

Bases de Dados

Parte II

Os Modelos ER e EER

O Modelo Entidade-Relacionamento (ER)

▪ Modelo ER

- ★ É um [modelo de dados conceptual](#).
- ★ Descreve os dados através de [entidades](#), [atributos](#) e [relacionamentos](#) (ou associações).
- ★ É um modelo que [explica](#) bem o modelo relacional.

▪ Entidades

- ★ [Objetos ou conceitos do mundo real com uma existência independente](#).
- ★ Com existência física: EMPREGADO, CARRO, ALUNO, PRODUTO, ...
- ★ Com existência conceptual: EMPRESA, PROFISSÃO, CURSO, ...

▪ Atributos

- ★ [Propriedades que caracterizam as entidades](#).
- ★ Atributos da entidade EMPREGADO: NumBI, Nome, Sexo, Endereço, ...

▪ Relacionamentos

- ★ [Representam interações entre duas ou mais entidades](#).
- ★ Relacionamento TRABALHA: um EMPREGADO TRABALHA para uma EMPRESA.

Atributos

- Cada atributo tem um **domínio**
 - ★ Domínio (atributo) = Conjunto de valores que um atributo pode tomar.
 - ★ Uma entidade possui pelo menos um valor para cada um dos seus atributos.
 - ★ E.g. um EMPREGADO pode ter NumBI = '985634523', Nome = 'Rui Silva', Sexo = 'M' e Endereço = 'Rua do Comércio, 9 – 4150 Porto'.
- Tipo de atributos
 - ★ Simples ou atómico
 - ★ Composto
 - ★ Valor único
 - ★ Multi-valor
 - ★ Complexo
 - ★ Derivado
 - ★ Valor nulo

Tipo de Atributos

- **Simples ou atômico:** não é divisível.
 - ★ NumBI
 - ★ Sexo
- **Composto:** divisível em atributos simples com significado independente.
 - ★ O atributo Endereço pode ser decomposto em (Morada, Cidade, CódigoPostal).
 - ★ A composição de atributos pode ser hierárquica.
 - ★ O atributo Morada decomposto em (Rua, Número, Apartamento), leva a que Endereço seja visto como ((Rua, Número, Apartamento), Cidade, CódigoPostal).
- **Valor único:** só pode ter um único valor para cada entidade.
- **Multi-valor:** pode tomar um ou mais valores para cada entidade.
 - ★ Atributo GrauAcadémico (licenciado, mestre, doutor, ...).

Tipo de Atributos

- **Complexo:** formado por atributos compostos e multi-valor combinados arbitrariamente.
 - ★ E.g. o atributo GrauAcadémico pode ser decomposto em (Instituição, Ano, Grau, Área).
 - ★ E.g. o atributo Endereço pode ser decomposto em (Rua,Porta,Local,CP)
- **Derivado:** pode ser determinado a partir de outros atributos.
 - ★ E.g. o atributo Idade pode ser calculado a partir do atributo DataNasc.
- **Valor nulo (NULL):** quando o atributo não é aplicável.
 - ★ Se o atributo GrauAcadémico só se aplicar a pessoas com curso superior, o valor NULL significaria não aplicável, mas
 - ★ O valor NULL pode ser igualmente utilizado para situações em que o valor do atributo não é conhecido, ou quando o valor do atributo está em falta.

Entidades Tipo

▪ Entidade-tipo

- ★ Define o **esquema** (nome e lista de atributos) **para um conjunto de entidades que partilham a mesma estrutura** (atributos).
- ★ Esquema para EMPREGADO: EMPREGADO(NumBI, Nome, Sexo, Endereço)

▪ Atributos chave de uma entidade-tipo

- ★ **Conjunto mínimo de atributos que permite identificar de forma única cada entidade**.
- ★ O atributo NumBI da entidade-tipo EMPREGADO é um atributo chave porque todas as pessoas possuem um número de bilhete de identidade único.
- ★ Um atributo chave pode ser constituído por mais do que um atributo e pode conter **atributos compostos**. O atributo composto Registo(Matricula, País) é um atributo chave da entidade-tipo CARRO.
- ★ Uma entidade-tipo pode ter mais do que uma chave, e.g. os atributos Registo e NumQuadro são ambas chaves da entidade-tipo CARRO(Registo(Matricula, País), Marca, Modelo, Ano, NumQuadro).

Convenções de Sintaxe (representação)

- Entidades-tipo com todas as letras em maiúscula
 - ★ EMPREGADO
- Atributos com a primeira letra de cada palavra em maiúscula
 - ★ Nome
- Atributos chave sublinhados
 - ★ NumBI
- Atributos compostos entre parêntesis
 - ★ Registo(Matricula, País)
- Atributos multi-valor entre chavetas
 - ★ {GrauAcadémico}

BD EMPRESA - requisitos

- Uma determinada empresa está organizada por departamentos. A cada departamento está associado um nome único, um número único, um empregado que é o gerente e a data em que este começou a gerir o departamento. Um departamento pode ter várias localizações.
- Cada departamento controla um determinado número de projetos. Cada projeto tem um nome único, um número único e uma localização única.
- Para os empregados é necessário guardar o nome (próprio e de família), número do BI, endereço, salário, sexo, data de nascimento e o correspondente supervisor.
- Cada empregado pertence a um único departamento, mas pode trabalhar em vários projetos, que não são necessariamente controlados pelo mesmo departamento. Para cada projeto é necessário tomar nota do número de horas por semana que cada empregado nele trabalha.
- Para efeitos de seguro é necessário conhecer os dependentes de cada empregado, ou seja, nome, sexo, data de nascimento e grau de parentesco.

BD EMPRESA – Entidades Tipo (1)

- Uma determinada empresa está organizada por departamentos. A cada **departamento** está associado um **nome** único, um **número** único, um **empregado** que é o **gerente** e a **data** em que este começou a **gerir** o **departamento**. Um departamento pode ter várias localizações.

★ DEPARTAMENTO(Nome, Num, Gerente(Empregado, GerenteData), {Localização})

- Cada departamento controla um determinado número de projetos. Cada **projeto** tem um **nome** único, um **número** único e uma **localização** única.

★ PROJETO(Nome, Num, Localização, Departamento)

BD EMPRESA – Entidades Tipo (2)

- Para os **empregados** é necessário guardar o **nome** (próprio e de família), **número do BI**, **endereço**, **salário**, **sexo**, **data de nascimento** e o correspondente supervisor.
 - ★ EMPREGADO(Nome(Próprio, Família), NumBI, Endereço, Salário, Sexo, DataNasc, Supervisor, Departamento)
- Cada **empregado pertence** a um único departamento, mas pode trabalhar em vários projetos, que não são necessariamente controlados pelo mesmo departamento. Para cada **projeto** é necessário tomar nota do **número de horas** por semana que cada **empregado** nele **trabalha**.
- Para efeitos de seguro é necessário conhecer os **dependentes** de cada **empregado**, ou seja, o **nome**, **sexo**, **data de nascimento** e **grau de parentesco**.
 - ★ DEPENDENTE(Empregado, Nome, Sexo, DataNasc, GrauParentesco)

BD EMPRESA – modelo de entidades

- Entidades-tipo
 - ★ DEPARTAMENTO(Nome, Num, Gerente(Empregado, GerenteData), {Localização})
 - ★ PROJETO(Nome, Num, Localização, Departamento)
 - ★ EMPREGADO(Nome(Próprio, Família), NumBI, Endereço, Salário, Sexo, DataNasc, Supervisor, Departamento)
 - ★ DEPENDENTE(Empregado, Nome, Sexo, DataNasc, GrauParentesco)

- Para representar o número de horas que cada empregado trabalha num projeto e o facto de que um empregado pode trabalhar em vários projetos, podemos optar por:
 - ★ **Atributo composto multi-valor na entidade-tipo EMPREGADO**
 - {TrabalhaEm(Projeto, Horas)}

 - ★ **Atributo composto multi-valor na entidade-tipo PROJETO**
 - {Empregados(Empregado, Horas)}

BD EMPRESA – Relacionamentos (1)

- No esquema anterior existem alguns **relacionamentos implícitos**. Isso acontece quando **um atributo de uma entidade refere outra entidade**.
 - ★ DEPARTAMENTO(Nome, Num, Gerente(**Empregado**, GerenteData), {Localização})
 - ★ PROJECTO(Nome, Num, Localização, **Departamento**)
 - ★ EMPREGADO(Nome(Próprio, Família), NumBI, Endereço, Salário, Sexo, DataNasc, **Supervisor**, **Departamento**, {TrabalhaEm(**Projecto**, Horas)})
 - ★ DEPENDENTE(**Empregado**, Nome, Sexo, DataNasc, GrauParentesco)
- No modelo ER estas referências não devem ser representadas por atributos mas sim por relacionamentos.
 - ★ DIRIGE(EMPREGADO, DEPARTAMENTO)
 - ★ CONTROLA(DEPARTAMENTO, PROJECTO)
 - ★ SUPERVISIONA(EMPREGADO, EMPREGADO)
 - ★ TRABALHA_PARA(EMPREGADO, DEPARTAMENTO)
 - ★ TRABALHA_EM(EMPREGADO, PROJECTO)
 - ★ DEPENDE_DE(DEPENDENTE, EMPREGADO)
- Estes relacionamentos derivam dos requisitos dados como podemos ver a seguir.

