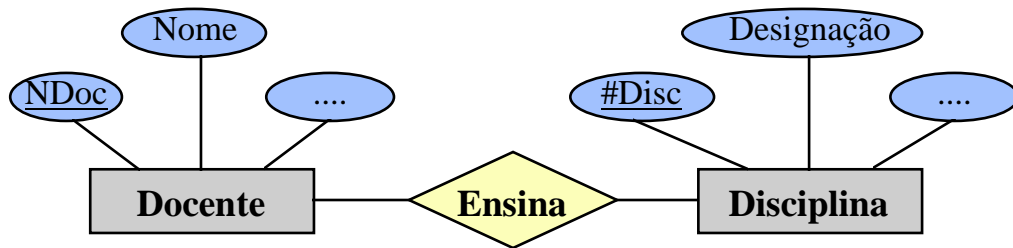


## Modelo Entidade-Relacionamento



- Abordagem proposta por *Peter P. Chen* (década de 70) para o processo de modelação de dados com ampla aceitação;
- Trabalho publicado é considerado um referencial definitivo;
- A proposta inicial mantém-se actualizada e tem evoluído pela agregação de novos elementos;
- Abordagem composta por técnica de diagramação e um conjunto de conceitos.

### Conceitos da abordagem E-R

Conceito	Descrição
<b>Instância</b>	Individualização de objecto ou conceito;
<b>Entidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjunto formado pela agregação de objectos ou conceitos semelhantes;</li> <li>• Abstracção de objectos ou conceitos do mundo real acerca dos quais queremos guardar informação;</li> </ul>
<b>Atributo</b>	Características próprias das instâncias dos conjuntos;
<b>Relacionamento</b>	Envolvimento ou associação entre as instâncias dos conjuntos.

# Relacionamento

As entidades não estão isoladas, sendo necessário identificar relacionamentos para representar correctamente o ambiente observado.

## Principais elementos de caracterização de um relacionamento:

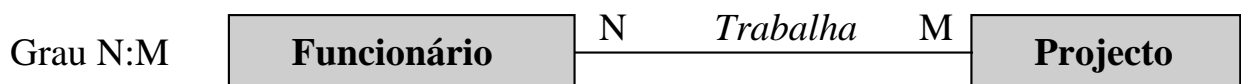
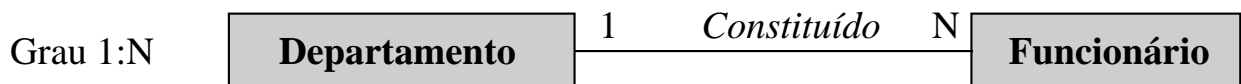
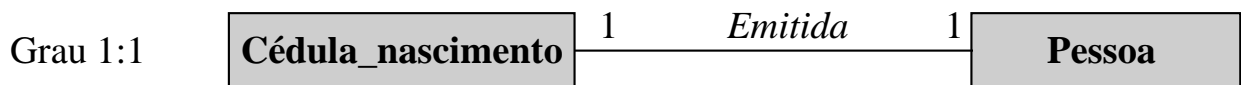
- Semântica do relacionamento;
- Grau ou cardinalidade do relacionamento;
- Condições de participação das entidades no relacionamento;
- Número de entidades que participam no relacionamento (binário ou n-ário);

## Semântica do relacionamento

Especificada através de uma denominação (construção verbal) representativa do conceito observado, que deve ser lida da esquerda p/ direita e de cima p/ baixo.

## Grau ou cardinalidade do relacionamento

O número de ocorrências de uma entidade, que podem estar associadas a uma ocorrência de outra entidade num relacionamento, permitem distinguir 3 tipos de relacionamentos:



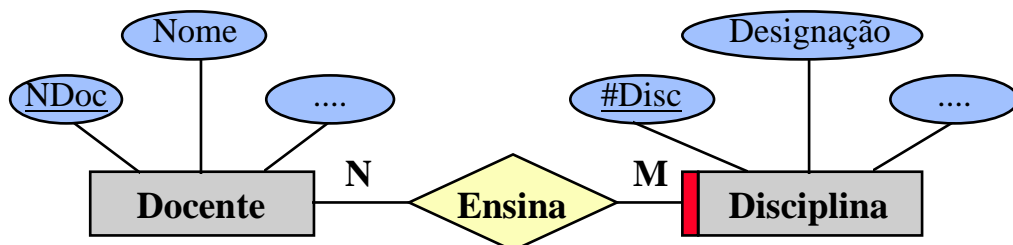
## Condições de participação das entidades no relacionamento

**Conceito de participação obrigatória** - Uma entidade é de participação obrigatória num relacionamento, se todas as instâncias dessa entidade estão relacionadas com pelo menos uma instância da outra entidade.

- Nalguns casos a participação no relacionamento será obrigatória e para outros será opcional  $\Rightarrow$  depende das particularidades do ambiente observado e das regras estabelecidas;
- Este conceito contribui para o enriquecimento do MD, evitando ambiguidade.

