13 | True | 231 | 786 | 10/10/17 | True | XYZ | 200 |

Tipo União (ou Categoria)

- Crie uma relação para representar a categoria e inclua todos os seus atributos. Adicione um novo atributo chave, chamado “chave substituta”, para ser a chave primária da relação
- Adicione este atributo como chave estrangeira de todas as relações correspondentes às superclasses da categoria, para especificar a correspondência de valores entre a chave substituta e as chaves de cada superclasse

Tipo União (ou Categoria)



| Empresa | | |
|-------------|----------|---------------|
| <u>cnpj</u> | razaoSoc | idCorrentista |
| 1234 | ABC | 1 |
| 5678 | XYZ | null |

| PessoaFisica | | |
|--------------|------|---------------|
| <u>cpf</u> | nome | idCorrentista |
| 1111 | João | 2 |

| Correntista | |
|----------------------|--------|
| <u>idCorrentista</u> | renda |
| 1 | 110000 |
| 2 | 5500 |

Correntista (idCorrentista, renda)

Empresa (cnpj, razaoSoc, idCorrentista)

Empresa[idCorrentista] \rightarrow^n Correntista[idCorrentista]

PessoaFisica (cpf, nome, idCorrentista)

PessoaFisica[idCorrentista] \rightarrow^n Correntista[idCorrentista]

Diagrama Crow's Foot (pé-de-galinha)

Diagrama Crow's Foot

- A notação Crow's Foot (pé-de-galinha) é uma das mais populares para se descrever diagramas de nível lógico
- Foi introduzida na abordagem Information Engineering (IE) desenvolvida por James Martin e Clive Finkelstein
- Diferenças para o diagrama ER:
 - ◆ Os relacionamentos são entre relações, de forma binária
 - ◆ Os atributos fazem parte de alguma relação, não há atributos de relacionamento
 - ◆ Pode-se associar os tipos de dados para cada atributo
 - ◆ É mais apropriada para descrever os detalhes do nível lógico para implementação do banco de dados

Diagrama Crow's Foot

- Restrição de Participação e de Cardinalidade
 - ◆ Círculo: indica no mínimo zero (participação parcial)
 - ◆ Traço: indica no mínimo um (participação total) ou no máximo um (cardinalidade 1)
 - ◆ Pé-de-galinha: indica muitos (cardinalidade N)