BD EMPRESA – Relacionamentos (2)

- A cada departamento está associado um nome único, um número único, um empregado que é o gerente e a data em que este começou a **gerir** o departamento.
 - ★ DIRIGE(EMPREGADO, DEPARTAMENTO)
- Cada departamento controla um determinado número de projetos. Cada projeto tem um nome único, um número único e uma localização única.
 - ★ CONTROLA(DEPARTAMENTO, PROJECTO)
- Para os empregados é necessário guardar o nome (próprio e de família), número do BI, endereço, salário, sexo, data de nascimento e o correspondente supervisor.
 - ★ SUPERVISIONA(EMPREGADO, EMPREGADO)
- Cada empregado pertence a um único departamento, mas pode trabalhar em vários projetos, que não são necessariamente controlados pelo mesmo departamento.
 - ★ TRABALHA_PARA(EMPREGADO, DEPARTAMENTO)
 - ★ TRABALHA_PARA(EMPREGADO, PROJECTO)

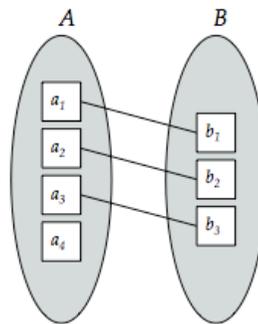
Relacionamentos – definição e conceitos

- Um relacionamento (associação ou relação) representa uma ligação entre uma, ou mais, entidades.
- **Grau de um relacionamento**
 - ★ É o número de entidades que participam no relacionamento.
- **Relacionamento binário** (envolve 2 entidades)
 - ★ TRABALHA_PARA(EMPREGADO, DEPARTAMENTO)
- **Relacionamento ternário**
 - ★ FORNECE(FORNECEDOR, PRODUTO, PROJECTO)
- Os **relacionamentos** podem ser **recursivos**
 - ★ SUPERVISIONA(EMPREGADO, EMPREGADO)
- Os **relacionamentos** podem ter **atributos**
 - ★ TRABALHA_EM(EMPREGADO, PROJECTO, Horas)

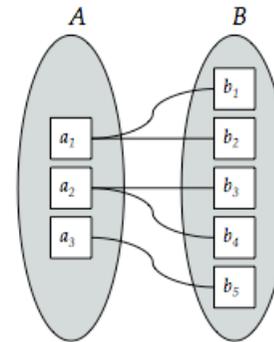
Restrições nos Relacionamentos (1)

- As restrições nos relacionamentos permitem limitar as combinações possíveis entre as entidades que participam num relacionamento.
- Restrição de cardinalidade:** restrição que especifica como se relacionam as entidades.

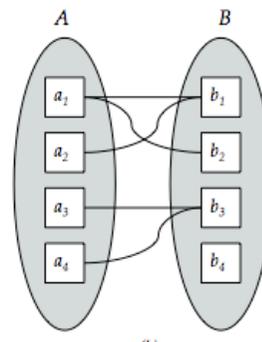
★ **1:1 (um-para-um)**



★ **1:N ou N:1 (um-para-muitos ou muitos-para-um)**



★ **M:N (muitos-para-muitos)**



Restrições nos Relacionamentos (2)

- **Restrição de participação:** restrição que especifica se a existência de cada instância de uma entidade-tipo depende ou não das outras entidades-tipo participantes no relacionamento.
 - ★ **Total (dependência existencial):** quando todas as instâncias de uma entidade-tipo estão relacionadas com instâncias das outras entidades-tipo participantes no relacionamento.
 - ★ **Parcial:** quando não se espera que todas as instâncias de uma entidade-tipo participem no relacionamento.

- Exemplos:
 - ★ Participação total
 - TRABALHA_PARA(EMPREGADO, DEPARTAMENTO)
 - DIRIGE(EMPREGADO, DEPARTAMENTO)
 - ★ Participação parcial
 - DIRIGE(EMPREGADO, DEPARTAMENTO)

Nota: todos departamentos têm um empregado que o dirige (participação total); mas nem todos os empregados são gerentes de um departamento (participação parcial).

Restrições nos Relacionamentos (2)

- Exemplos de restrições de cardinalidade:
 - ★ Cardinalidade 1:1
 - DIRIGE(EMPREGADO, DEPARTAMENTO)
 - ★ Cardinalidade 1:N
 - CONTROLA(DEPARTAMENTO, PROJETO)
 - ★ Cardinalidade N:1
 - TRABALHA_PARA(EMPREGADO, DEPARTAMENTO)
 - ★ Cardinalidade M:N
 - TRABALHA_EM(EMPREGADO, PROJETO, Horas)

Entidades Fracas

- Quando uma entidade-tipo não possui atributos chave é designada por **entidade fraca**. **Entidades fracas estão sempre relacionadas** (relacionamento identificador) **com outra entidade-tipo** (entidade identificadora).
 - ★ Entidade fraca: DEPENDENTE
 - ★ Entidade identificadora: EMPREGADO
 - ★ Relacionamento identificador: DEPENDE_DE
- Uma entidade fraca tem sempre **participação total** no relacionamento identificador.
- Uma entidade fraca possui normalmente uma chave parcial, que é o conjunto de atributos que identificam de forma única cada instância da entidade fraca face à mesma entidade identificadora.
 - ★ DEPENDENTE(Nome, Sexo, DataNasc, GrauParentesco)

Modelo ER da BD EMPRESA

■ Entidades-tipo

- ★ DEPARTAMENTO(Nome, Num, {Localização})
- ★ PROJETO(Nome, Num, Localização)
- ★ EMPREGADO(Nome(Próprio, Família), NumBI, Endereço, Salário, Sexo, DataNasc)

■ Entidades fracas

- ★ DEPENDENTE(Nome, Sexo, DataNasc, GrauParentesco)

■ Relacionamentos

- ★ DIRIGE(EMPREGADO, DEPARTAMENTO, GerenteData) 1:1 parcial/total
- ★ CONTROLA(DEPARTAMENTO, PROJETO) 1:N parcial/total
- ★ SUPERVISIONA(EMPREGADO, EMPREGADO) 1:N parcial/parcial
- ★ TRABALHA_PARA(EMPREGADO, DEPARTAMENTO) N:1 total/total
- ★ TRABALHA_EM(EMPREGADO, PROJETO, Horas) M:N total/total
- ★ DEPENDE_DE(DEPENDENTE, EMPREGADO) N:1 total/parcial

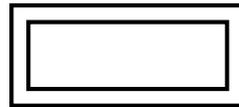
Diagramas ER

Permitem representar graficamente o modelo ER, i.e. As entidades, atributos, relacionamentos e correspondentes restrições.