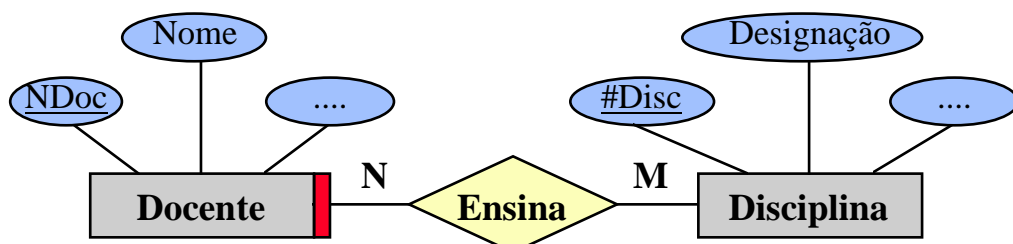
### Exemplo 1

- Todas as disciplinas têm de ser asseguradas, sendo leccionadas por um ou mais docentes;
- Os docentes podem estar dispensados de serviço docente ou podem leccionar várias disciplinas.



### Exemplo 2

- Algumas disciplinas não são leccionadas pelo facto de terem sido retiradas do plano de estudos;
- Todos os docentes leccionam, pelo menos uma disciplina.



## Número de entidades que participam no relacionamento

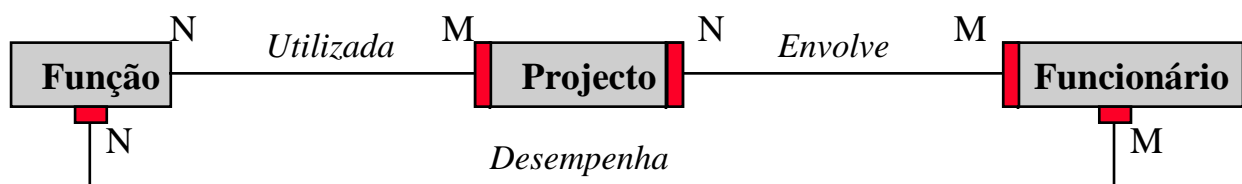
- Um relacionamento pode envolver mais do que 2 entidades;
- As associações binárias entre as entidades podem não mapear de forma correcta a informação desejada.

### Exemplo de relacionamento ternário:

Os funcionários de uma empresa de prestação de serviços podem ser alocados a diferentes projectos e exercer funções distintas.

Funcionário	Projecto	Função
P. Costa	P1	Analista de Sistemas
P. Costa	P2	Consultor
X. Lima	P2	Analista de Sistemas
X. Lima	P3	Programador

### Relacionamentos binários múltiplos



Func.	Proj.
P. Costa	P1
P. Costa	P2
X. Lima	P2
X. Lima	P3

Proj.	Função
P1	Analista de Sist.
P2	Analista de Sist.
P2	Consultor
P3	Programador

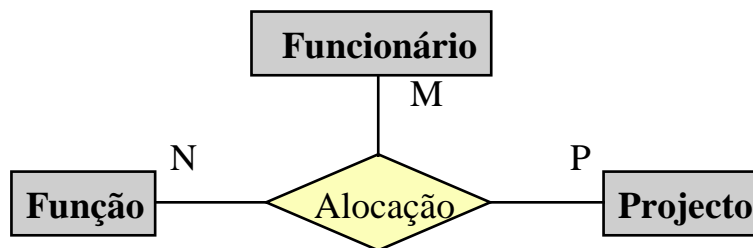
Func.	Função
P.Costa	Analista de Sist.
P.Costa	Consultor
X. Lima	Analista de Sist.
X. Lima	Programador

Quem é o Analista de Sistemas do projecto P2?

- A estrutura necessária para a derivação de um relacionamento ternário (ou n-ário) é uma agregação;
- A agregação é requerida para expressar a função de um funcionário em determinado projecto.

É necessário ter as 3 entidades associadas simultaneamente, através de um relacionamento ternário.

### Relacionamento Ternário

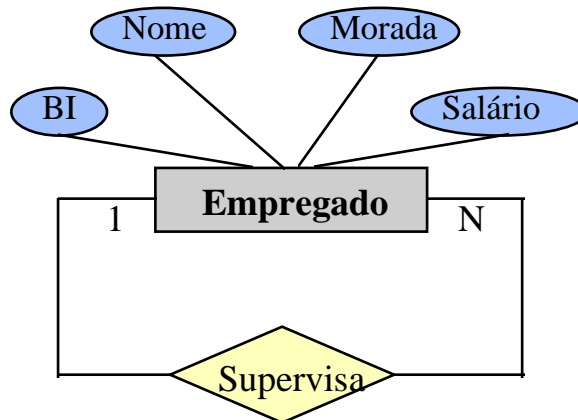


### Agregação resultante

Funcionário	Projecto	Função
P. Costa	P1	Analista de Sistemas
P. Costa	P2	Consultor
X. Lima	P2	Analista de Sistemas
X. Lima	P3	Programador

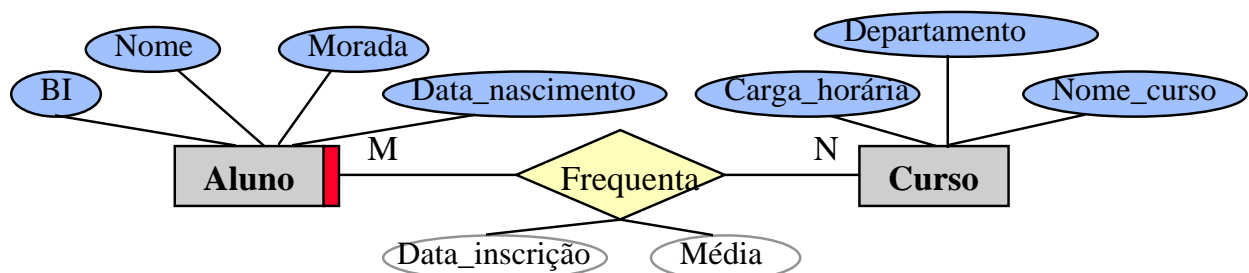
## Relacionamentos Recursivos

Caso especial de um relacionamento que ocorre entre instâncias de um mesmo tipo de objecto.



