

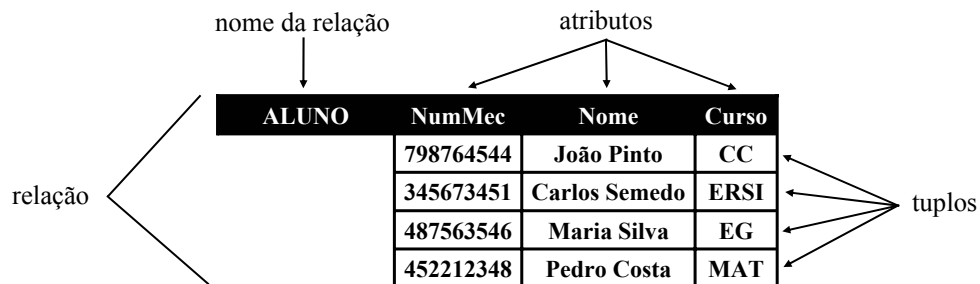
Bases de Dados

Parte III

O Modelo Relacional

O Modelo Relacional

- Foi introduzido em 1970 por Ted Codd da IBM Research.
- É baseado no conceito de **relação**, onde uma relação é uma **tabela de valores**.
- Uma tabela de valores pode ser vista como um conjunto de linhas ou **tuplos**.
- Cada tuplo é identificado por um conjunto de colunas ou **atributos**.
- Uma base de dados é representada como um **conjunto de relações**.



Conceitos Básicos e Notação Genérica

- Relação
 - Conjunto **não ordenado** de tuplos.
 - As relações representam **entidades-tipo** ou **relacionamentos** da base de dados.
 - As relações são definidas por esquemas do tipo $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$, onde R é o nome da relação e A_1, A_2, \dots, A_n é a lista de atributos.
- Atributo
 - Nome que identifica uma característica/propriedade de uma relação.
 - $R.A_i$ representa o atributo A_i da relação R .
- Domínio
 - Conjunto de **valores atômicos** que caracterizam um atributo.
 - No modelo relacional os atributos não podem ser do tipo composto ou multi-valor.
 - $\text{dom}(A_i)$ representa o domínio do atributo A_i .

Conceitos Básicos e Notação Genérica

- Tuplo
 - Sequência **ordenada** de valores.
 - Todos os tuplos de uma relação são necessariamente **diferentes** pois representam entidades ou relacionamentos específicos da base de dados.
 - Os tuplos são definidos por sequências do tipo $\langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$, onde cada v_i corresponde ao valor do tuplo para o atributo A_i ou ao valor NULL.
 - $v_i \in \text{dom}(A_i)$ ou $v_i = \text{NULL}$.
 - $t[A_i]$ ou $t[i]$ representa o valor do tuplo t para o atributo A_i .

