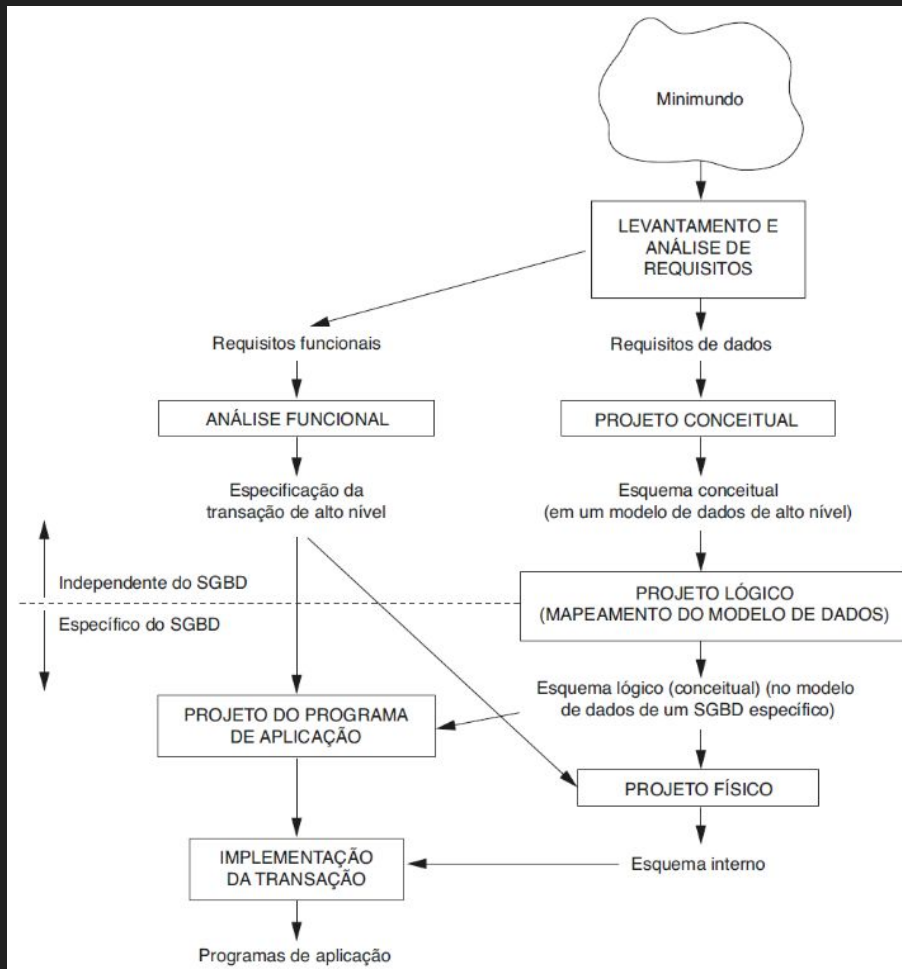


# Modelo Entidade-Relacionamento

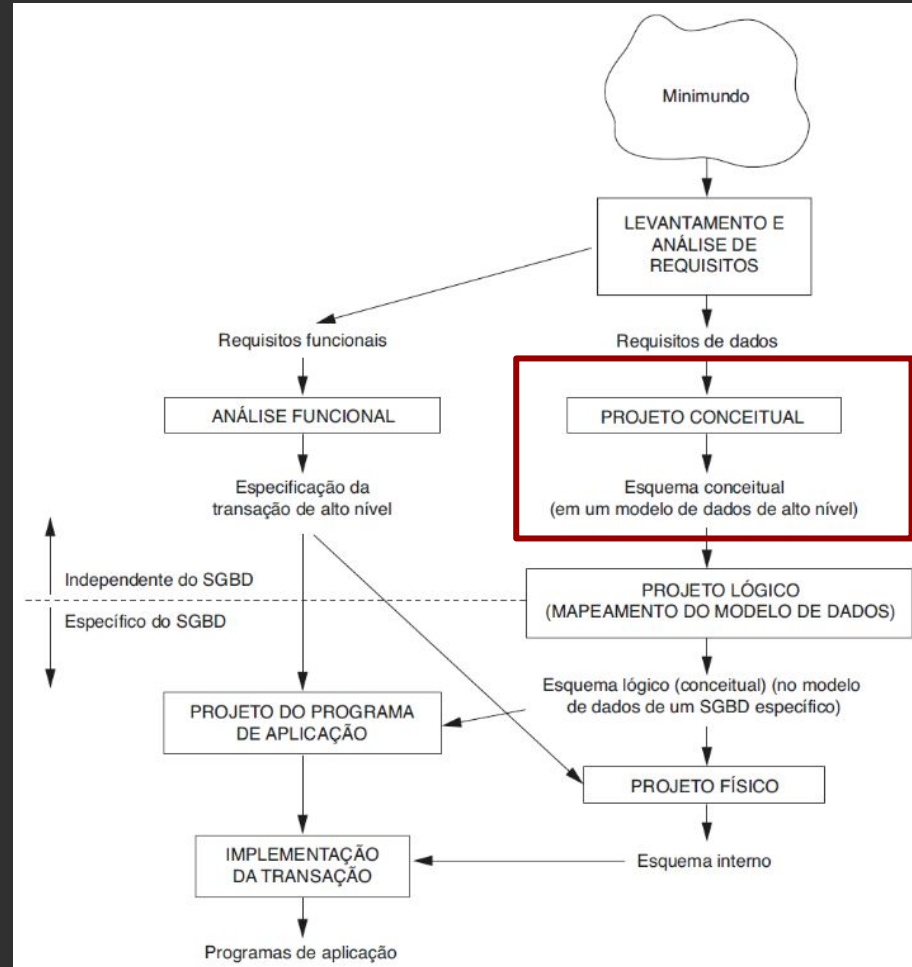
Prof Eduardo Falcão

[eduardo@dca.ufrn.br](mailto:eduardo@dca.ufrn.br)



# Modelagem de Dados

Estabelece a forma como os dados serão armazenados



# BD: EMPRESA

BD que registra os funcionários, departamentos e projetos de uma empresa. Descrição do minimundo:

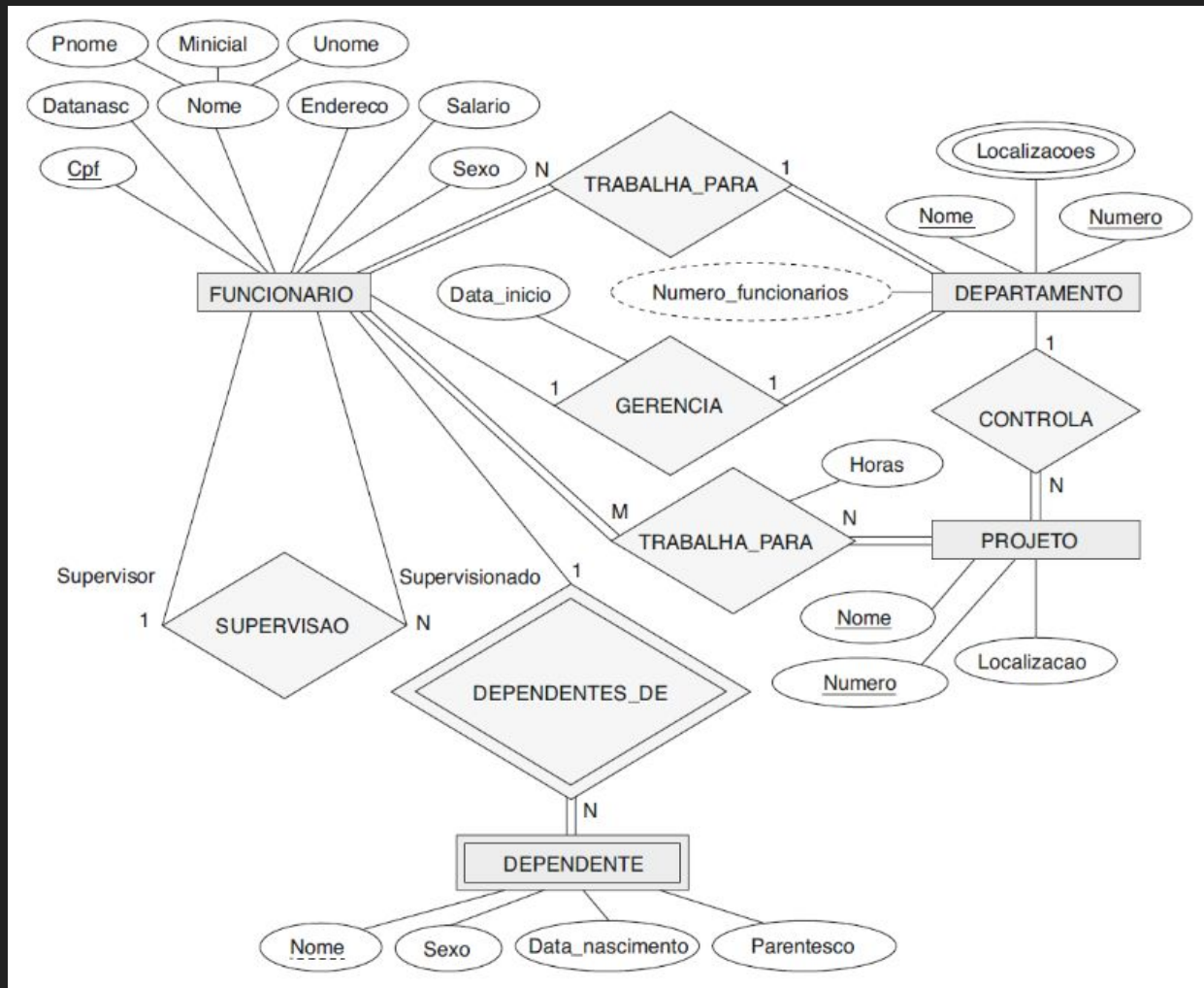
1. A empresa é organizada em departamentos. Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um funcionário em particular que o gerencia. Registramos a data inicial em que esse funcionário começou a gerenciar o departamento. Um departamento pode ter vários locais.
2. Um departamento controla uma série de projetos, cada um deles com um nome exclusivo, um número exclusivo e um local exclusivo.

# BD: EMPRESA

BD que registra os funcionários, departamentos e projetos de uma empresa. Descrição do minimundo:

3. Armazenamos o nome, CPF, endereço, salário, sexo e data de nascimento de cada funcionário. Um funcionário é designado para um departamento, mas pode trabalhar em vários projetos, que não necessariamente são controlados pelo mesmo departamento. Registramos o número atual de horas por semana que um funcionário trabalha em cada projeto. Também registramos o supervisor direto de cada funcionário (que é outro funcionário).
4. Queremos registrar os dependentes de cada funcionário para fins de seguro. Para cada dependente, mantemos o nome, sexo, data de nascimento e parentesco com o funcionário

# Modelo E-R do BD EMPRESA



# Modelo E-R (MER)

- Modelo de dados **conceitual, de alto nível**, que permite expressar a organização que deve ser imposta aos dados em um BD
- Usamos uma notação baseada em diagramas para representar um MER: **o diagrama ER**
- O modelo ER descreve os dados como **entidades, relacionamentos e atributos**.

# Modelo Entidade-Relacionamento: Entidades, Atributos e Chaves



# MER

## Entidades

- **Entidade (forte)**: objeto básico do MER que representa algo no mundo real com uma existência independente.
  - Uma entidade pode ser um objeto com uma existência física (e.g., uma pessoa em particular, um carro, uma casa ou um funcionário), ou pode ser um objeto com uma existência conceitual (por exemplo, uma empresa, um cargo ou um curso universitário).
- Se essa entidade se relaciona com outra entidade de tal modo que sua existência depende desta outra entidade, então, a entidade é **fraca**.

# Identificando Entidades

**Dica 1:** no discurso que descreve um mini-mundo, entidades são frequentemente mencionadas e descritas em termos de suas propriedades;

**Dica 2:** em uma aplicação OO, você modelaria esse conceito como uma classe? se sim, provavelmente esse conceito é uma entidade.

Descrição do minimundo:

1. A empresa é organizada em departamentos. Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um funcionário em particular que o gerencia. Registramos a data inicial em que esse funcionário começou a gerenciar o departamento. Um departamento pode ter vários locais.
2. Um departamento controla uma série de projetos, cada um deles com um nome exclusivo, um número exclusivo e um local exclusivo.

# Identificando Entidades

**Dica 1:** no discurso que descreve um mini-mundo, entidades são frequentemente mencionadas e descritas em termos de suas propriedades;

**Dica 2:** em uma aplicação OO, você modelaria esse conceito como uma classe? se sim, provavelmente esse conceito é uma entidade.

Descrição do minimundo:

1. A empresa é organizada em departamentos. Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um funcionário em particular que o gerencia. Registramos a data inicial em que esse funcionário começou a gerenciar o departamento. Um departamento pode ter vários locais.
2. Um departamento controla uma série de projetos, cada um deles com um nome exclusivo, um número exclusivo e um local exclusivo.

# Identificando Entidades

**Dica 1:** no discurso que descreve um mini-mundo, **entidades são frequentemente mencionadas** e descritas em termos de suas propriedades;

**Dica 2:** em uma aplicação OO, **você modelaria esse conceito como uma classe?** se sim, provavelmente esse conceito é uma entidade.

Descrição do minimundo:

3. Armazenamos o nome, CPF, endereço, salário, sexo e data de nascimento de cada funcionário. Um funcionário é designado para um departamento, mas pode trabalhar em vários projetos, que não necessariamente são controlados pelo mesmo departamento. Registramos o número atual de horas por semana que um funcionário trabalha em cada projeto. Também registramos o supervisor direto de cada funcionário (que é outro funcionário).
4. Queremos registrar os dependentes de cada funcionário para fins de seguro. Para cada dependente, mantemos o nome, sexo, data de nascimento e parentesco com o funcionário

# Identificando Entidades

**Dica 1:** no discurso que descreve um mini-mundo, **entidades são frequentemente mencionadas** e descritas em termos de suas propriedades;

**Dica 2:** em uma aplicação OO, **você modelaria esse conceito como uma classe?** se sim, provavelmente esse conceito é uma entidade.

Descrição do minimundo:

3. Armazenamos o nome, CPF, endereço, salário, sexo e data de nascimento de cada **funcionário**. Um **funcionário** é designado para um **departamento**, mas pode trabalhar em vários **projetos**, que não necessariamente são controlados pelo mesmo **departamento**. Registramos o número atual de horas por semana que um **funcionário** trabalha em cada projeto. Também registramos o supervisor direto de cada funcionário (que é outro funcionário).
4. Queremos registrar os **dependentes** de cada funcionário para fins de seguro. Para cada dependente, mantemos o nome, sexo, data de nascimento e parentesco com o funcionário

# Representando Entidades em Diagramas

- Entidades fortes: departamento, funcionário, projeto
- Entidades fracas: dependentes

Departamento

Funcionário

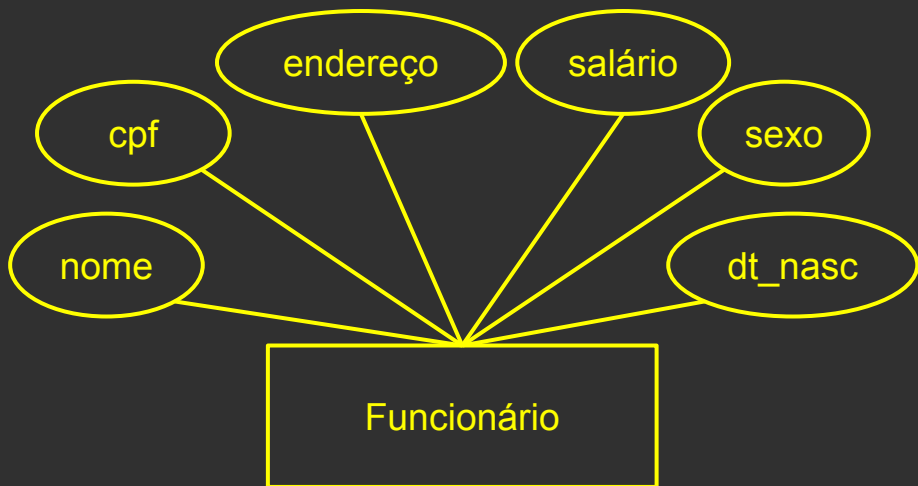
Projeto

Dependente

# MER

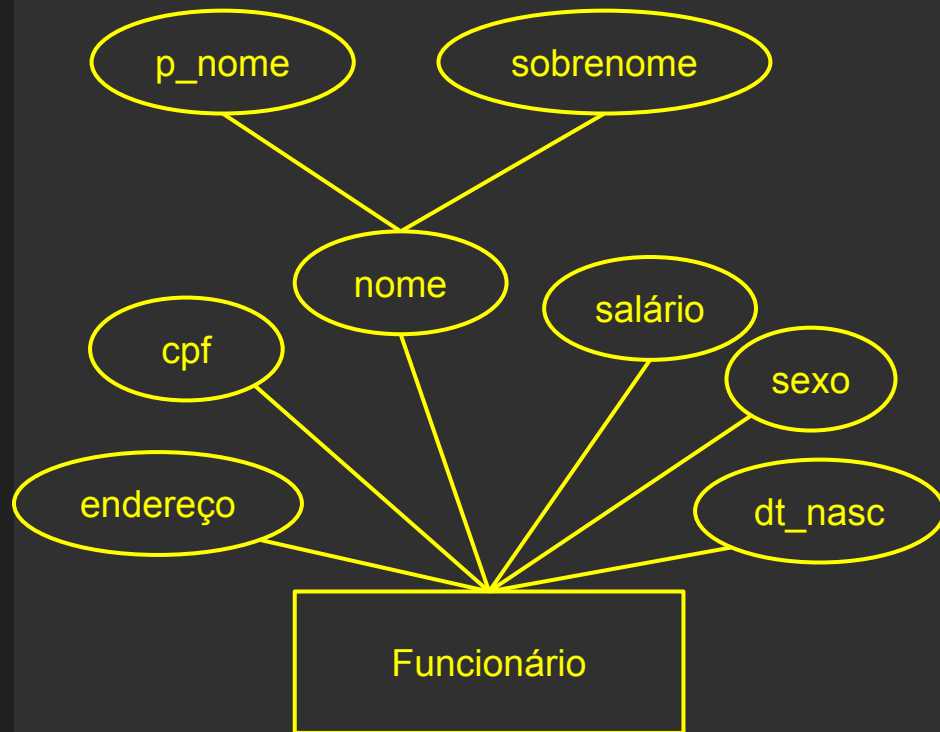
## Atributos

- **Atributos:** propriedades específicas que descrevem uma entidade.
- Minimundo: “... armazenamos o **nome**, **CPF**, **endereço**, **salário**, **sexo** e **data de nascimento** de cada **funcionário**. ...”



# Tipos de Atributos

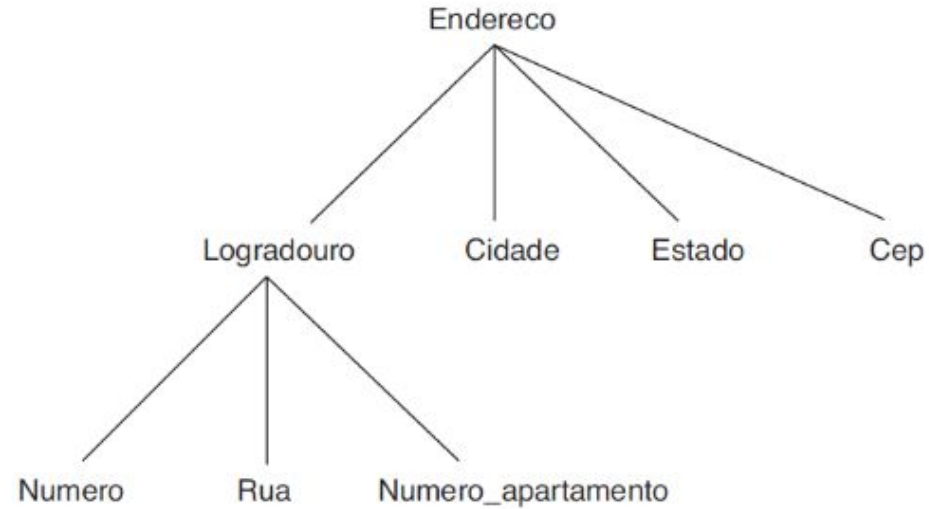
- **Simple**s ou compostos
- Univalorados ou multivalorados
- Armazenados ou derivados





# Tipos de Atributos

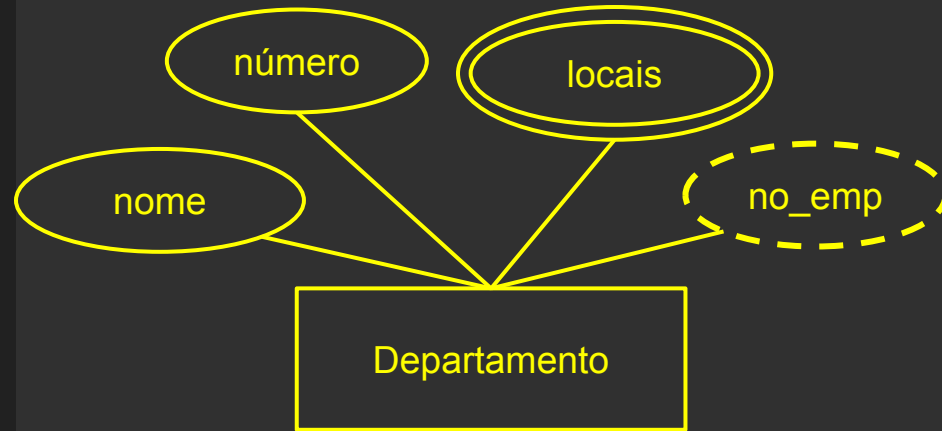
- **Simple ou compostos**
- Univalorados ou multivalorados
- Armazenados ou derivados



# Tipos de Atributos

- Simples ou compostos
- Univalorados ou multivalorados
- Armazenados ou derivados

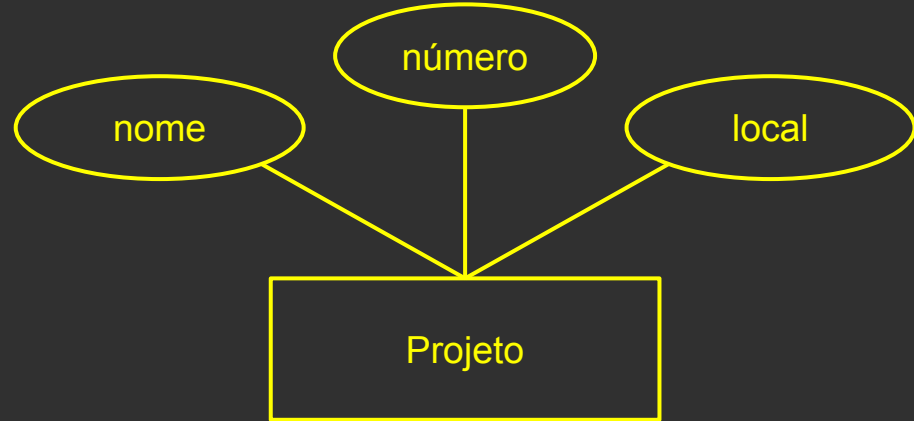
Minimundo: “Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um funcionário em particular que o gerencia. ... Um departamento pode ter vários locais.”



Minimundo: “Um departamento controla uma série de **projetos**, cada um deles com um **nome exclusivo**, um **número exclusivo** e um **local exclusivo**.”