## Relacionamentos com atributos

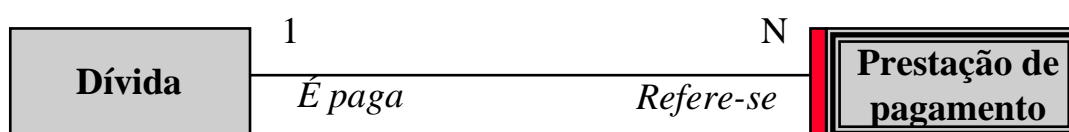
- Atributos a preservar que não pertencem aos objectos observados, mas sim à associação desse objectos;
- Estes atributos denotam a existência de informação que só pode ser estabelecida ou considerada quando na presença de um relacionamento entre entidades;
- Nestas circunstancias os atributos devem ser representados no relacionamento.



## Considerações sobre entidades Fortes e Fracas

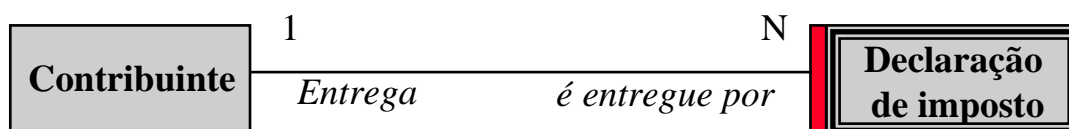
A classificação de entidades como fortes ou fracas depende da ocorrência de uma dependência de existência ou de identificação entre entidades.

**Dependência de Existência** - Denota o estabelecimento de um vínculo de existência entre entidades.



Uma prestação de pagamento só possui existência quando existe uma dívida.

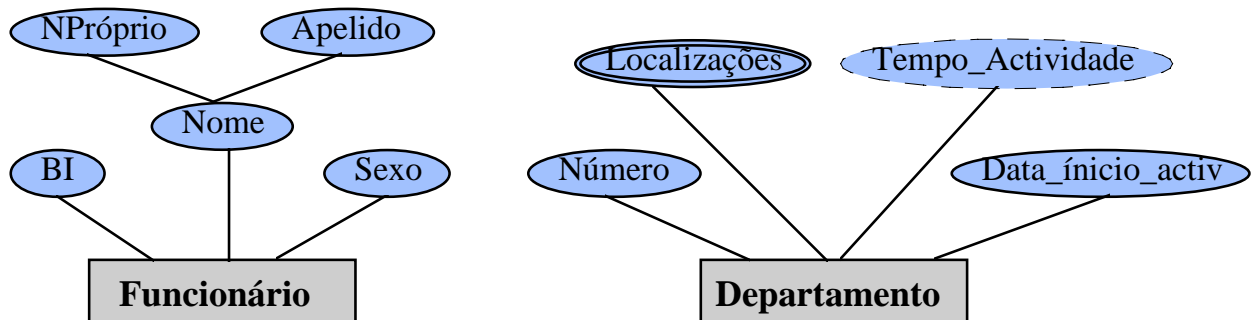
**Dependência de identificação** - Denota que uma entidade não possui os atributos requeridos para identificar (distinguir) as suas instâncias.



- Uma declaração de imposto (com atributos ano\_exercício, ano\_base, ...) é uma entidade fraca, que depende da entidade contribuinte (entidade identificadora), pois não possui atributos identificadores próprios;
- Considerando que a entidade possui um atributo N° sequencial da declaração, passaria a ser considerada entidade forte.

- ⇒ Critério com importância reconhecida sob o ponto de vista do projecto lógico, mas dispensável e subjectivo ao nível do projecto conceptual;
- ⇒ No entanto, permite representar entidades que não se pretende dotar com identificação independente.

## Tipos de atributos



- **Atributos Simples** (Exemplo: BI)
- **Atributos Compostos** (Exemplo: Nome)
  - Um atributo composto pode ser considerado simples, dependendo da situação a tratar;
  - Quando os atributos básicos são tratados separadamente, um atributo composto entra na entidade com todos os seus atributos básicos (Funcionário: BI, Npróprio, Apelido, Sexo).
- **Atributos Derivados** (Exemplo: Tempo\_actividade)
  - Estes atributos devem ser identificados na análise e podem ser representados no modelo conceptual de dados, mas não devem fazer parte da entidade pois podem ser calculados.
- **Atributos Multivalor** (Exemplo: Localizações)
  - Estes atributos possuem múltiplos valores e são representados no DER com traço duplo.