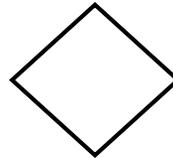
▪ Entidade-tipo



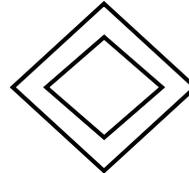
▪ Entidade fraca



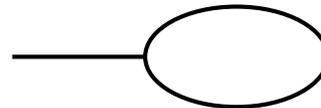
▪ Relacionamento



▪ Relacionamento identificador



▪ Atributo

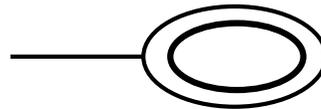


▪ Atributo chave

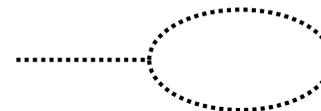


Diagramas ER

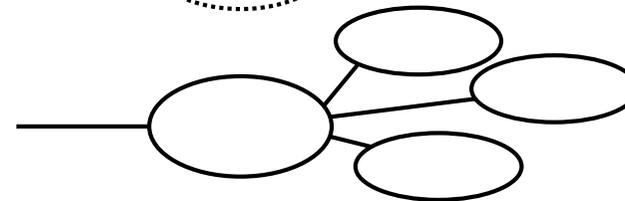
- Atributo multi-valor



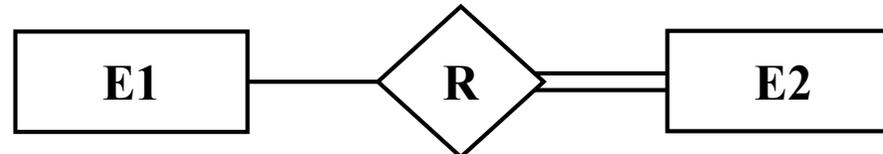
- Atributo derivado



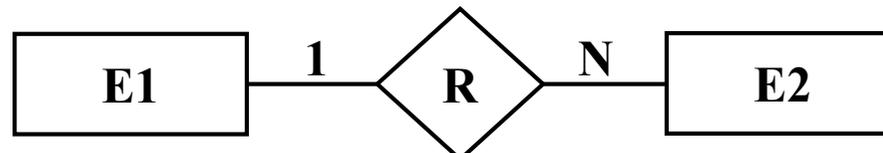
- Atributo composto



- Participação total de E2 em R



- Cardinalidade 1:N



- Restrição estrutural de participação de E em R

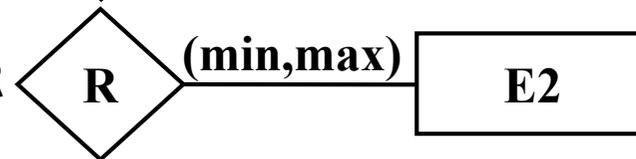
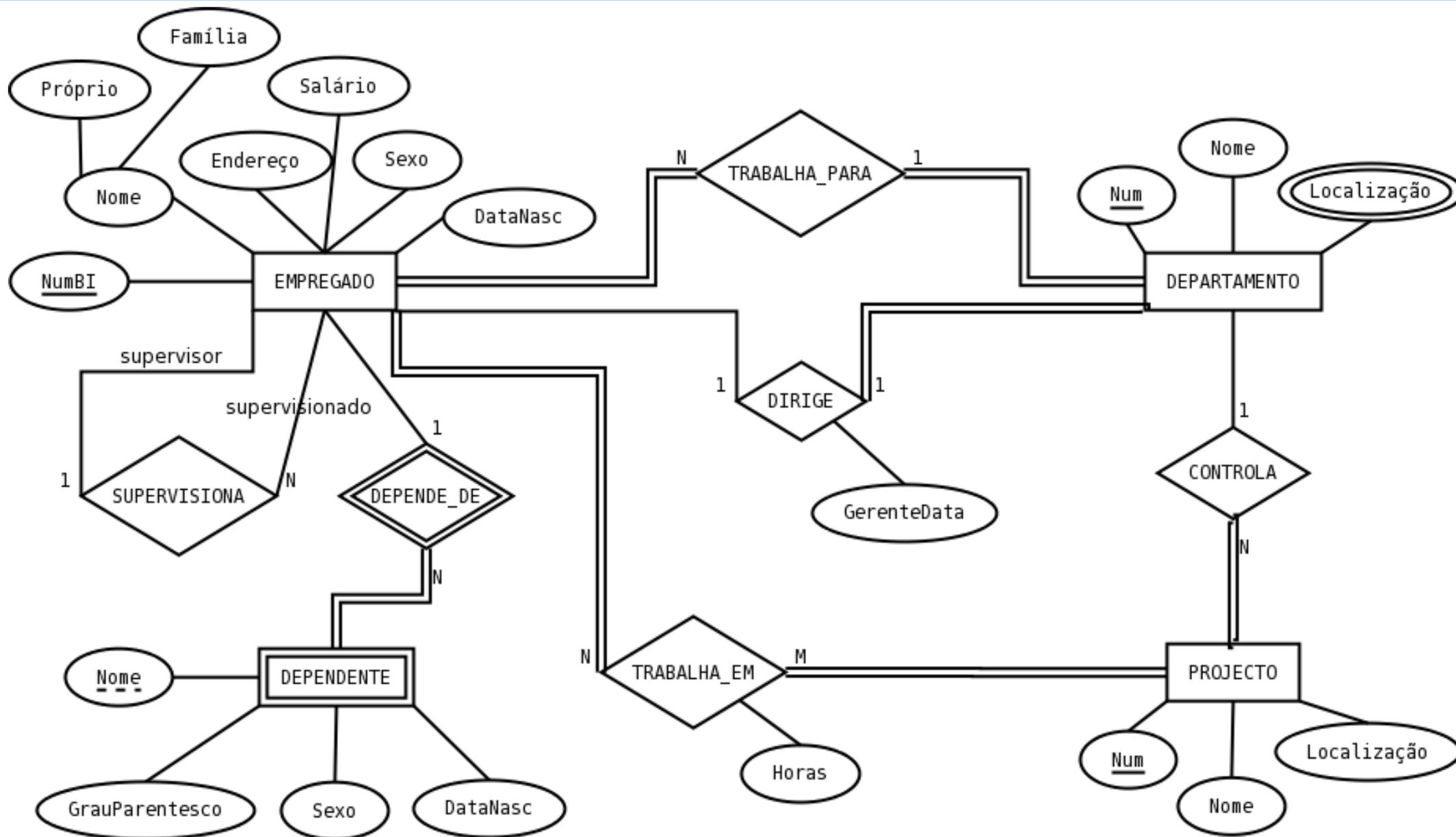


Diagrama ER da BD EMPRESA



Convenções para Diagramas ER

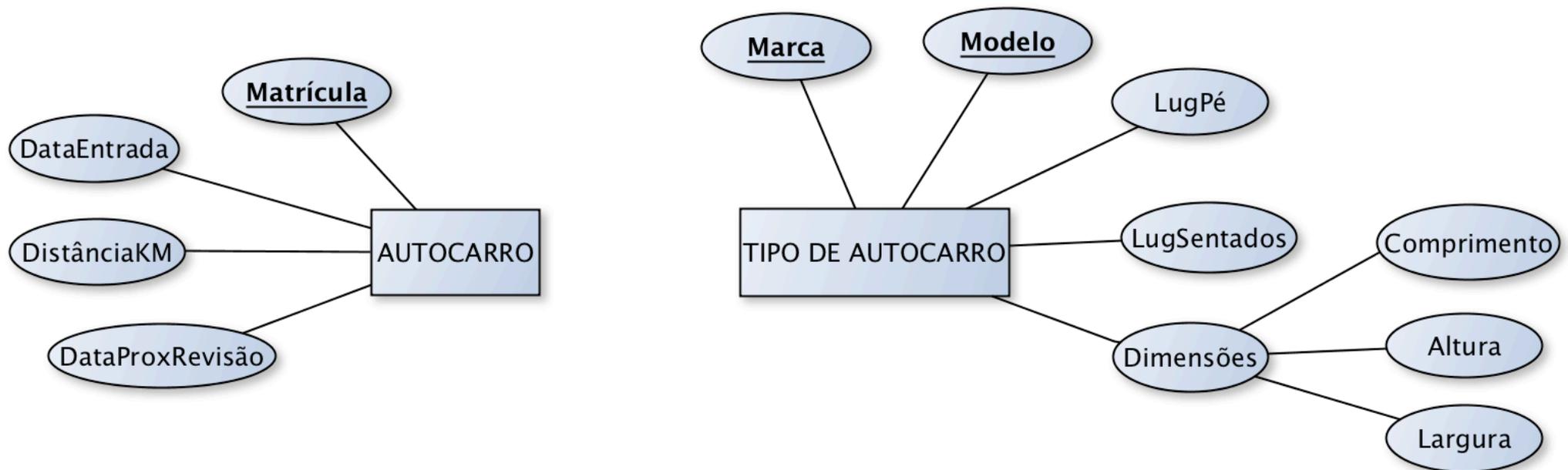
- Entidades
 - ★ Nomes no singular com todas as letras em maiúscula.
- Atributos
 - ★ Nomes no singular ou plural com a primeira letra de cada palavra em maiúscula.
- Relacionamentos
 - ★ Verbos (ou nomes) com todas as letras em maiúscula.
 - ★ Devem fazer sentido ao serem lidos da esquerda para a direita ou de cima para baixo.
 - ★ DEPENDE_DE(DEPENDENTE, EMPREGADO) não respeita a convenção de leitura. Utilizar, por exemplo, TEM_DEPENDENTE(EMPREGADO, DEPENDENTE).

- Os STCP pretendem construir uma BD sobre os percursos dos seus autocarros.
- A base de dados deve guardar informação relativa aos **autocarros**, como sejam a **matrícula**, a **data de entrada em serviço**, o **número de quilómetros**, a **data da próxima revisão** e o **tipo de autocarro**. Cada **tipo de autocarro** tem uma **marca**, um **modelo**, um **número de lugares sentados** e um **número de lugares de pé**.
- A base de dados deve guardar também informação relativa aos **percursos**. Um **percurso** é identificado por um **número** (200, 207, ...) e tem uma **distância total** em quilómetros.
- Os percursos percorrem **paragens**. As **paragens** têm um **número identificador**, um **nome**, e uma **localização decomposta em local, rua e número**. Existe um percurso especial (número 0) para quando um autocarro mais o respectivo condutor são alugados, e este percurso não percorre paragens.

- Existem limitações aos percursos que um determinado tipo de autocarro pode fazer, inerentes às suas **dimensões**. Estas limitações devem ficar registadas na base de dados.
- Deve ser guardada também informação relativa aos **condutores**, como sejam o **número de BI**, o **nome**, a **morada**, a **data de entrada em serviço** e **os percursos que cada condutor está habilitado a fazer** (um condutor pode estar habilitado a fazer vários percursos).
- Na base de dados deve ficar registada também informação operacional diária, correspondente ao registo de **saídas**. Existem três **turnos** de saída, 6h, 14h e 22h. Um autocarro e um condutor fazem no máximo uma saída por dia, podendo não fazer nenhuma. A informação do registo de saída inclui a **data**, o **turno**, o **condutor**, o **autocarro** e o **percurso atribuído**.