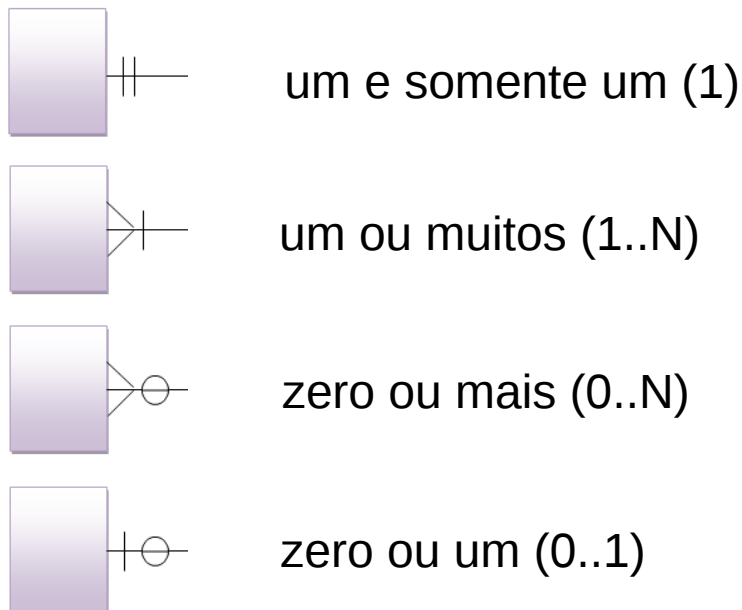


Diagrama ER / Diagrama Relacional

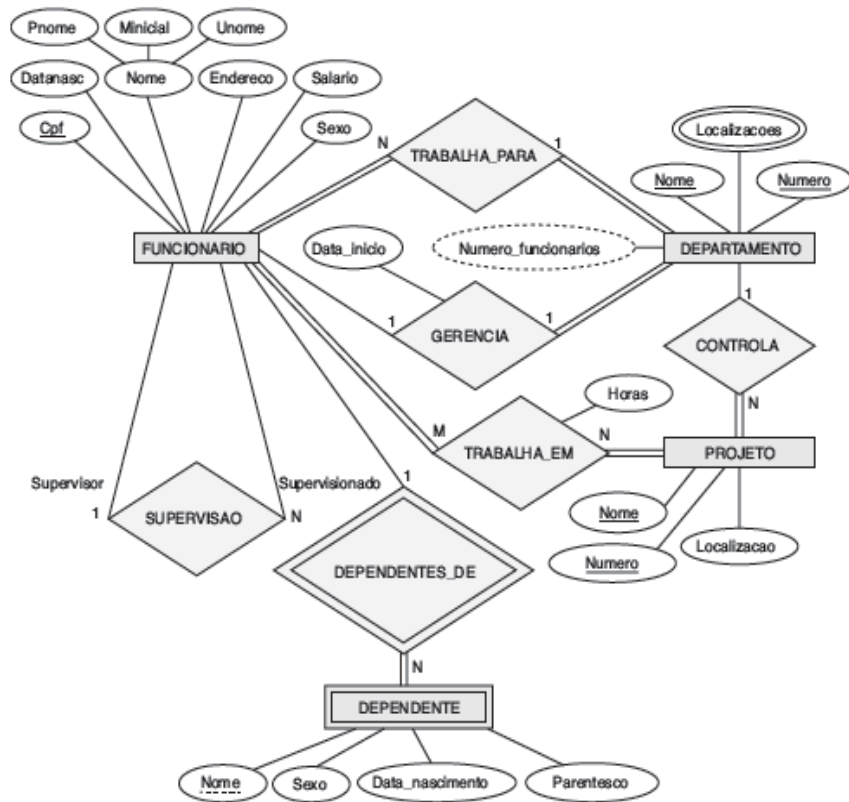


Figura 9.1
O diagrama do esquema conceitual ER para o banco de dados EMPRESA.