# Tipos de Atributos

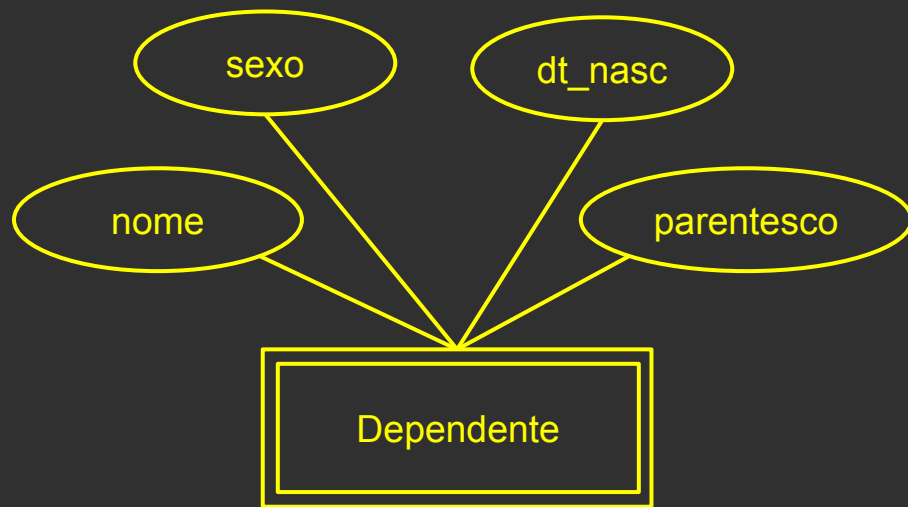
- Simples ou compostos
- Univalorados ou multivalorados
- Armazenados ou derivados



Minimundo: “Queremos registrar os **dependentes** de cada funcionário para fins de seguro. Para cada dependente, mantemos o **nome**, **sexo**, **data de nascimento** e **parentesco com o funcionário**”

## Tipos de Atributos

- Simples ou compostos
- Univalorados ou multivalorados
- Armazenados ou derivados



# Esquema e Instância

**Esquema:** FUNCIONÁRIO(nome, salário, sexo)

**Instância** com 4  
entidades individuais

f1 (Joana Cunha, 5000, F)  
f2 (Pedro Silva, 4500, M)  
f3 (Marina Oliveira, 4800, F)  
f4 (Daniel Mendez, 5000, M)

# Atributos-chave

- Chave Primária Simples
- Chave Primária Composta

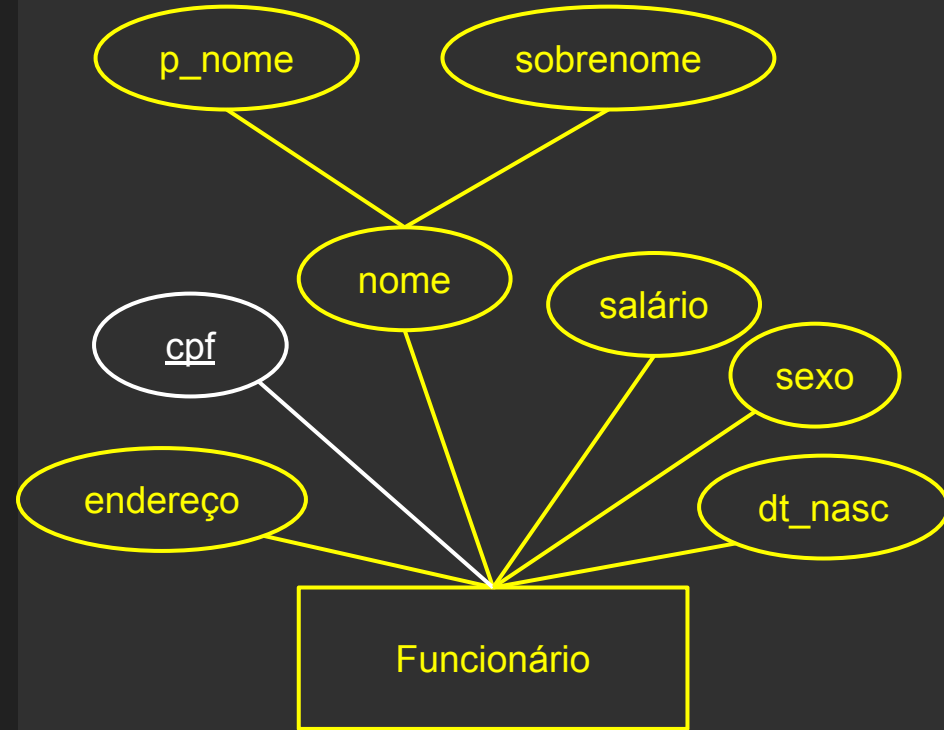
Um tipo de entidade normalmente tem um ou mais atributos cujos **valores são distintos para cada entidade individual** no conjunto de entidades. Esse atributo é denominado **atributo-chave**, e seus valores podem ser usados para **identificar cada entidade de maneira exclusiva**.

Às vezes, **vários atributos juntos formam uma chave**, significando que a combinação dos valores de atributo deve ser distinta para cada entidade. Essa **chave composta** precisa ser mínima, ou seja, todos os atributos componentes precisam estar incluídos no atributo composto para ter a propriedade de exclusividade.

Atributos supérfluos não devem ser incluídos em uma chave. Na notação diagramática ER, cada **atributo-chave tem seu nome sublinhado** dentro da elipse.

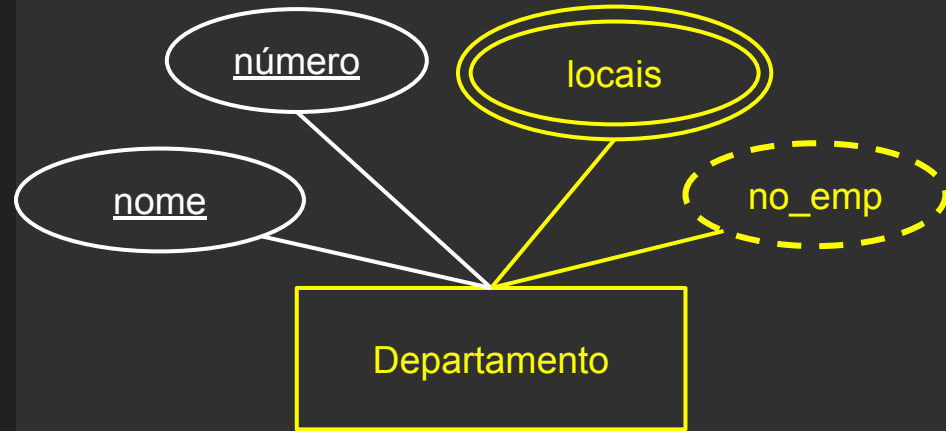
# Atributos-chave

- Chave Primária Simples
- Chave Primária Composta



# Atributos-chave

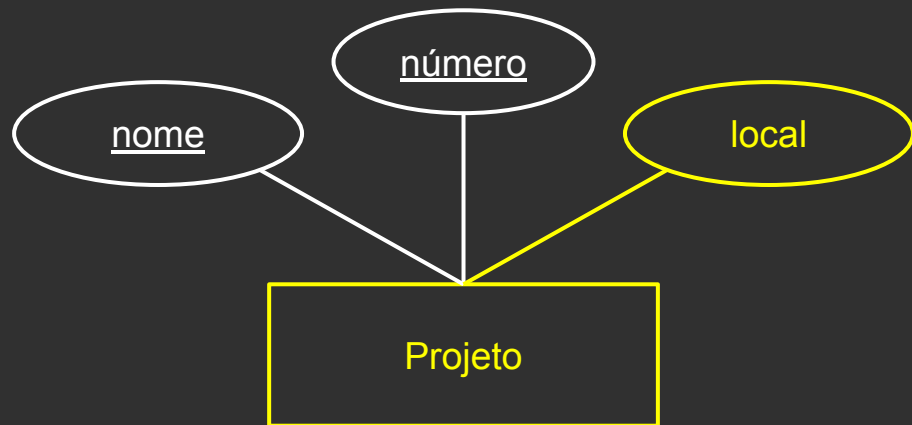
- Chave Primária Simples
- Chave Primária Composta





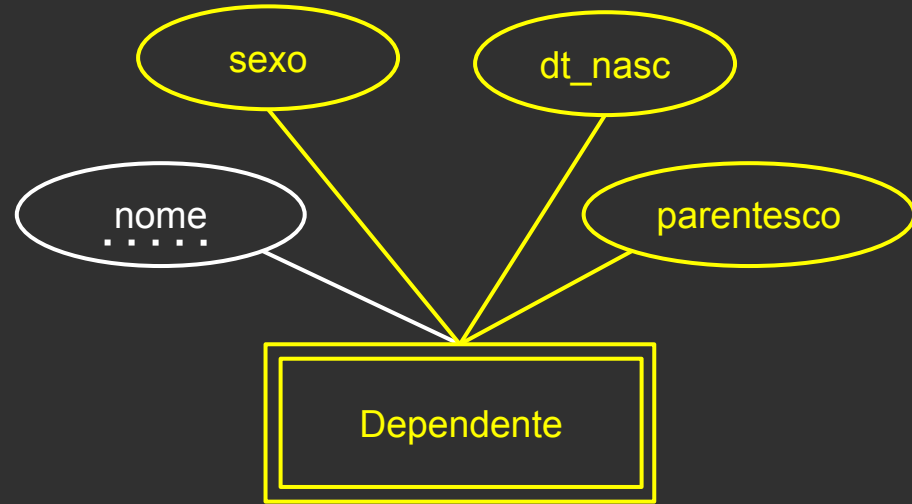
# Atributos-chave

- Chave Primária Simples
- Chave Primária Composta



# Atributos-chave

- Chave Primária Simples
- Chave Primária Composta
- Chave Parcial



# Atributos-chave

- Chave Primária Simples
- Chave Primária Composta

É possível termos uma entidade sem chave primária?  
Sim, mas na maioria dos casos vamos querer uma chave primária pois ela nos ajudar a gerenciar melhor os dados.

É possível ter 2 chaves primárias?  
Não, mas é possível ter uma chave primária composta.

# Modelo Entidade-Relacionamento: Relacionamentos e Cardinalidades

# Relacionamentos

Representam as **associações** existentes **entre as entidades**

**Relacionamentos:** representam as associações existentes entre as entidades



**Relacionamentos:** representam as associações existentes entre as entidades



- No modelo ER, essas **referências não devem ser representadas como atributos**, mas como relacionamentos.
- No projeto inicial dos tipos de entidade, os relacionamentos normalmente são capturados na forma de atributos. À medida que o projeto é refinado, esses **atributos são convertidos em relacionamentos** entre os tipos de entidade.

# Identificando Relacionamentos

**Dica:** no discurso que descreve um mini-mundo, os relacionamentos são frequentemente expressos por ações que envolvem entidades.

Descrição do minimundo:

1. A empresa é organizada em departamentos. Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um funcionário em particular que o gerencia. Registramos a data inicial em que esse funcionário começou a gerenciar o departamento. Um departamento pode ter vários locais.
2. Um departamento controla uma série de projetos, cada um deles com um nome exclusivo, um número exclusivo e um local exclusivo.



# Identificando Relacionamentos

**Dica:** no discurso que descreve um mini-mundo, os relacionamentos são frequentemente expressos por ações que envolvem entidades.

Descrição do minimundo:

1. A empresa é organizada em departamentos. Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um **funcionário em particular que o gerencia**. Registramos a data inicial em que esse **funcionário começou a gerenciar o departamento**. Um departamento pode ter vários locais.
2. Um **departamento controla uma série de projetos**, cada um deles com um nome exclusivo, um número exclusivo e um local exclusivo.

# Identificando Relacionamentos

**Dica:** no discurso que descreve um mini-mundo, os relacionamentos são frequentemente expressos por ações que envolvem entidades.

Descrição do minimundo:

3. Armazenamos o nome, CPF, endereço, salário, sexo e data de nascimento de cada funcionário. Um funcionário é designado para um departamento, mas pode trabalhar em vários projetos, que não necessariamente são controlados pelo mesmo departamento. Registramos o número atual de horas por semana que um funcionário trabalha em cada projeto. Também registramos o supervisor direto de cada funcionário (que é outro funcionário).
4. Queremos registrar os dependentes de cada funcionário para fins de seguro. Para cada dependente, mantemos o nome, sexo, data de nascimento e parentesco com o funcionário

# Identificando Relacionamentos

**Dica:** no discurso que descreve um mini-mundo, os relacionamentos são frequentemente expressos por ações que envolvem entidades.

Descrição do minimundo:

3. Armazenamos o nome, CPF, endereço, salário, sexo e data de nascimento de cada funcionário. Um funcionário é designado para um departamento, mas pode trabalhar em vários projetos, que não necessariamente são controlados pelo mesmo departamento. Registramos o número atual de horas por semana que um funcionário trabalha em cada projeto. Também registramos o supervisor direto de cada funcionário (que é outro funcionário).
4. Queremos registrar os dependentes de cada funcionário para fins de seguro. Para cada dependente, mantemos o nome, sexo, data de nascimento e parentesco com o funcionário

Diagrama ER: relacionamentos são representados por losangos

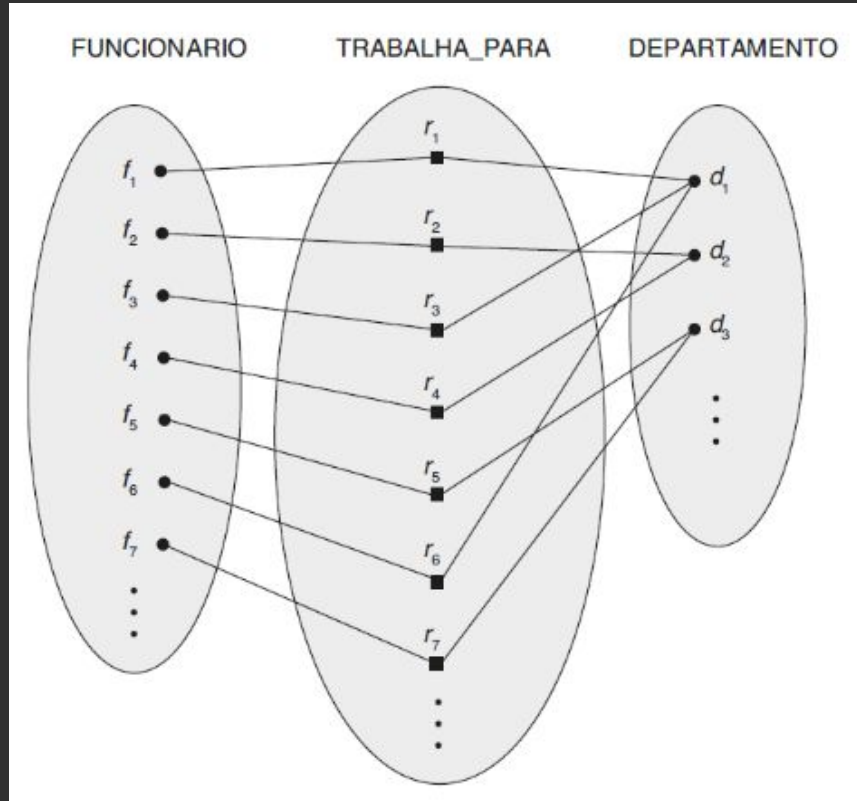


# Tipos, Conjuntos e Instâncias

Um **tipo de relacionamento**  $R$  entre  $n$  tipos de entidade  $E_1, E_2, \dots, E_n$  define um **conjunto de associações** — ou um conjunto de relacionamento — **entre as entidades** desses tipos de entidade.

# Tipos, Conjuntos e Instâncias

tipo  
tipo entidade: relacionamento: tipo entidade:



conj. de  
entidades  
individuais

conj. de relac.  
individuais

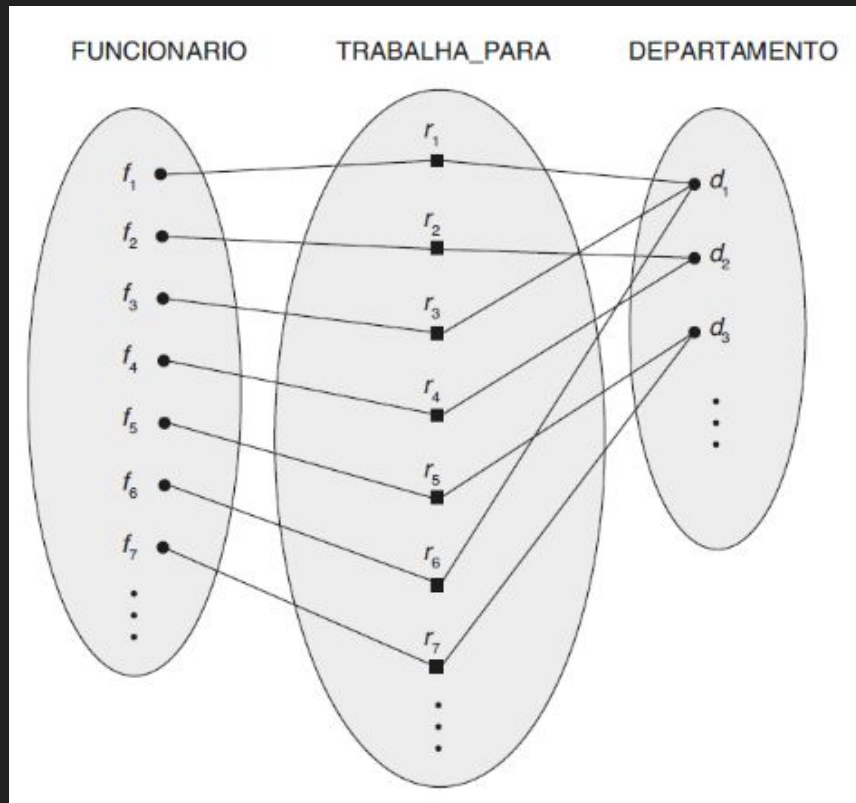
conj. de  
entidades  
individuais

# Grau de relacionamento

O grau de um tipo de relacionamento é o **número** dos tipos de **entidade participantes**:

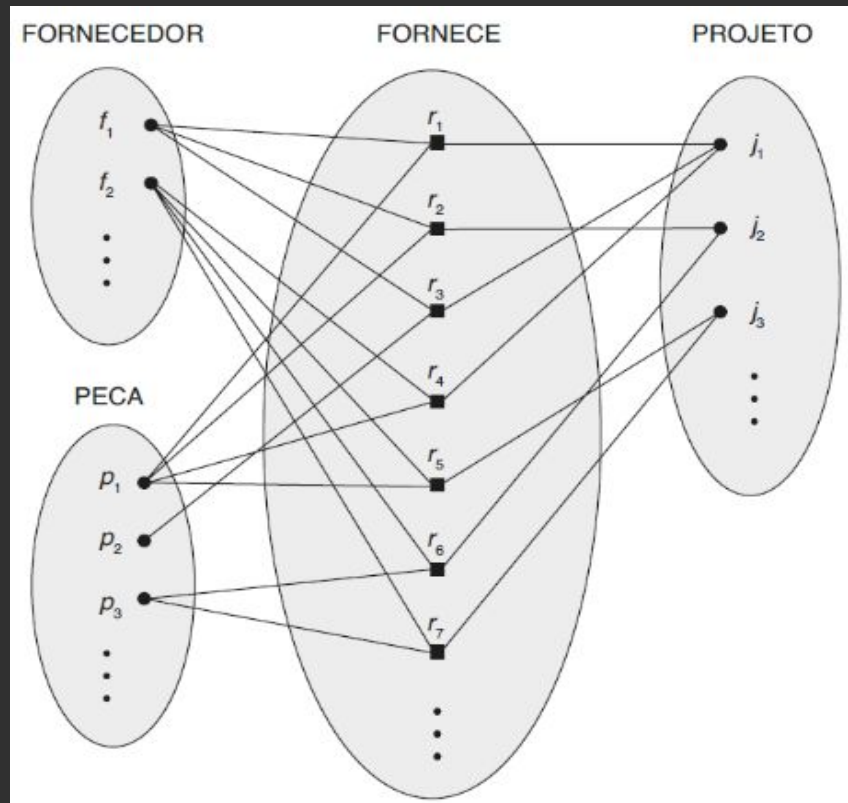
- **binário** (ou relac. de grau dois)
- **ternário** (ou relac. de grau três)
- **n-ário** (ou relac. de grau n)

Um **funcionário** trabalha para um **departamento**.



**Binário**

Um **fornecedor** fornece **peças** para um **projeto**.



**Ternário**

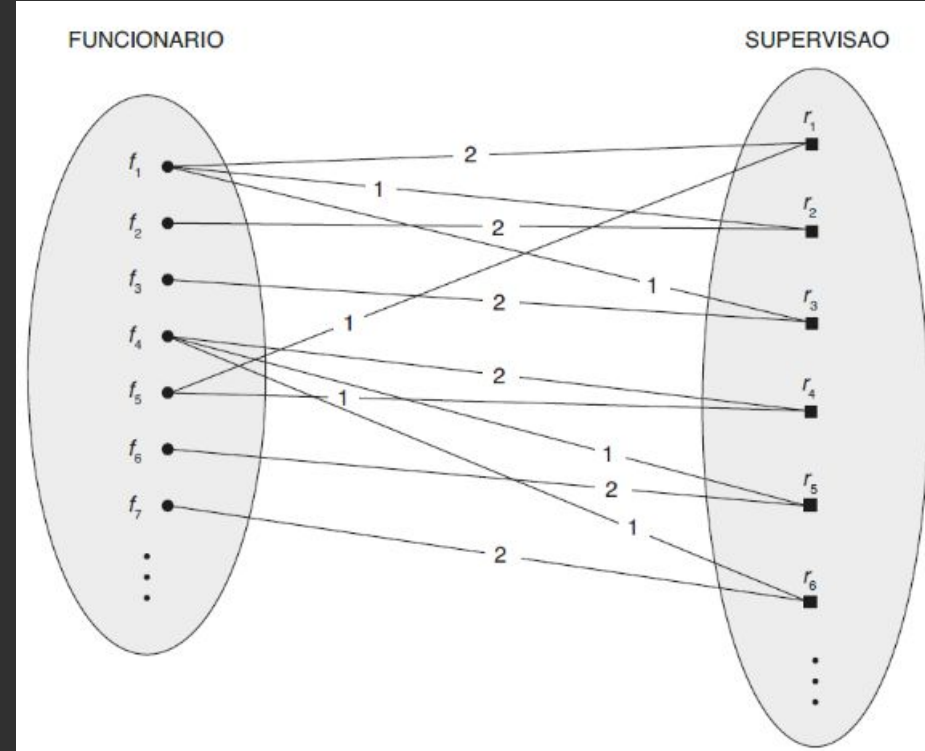


# Relacionamentos recursivos

Um **relacionamento recursivo** ocorre quando um mesmo tipo entidade participa mais de uma vez do tipo relacionamento, assumindo **papéis** diferentes.

# Relacionamentos recursivos

1: supervisor  
2: supervisionado



conj. de  
entidades  
individuais

conj. de relac.  
individuais

# Cardinalidade

A razão de **cardinalidade** para um relacionamento binário especifica o **número máximo de instâncias de relacionamento** em que uma **instância de entidade pode participar**.