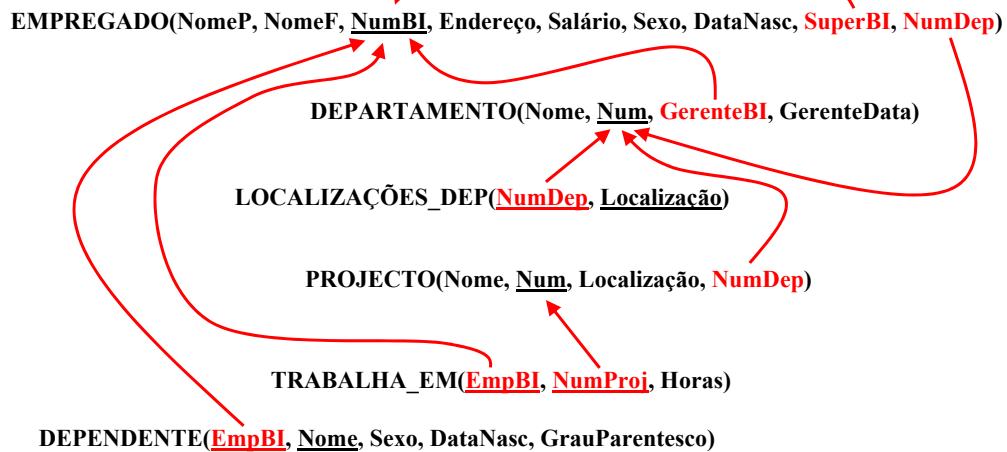
Chaves e Superchaves

- Superchave
 - Subconjunto de atributos de uma relação para a qual todos os tuplos são diferentes.
 - Permite identificar de forma única os tuplos de uma relação.
 - Todas as relações têm por defeito uma superchave – o conjunto de todos os atributos da relação.
- Chave
 - **Superchave mínima** – a remoção de um atributo de uma chave resulta num subconjunto de atributos que não é uma superchave.
- Chave primária
 - Uma relação pode ter várias **chaves**, mas apenas uma deve ser designada como a **chave primária** da relação.
 - A escolha da chave primária de uma relação é arbitrária, mas no entanto é usual escolher a chave com o menor número de atributos.
 - No esquema de uma relação, a chave primária é representada sublinhada.

Chaves Externas

- Conjunto de atributos E de uma relação R_1 que referenciam a chave C de uma outra relação R_2 .
 - O domínio dos atributos E é o mesmo dos atributos C .
 - Os valores de E para um determinado tuplo de R_1 ou ocorrem nos valores de C para um tuplo de R_2 ou são NULL.
- A chave externa E de R_1 define uma restrição de integridade referencial de R_1 para R_2 (garante a consistência entre os tuplos de R_1 e R_2).
- No esquema relacional, a chave externa E é representada por um arco de E para C .

Esquema Relacional da BD EMPRESA



Restrições de Integridade

- Integridade de domínio
 - Os valores de um atributo devem pertencer ao domínio do atributo.
- Integridade da chave
 - Não podem existir dois tuplos de uma relação com valores iguais na chave primária.
- Integridade de entidade
 - Os valores da chave primária não podem ser nulos.
- Integridade referencial
 - Um tuplo que referencia outra relação tem de referenciar um tuplo existente nessa outra relação (chave externa).

Base de Dados Relacional

- Base de dados relacional
 - Esquema relacional
 - Estado corrente
- Esquema relacional de uma base de dados
 - Conjunto de esquemas de todas as suas relações
 - Conjunto de restrições de integridade
- Restrições de integridade
 - Uma base de dados deve satisfazer sempre as restrições de integridade.
 - Quando isso não acontece, diz-se que a base de dados está num estado inválido.
 - As três operações básicas que podem violar as restrições de integridade são as operação de inserção, remoção e alteração (alteração = remoção + inserção).

Operação de Inserção

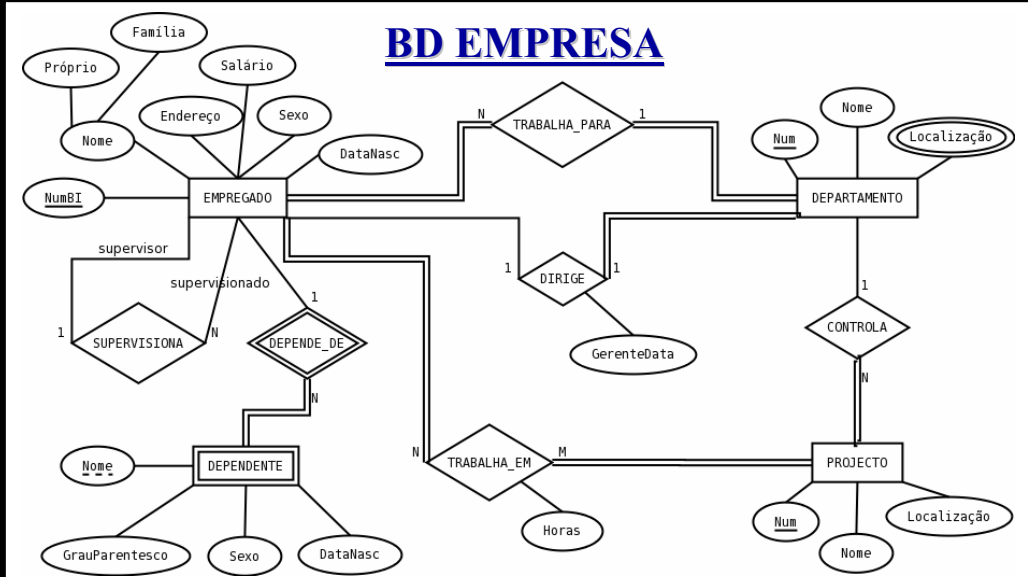
- Permite inserir novos tuplos numa relação.
- Pode violar qualquer uma das quatro restrições de integridade:
 - **Domínio:** se um dos valores não pertence ao domínio do atributo respectivo.
 - **Chave:** se o valor da chave já existe num outro tuplo da relação.
 - **Entidade:** se o valor da chave é NULL.
 - **Referencial:** se uma chave externa referencia um tuplo não existente na relação referenciada.
- Quando uma operação de inserção viola uma das restrições, o SGBD pode:
 - Rejeitar a inserção, avisar o utilizador e indicar a restrição violada;
 - Tentar corrigir as razões pelas quais ocorreu uma violação das restrições de integridade (este tipo de suporte não é típico dos SGBDs).