## Que atributos considerar na descrição de uma entidade ?

- Entidades CÃO e DONO\_DO CÃO vistas pelo veterinário:

CÃO	nome_do_cão	raça	sexo	nome_do_dono	data_nasc	peso

DONO_DO_CÃO	nome_do_dono	endereço	saldo_da_conta

- Entidades CÃO e DONO\_DO CÃO vistas pela administração municipal:

CÃO	nome_do_cão	raça	nome_do_dono	data_licen.	peso

DONO_DO_CÃO	nome_do_dono	endereço

O atributo endereço deveria ser subdividido ? É possível determinar o número de cães por freguesia ?

⇒ endereço é um atributo composto que neste caso deveria ser subdividido.

## Extensões ao modelo Entidade-Relacionamento

O modelo E-R tem evoluído pela agregação de novos elementos que tornam a técnica mais rica em semântica e alargam o âmbito da sua aplicação.

### Justificação da necessidade de extensão do modelo E-R

O principal objectivo do processo de abstracção e identificação de entidades é reconhecer agrupamentos distintos entre conjuntos de objectos relevantes.

No entanto, existem dificuldades neste processo.

#### Principais dificuldades na definição de entidades:

- Nem sempre a separação de instâncias desses objectos se dará por conjuntos estritamente distintos.

*Como proceder no caso da identificação de subconjuntos distintos dentro de conjuntos únicos ?*

- Existem relacionamentos que só se aplicam a um subconjunto das instâncias de uma entidade e não a todas.

*Como proceder para estabelecer relacionamentos para subconjuntos de instâncias que não possuem sentido para as outras ?*

### Exemplo:

Empresa de montagem de peças de automóvel com dois tipos de empregados: supervisores (assalariados) e montadores (pagos à hora).

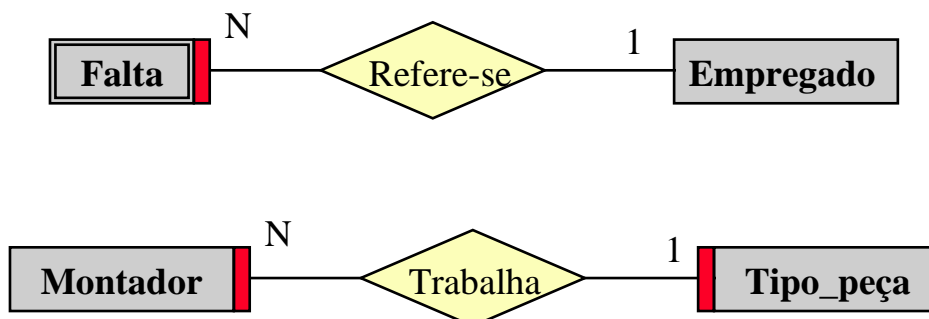
Corresponde ao que é designado por **representação de papéis**.



### Lista de atributos:

Ncontrib	Nº de contribuinte do empregado
Nome	Nome do empregado
Telef_casa	Nº de Telefone da casa do empregado
Morada	Morada do empregado
Telef_trab	Nº de telefone do local de trabalho do supervisor
Pagam_hora	Pagamento horário do montador
Salário	Salário do supervisor
#Taref	Código de tarefa do montador
Área	Área de competência do supervisor

### Outros relacionamentos a estabelecer:



## Questões:

- **Utilização de duas entidades**



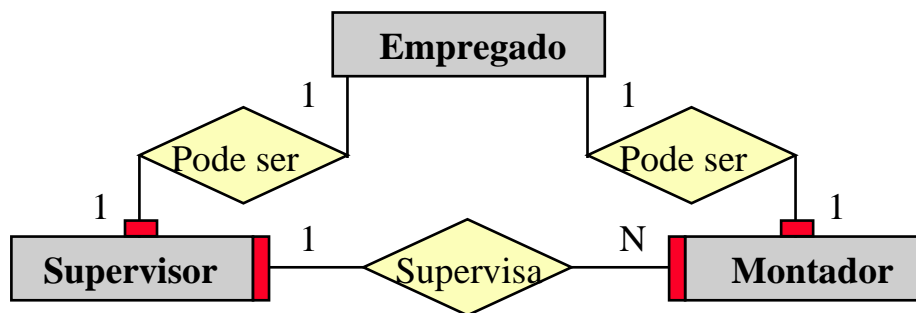
- Para efectuar uma pesquisa a um empregado é necessário saber, previamente, se este é montador ou supervisor (D);
- O relacionamento com o subconjunto de instâncias montador pode ser estabelecido adequadamente (V);
- O problema do relacionamento com o conjunto global de instâncias não é resolvido (D).

- **Utilização de uma só entidade agregadora**



- A simples agregação destas entidades obrigaria à inserção de valores nulos em alguns atributos, pois existem atributos que não se aplicam a todas as instâncias (D);
- O relacionamento com o subconjunto montador não pode ser estabelecido correctamente (D);
- O relacionamento com o conjunto global pode ser estabelecido adequadamente (V).

- **Utilização de três entidades**



- Resolve problemas do relacionamentos com os subconjuntos e conjunto global (V V);
- Contudo, é uma solução limitada na representação de factos observados (D).

### **Limitações na representação de papéis**

Como representar as seguintes situações alternativas:

- Todos os empregados são obrigatoriamente supervisores ou montadores;
- Um empregado pode ser simultaneamente supervisor e montador.

⇒ O modelo E-R sem extensões não reflecte estes factos.

#### Preocupações subjacentes:

- Fidelidade do modelo conceptual de dados;
- Adequação de futuras estruturas de dados a serem implementadas.