- Por exemplo, no tipo de relacionamento binário **TRABALHA\_PARA**, **DEPARTAMENTO:FUNCIONARIO** tem razão de cardinalidade 1:N, significando que cada departamento pode estar relacionado a (ou seja, emprega) qualquer número de funcionários, mas um funcionário só pode estar relacionado a (trabalha para) um departamento.
- Isso significa que, para esse relacionamento **TRABALHA\_PARA** em particular, uma entidade de departamento em particular pode estar relacionada a qualquer número de funcionários (N indica que não existe um número máximo). Por sua vez, um funcionário pode estar relacionado no máximo a um único departamento.

# Cardinalidade

A razão de **cardinalidade** para um relacionamento binário especifica o **número máximo de instâncias de relacionamento** em que uma **instância de entidade pode participar**.

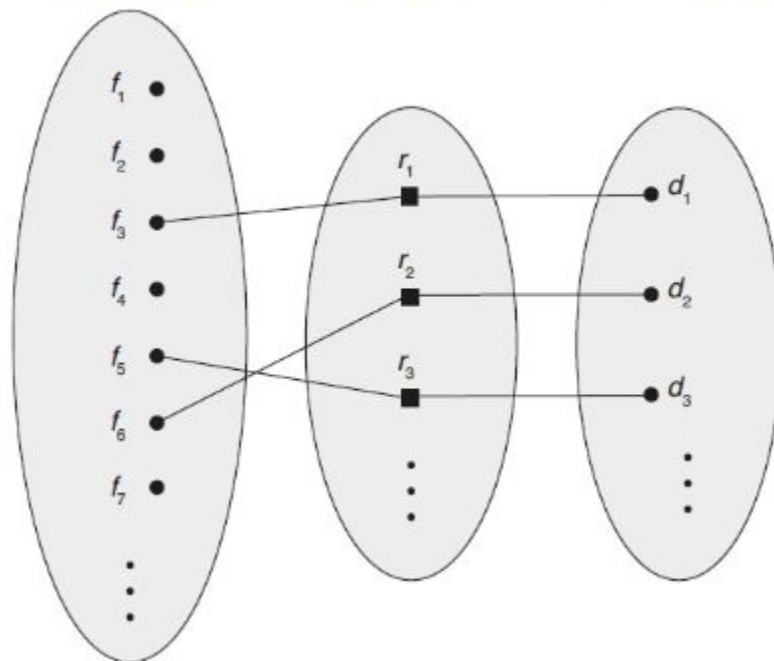
- 1:1 (um para um)
- 1:N (um para muitos, N:1 (muito para um))
- M:N (muitos para muitos)

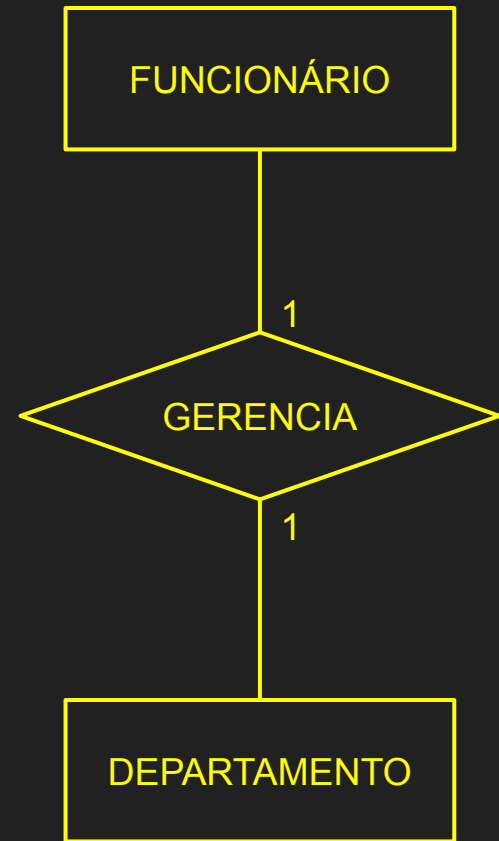
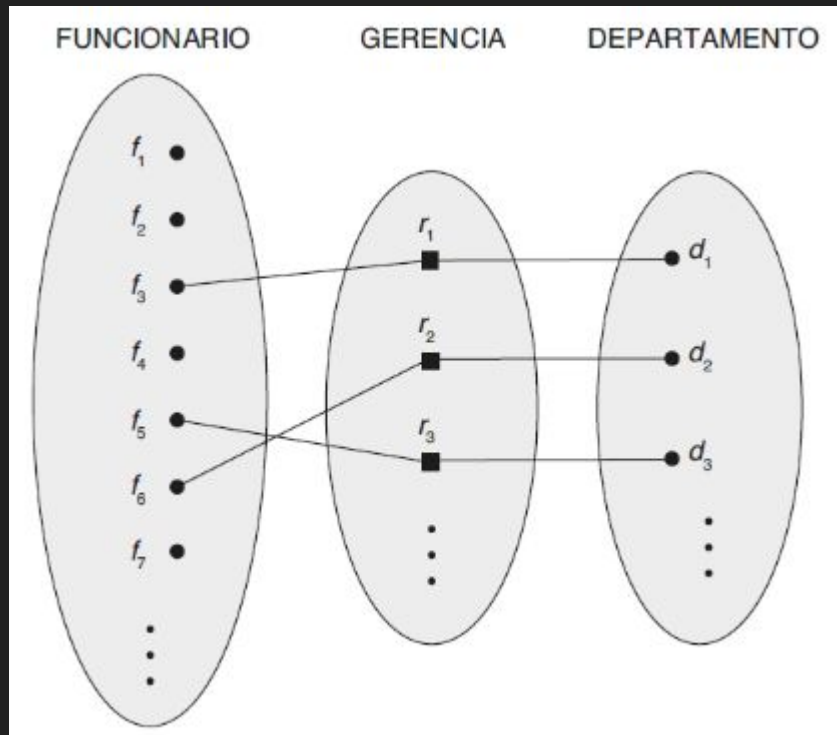
A cardinalidade está associada a um relacionamento e no diagrama ER é representada por **1, M e N (...)** junto aos losangos.

FUNCIONARIO

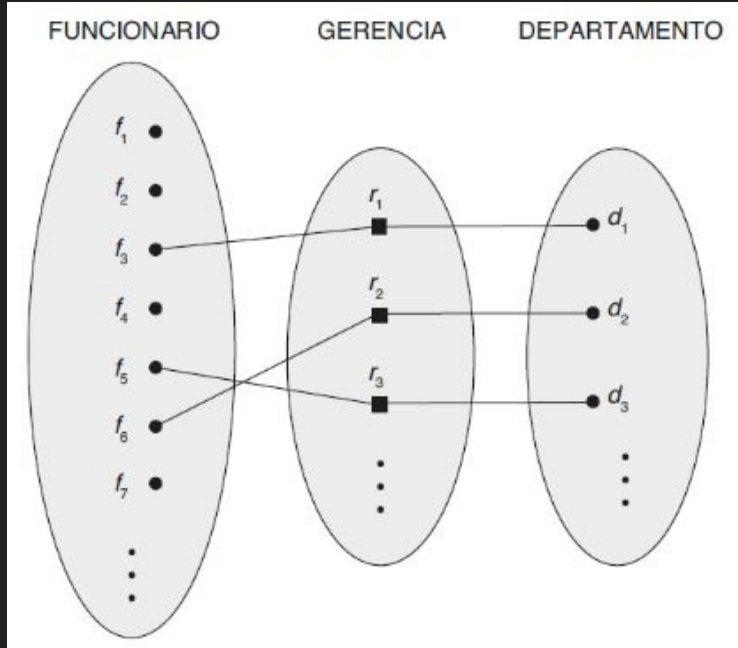
GERENCIA

DEPARTAMENTO

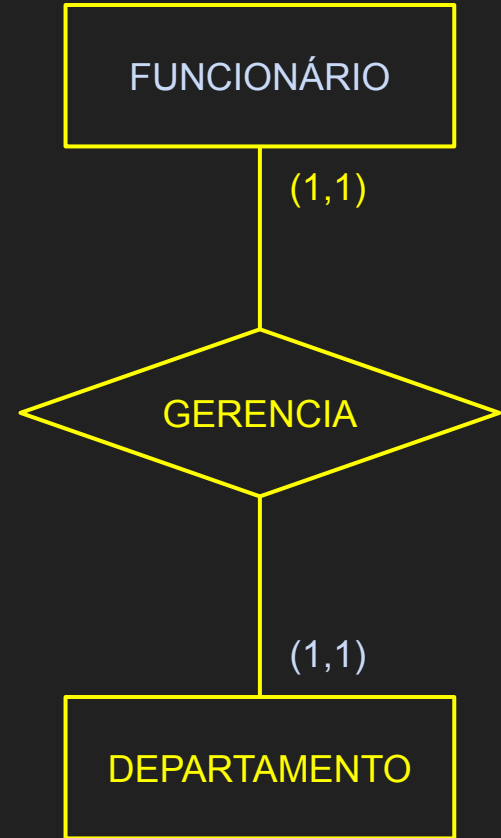




\*cardinalidade máxima



No mínimo 1 funcionário gerencia um departamento.  
 No máximo 1 funcionário gerencia um departamento.  
 Um departamento é gerenciado por no mínimo 1 funcionário.  
 Um departamento é gerenciado por no máximo 1 funcionário.

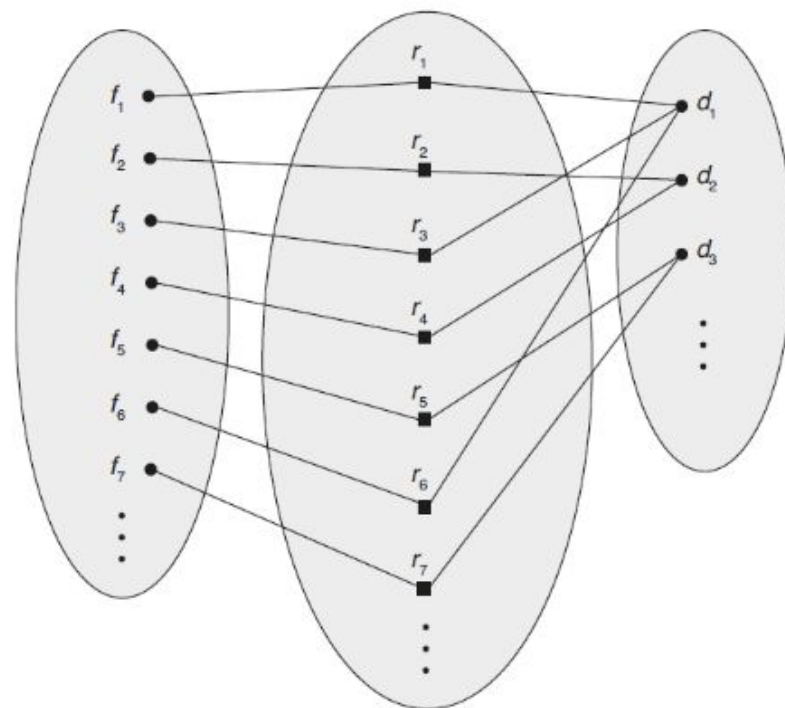


\*cardinalidade min-max

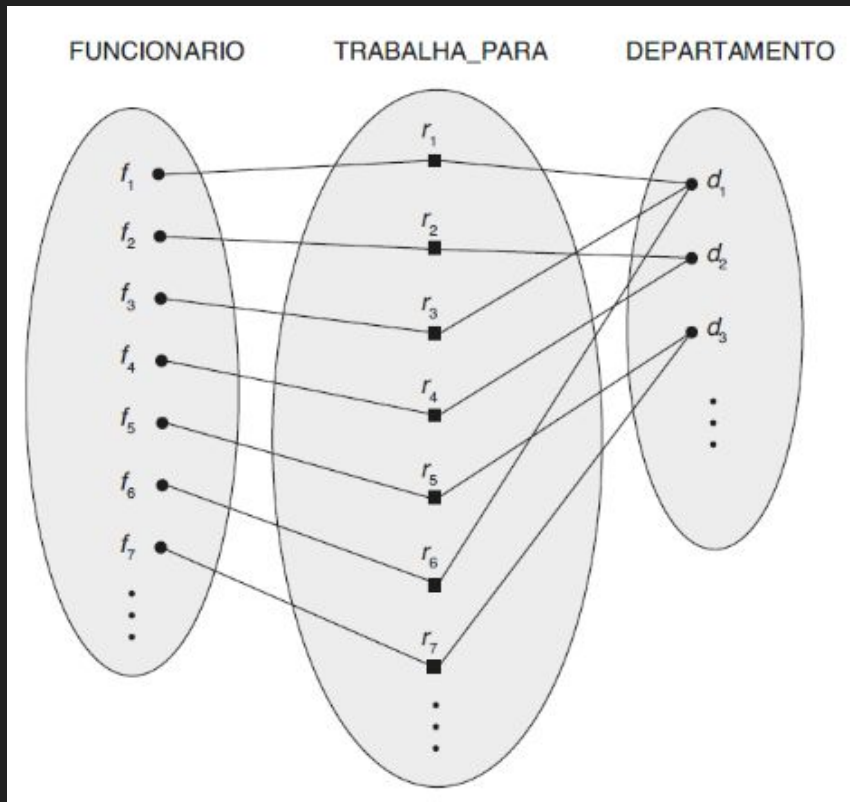
FUNCIONARIO

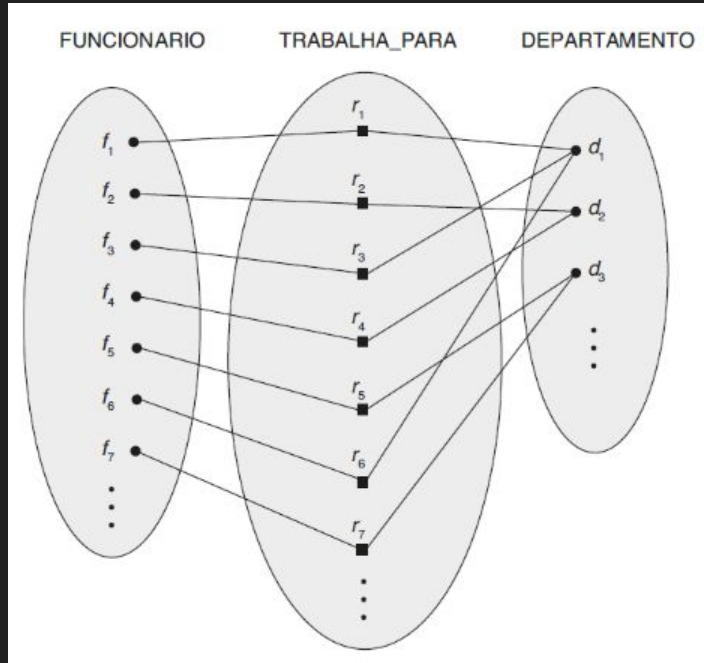
TRABALHA\_PARA

DEPARTAMENTO

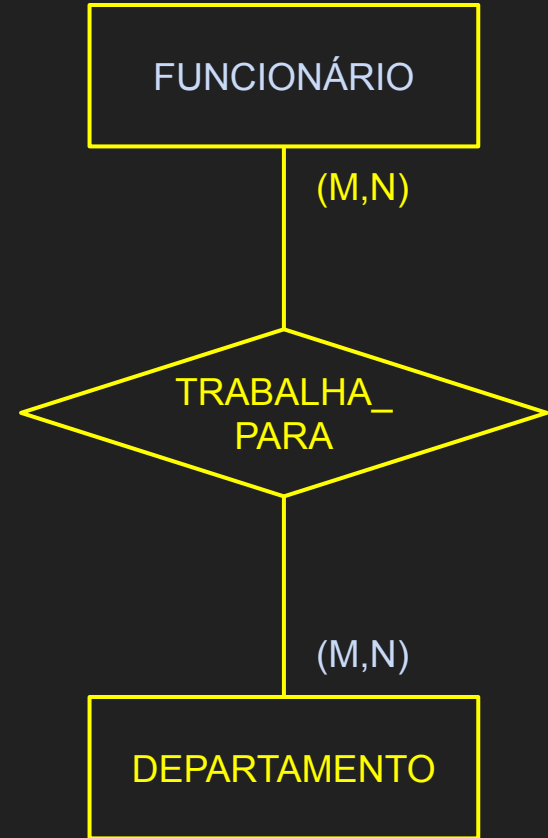






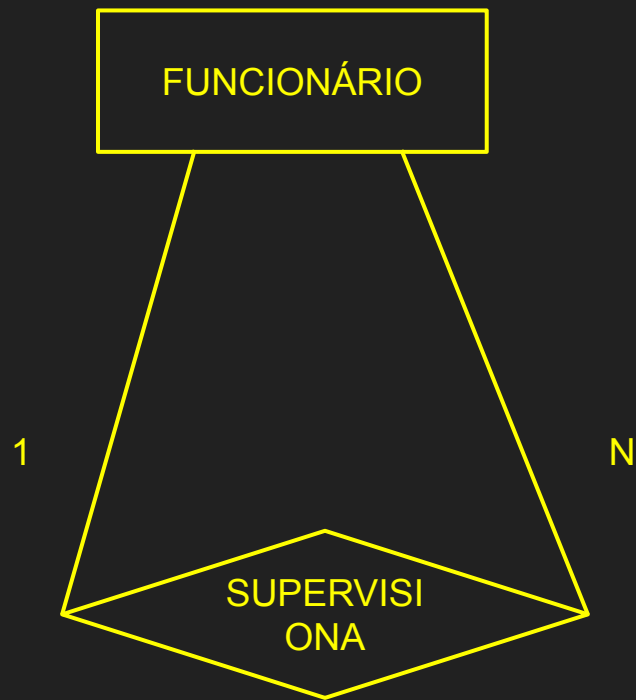


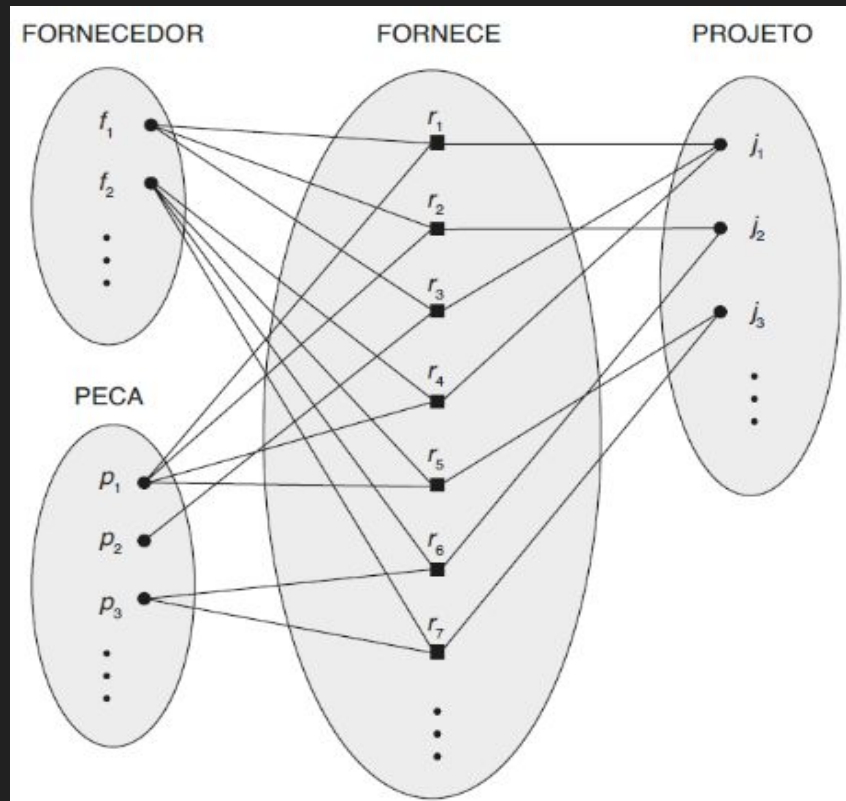
No mínimo  $m$  funcionário trabalham para um departamento.  
No máximo  $n$  funcionários trabalham para um departamento.  
Um departamento possui no mínimo  $m$  funcionários.  
Um departamento possui no máximo  $n$  funcionários.