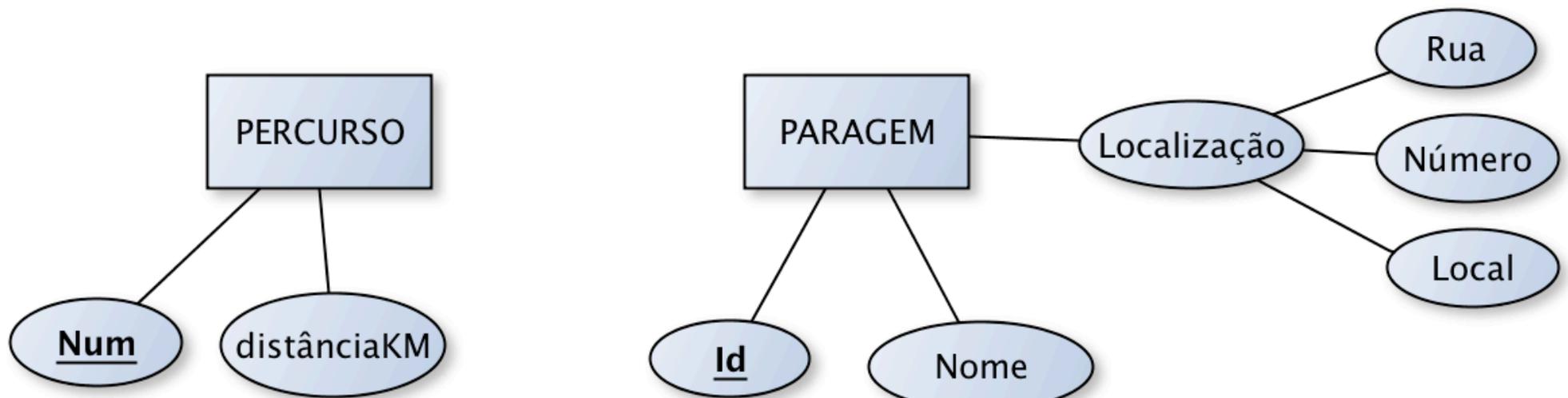
BD STCP – Diagrama ER (1)

- A base de dados deve guardar informação relativa aos **autocarros**, como sejam a **matrícula**, a **data de entrada em serviço**, o **número de quilómetros**, a **data da próxima revisão** e o **tipo de autocarro**. Cada **tipo de autocarro** tem uma **marca**, um **modelo**, um **número de lugares sentados** e um **número de lugares de pé**.



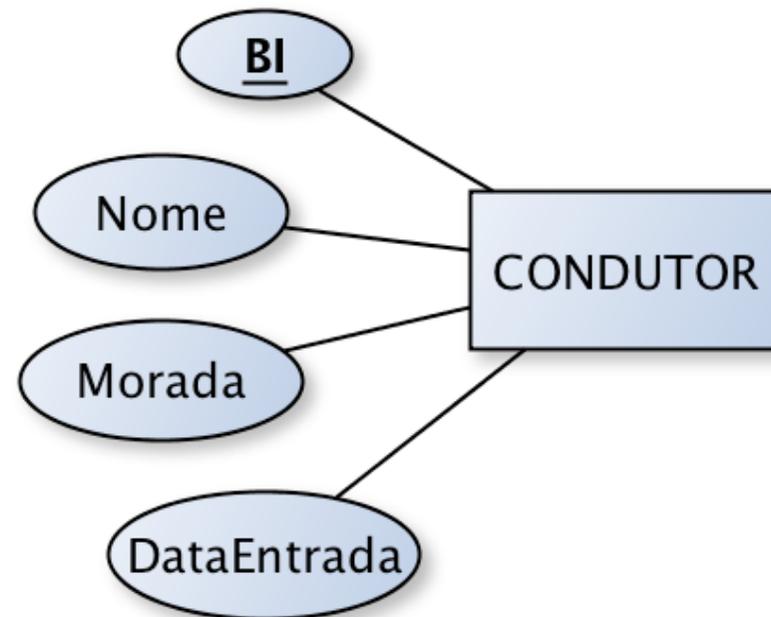
BD STCP – Diagrama ER (2)

- A base de dados deve guardar também informação relativa aos **percursos**. Um **percurso** é identificado por um **número** (200, 207, ...) e tem uma **distância total** em quilómetros.
- Os percursos percorrem **paragens**. As **paragens** têm um **número identificador**, um **nome**, e uma **localização decomposta em local, rua e número**. Existe um percurso especial (número 0) para quando um autocarro mais o respectivo condutor são alugados, e este percurso não percorre paragens.

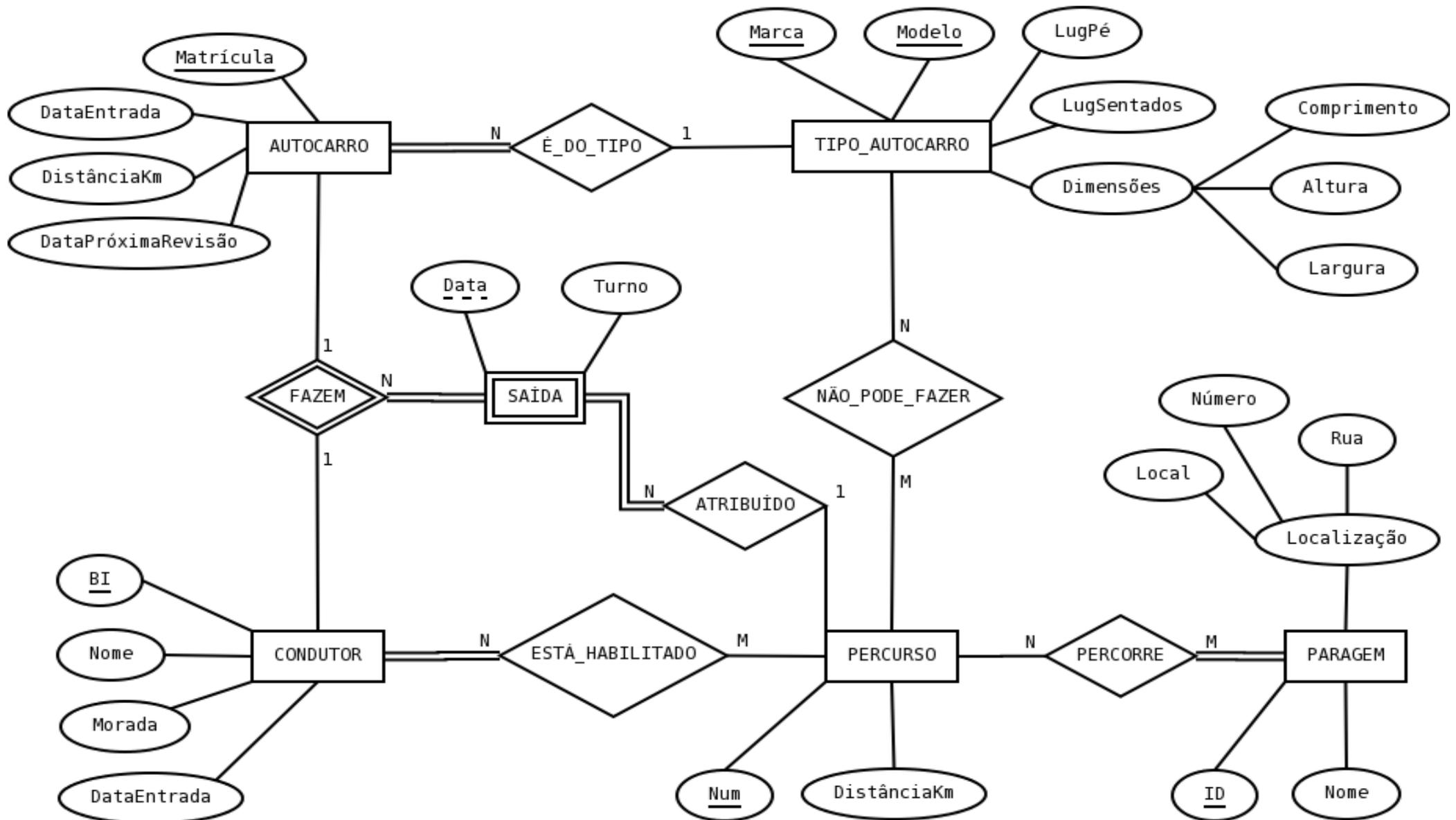


BD STCP – Diagrama ER (3)

- Deve ser guardada também informação relativa aos **condutores**, como sejam o número de BI, o nome, a morada, a data de entrada em serviço e os percursos que cada condutor está habilitado a fazer (um condutor pode estar habilitado a fazer vários percursos).