# Hierarquia de Especialização/Generalização, Superclasses e Subclasses

As hierarquias de Generalização/Especialização (E/G) procuram representar os seguintes factos:

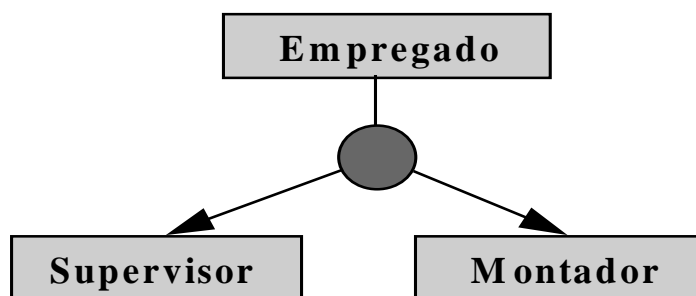
Dado um conjunto de instâncias pertencentes a subconjuntos de um conjunto maior, cada um deles deve ser capaz de ser visto como um elemento tanto pertencente aos subconjuntos distintos como ao conjunto completo.

- As características (atributos e relacionamentos) que sejam comuns a todas as instâncias devem ser alocadas numa entidade generalizadora e são herdadas pelos subconjuntos;
- As características que sejam específicas de um subconjunto devem ser alocadas a este.

## Representação de hierarquias de Especialização/Generalização

*Superclasse*

*Subclasses*



**Superclasse** – entidade generalizadora definida

**Subclasses** – subconjuntos específicos de uma superclasse

## Especialização

- Representação dos subconjuntos;
- Processo de definição de Subclasses com características distintas.

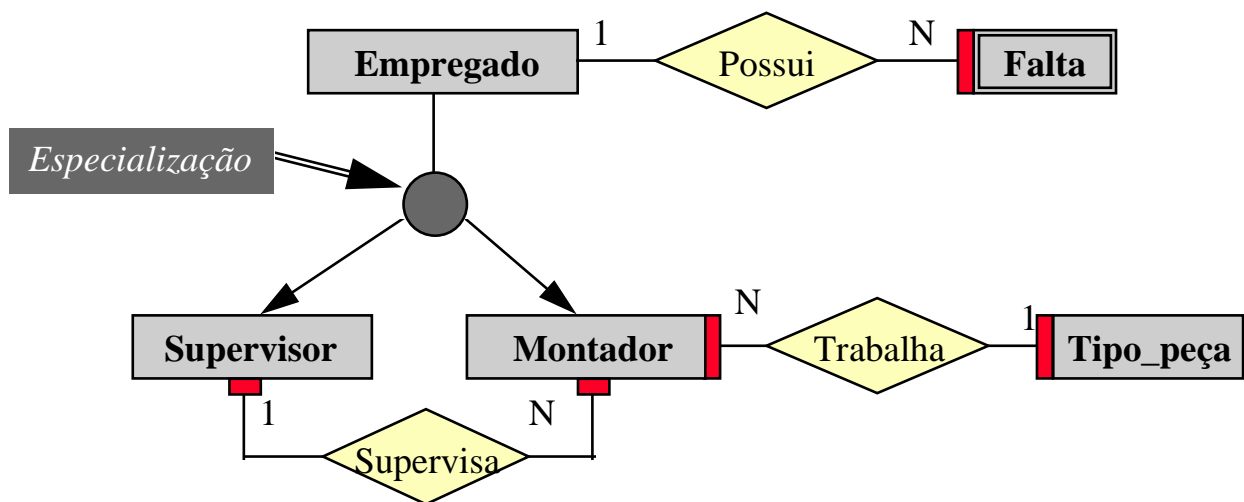
Exemplo: Parte da entidade Empregado e define as subclasses Montador e Supervisor, bem como a superclasse Empregado.

## Generalização

- Representação do conjunto global;
- Processo de análise inverso da especialização, que define uma Superclasse com características comuns.

Exemplo: Parte das entidades Supervisor e Montador e define a superclasse Empregado e as subclasses Montador e Supervisor.

## Solução resultante



## Considerações:

- Há um relacionamento entre uma superclasse e as suas subclasses;
- A especialização deve ser considerada como uma entidade que se subdivide em duas (ou mais) outras e não como várias entidades diferentes;
- Os relacionamentos podem ser estabelecidos directamente e normalmente com a superclasse e subclasses.

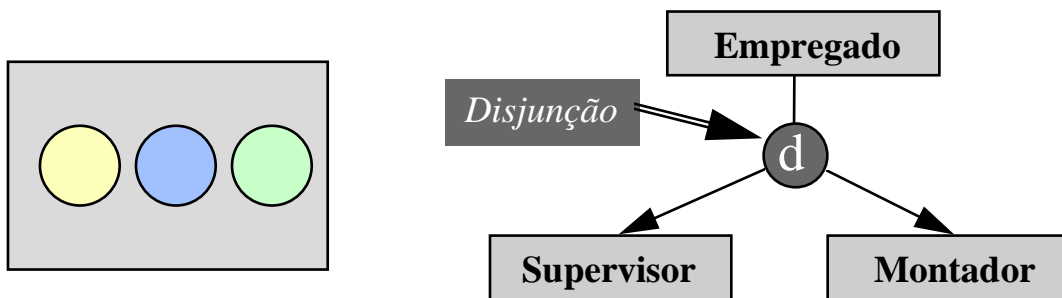
## Tipos de Especializações/Generalizações

Existem dois tipos de especializações/generalizações:

- **E/G mutuamente exclusiva (disjunção)**

Uma instância do conjunto global que pertence a uma subclasse não poderá pertencer simultaneamente a outra.