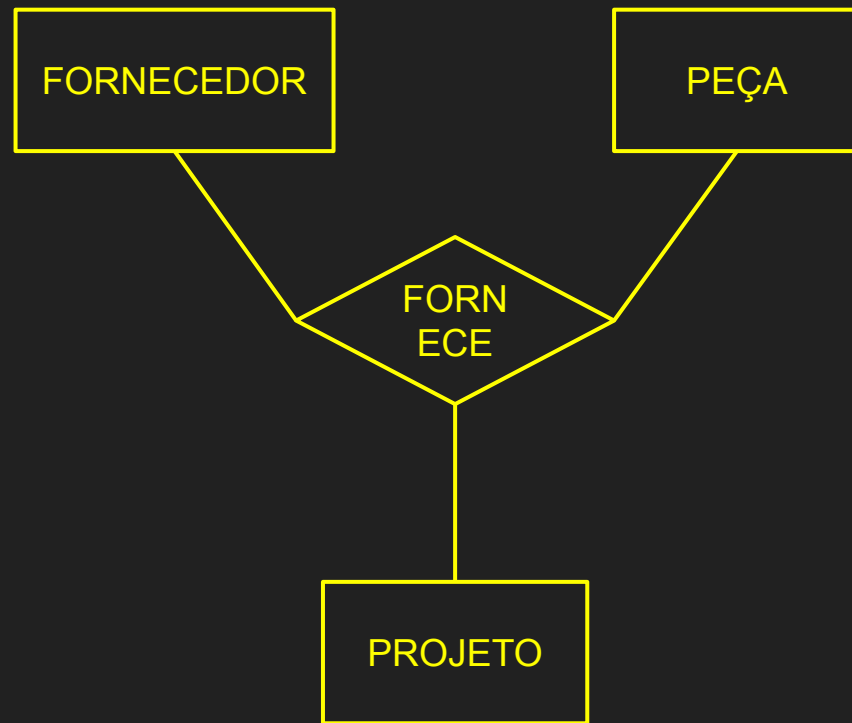
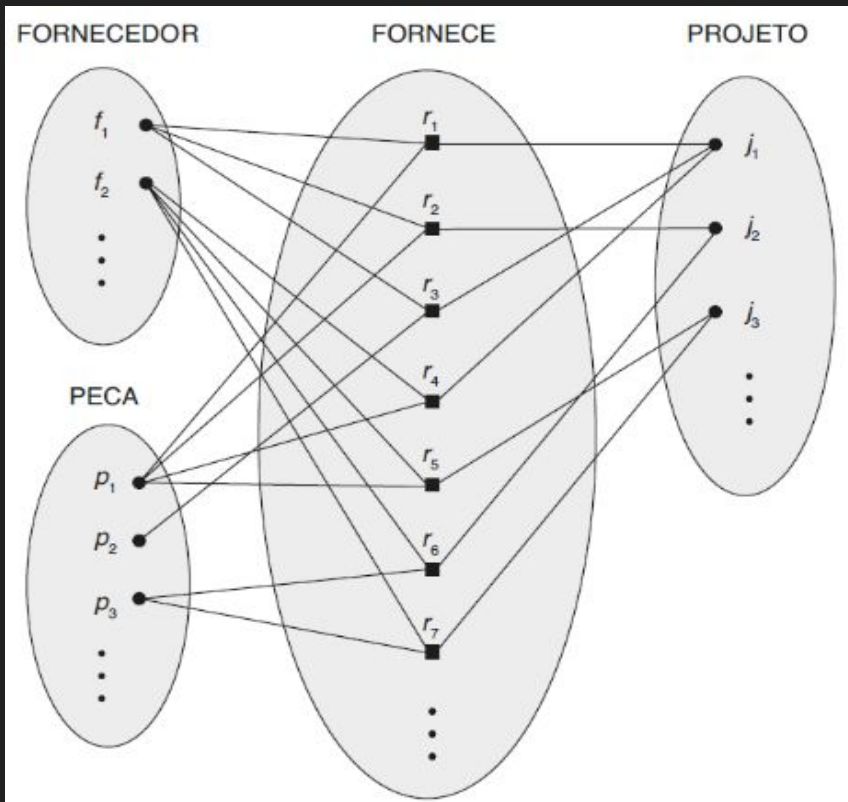


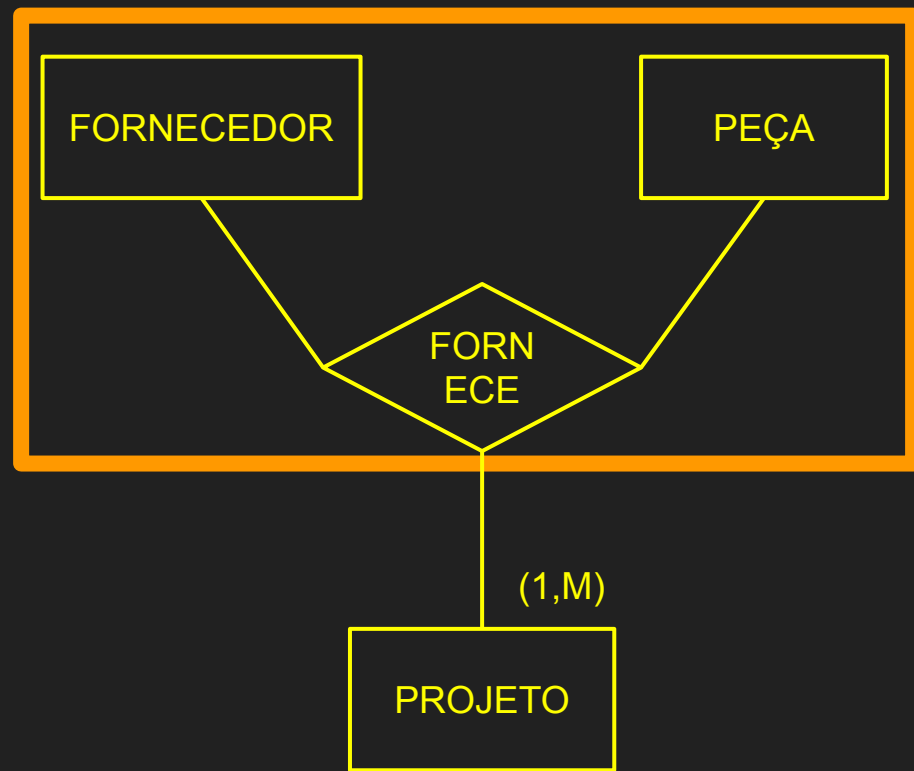
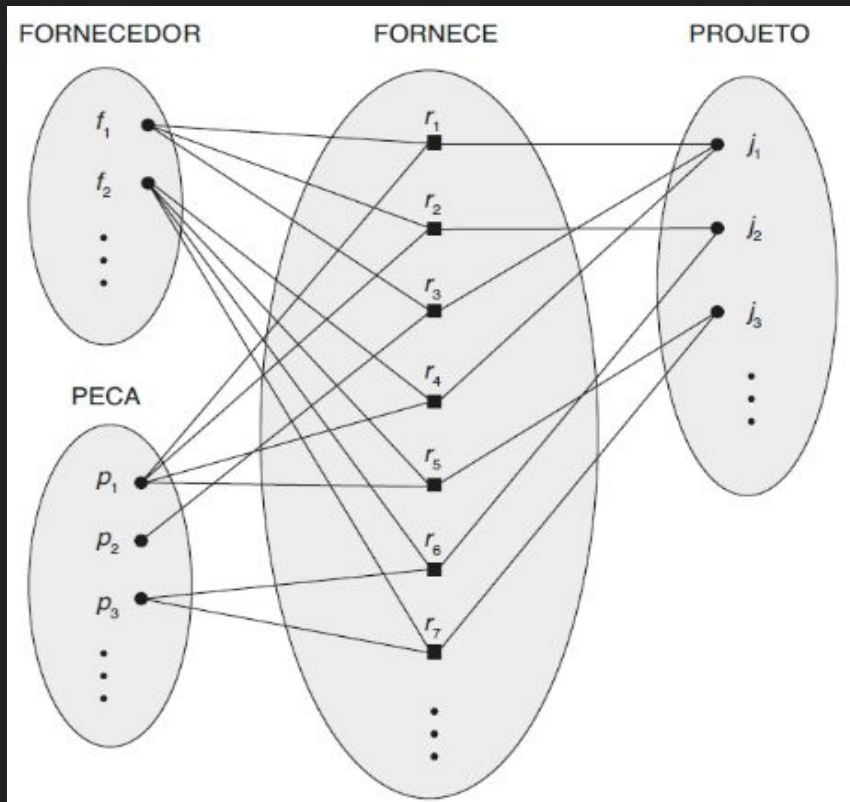


No mínimo 1 funcionário trabalha em um projeto.  
No máximo n funcionários trabalham em um projeto.  
Um projeto possui no mínimo 1 funcionário.  
Um projeto possui no máximo m funcionários.

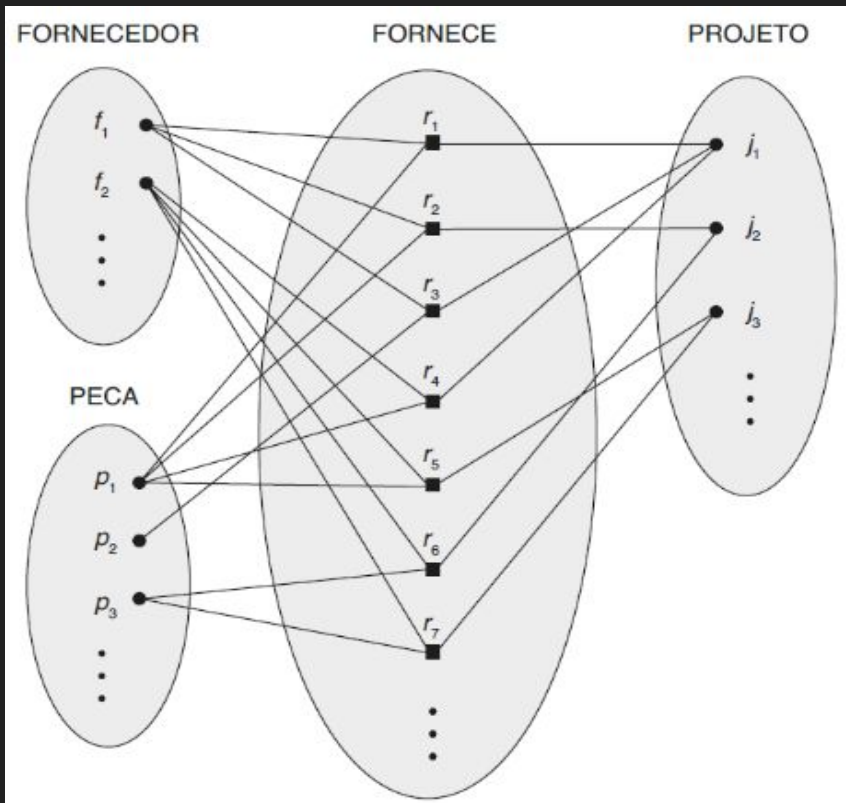






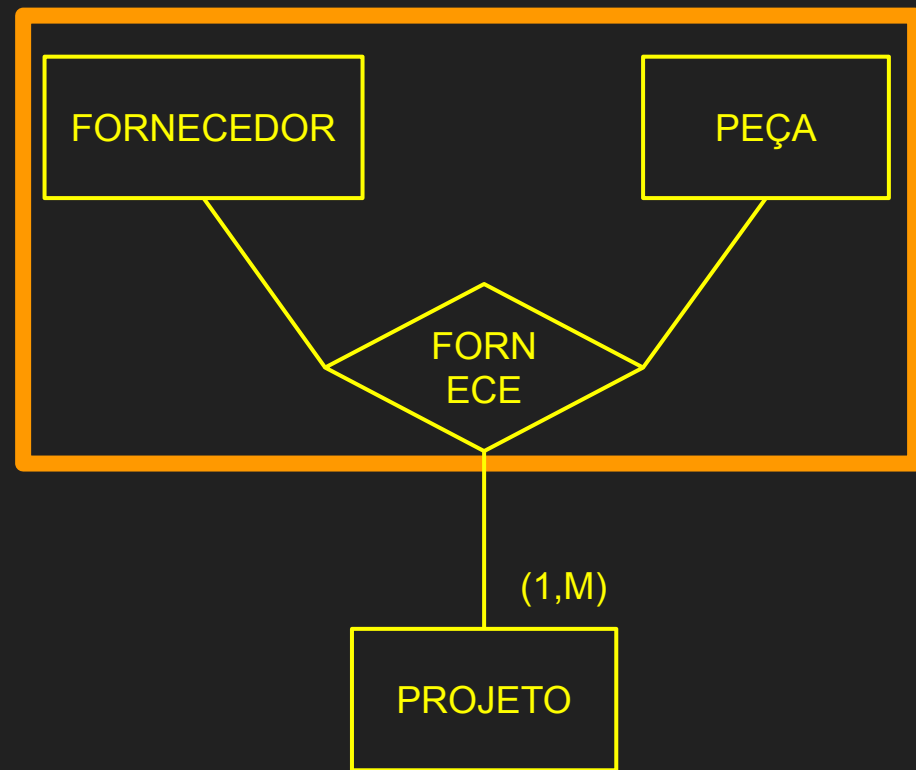


Vários pares de ocorrências (Fornecedor, Peça) podem estar associados a muitos projetos.



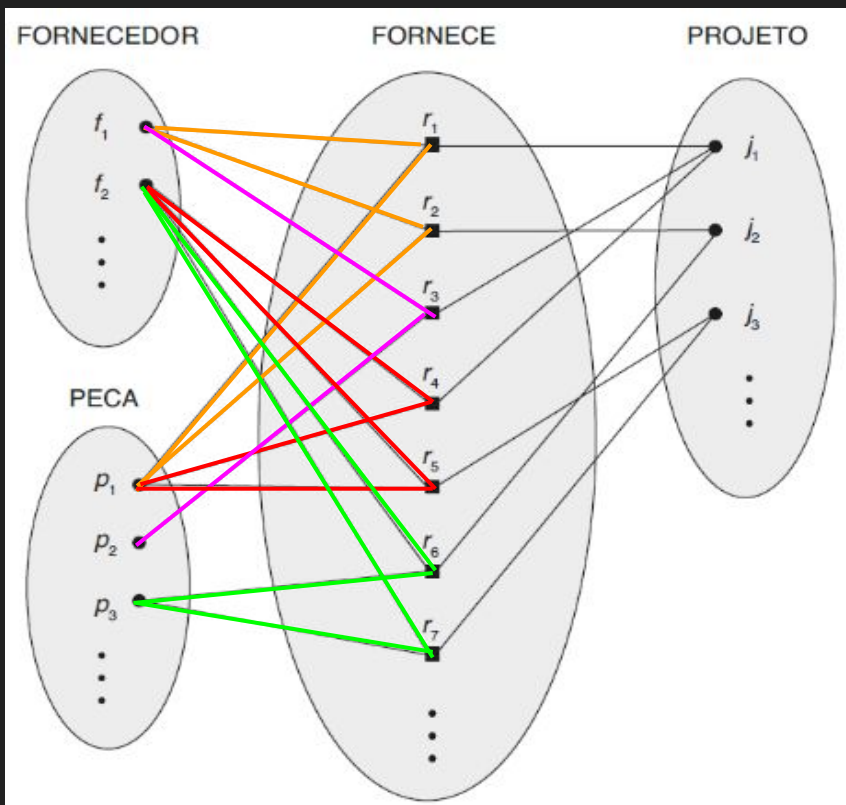
$r_1: (f_1, p_1)$   
 $r_2: (f_1, p_1)$   
 $r_3: (f_1, p_2)$   
 $r_4: (f_2, p_1)$

$r_5: (f_2, p_1)$   
 $r_6: (f_2, p_3)$   
 $r_7: (f_2, p_3)$   
 ...



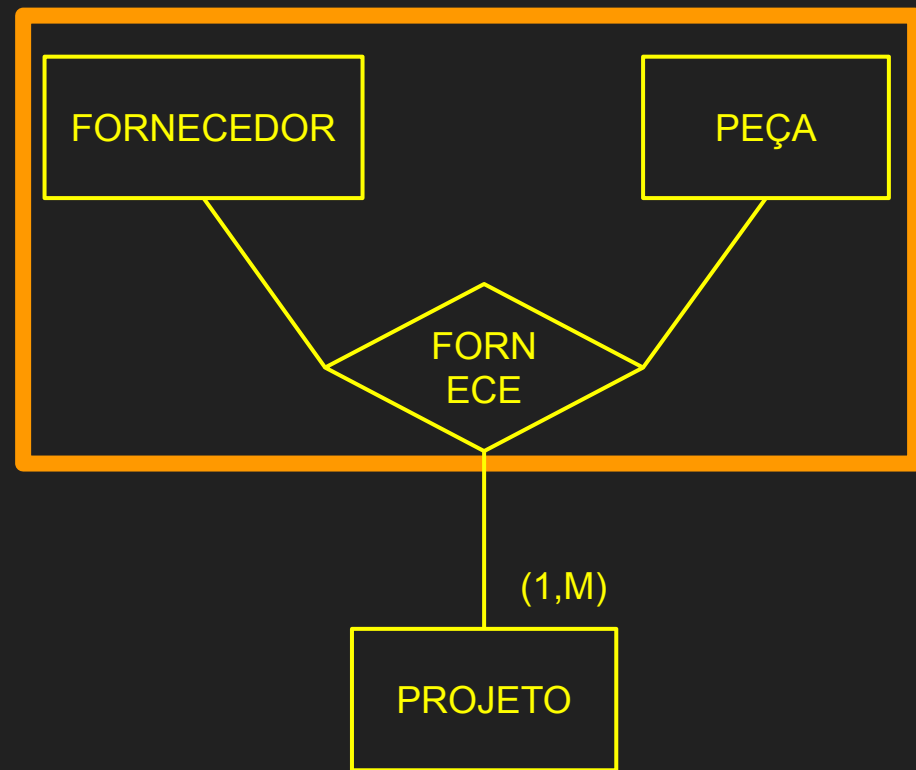
Vários pares de ocorrências (Fornecedor, Peça) podem estar associados a muitos projetos.



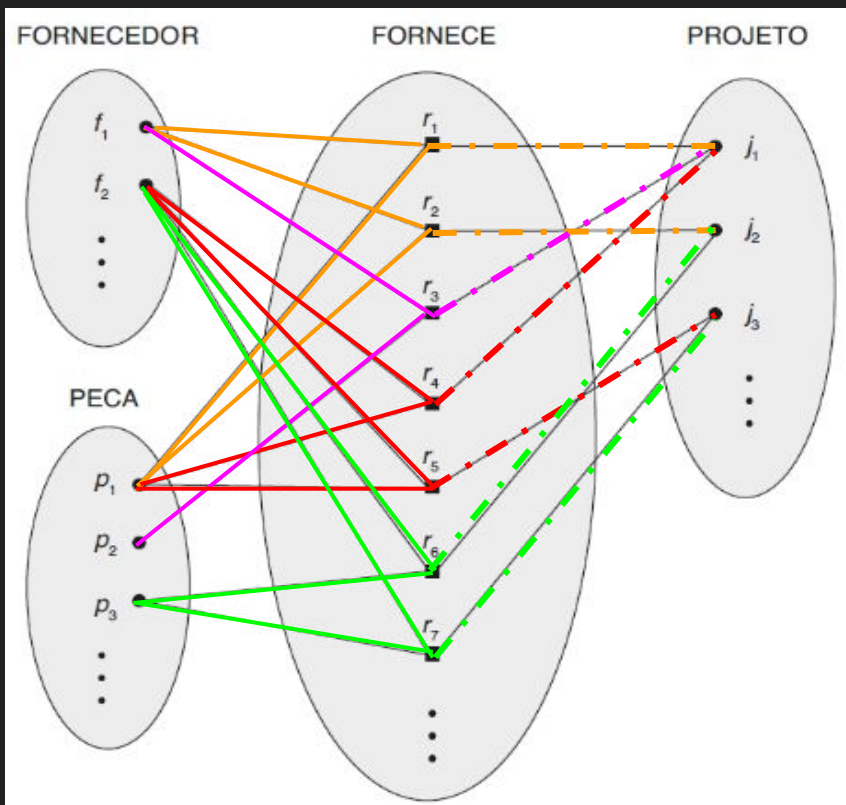


$r_1: (f_1, p_1)$   
 $r_2: (f_1, p_1)$   
 $r_3: (f_1, p_2)$   
 $r_4: (f_2, p_1)$

$r_5: (f_2, p_1)$   
 $r_6: (f_2, p_3)$   
 $r_7: (f_2, p_3)$   
 ...

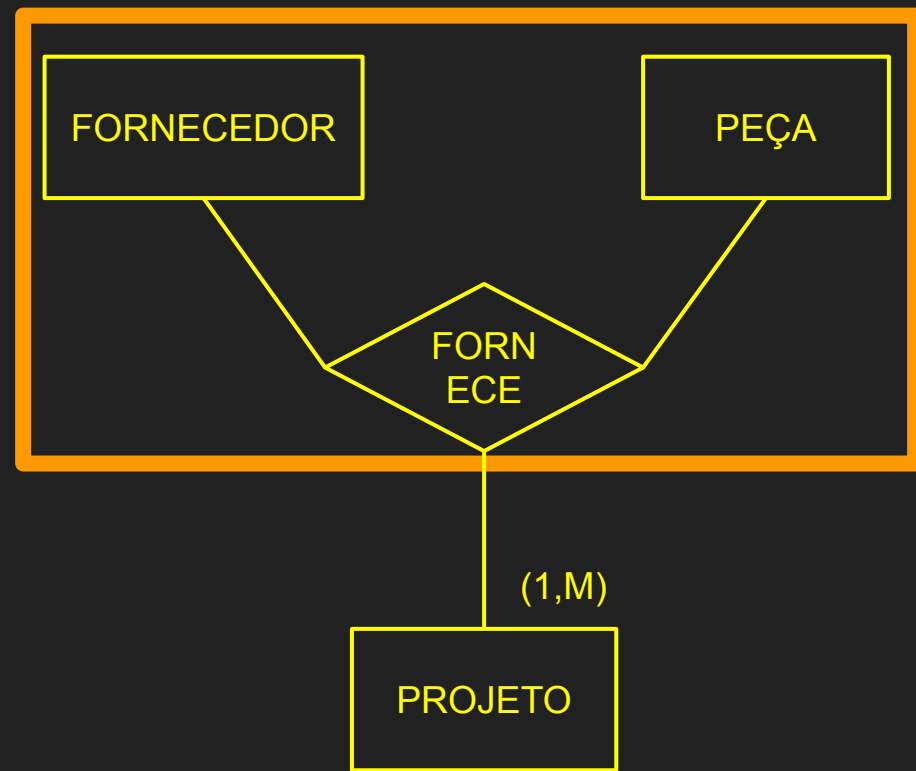


Vários pares de ocorrências (Fornecedor, Peça) podem estar associados a muitos projetos.

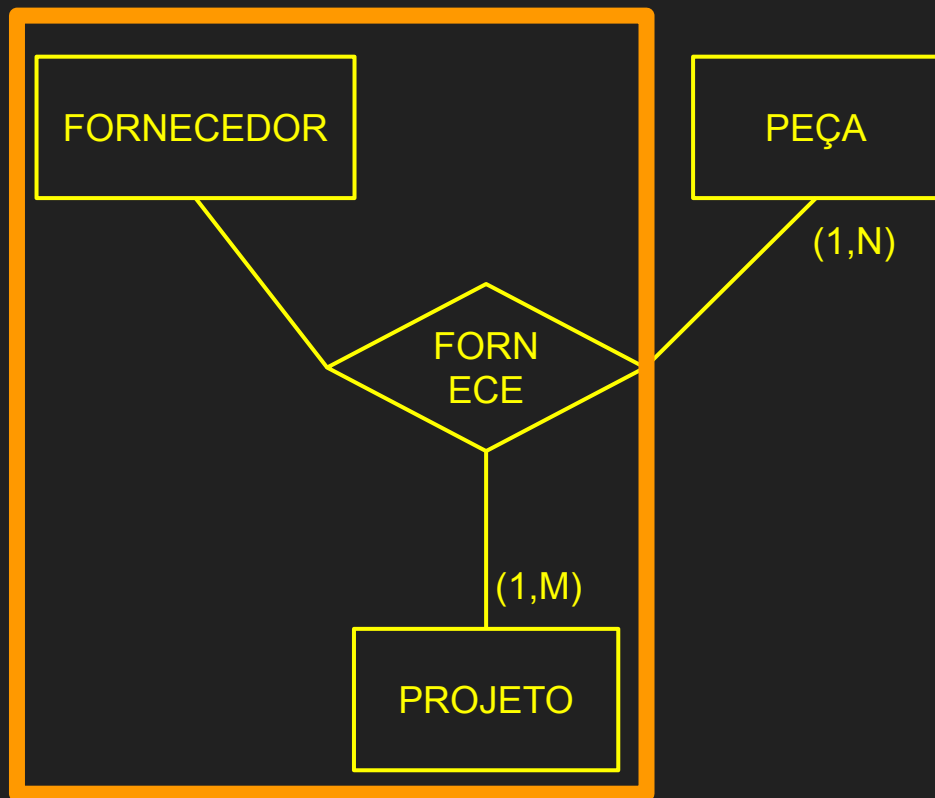
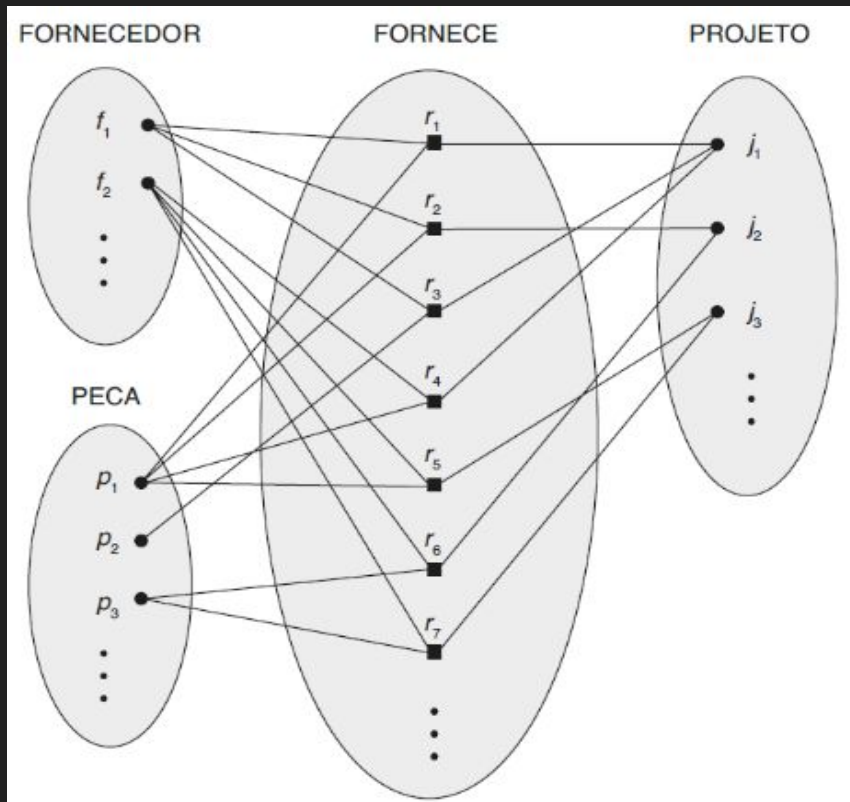


$r1: (f1, p1) \Rightarrow j1$   
 $r2: (f1, p1) \Rightarrow j2$   
 $r3: (f1, p2) \Rightarrow j1$   
 $r4: (f2, p1) \Rightarrow j1$

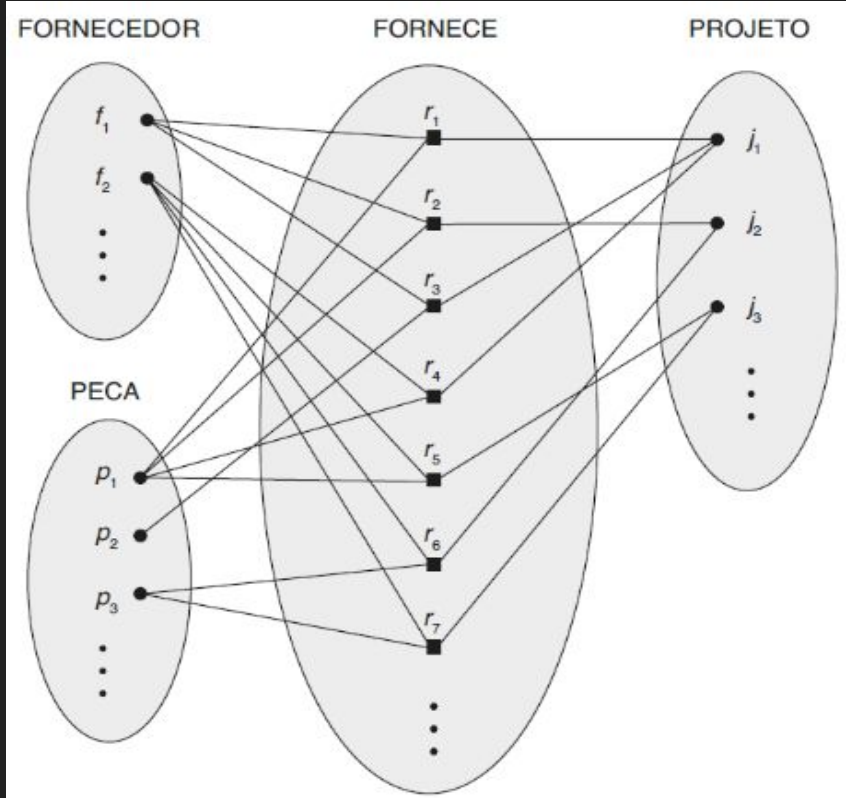
$r5: (f2, p1) \Rightarrow j3$   
 $r6: (f2, p3) \Rightarrow j2$   
 $r7: (f2, p3) \Rightarrow j3$   
 ...