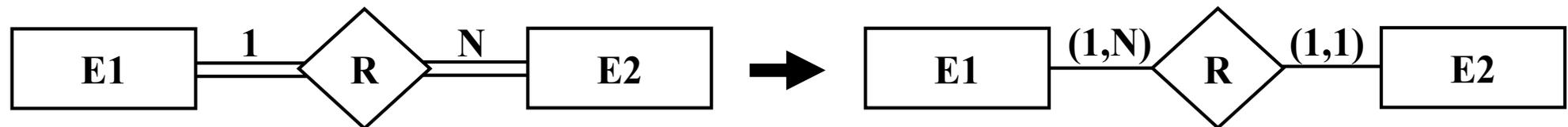
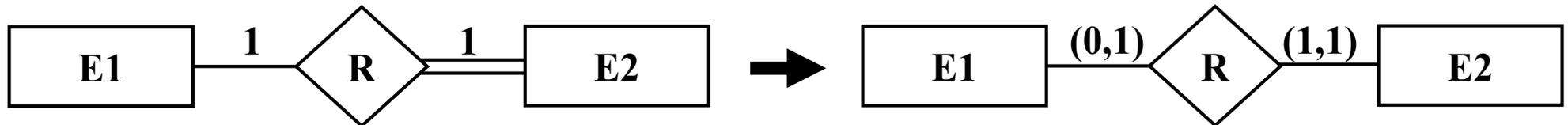
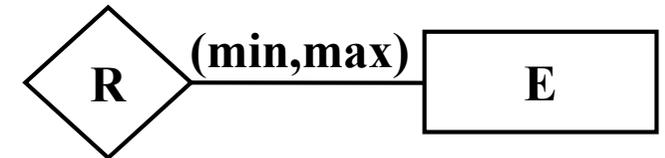


Nota: Falta ainda tratar as saídas (entidade) e os relacionamentos entre entidades.



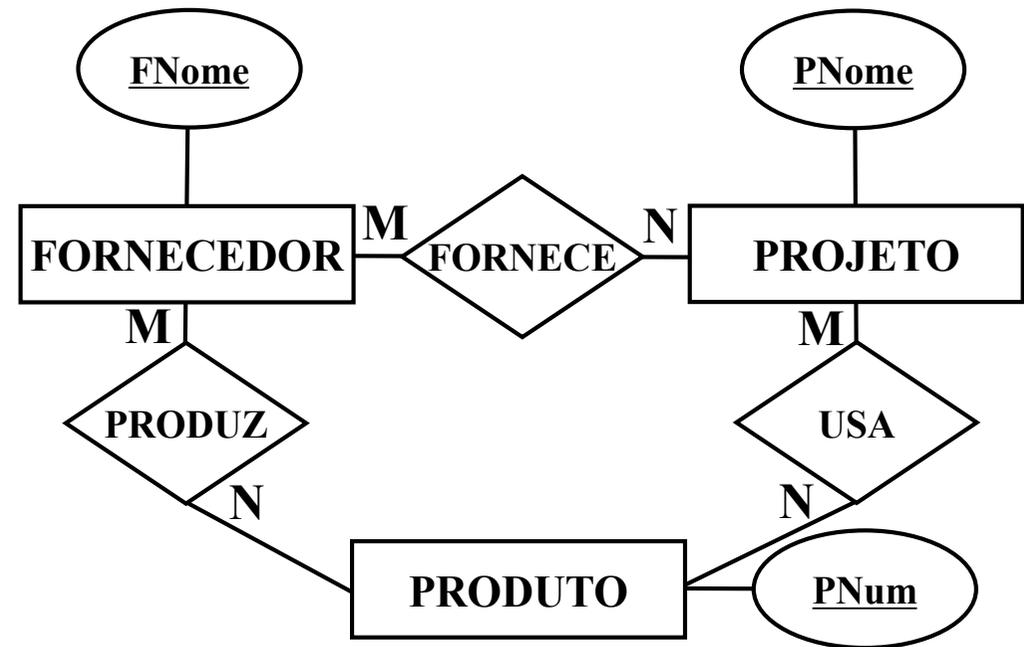
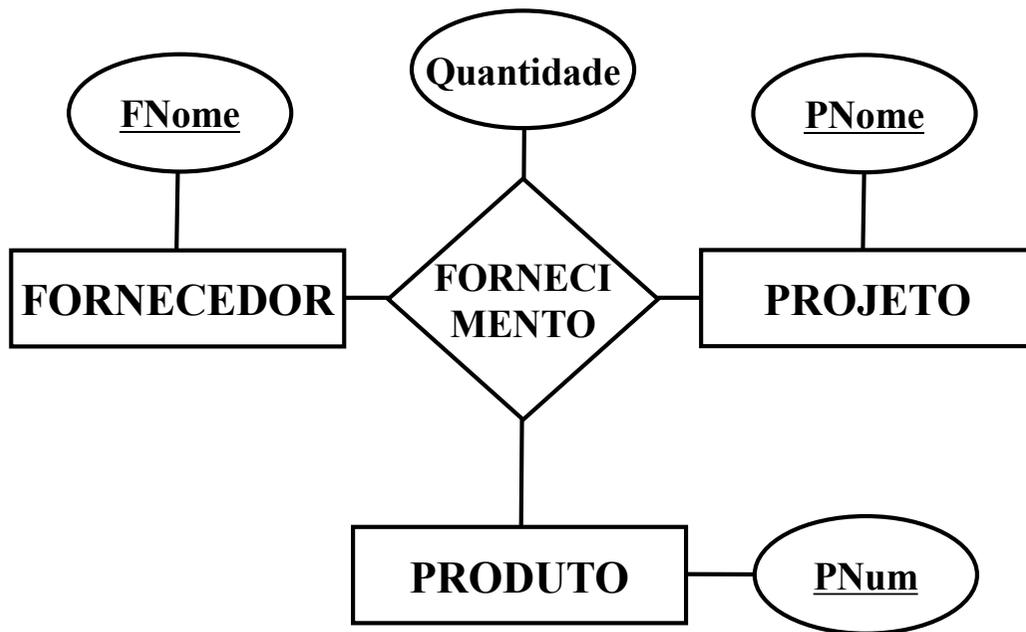
Restrição Estrutural

- Alternativa de representação da restrição de participação.
- Entidade E tem participação **(min,max)** no relacionamento R.
Cada instância de E participa pelo menos em **min** e no máximo em **max** relacionamentos de R, ou seja, $0 \leq \min \leq \max$ e $\max \geq 1$.
- A participação é **parcial** quando **min = 0**.
- A participação é **total** quando **min > 0**.



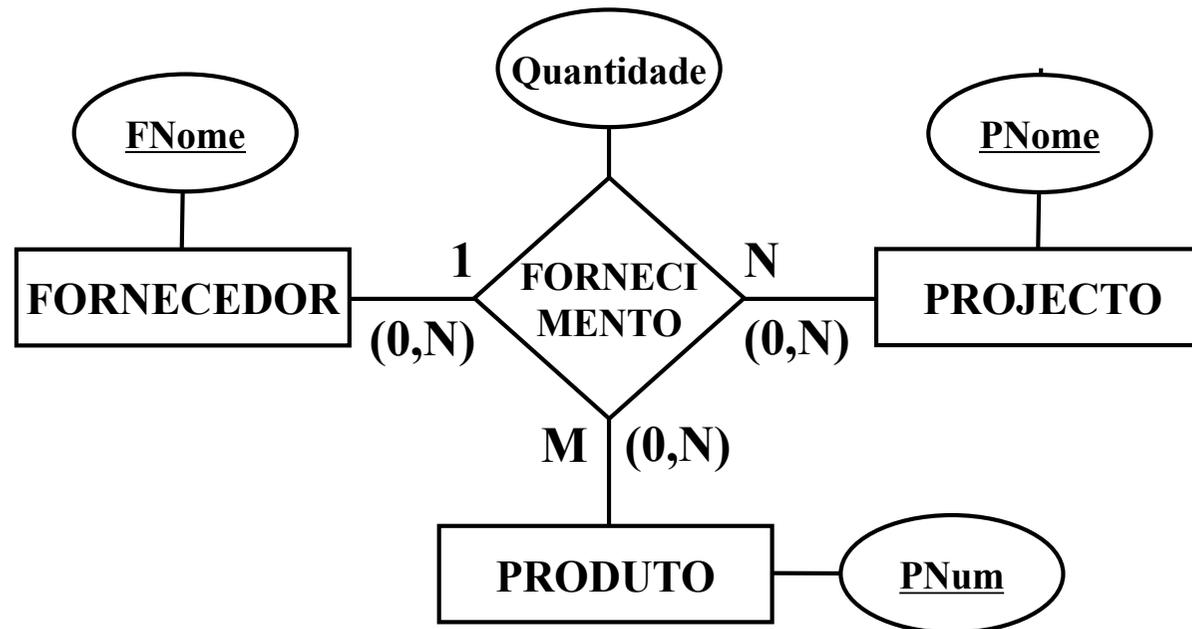
Relacionamentos Ternários

- Em geral, um relacionamento ternário representa informação diferente da que é representada por três relacionamentos binários.
 - ★ O fornecedor F fornece o produto X ao projeto P.
 - ★ O fornecedor F fornece o projeto P, o projeto P usa o produto X, e o fornecedor F produz o produto X.