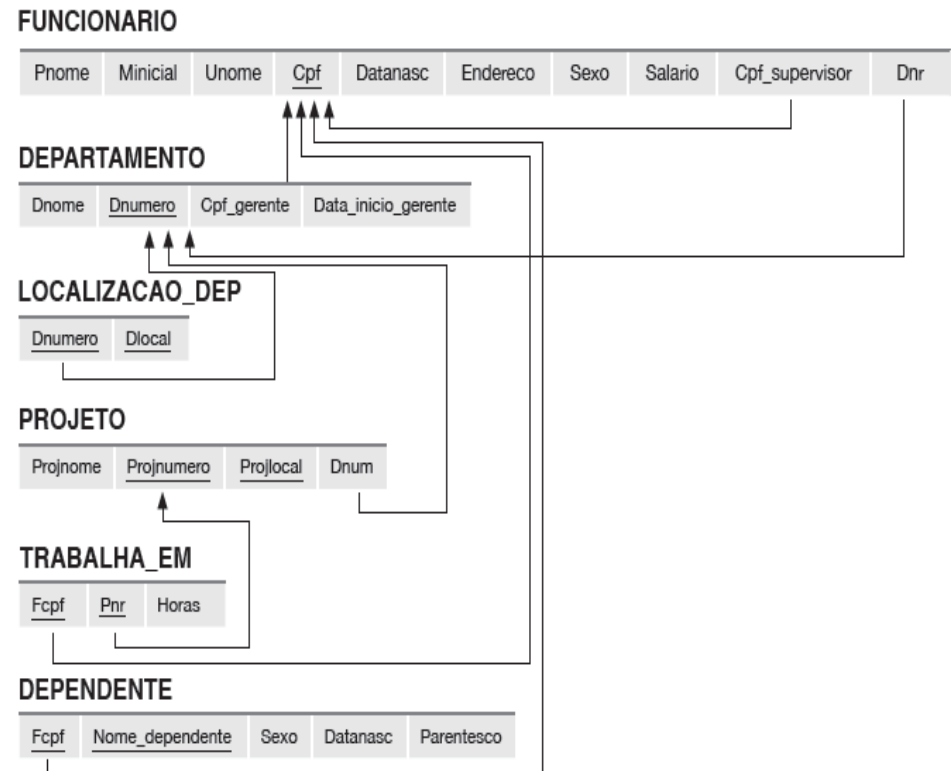
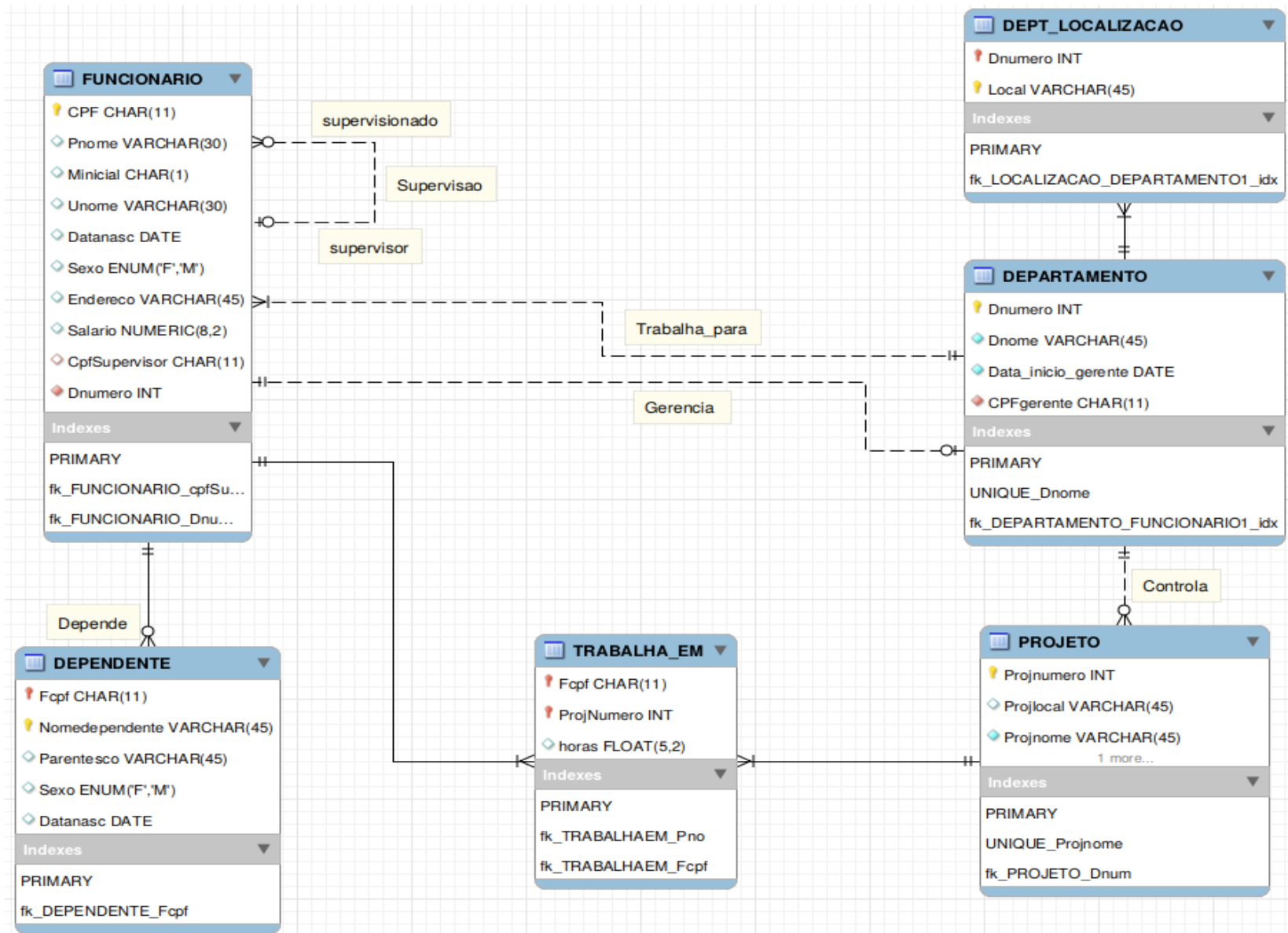


Figura 9.2
Resultado do mapeamento do esquema ER EMPRESA para um esquema de banco de dados relacional.

Diagrama Crow's Foot Equivalente



Bibliografia Básica

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. Sistemas de Bancos de Dados. Pearson Education, 6ª edição, 2011. ISBN-978-85-7936-085-5, Capítulo 9

James Martin. Information Engineering: Introduction. Prentice-Hall, 1989