Vários pares de ocorrências (Fornecedor, Peça) podem estar associados a muitos projetos.

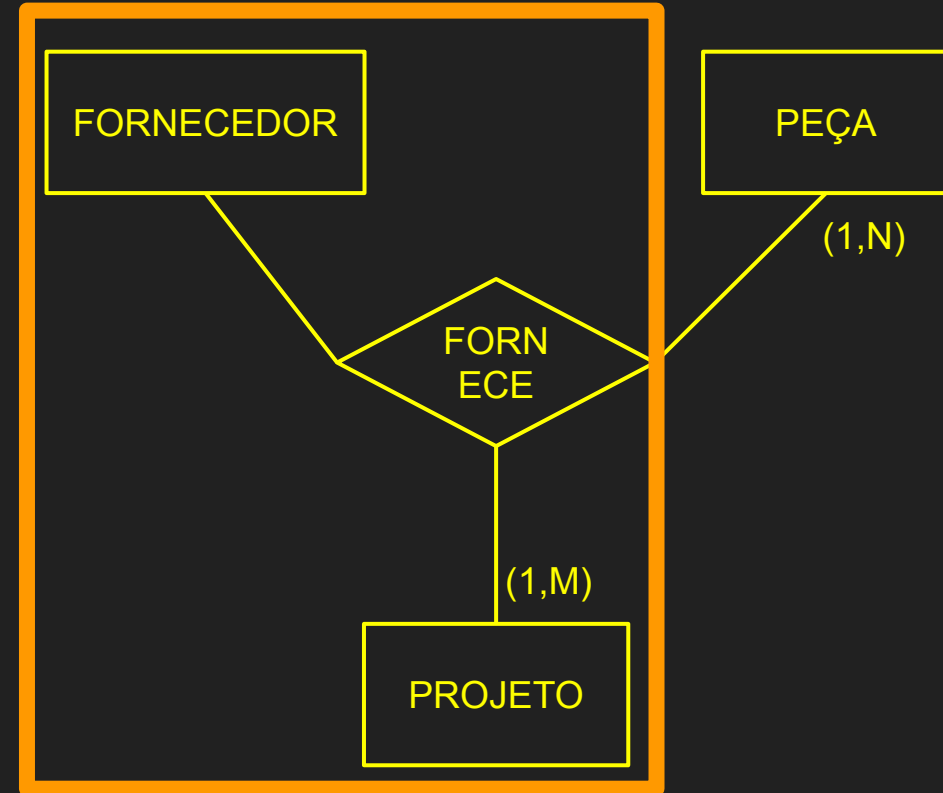


Vários pares de ocorrências (Fornecedor, Projeto) podem estar associados a várias peças.

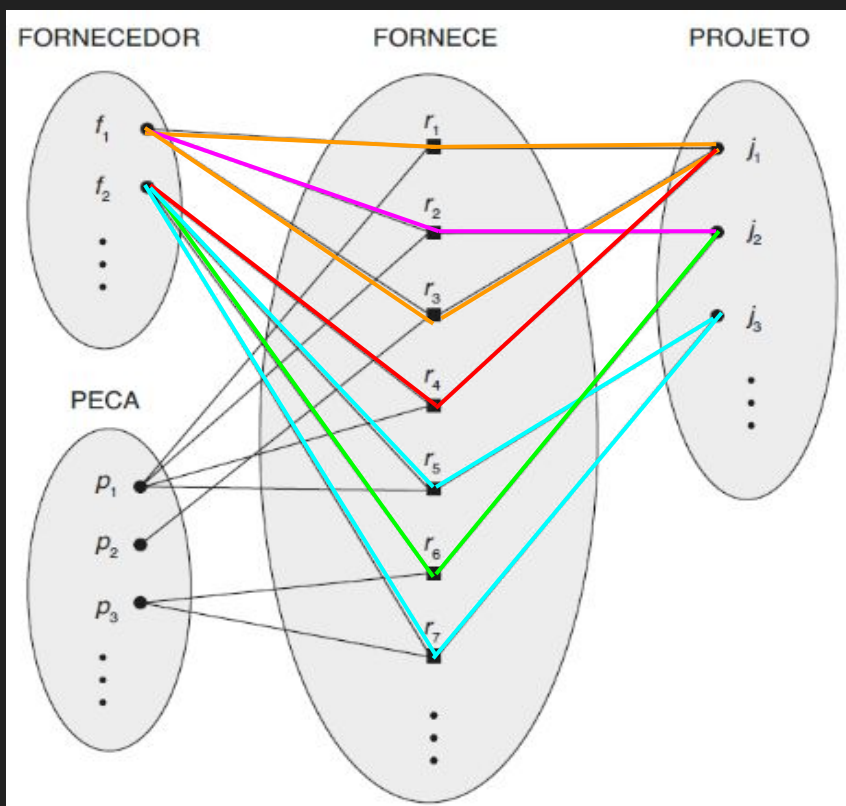


$r_1: (f_1, j_1)$   
 $r_2: (f_1, j_2)$   
 $r_3: (f_1, j_1)$   
 $r_4: (f_2, j_1)$

$r_5: (f_2, j_3)$   
 $r_6: (f_2, j_2)$   
 $r_7: (f_2, j_3)$   
 ...



Vários pares de ocorrências (Fornecedor, Projeto) podem estar associados a várias peças.



$r_1: (f_1, j_1)$

$r_2: (f_1, j_2)$

$r_3: (f_1, j_1)$

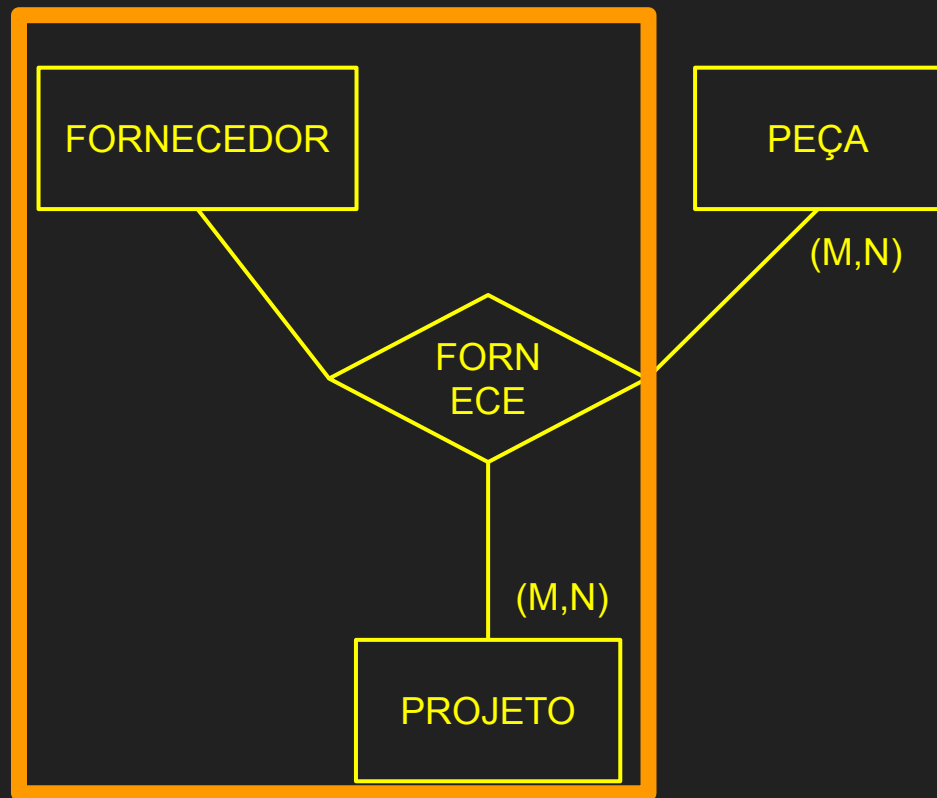
$r_4: (f_2, j_1)$

$r_5: (f_2, j_3)$

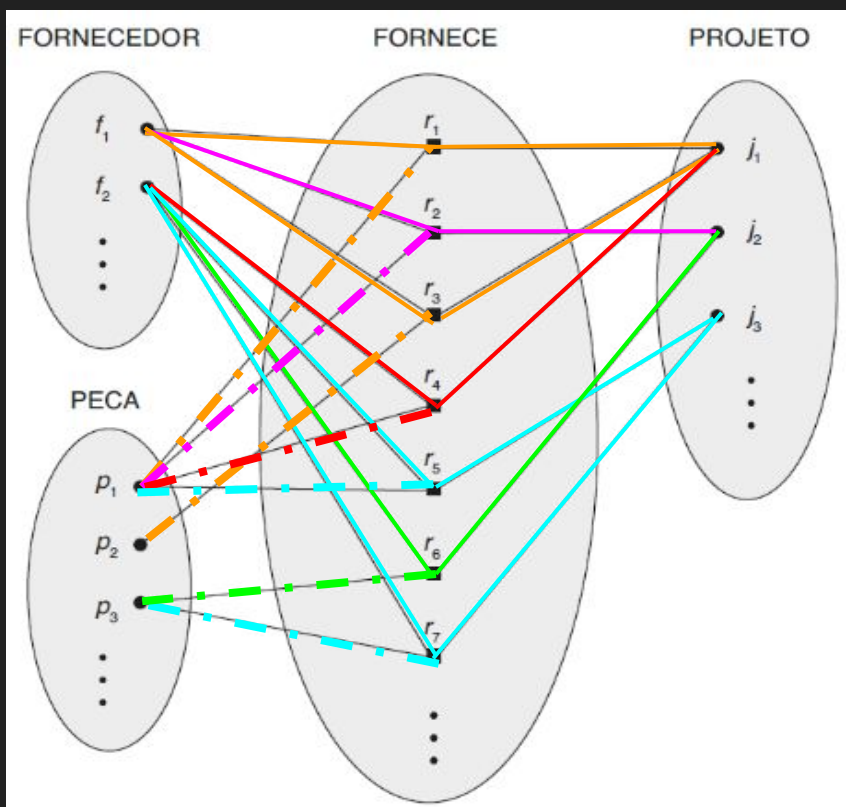
$r_6: (f_2, j_2)$

$r_7: (f_2, j_3)$

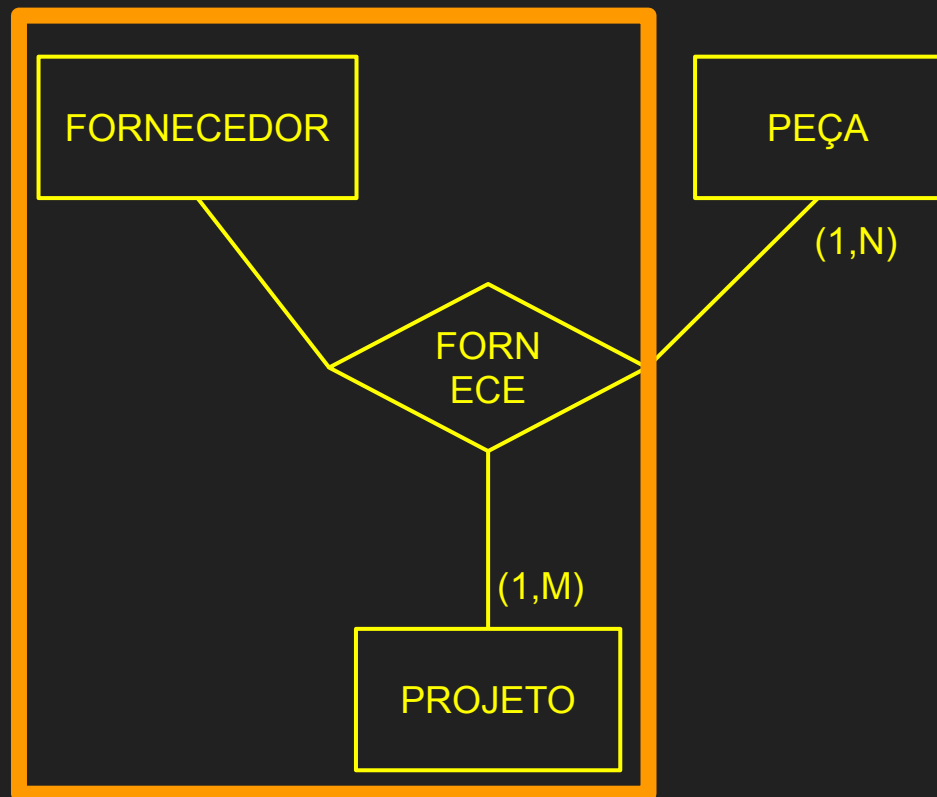
...



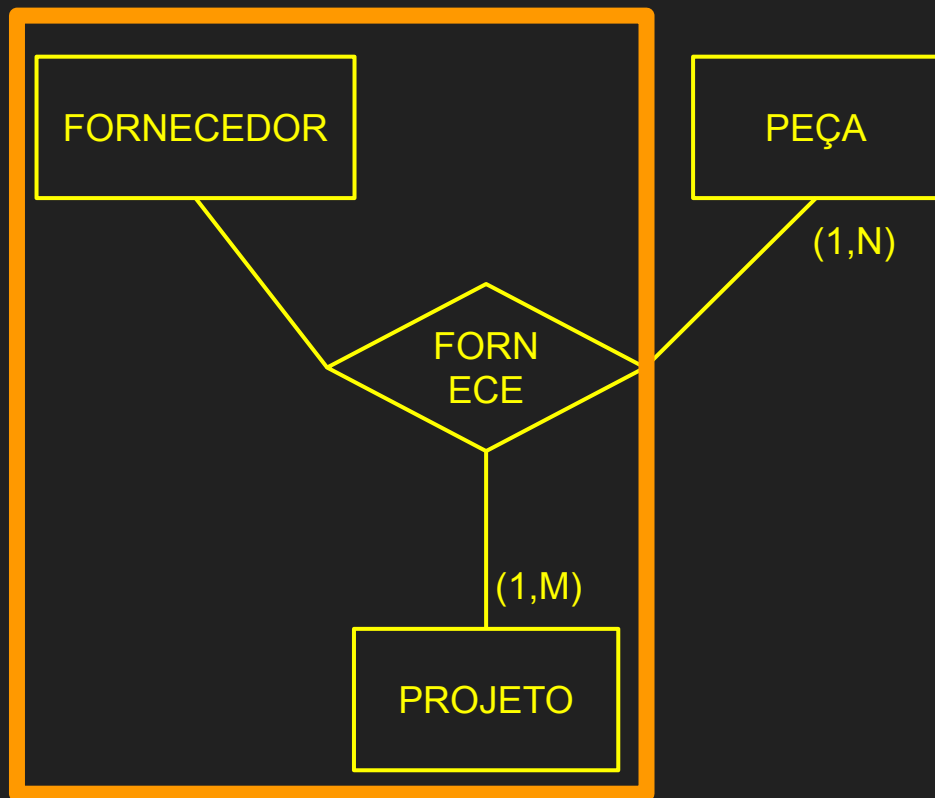
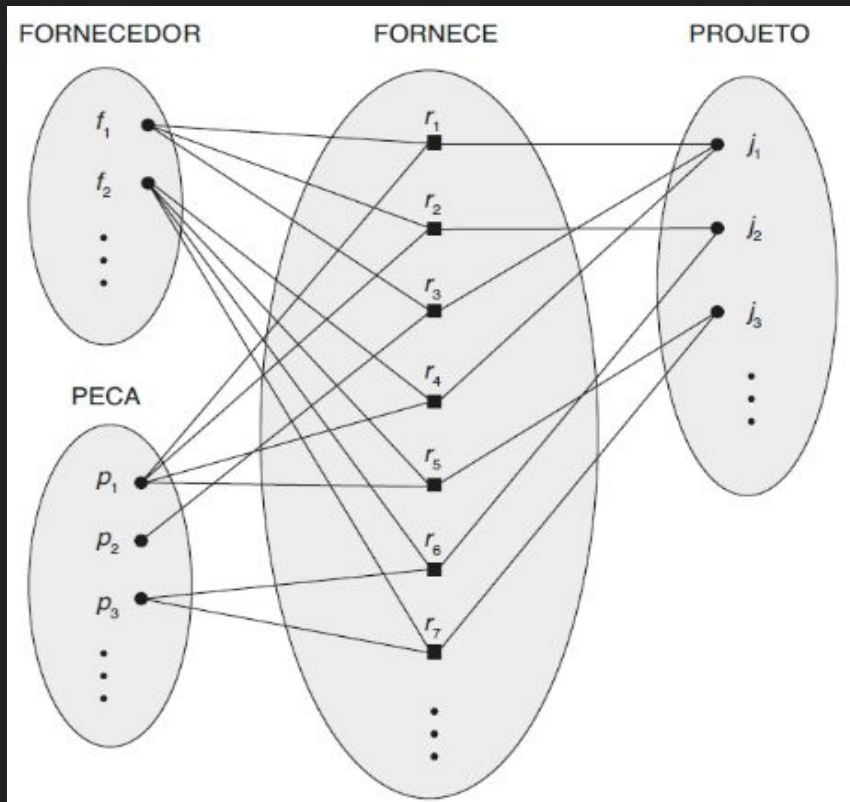
Vários pares de ocorrências (Fornecedor, Projeto) podem estar associados a várias peças.



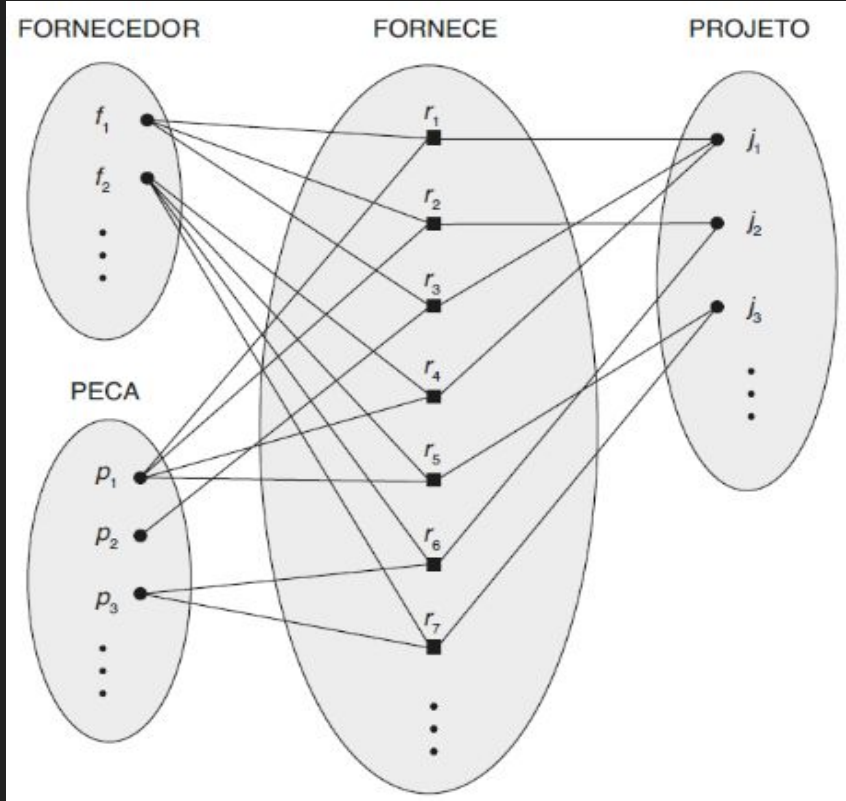
$r1: (f1, j1) \Rightarrow p1$   
 $r2: (f1, j2) \Rightarrow p1$   
 $r3: (f1, j1) \Rightarrow p2$   
 $r4: (f2, j1) \Rightarrow p1$   
 $r5: (f2, j3) \Rightarrow p1$   
 $r6: (f2, j2) \Rightarrow p3$   
 $r7: (f2, j3) \Rightarrow p3$   
 ...



Vários pares de ocorrências (Fornecedor, Projeto) podem estar associados a várias peças.