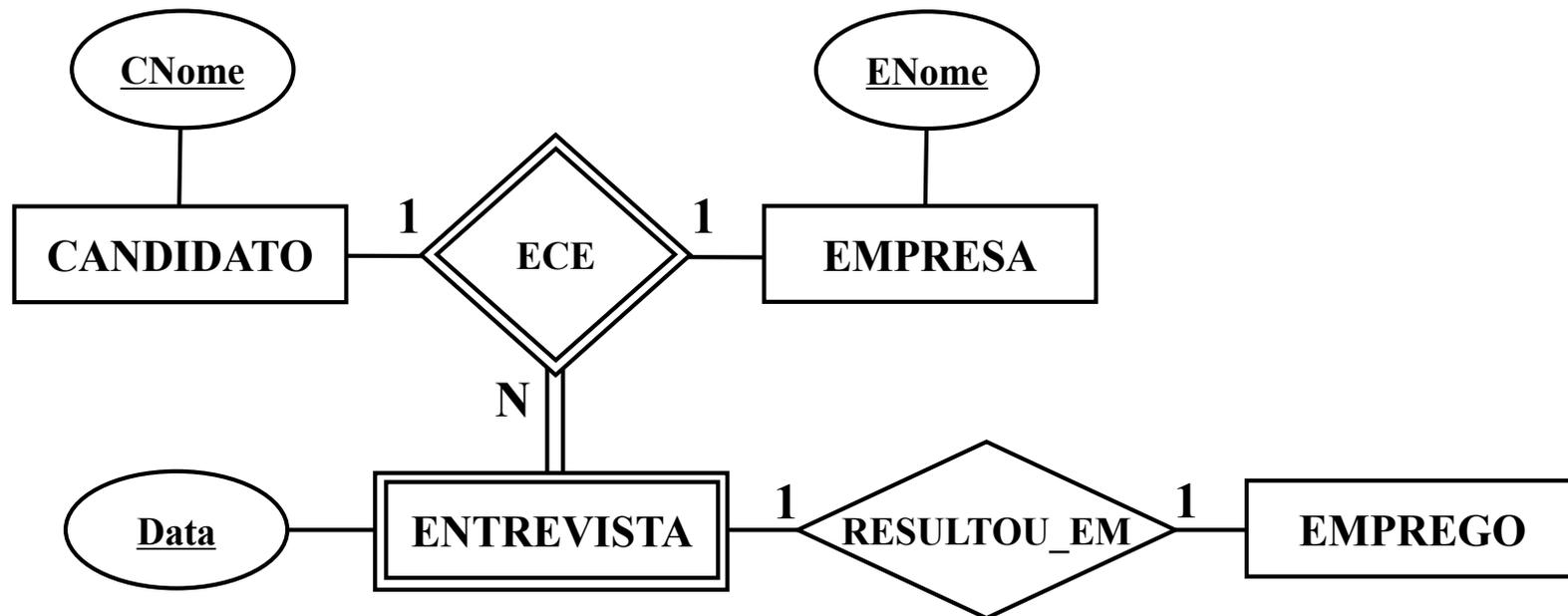
Relacionamentos Ternários

- Podemos também incluir restrições de cardinalidade e/ou estruturais para modelar um relacionamento ternário.
- Por exemplo, a restrição de cardinalidade 1 em FORNECEDOR significa que para cada par projeto-produto existe apenas um único fornecedor, ou seja, que cada relacionamento (F, X, P) entre instâncias das três entidades é identificado unicamente pelo par (X, P).



Relacionamentos Ternários

- Também é possível ter entidades fracas envolvidas num relacionamento ternário, ou seja, ter uma entidade fraca relacionada com duas entidades identificadoras.
- Isso significa que cada instância da entidade fraca depende das duas entidades identificadoras e que cada par de instâncias das duas entidades identificadoras pode identificar várias instâncias da entidade fraca.



O Modelo ER Estendido (EER)

- O modelo ER não suporta alguns conceitos semânticos necessários para modelar bases de dados mais recentes. O modelo EER (Extended-ER ou Enhanced-ER) é uma extensão ao modelo ER que incorpora os seguintes conceitos semânticos:
 - ★ Subclasses
 - ★ Superclasses
 - ★ Herança de atributos
 - ★ Especialização
 - ★ Generalização
 - ★ Categorias

Subclasses e Superclasses

- Uma entidade-tipo pode ser dividida em **subgrupos que possuem características próprias**.
 - ★ A entidade-tipo EMPREGADO pode ser dividida nos subgrupos SECRETÁRIA, ENGENHEIRO, TÉCNICO, DIRETOR, ...
- O conjunto de subgrupos de uma mesma entidade-tipo são as suas **subclasses**.
 - ★ SECRETÁRIA, ENGENHEIRO, TÉCNICO e DIRETOR são subclasses de EMPREGADO.
- A **entidade-tipo que é comum a um conjunto de subclasses** é a **superclasse**.
 - ★ EMPREGADO é a superclasse de SECRETÁRIA, ENGENHEIRO, TÉCNICO e DIRETOR.
- Este tipo de relacionamento é designado por relacionamento superclasse/subclasse ou **relacionamento ISA**.
 - ★ ISA(ENGENHEIRO, EMPREGADO)
 - ★ ISA(DIRETOR, EMPREGADO)

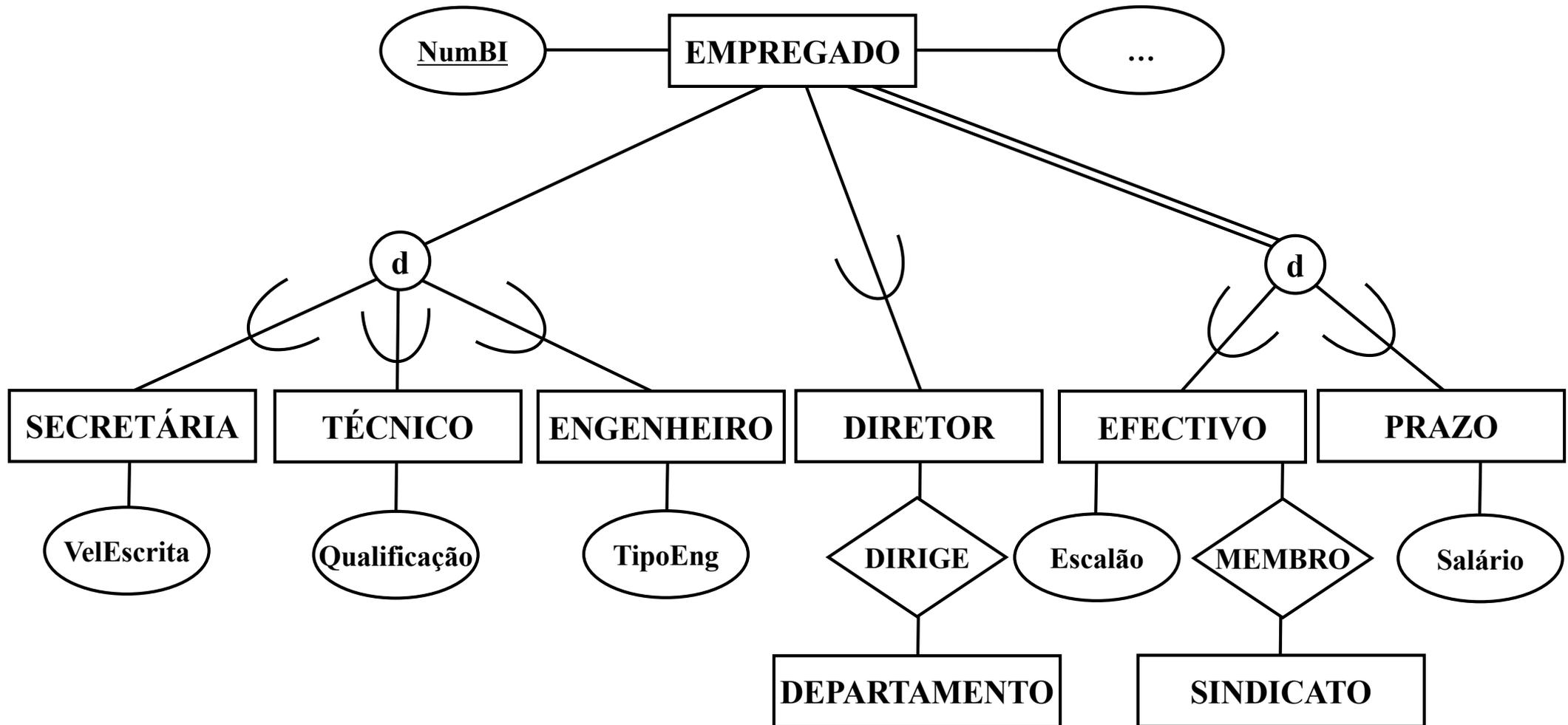
Subclasses e Superclasses

- Uma instância de uma subclasse representa a **mesma** entidade de uma instância da superclasse.
 - ★ A instância X da subclasse DIRETOR é a mesma entidade representada pela instância X da superclasse EMPREGADO.
- Uma entidade não pode existir na BD pertencendo apenas a uma subclasse, tem que pertencer também à superclasse.
- Uma entidade da superclasse não tem que pertencer a uma das subclasses.
- Uma entidade da superclasse pode pertencer a uma ou mais subclasses.
 - ★ X pode pertencer simultaneamente às subclasses ENGENHEIRO e DIRETOR.