Operação de Remoção

- Permite remover tuplos de uma relação.
- É necessário indicar uma condição sobre os atributos que seleccione o tuplo ou tuplos a serem removidos.
 - Remover o EMPREGADO com NumBI = '98563435'.
- Pode violar a restrição de integridade referencial se o tuplo a remover é referenciado pela chave externa de outro tuplo. Quando isso acontece, o SGBD pode:
 - Rejeitar a remoção e avisar o utilizador;
 - Procurar propagar a operação e remover todos os tuplos que referenciam o tuplo que está a ser removido;
 - Alterar para NULL o valor dos atributos (não podem ser atributos chave) de todos os tuplos que referenciam o tuplo que está a ser removido;
 - Combinar as opções anteriores. Por exemplo, remover os tuplos relacionados de TRABALHA_EM e DEPENDENTE e alterar para NULL os atributos relacionados de SuperBI e GerenteBI.

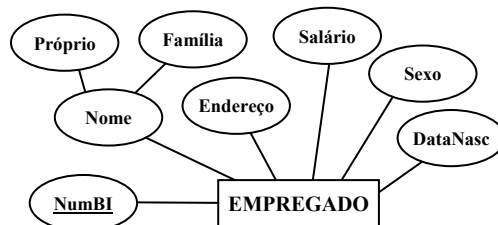
Conversão para o Modelo Relacional

- Modelo ER
 - **Passo 1:** Entidades-tipo
 - **Passo 2:** Entidades fracas
 - **Passo 3:** Relacionamentos 1:1
 - **Passo 4:** Relacionamentos 1:N
 - **Passo 5:** Relacionamentos M:N
 - **Passo 6:** Atributos multi-valor
 - **Passo 7:** Relacionamentos de grau superior a 2
- Modelo EER
 - **Passo 8:** Especializações e generalizações
 - **Passo 9:** Categorias



Conversão para o Modelo Relacional

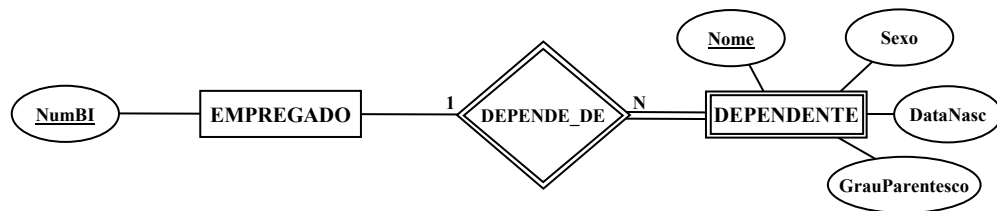
- Passo 1: Entidade-tipo E
 - E → Relação S
 - Atributos simples de E → Atributos de S
 - Atributos simples de um atributo composto de E → Atributos de S
 - Atributos chave de E → Chave primária de S



EMPREGADO(NomeP, NomeF, NumBI, Endereço, Salário, Sexo, DataNasc)