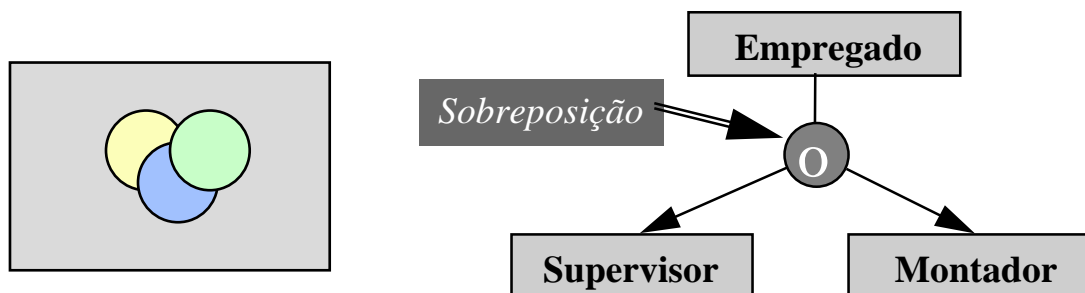
Exemplo: Cada empregado é supervisor ou montador;



- **E/G não mutuamente exclusiva (sobreposição)**

Uma instância do conjunto global pode pertencer a um ou mais subconjuntos simultaneamente.

Exemplo: Um empregado pode ser simultaneamente supervisor e montador.





## Níveis de especialização

As hierarquias podem possuir vários níveis de agrupamento, do mesmo ou de diferentes tipos de E/G.

### Exemplo:

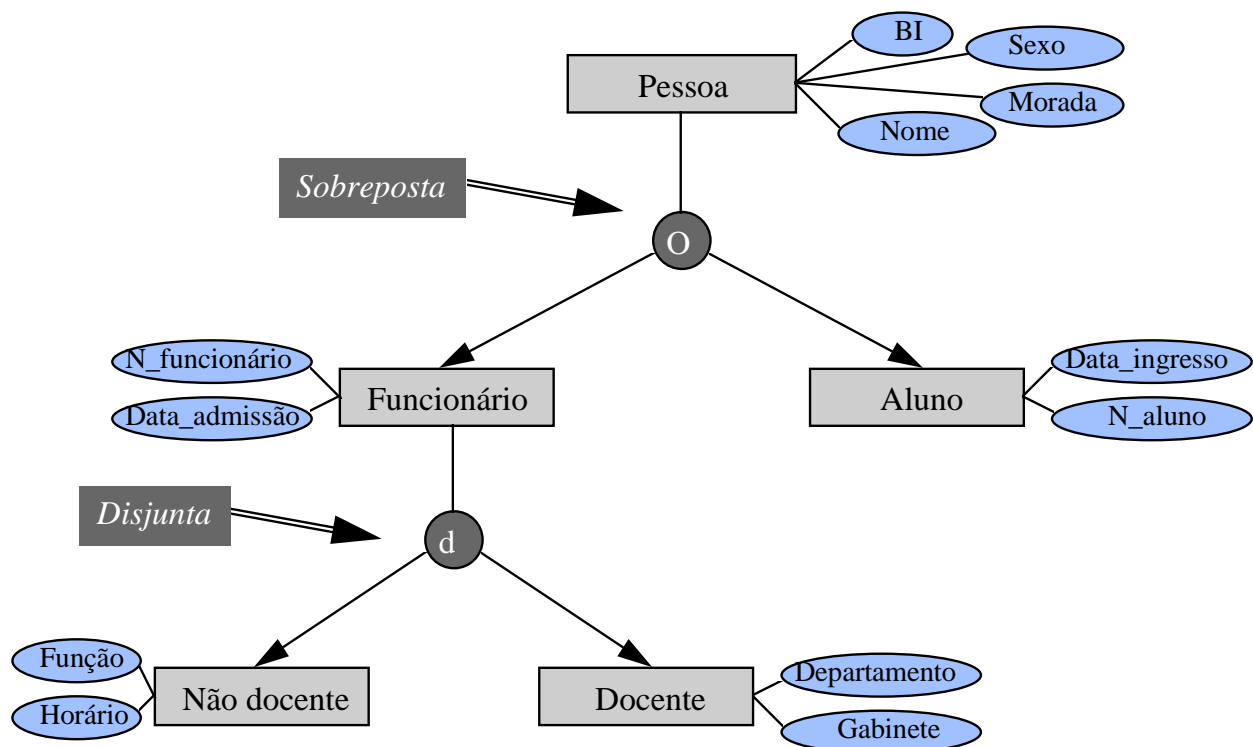
**Aluno** (BI, Sexo, Morada, Nome, Data\_ingresso, N\_aluno)

**Docente** (BI, Sexo, Morada, Nome, Data\_admissão, N\_funcionário, Departamento, Gabinete)

**Funcionário\_não\_docente** (BI, Sexo, Morada, Nome, Data\_admissão, N\_funcionário, função, horário)

Aspectos a ter em conta neste exemplo:

- Uma pessoa pode ser simultaneamente funcionário e aluno (Sobreposição);
- Um funcionário ou é docente ou não docente (Disjunção).