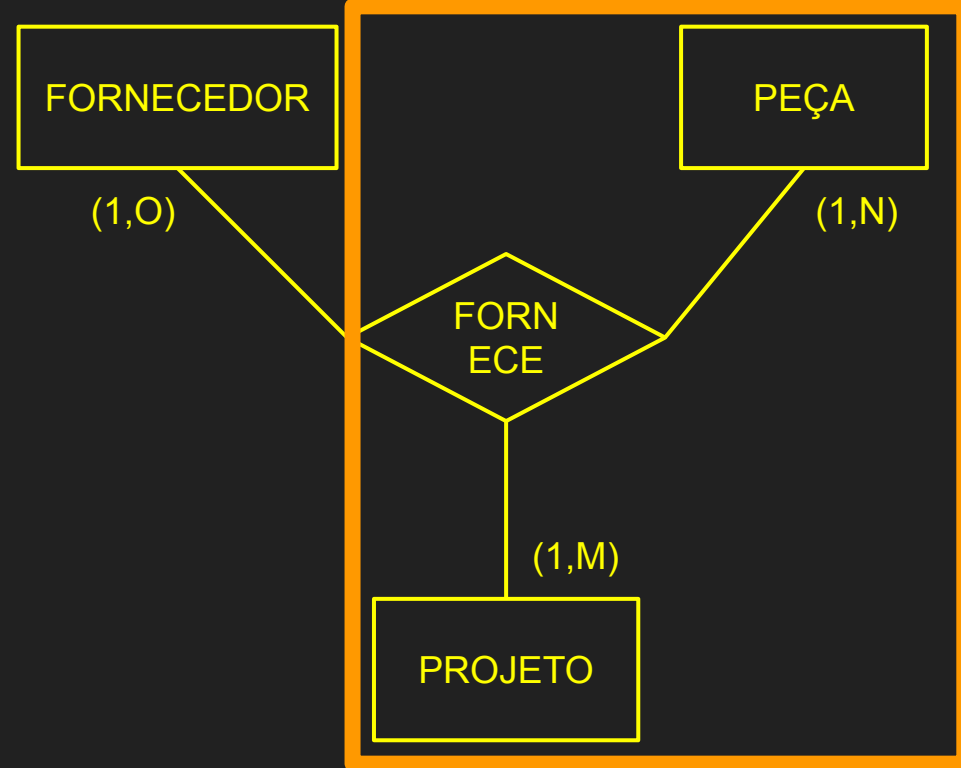


Vários pares de ocorrências (Projeto, Peça) podem estar associados a vários fornecedores.



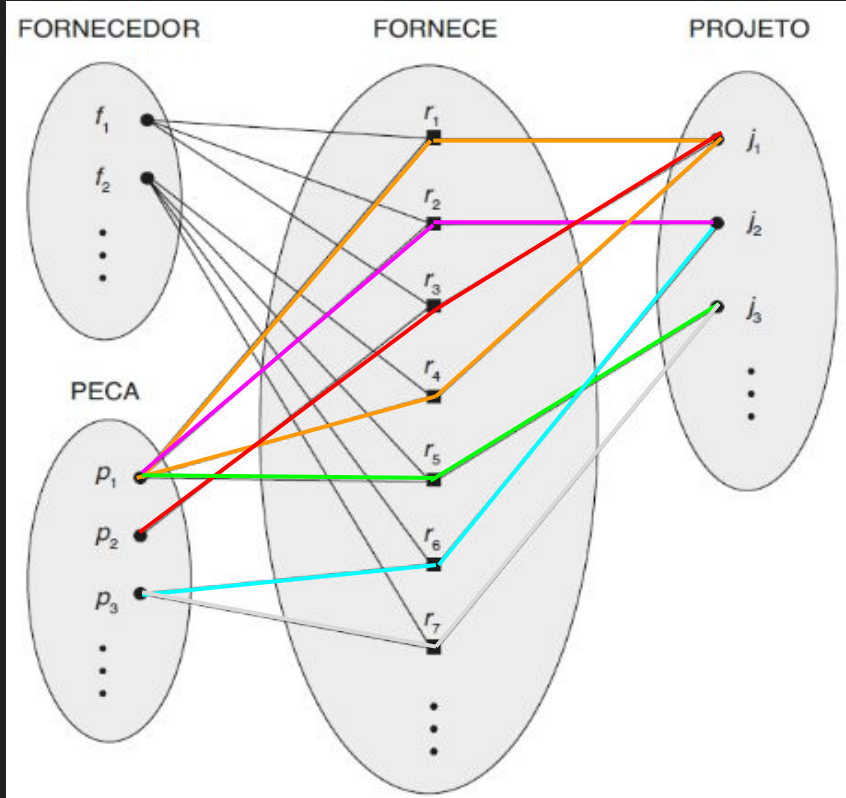
r1: (p1,j1)  
 r2: (p1,j2)  
 r3: (p2,j1)  
 r4: (p1,j1)

r5: (p1,j3)  
 r6: (p3,j2)  
 r7: (p3,j3)  
 ...



Vários pares de ocorrências (Projeto, Peça) podem estar associados a vários fornecedores.





$r_1: (p_1, j_1)$

$r_2: (p_1, j_2)$

$r_3: (p_2, j_1)$

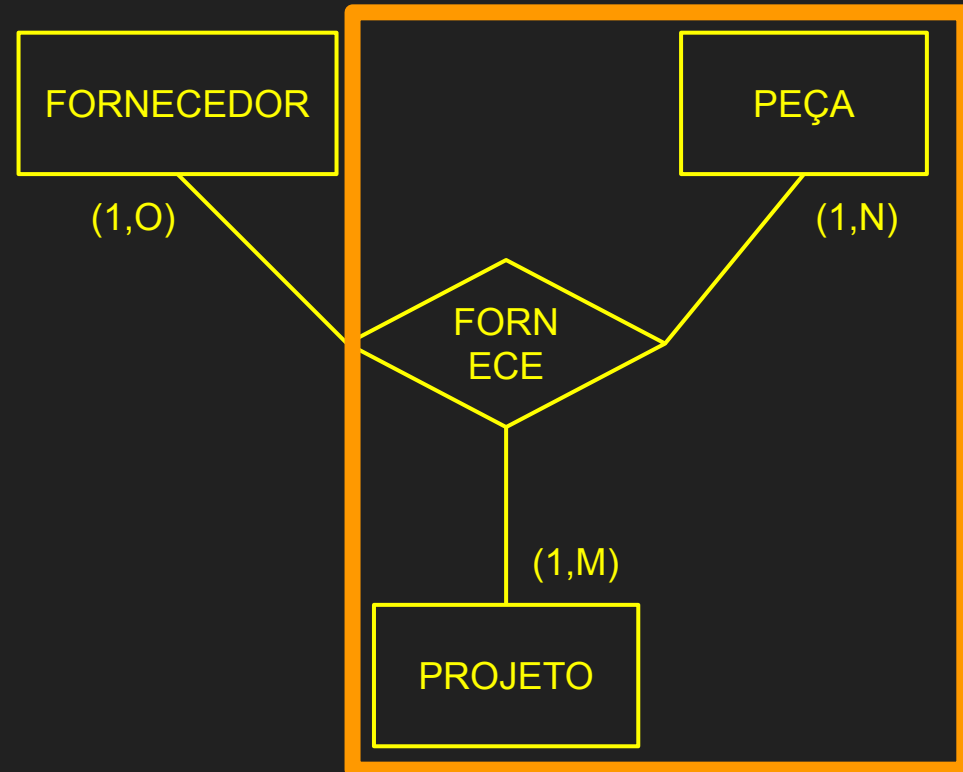
$r_4: (p_1, j_1)$

$r_5: (p_1, j_3)$

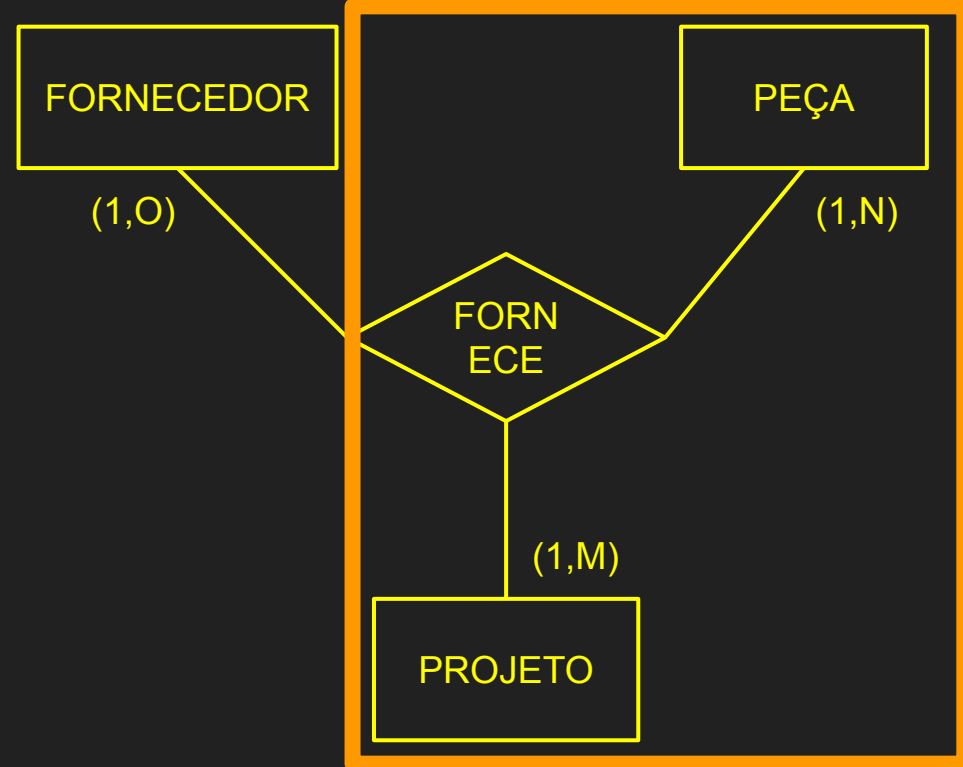
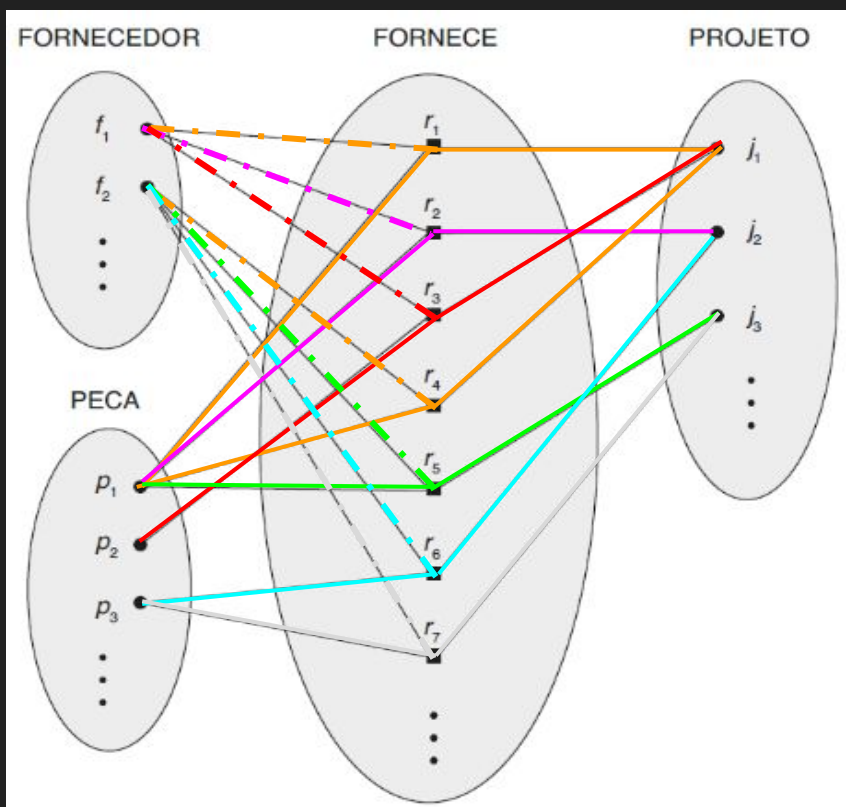
$r_6: (p_3, j_2)$

$r_7: (p_3, j_3)$

...



Vários pares de ocorrências (Projeto, Peça) podem estar associados a vários fornecedores.

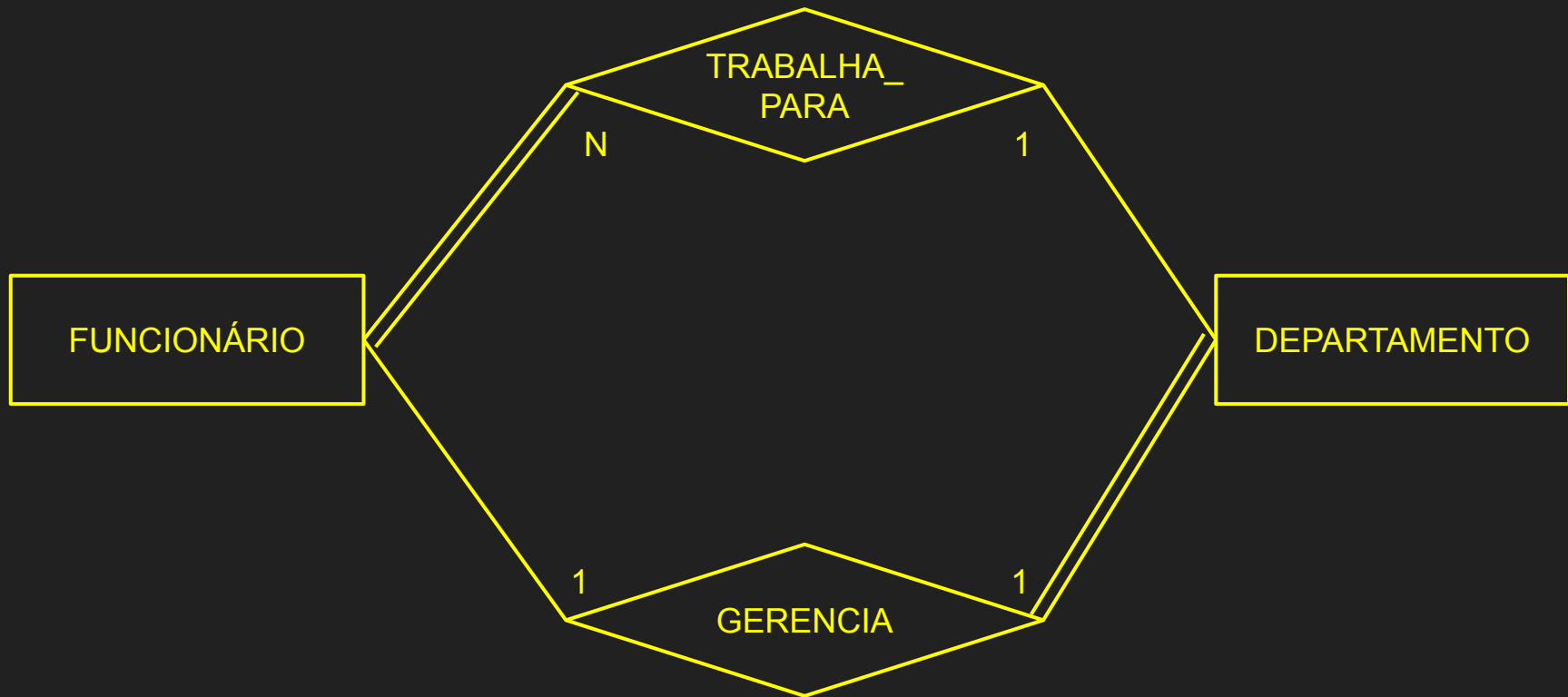


Vários pares de ocorrências (Projeto, Peça) podem estar associados a vários fornecedores.

# Restrição de Participação

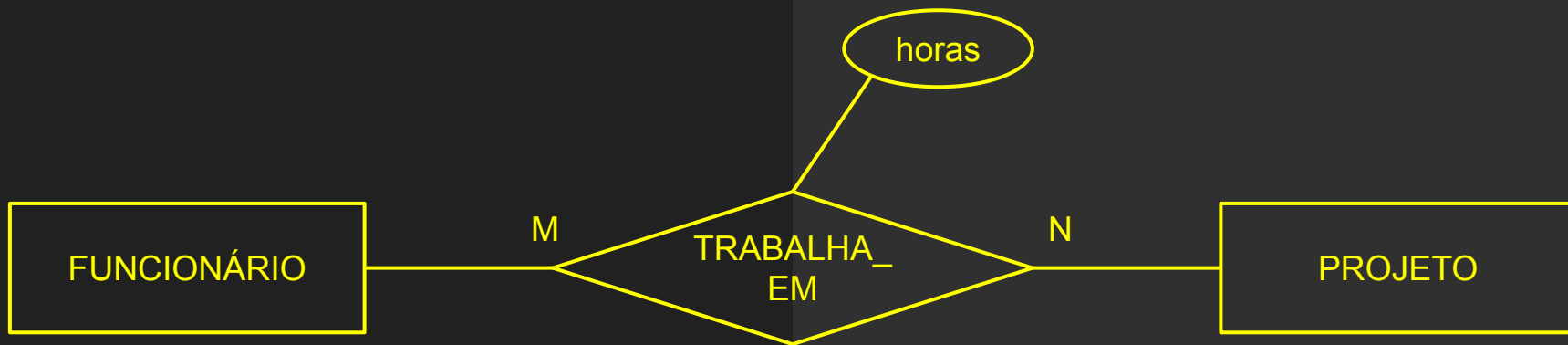
A restrição de participação especifica se a **existência de uma entidade depende dela estar relacionada a outra entidade**. Essa restrição especifica o número mínimo de instâncias de relacionamento em que cada entidade pode participar, e às vezes é chamada de **restrição de cardinalidade mínima**.

- **Participação total:** quando a participação em um relacionamento é obrigatória
  - Diagrama ER: linha dupla
- **Participação parcial:** quando a participação em um relacionamento não é obrigatória
  - Diagrama ER: linha simples



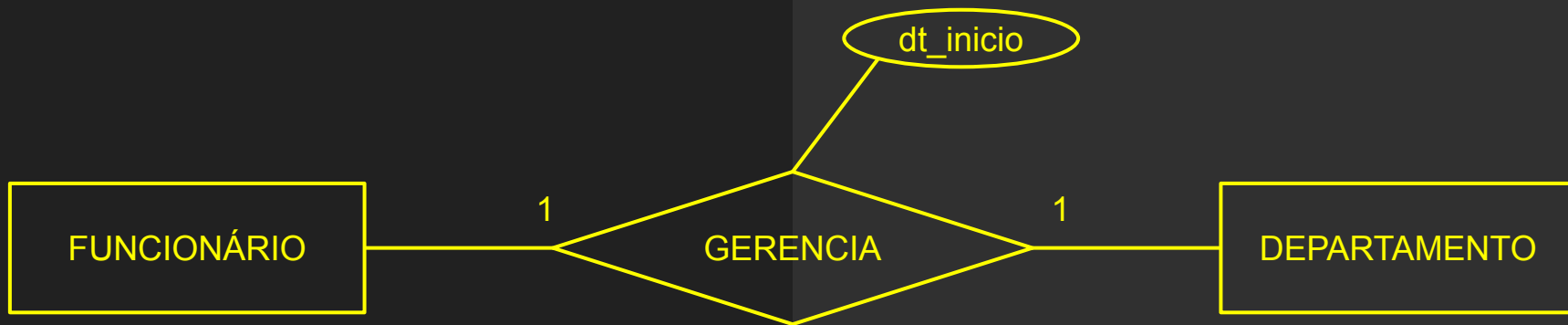
# Atributos de Relacionamento

Os relacionamentos também podem ter **atributos**, semelhantes àqueles das entidade. O atributo, nesse caso, é uma propriedade do relacionamento.



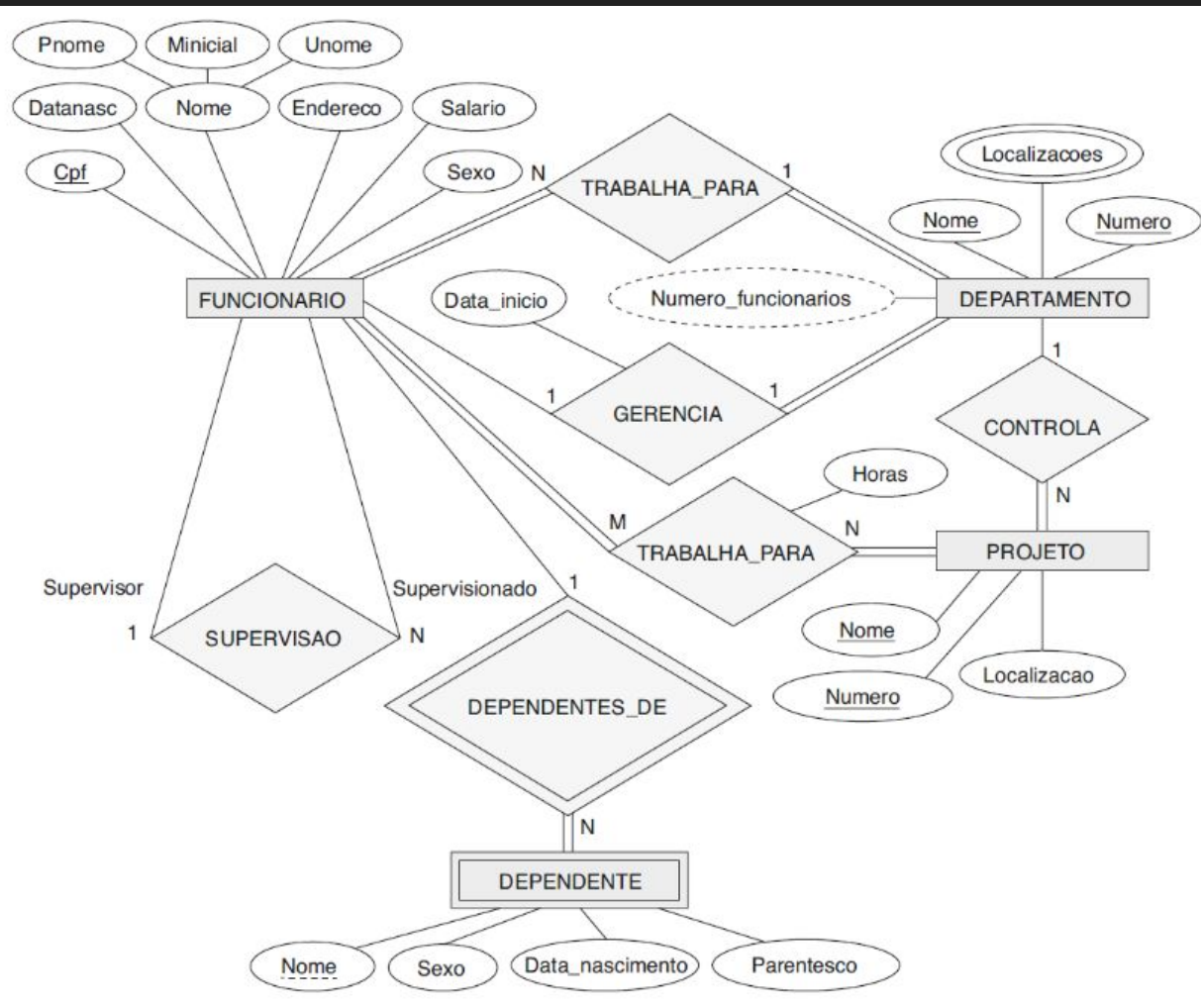
# Atributos de Relacionamento

Os relacionamentos também podem ter **atributos**, semelhantes àqueles das entidade. O atributo, nesse caso, é uma propriedade do relacionamento.



Uma **entidade fraca** sempre tem uma **restrição de participação total** (dependência de existência) com relação a seu relacionamento de identificação, porque a entidade fraca não pode ser identificada sem uma entidade proprietária.