Conversão para o Modelo Relacional

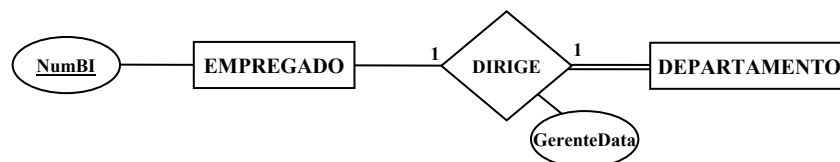
- Passo 2: Entidade fraca F com entidade identificadora E
 - T relação associada a E
 - F → Relação S
 - Atributos simples/compostos de F → Atributos de S
 - Chave primária de T → Chave externa de S
 - Chave primária de T + Atributos da chave parcial de F → Chave primária de S



DEPENDENTE(EmpBI, Nome, Sexo, DataNasc, GrauParentesco)

Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 3A (opção chave externa): Relacionamento 1:1 R(E1,E2)
 - E2 com participação total em R
 - T1 e T2 relações associadas a E1 e E2
 - Atributos simples/compostos de R → Atributos de T2
 - Chave primária de T1 → Chave externa de T2



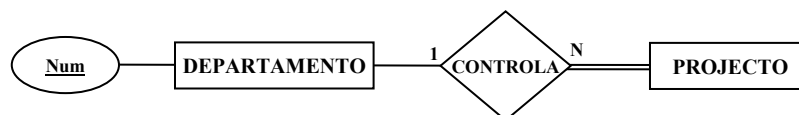
DEPARTAMENTO(Nome, Num, GerenteBI, GerenteData)

Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 3B (opção juntar relações): Relacionamento 1:1 R(E1,E2)
 - E1 e E2 com participação total em R
 - T1 e T2 relações associadas a E1 e E2
 - **T1 → Juntar com T2**
 - **Atributos simples/compostos de R → Atributos de T2**
- Passo 3C (opção referência cruzada): Relacionamento 1:1 R(E1,E2)
 - Existência de poucas instâncias relacionadas
 - T1 e T2 relações associadas a E1 e E2
 - **R → Relação S**
 - **Atributos simples/compostos de R → Atributos de S**
 - **Chave primária de T1 → Chave externa de S**
 - **Chave primária de T2 → Chave externa de S**
 - **Chave primária de T1 ∨ Chave primária de T2 → Chave primária de S**

Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 4A (opção chave externa): Relacionamento 1:N R(E1,E2)
 - T1 e T2 relações associadas a E1 e E2
 - **Atributos simples/compostos de R → Atributos de T2**
 - **Chave primária de T1 → Chave externa de T2**



PROJECTO(Nome, Num, Localização, **NumDep**)

Conversão para o Modelo Relacional

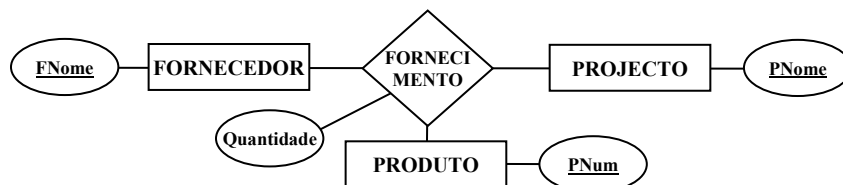
- Passo 6: Atributo multi-valor A da entidade ou relacionamento X
 - T relação associada a X
 - $A_X \rightarrow$ Relação S
 - $A \rightarrow$ Atributo de S
 - Chave primária de T \rightarrow Chave externa de S
 - Chave primária de T + A \rightarrow Chave primária de S



LOCALIZAÇÕES_DEP(NumDep, Localização)