## Abrangência das subclasses

As subclasses devem subdividir todas as instâncias do conjunto global.

*Como proceder se só é necessário explicitar características de alguns tipos de subconjuntos ?*

- **Representar somente esses tipos de subclasses**

Induz uma interpretação errada de que só existem esses tipos de subclasses;

- **Representação de todas as subclasses**

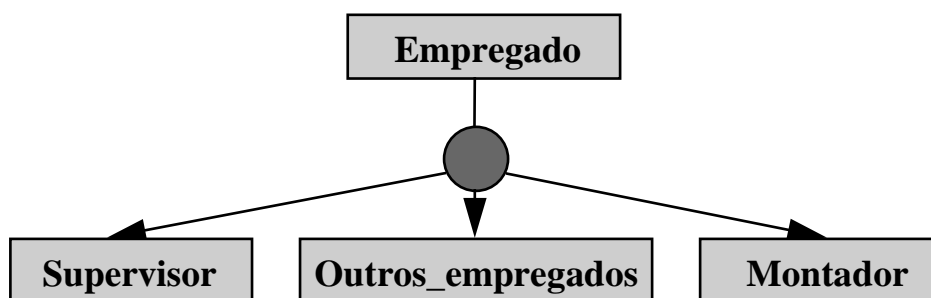
Gera uma representação correcta, mas que pode ser extensa e não apropriada se surgirem novas subclasses (nomeadamente, outras que também não interessa detalhar);

- **Solução**

Uso de artifício para manter a semântica do modelo correcta e que evita individualizações de subconjuntos que não interessa detalhar.

⇒ Criação de especialização representativa de todas as especialidades que não interessa representar, que recebe o nome de **Outras**.

Exemplo: Supondo que existem outros tipos de empregados, para além dos montadores e supervisores.



# Malha de especialização/generalização, subclasse partilhada e herança múltipla

## Hierarquia de E/G:

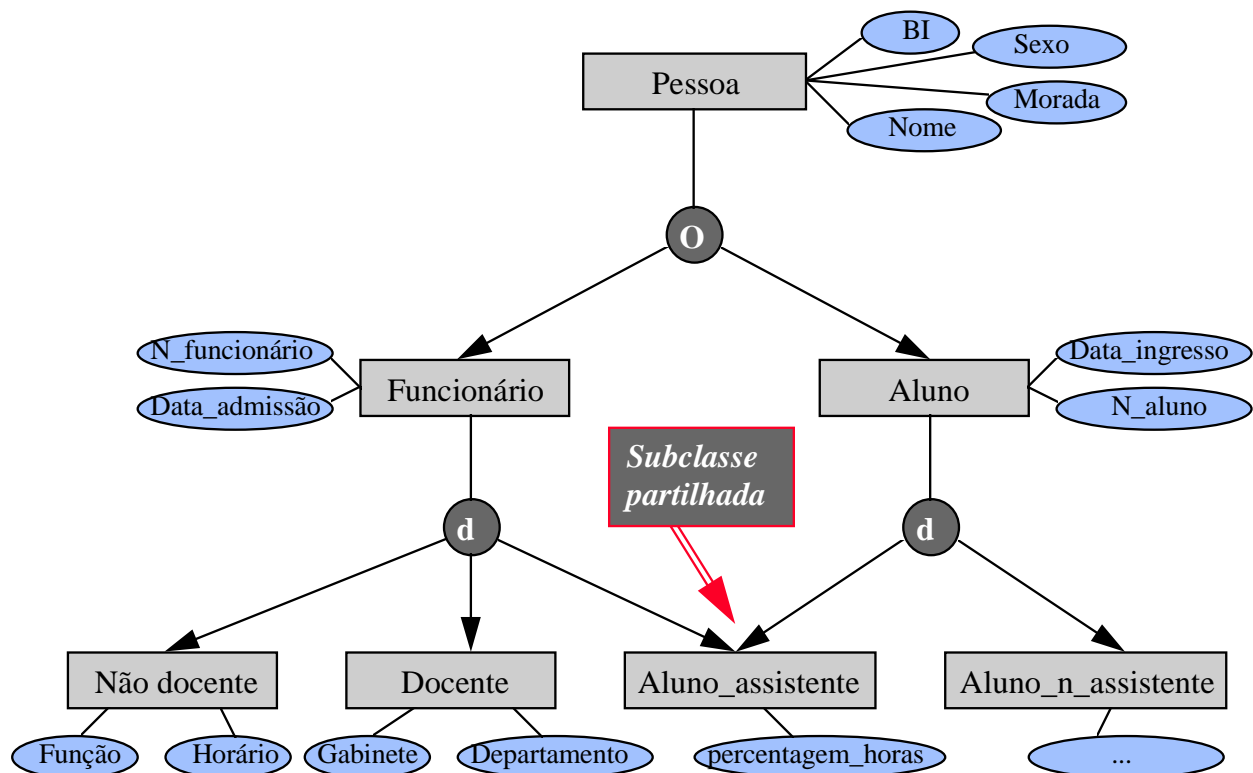
- cada subclasse participa num só relacionamento superclasse/subclasse;
- cada subclasse possui uma só superclasse.