Subclasses e Superclasses

- Porquê a divisão em subclasses?
 - ★ Certos atributos podem aplicar-se apenas a **algumas** instâncias da superclasse.
 - ★ Alguns relacionamentos podem fazer sentido apenas para a subclasse e não para todas as instâncias da superclasse.
- As subclasses podem ter **atributos específicos** (locais à subclasse).
 - ★ Atributo Qualificação para a subclasse TÉCNICO.
- As subclasses podem participar em relacionamentos com outras subclasses ou entidades-tipo.
 - ★ DIRIGE(DIRETOR, DEPARTAMENTO)

Diagrama EER

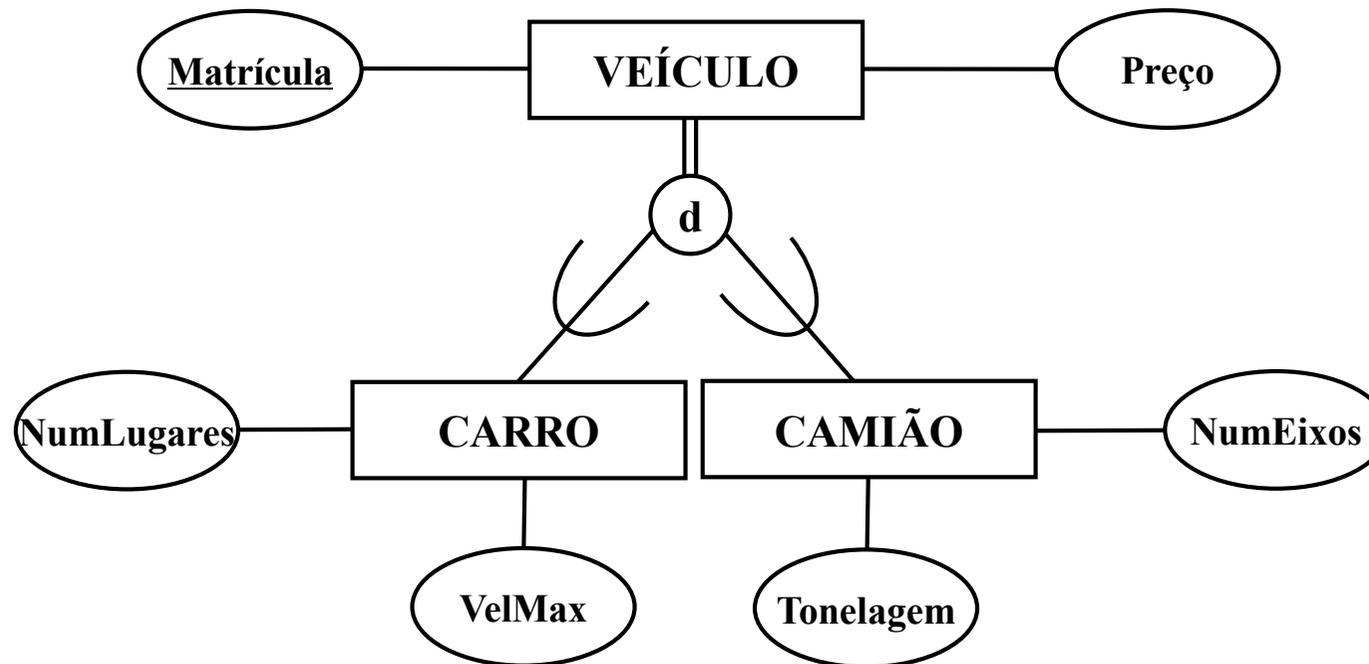


Especialização

- **Especialização** é o processo de caracterizar as subclasses de uma superclasse com base numa determinada característica distintiva.
 - ★ SECRETÁRIA, ENGENHEIRO e TÉCNICO especializam EMPREGADO com base no **tipo de trabalho**.
- Uma superclasse pode ter várias especializações com base em diferentes características.
 - ★ EFECTIVO e PRAZO é uma outra especialização de EMPREGADO com base no tipo de contrato.
- **Herança de atributos**
 - ★ Para além dos seus atributos e relacionamentos específicos, **as subclasses herdam todos os atributos e todos os relacionamentos da superclasse**.
 - ★ Uma subclasse com os seus atributos e relacionamentos juntamente com os atributos e relacionamentos herdados da superclasse pode ser vista como uma **entidade-tipo**.

Generalização

- **Generalização** é o processo funcionalmente inverso da especialização no qual se identificam as características comuns que passarão a caracterizar uma nova superclasse que generaliza as entidades-tipo originais.
 - ★ CARRO(Matrícula, NumLugares, VelMax, Preço)
 - ★ CAMIÃO(Matrícula, NumEixos, Tonelagem, Preço)



Restrições na Especialização/Generalização

- **Especialização disjunta** (d) 
 - ★ Especifica que cada entidade da superclasse pode pertencer no máximo a uma subclasse de especialização.
- **Especialização com sobreposição** (o) 
 - ★ Especifica que cada entidade da superclasse pode pertencer a mais do que uma subclasse.
- **Especialização total** (linha dupla nos diagramas)
 - ★ Especifica que as entidades da superclasse têm de pertencer a pelo menos uma subclasse.
- **Especialização parcial** (linha simples nos diagramas)
 - ★ Especifica que as entidades da superclasse podem não pertencer a qualquer subclasse.

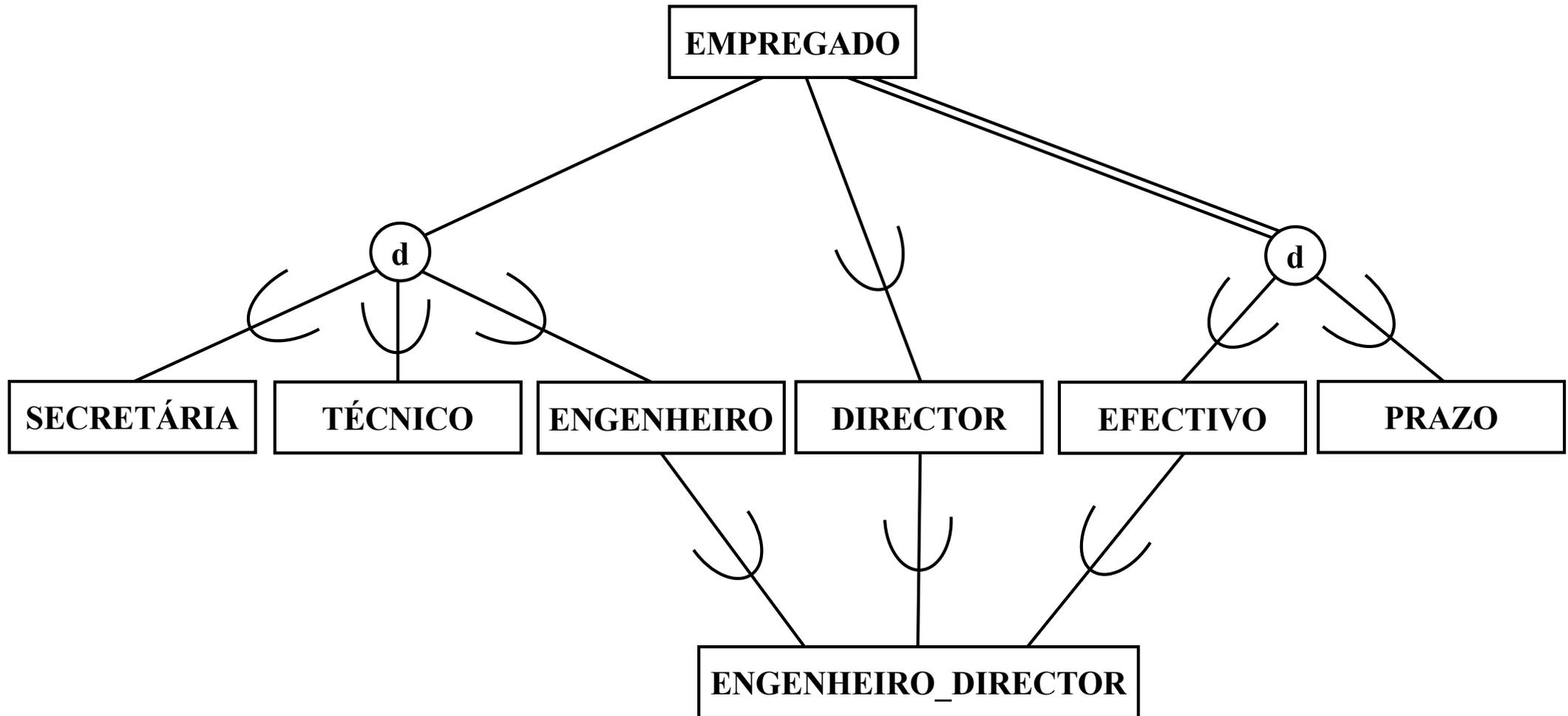
Restrições na Especialização/Generalização

- Temos assim 4 tipos de combinações possíveis:
 - ★ Especialização disjunta total
 - ★ Especialização disjunta parcial
 - ★ Especialização com sobreposição total
 - ★ Especialização com sobreposição parcial
- O tipo de especialização a utilizar deve ter em conta o significado que se pretende representar na BD.
- Normalmente, a generalização de uma superclasse é total, pois contém apenas as entidades das subclasses de onde foi derivada.