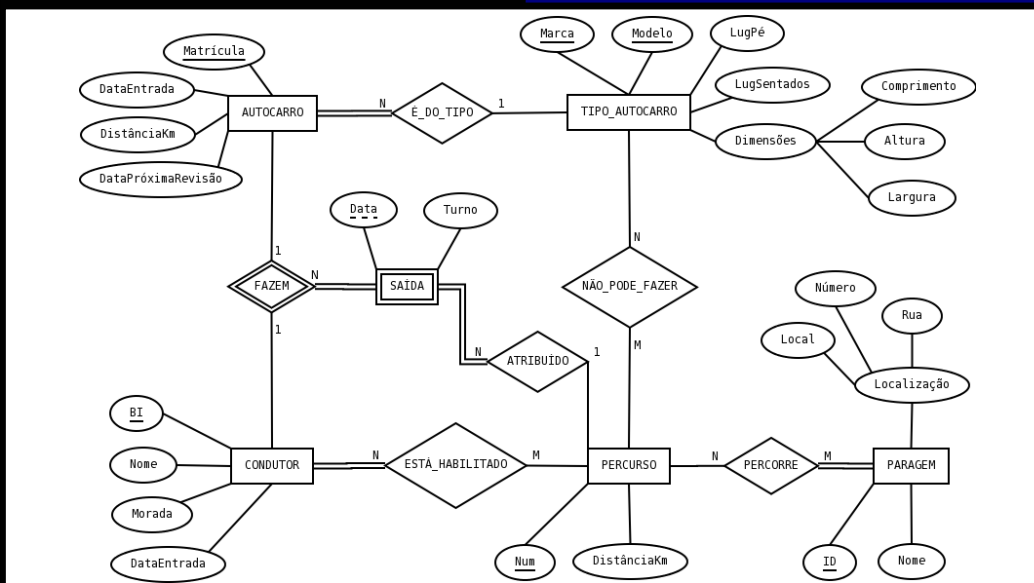
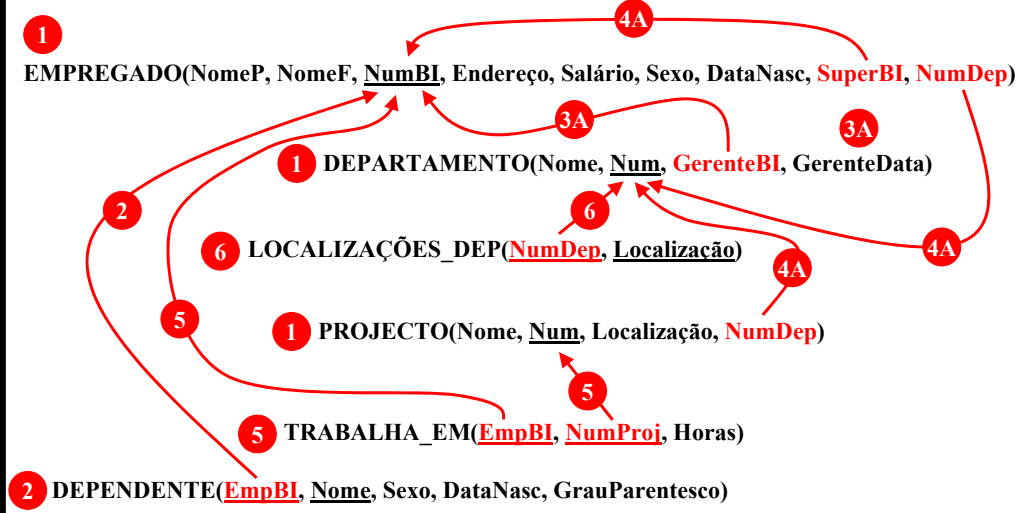
Conversão para o Modelo Relacional