## Malha de E/G:

Uma subclasse pode participar em mais do que um relacionamento superclasse/subclasse =>

- **Subclasse partilhada** - subclasse que possui várias superclasses;
- **Herança múltipla** - a subclasse partilhada herda todas as características das suas superclasses.

Exemplo: Um aluno pode ser assistente



## Categorias e herança selectiva

Nas hierarquias e malhas de E/G uma superclasse e as suas subclasses representam a mesma entidade do mundo real.

As categorias têm origem na necessidade de modelar relacionamentos superclasse/subclasse com várias subclasses que representam entidades distintas.

⇒ A subclasse é denominada **categoria**.

### Características que distinguem as categorias:

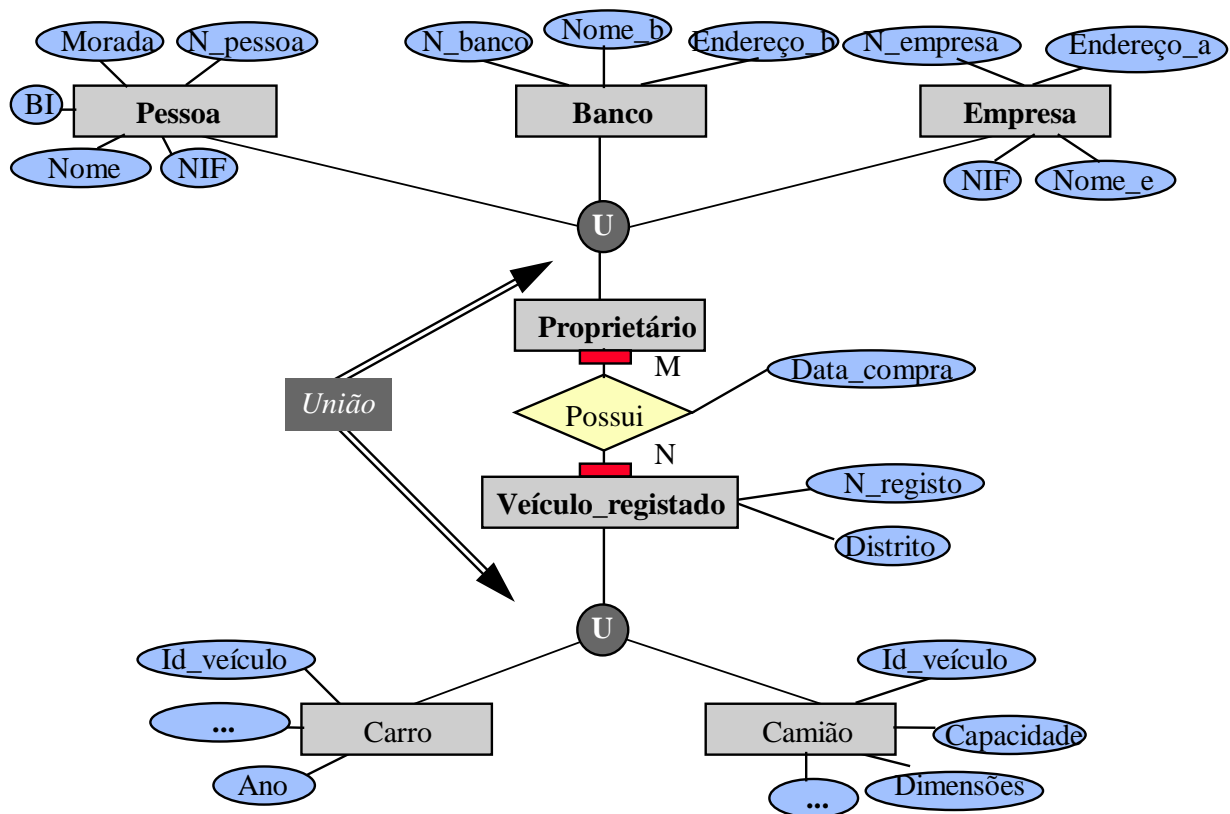
Malha de E/G	Categorias
<ul style="list-style-type: none"><li>• Existe sempre <u>uma superclasse</u> única (no topo);</li><li>• Um membro de uma subclasse partilhada tem de <u>existir em todas as superclasses</u>;</li><li>• Uma subclasse partilhada é um subconjunto da <u>intersecção</u> das suas superclasses;</li><li>• A <b>herança é múltipla</b>: Uma subclasse partilhada herda todas as características das suas superclasses.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Existem <u>várias superclasses</u> que representam <u>entidades distintas</u>;</li><li>• Um membro da categoria tem de existir, pelo menos, numa das superclasses (usualmente uma), mas <u>não tem de ser membro de todas</u>;</li><li>• Uma categoria é um subconjunto da <u>união</u> das suas superclasses;</li><li>• A <b>herança é selectiva</b>: A herança de características numa categoria não é total, dependendo da superclasse a que a instância pertence.</li></ul>

### Exemplo:

Modelo de dados para o registo de veículos (carros e camiões). O proprietário de um veículo pode ser uma pessoa, uma empresa ou um banco.

É necessário criar:

- uma entidade que inclua objectos de três tipos para registar informação relativa a proprietários de veículos;
- uma entidade que inclua objectos de dois tipos para manter os veículos registados.



**Categorias:** proprietário e veículo\_registado