Hierarquia de Subclasses

- Uma subclasse também pode ser especializada noutras subclasses, sendo ao mesmo tempo uma subclasse e uma superclasse.
- Por outro lado, uma subclasse também pode ter mais do que uma superclasse, e nesse caso é designada por **subclasse partilhada**.
- Uma entidade numa subclasse partilhada tem que pertencer a todas as suas superclasses e herda os atributos de todas elas (**herança múltipla**).
- Um diagrama com subclasses de subclasses forma uma **hierarquia de classes**.
- Numa hierarquia de classes, uma subclasse herda não só os atributos das suas superclasses, mas também os atributos de todas as superclasses precedentes.

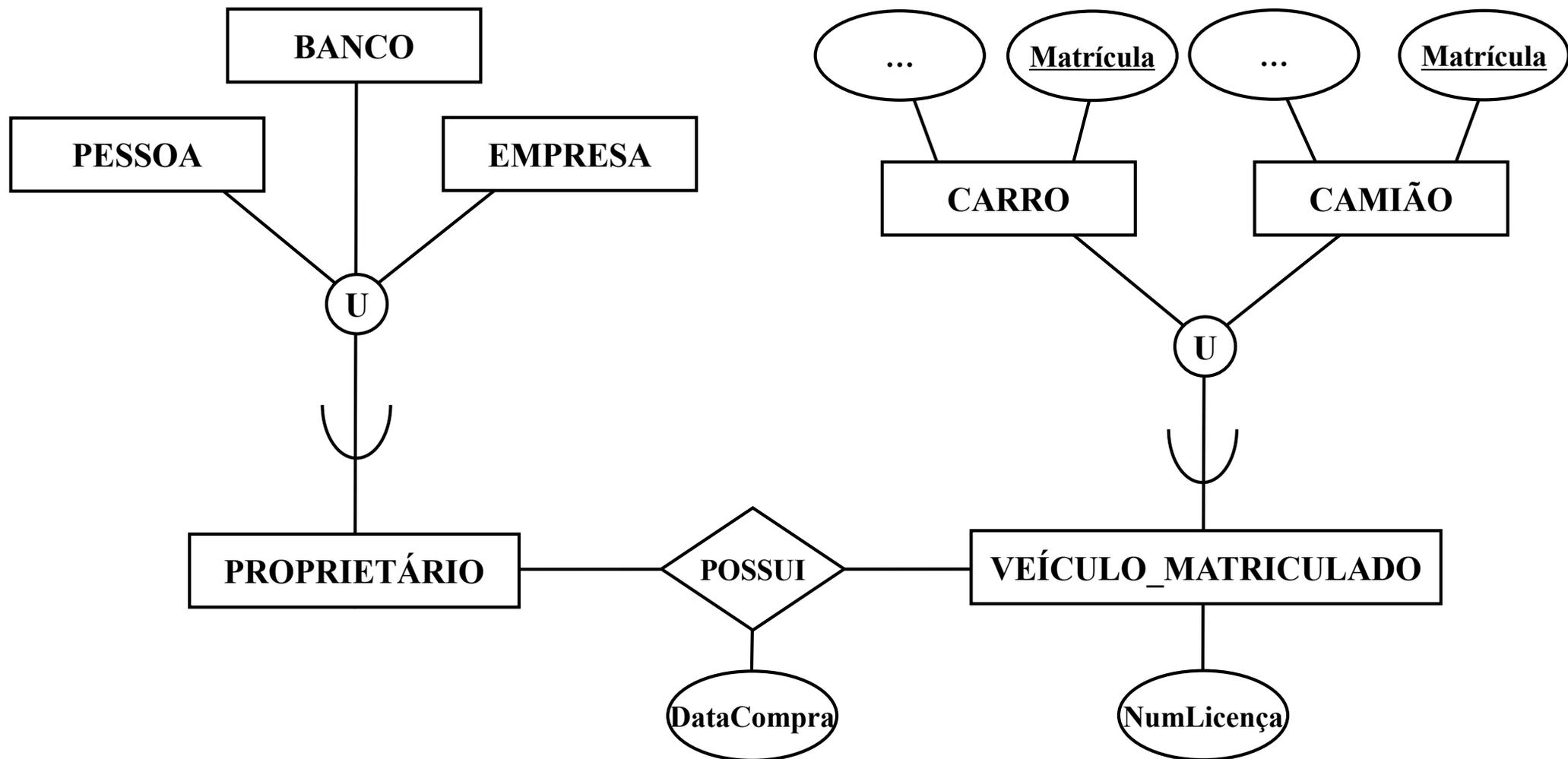
Hierarquia de Subclasses



Categorias (union type)

- O conjunto de relacionamentos superclasse/subclasse correspondentes a uma subclasse partilhada representam sempre a mesma entidade.
- Se os relacionamentos superclasse/subclasse de uma subclasse representarem entidades diferentes então diz-se que a subclasse é uma **categoria**.
 - ★ As entidades-tipo PESSOA, BANCO e EMPRESA podem ser agrupadas numa categoria comum PROPRIETÁRIO.
- Uma entidade não pode existir na BD pertencendo apenas a uma categoria; tem que pertencer também a uma (e uma só) das superclasses. Uma entidade dum categoria herda apenas os atributos da superclasse a que pertence.
- As categorias podem ter atributos específicos (locais à categoria) e podem participar em relacionamentos com outras categorias ou entidades-tipo.
- Uma categoria pode ser **total** (todas as entidades das superclasses pertencem à categoria) ou **parcial** (apenas um subconjunto das entidades das superclasses pertencem à categoria).

Categorias



Categorias

- Qual é a diferença entre a categoria PROPRIETÁRIO e a subclasse partilhada ENGENHEIRO_DIRECTOR?
 - ★ Um ENGENHEIRO_DIRECTOR é um ENGENHEIRO, um DIRECTOR é um empregado EFECTIVO.
 - ★ Um PROPRIETÁRIO ou é uma PESSOA, ou é um BANCO ou é uma EMPRESA.

- Qual é a diferença entre a categoria VEÍCULO_MATRICULADO e a superclasse VEÍCULO?
 - ★ Todo o CARRO ou CAMIÃO é um VEÍCULO, mas nem todo o CARRO ou CAMIÃO é um VEÍCULO_MATRICULADO.
 - ★ Um VEÍCULO_MATRICULADO ou é um CARRO ou é um CAMIÃO, não podendo ser qualquer outra entidade. Por outro lado, se a generalização VEÍCULO for parcial esta pode representar outras entidades, tais como MOTOCICLO.

- A empresa ZONE Multimedia pretende construir uma base de dados de apoio à gestão dos **pacotes** de TV, Internet e Telefone subscritos pelos seus clientes. A base de dados deve guardar a seguinte informação sobre os **clientes**: o **número de cliente**, o **nome**, a **morada** (decomposta em rua, número, código-postal e localidade), os **telefones de contacto** e os **pacotes subscritos pelo cliente**.
- Para cada **subscrição** deverá ficar registada a **data de início** da subscrição e a **data de fim** (se esta já tiver terminado). Note que um **cliente pode fazer** uma **subscrição** mais do que uma vez o mesmo **pacote** de serviços, ou seja, após cancelar um pacote de serviços, o cliente pode posteriormente voltar a subscrever esse mesmo pacote.
- Os **pacotes** de serviços podem ser **básicos** ou **combinados**. Os pacotes básicos incluem serviços de **TV**, de **Internet** ou de **Telefone**. Os pacotes combinados são formados por conjuntos de pacotes básicos. Por exemplo, um pacote combinado pode incluir 3 pacotes básicos do tipo TV+Internet+Telefone ou incluir 2 pacotes básicos de TV, um com canais generalistas e outro com canais codificados.

- Para todos os **pacotes** (básicos e combinados) deve ser guardada informação relativa ao **nome do pacote**, à **taxa de ativação** e ao **preço mensal do pacote**. Para os pacotes básicos de TV deve ser ainda **guardada informação relativa aos canais e ao número total de canais que compõem o pacote**.
- Para cada **canal** deve ser guardado o seu **número**, o seu **nome**, e se é um canal **codificado** ou não. Para os canais **não falados em português** deve ser ainda guardado a **língua original** do canal e se este possui ou **não legendas** em português.
- Para os pacotes básicos de **Internet** deve ser também guardada a **velocidade** de acesso e o **limite de tráfego**. Para os pacotes básicos de **Telefone** deve ser guardado o **tarifário**. Para os pacotes combinados deve ser guardada a oferta associada ao pacote, que pode não ser nenhuma.