Modelo ER Estendido (EER):  
especialização, generalização,  
agregação

# Modelo EER

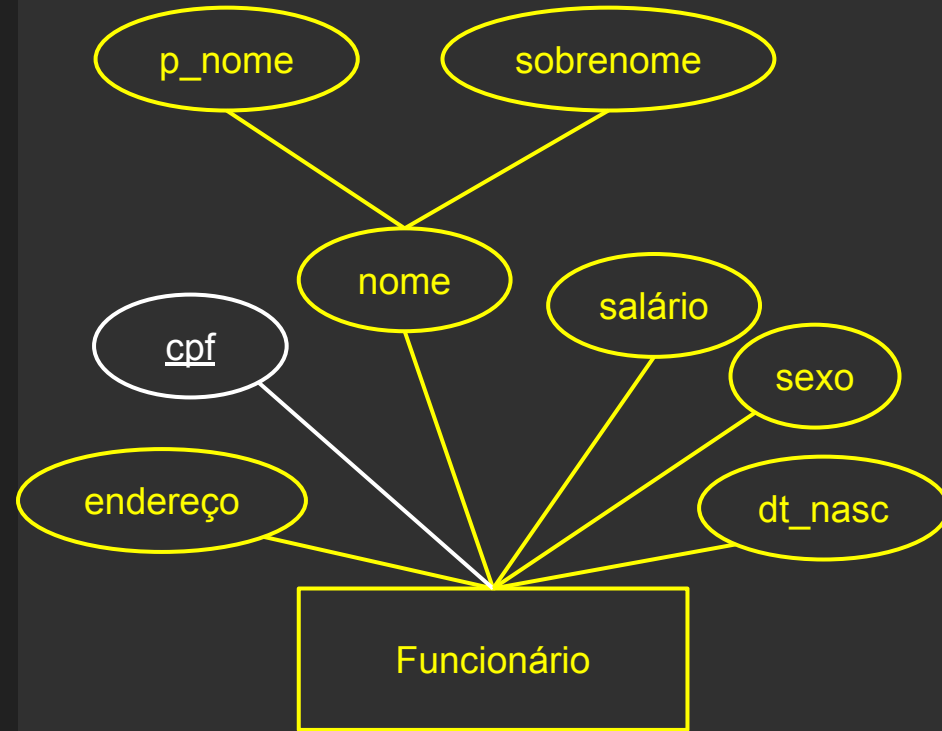
Modelo de dados conceitual mais acurado, capaz de expressar propriedades e restrições dos dados com maior precisão.

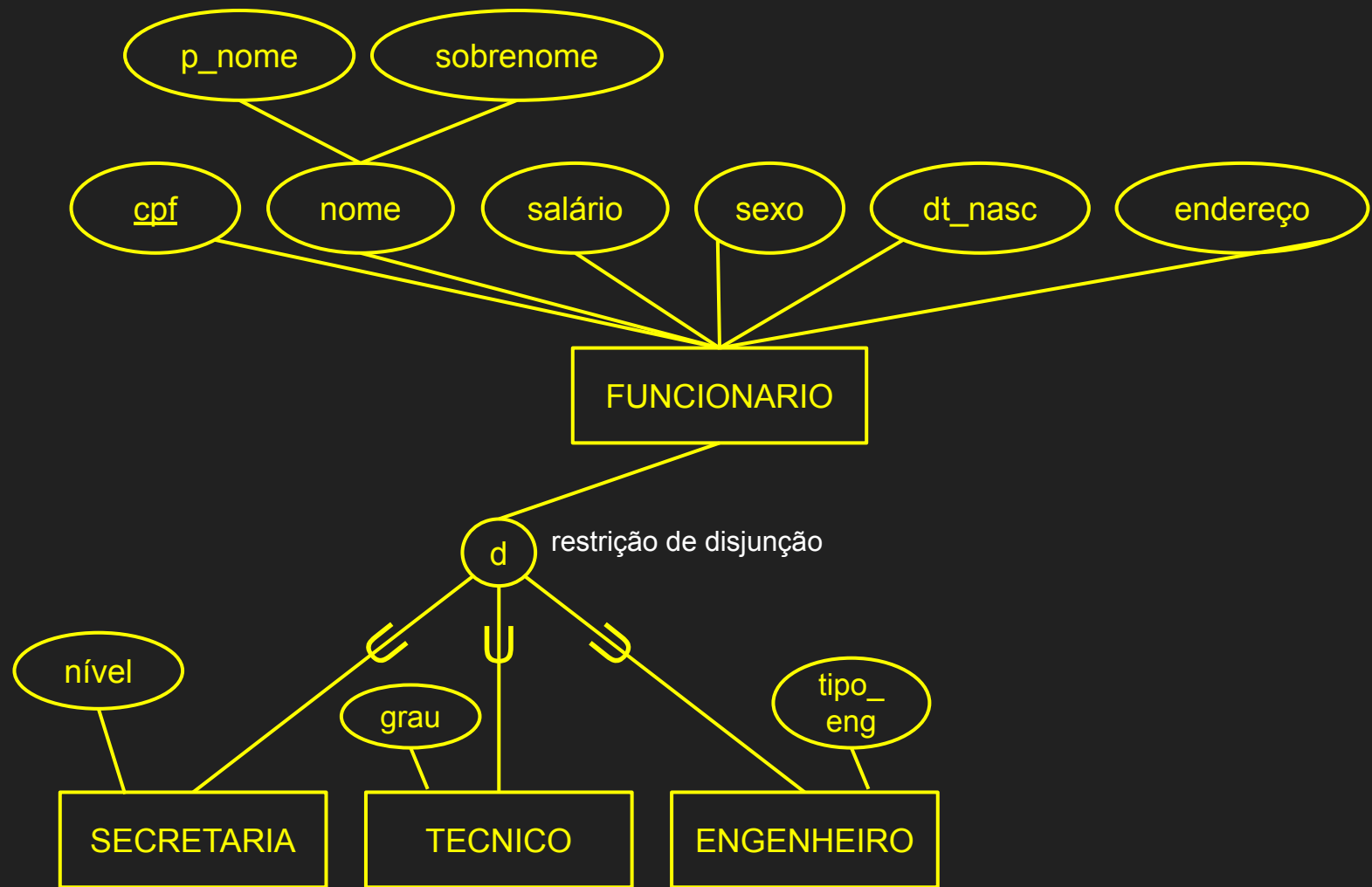
- especialização e generalização
- agregação

# Modelo EER

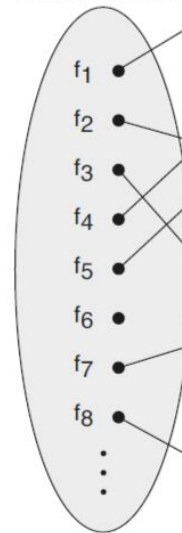
- Especialização
  - Processo de definir um conjunto de subclasses de um tipo de entidade (superclasse). As subclasses são definidas com base em alguma característica distinta da superclasse.
- Generalização
  - Processo reverso da abstração em que suprimimos as diferenças entre vários tipos de entidade, identificamos suas características comuns e as generalizamos em uma única superclasse.

# Especialização





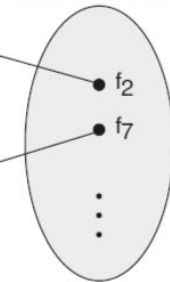
**FUNCIONARIO**



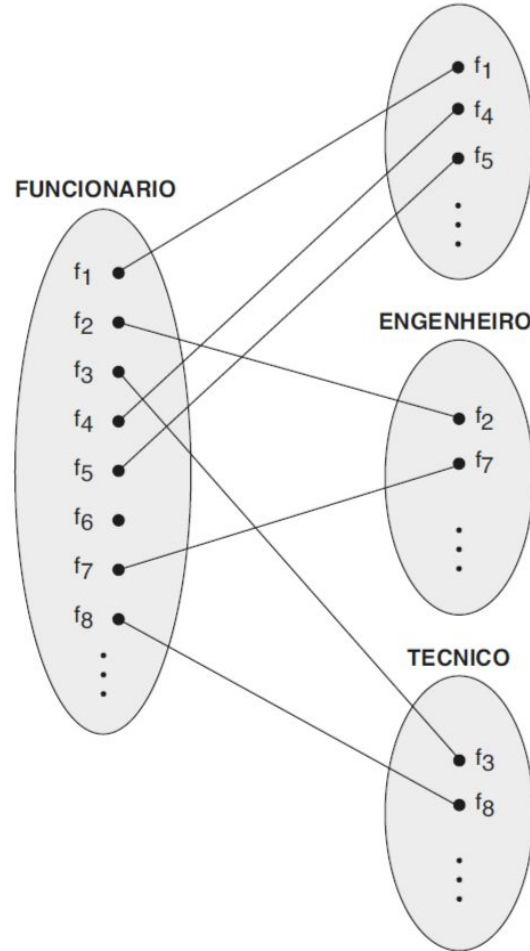
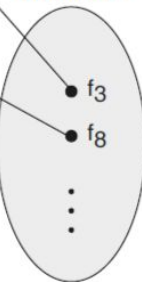
**SECRETARIA**

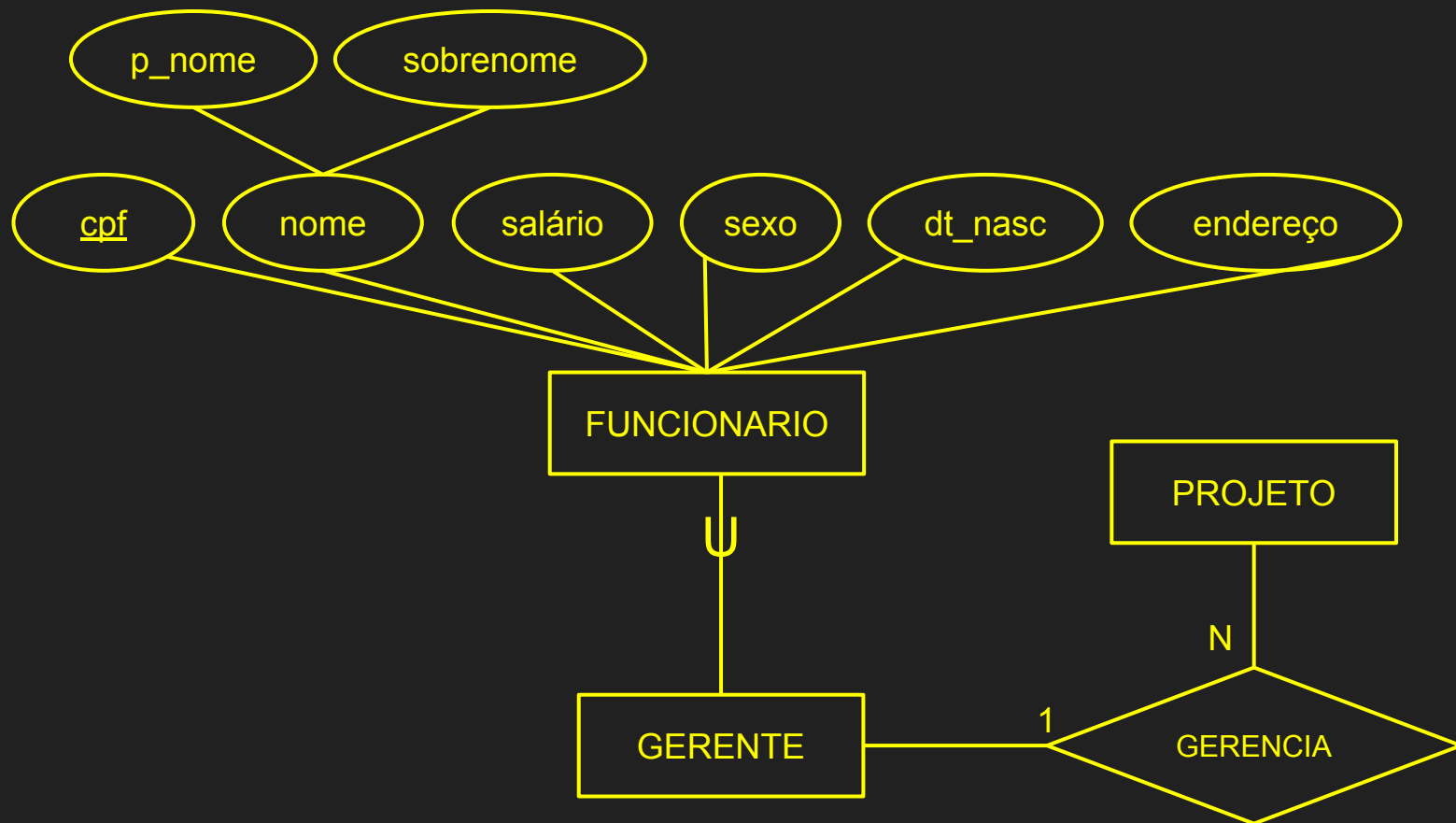


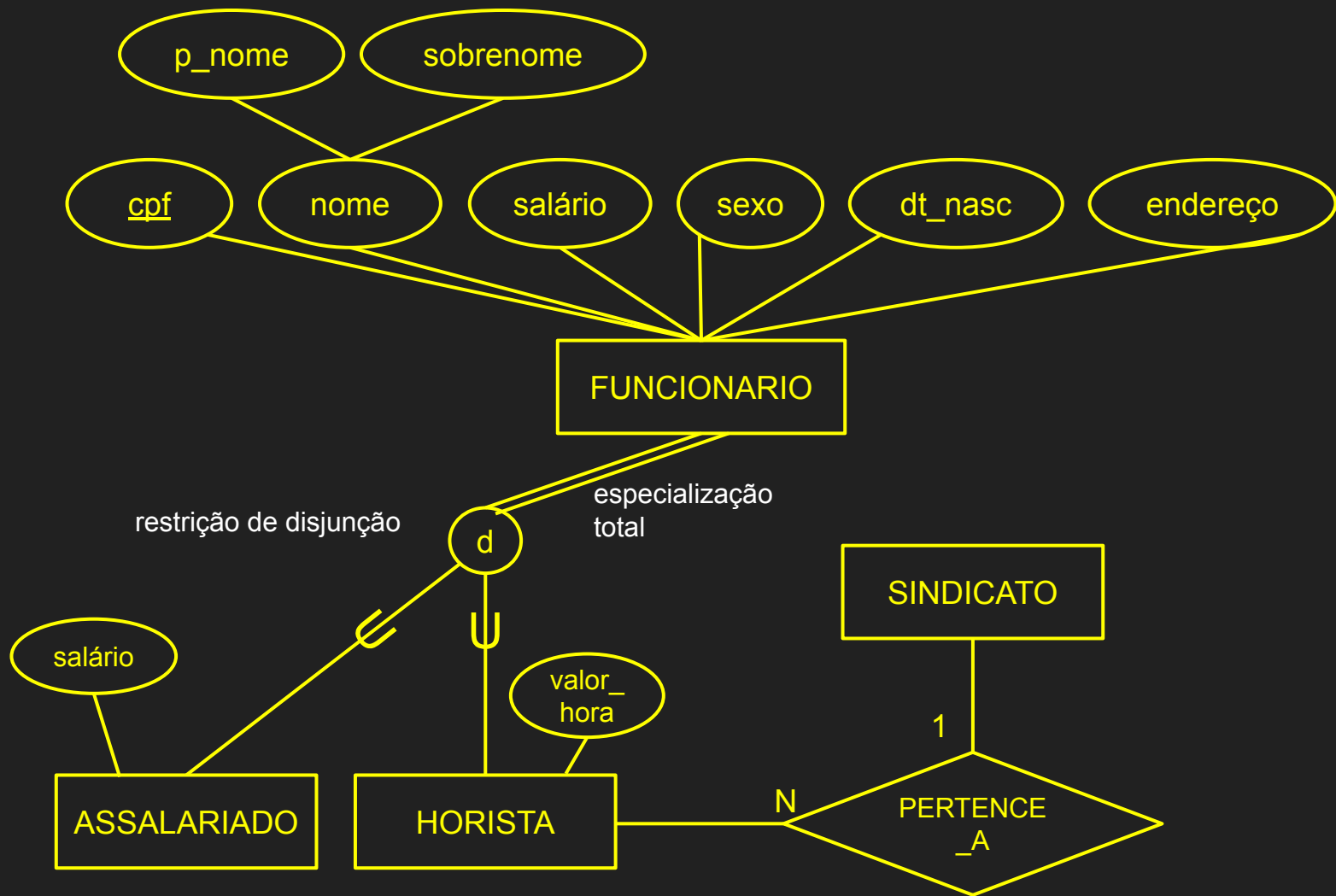
**ENGENHEIRO**



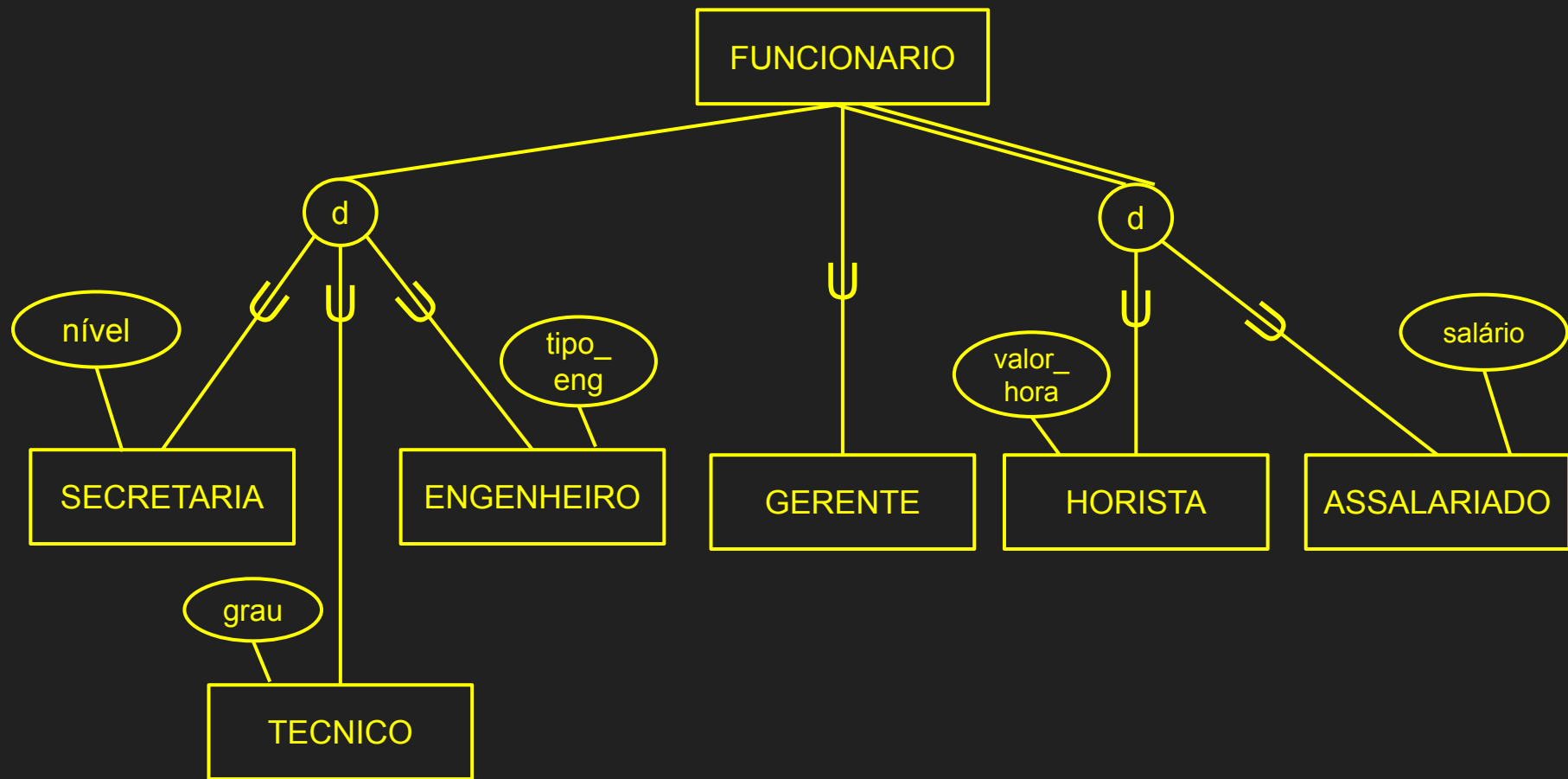
**TECNICO**



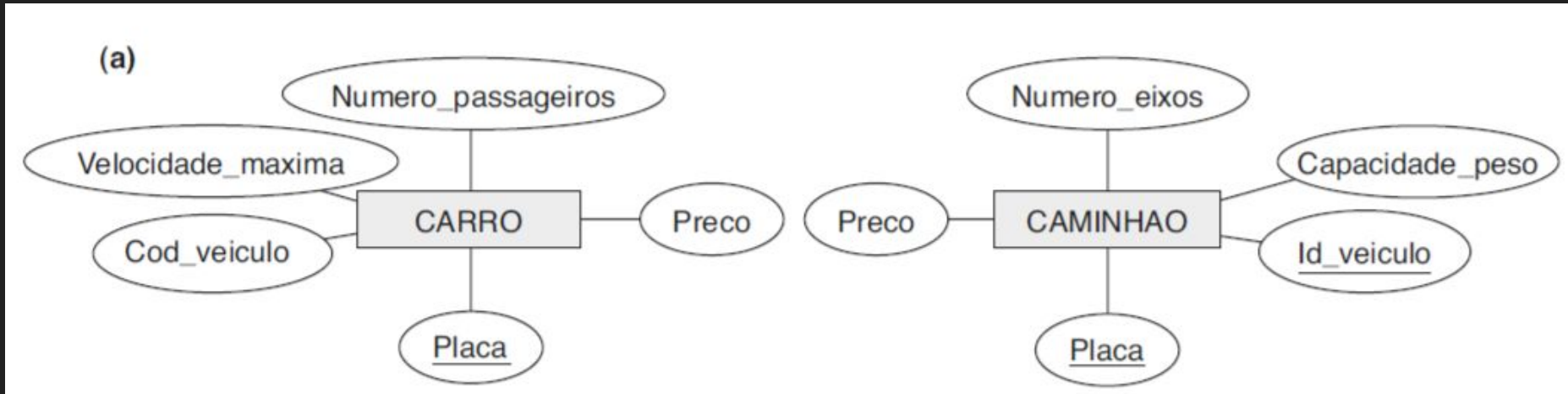






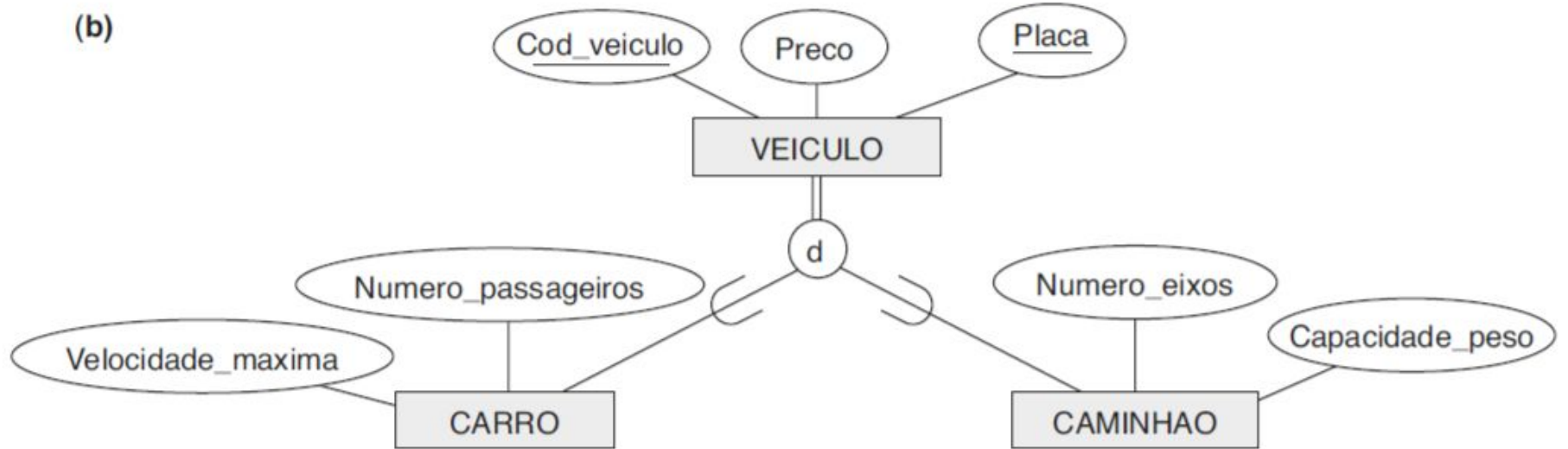


# Generalização

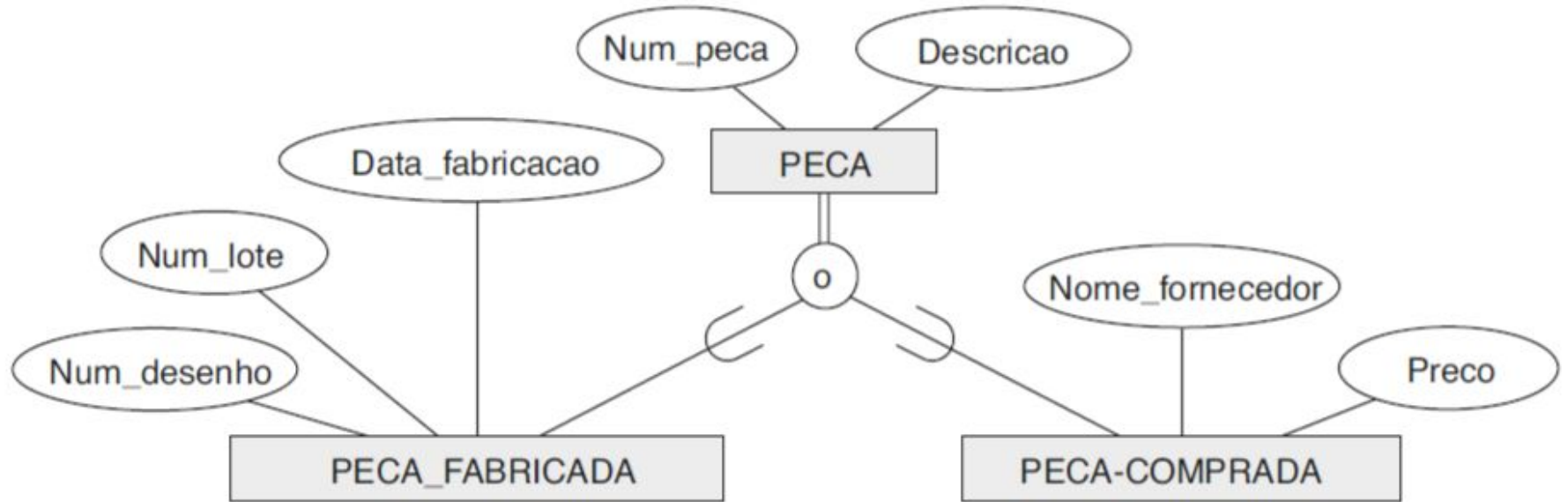


# Generalização

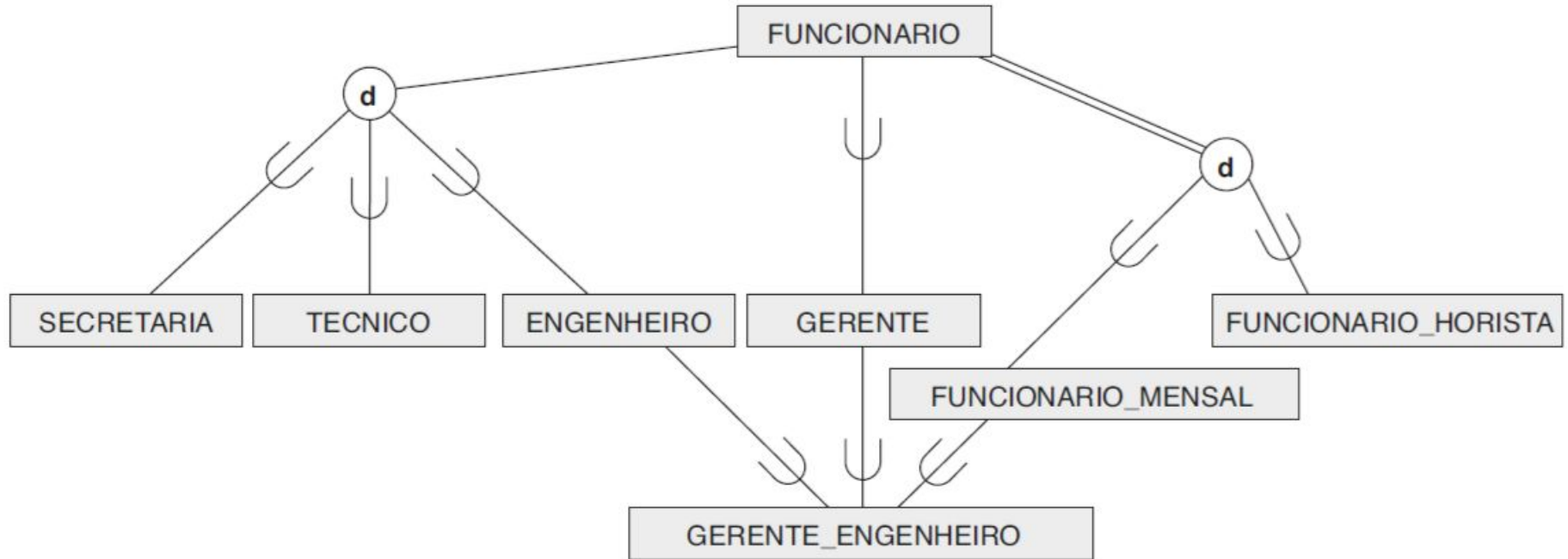
(b)

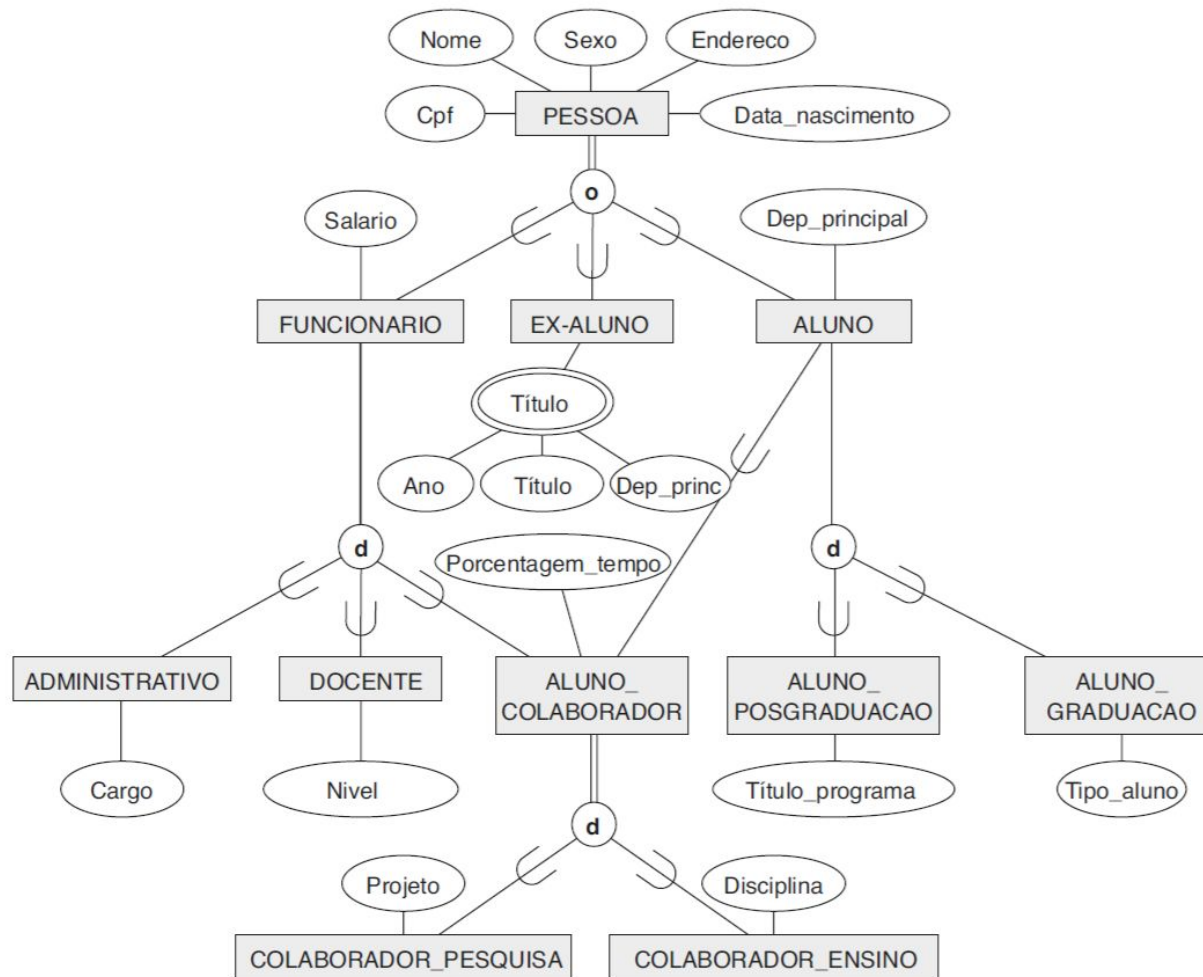


# Especialização (Overlapping)



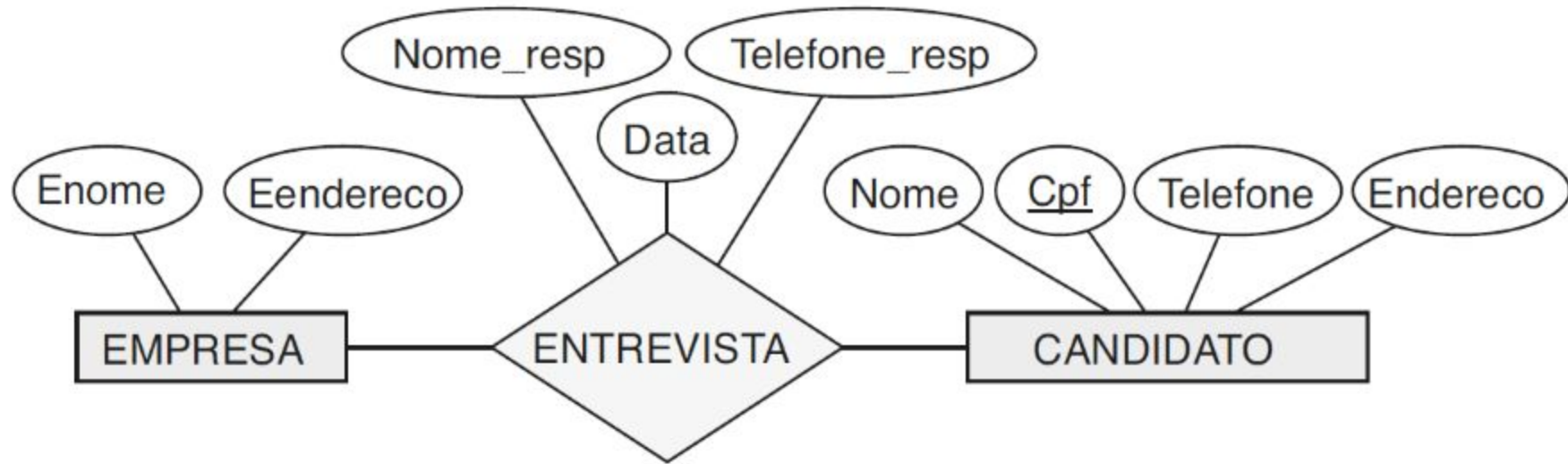
# Reticulado de Especialização



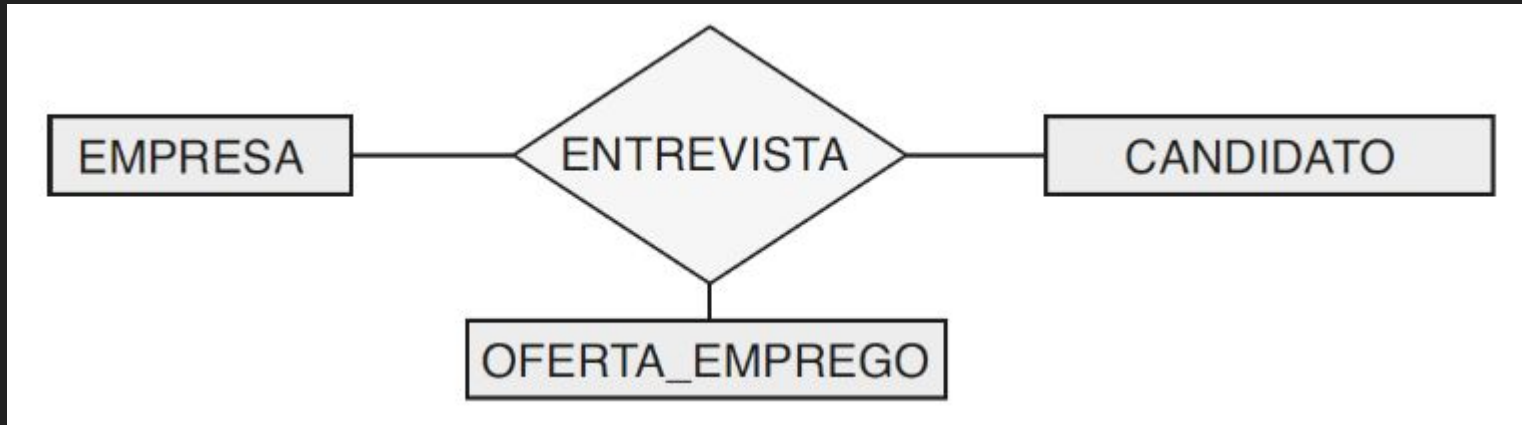


# Agregação

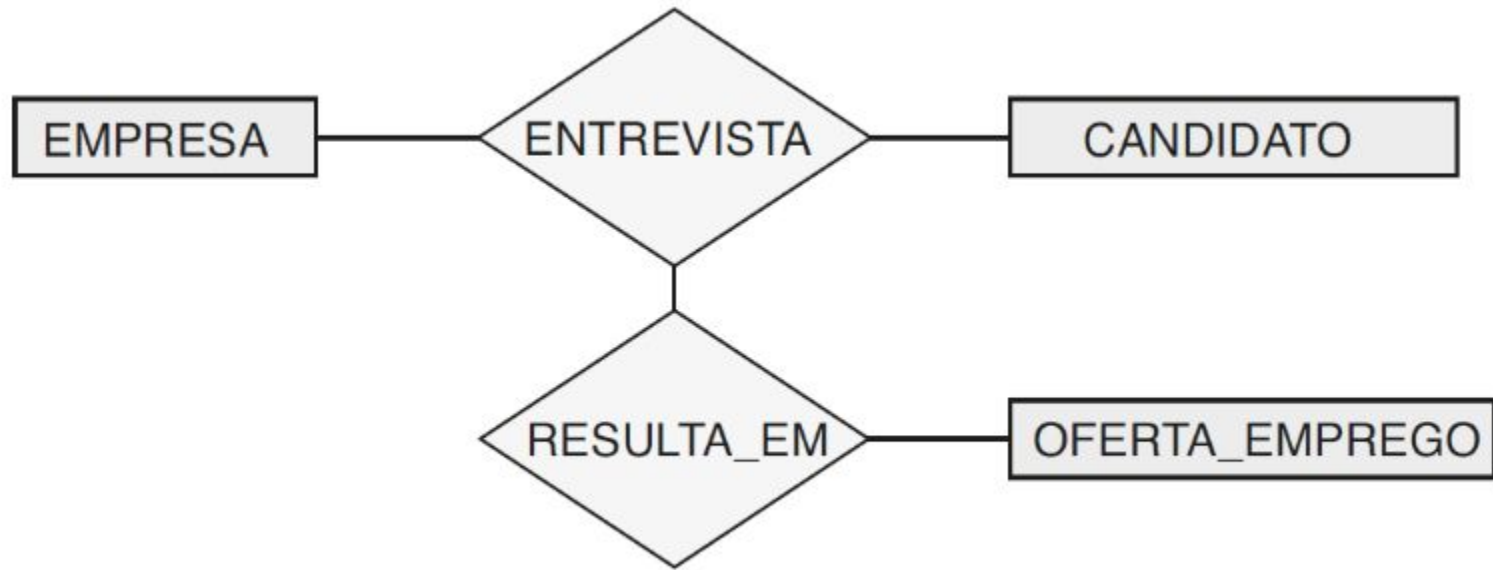
- Abstração que permite **construção de objetos compostos (entidades) a partir de seus componentes**.
- No modelo EER podemos agregar (combinar) **objetos que estão relacionados**. A partir dessa agregação, **criamos um novo objeto que pode ser tomado como uma entidade** de alto nível e pode, portanto, participar de um relacionamento.



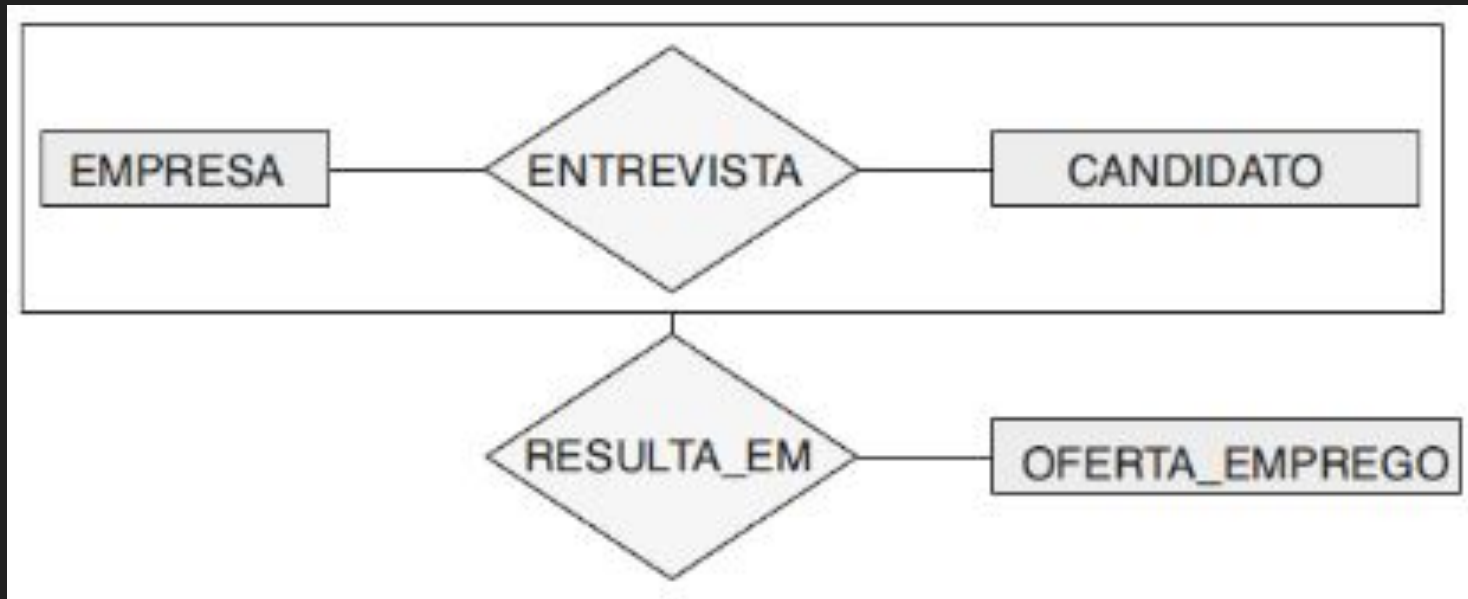




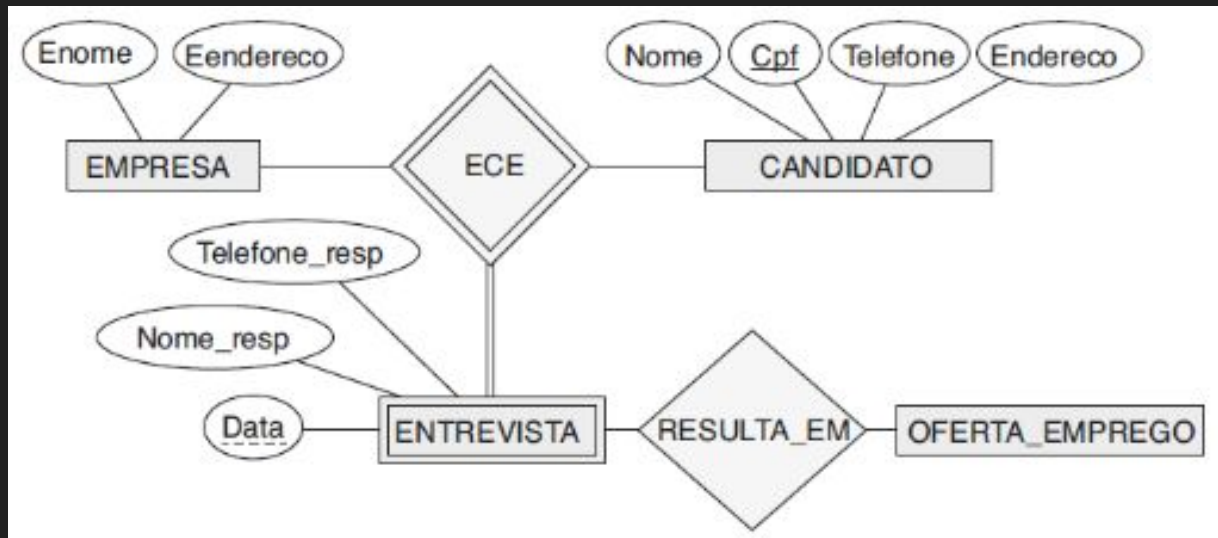
incorreto porque requer que cada instância de relacionamento de entrevista tenha uma oferta de emprego



não é permitido porque o modelo ER não  
permite relacionamentos entre  
relacionamentos



Embora o modelo EER, conforme descrito no livro referência, não tenha essa facilidade, alguns modelos de dados semânticos o permitem, e chamam o objeto resultante de objeto composto ou molecular.



Para representar essa situação corretamente no modelo ER descrito, precisamos criar um novo tipo de entidade fraca ENTREVISTA e relacioná-lo a OFERTA\_EMPREGO. Logo, sempre podemos representar essas situações de modo correto no modelo ER criando tipos de entidade adicionais.

A seguir:

Modelo Relacional