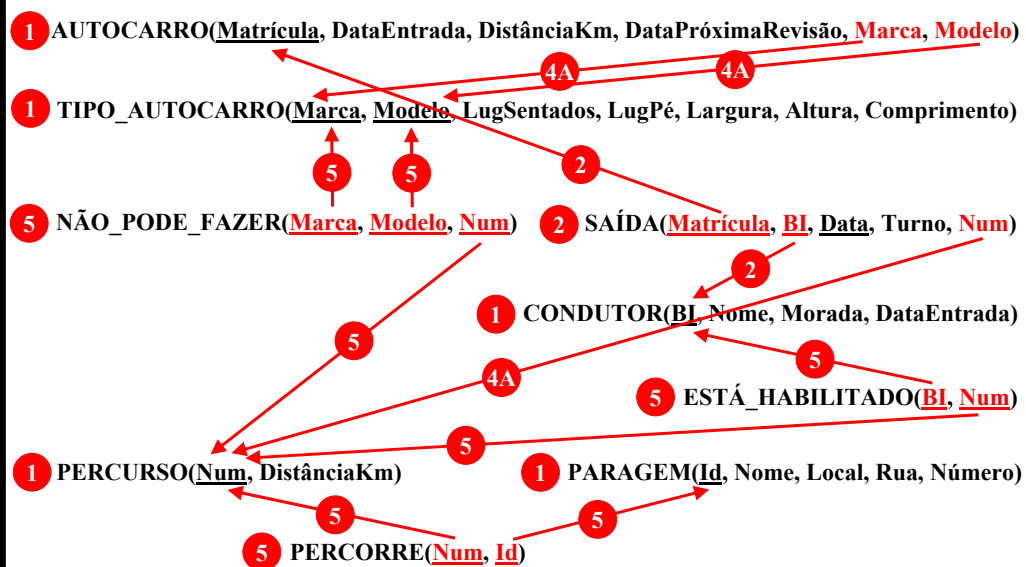
- Passo 7: Relacionamento $R(E_1, \dots, E_n)$, $n > 2$
 - T_1, \dots, T_n relações associadas a E_1, \dots, E_n
 - $R \rightarrow$ Relação S
 - Atributos simples/compostos de R \rightarrow Atributos de S
 - Chave primária de T_i ($1 \leq i \leq n$) \rightarrow Chave externa de S
 - Chave primária de $T_1 + \dots +$ Chave primária de $T_n \rightarrow$ Chave primária de S
 - Não incluir na chave primária de S as chaves das entidades com cardinalidade 1



FORNECIMENTO(FNome, PNome, PNum, Quantidade)

Conversão para o Modelo Relacional da BD EMPRESA



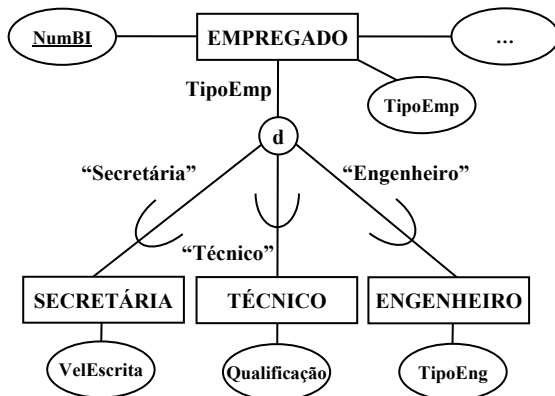


Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 8A (opção superclasse e subclasses): Especialização $\{C_1, \dots, C_n\}$ de G
 - $G \rightarrow$ Relação S
 - Atributos simples/compostos de G \rightarrow Atributos de S
 - Atributos chave de G \rightarrow Chave primária de S
 - C_i ($1 \leq i \leq n$) \rightarrow Relação T_i
 - Atributos simples/compostos de C_i ($1 \leq i \leq n$) \rightarrow Atributos de T_i
 - Chave primária de S \rightarrow Chave externa de T_i ($1 \leq i \leq n$)
 - Chave primária de S \rightarrow Chave primária de T_i ($1 \leq i \leq n$)

Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 8A (opção superclasse e subclasses)



EMPREGADO(..., NumBI, TipoEmp)

SECRETÁRIA(EmpBI, VelEscrita)

TÉCNICO(EmpBI, Qualificação)

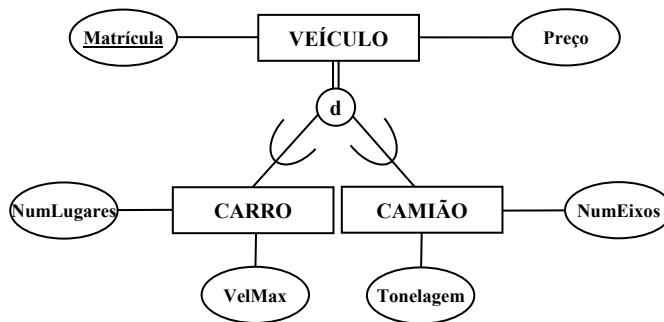
ENGENHEIRO(EmpBI, TipoEng)

Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 8B (opção subclasses): Especialização $\{C_1, \dots, C_n\}$ de G
 - Especialização disjunta total
 - C_i ($1 \leq i \leq n$) \rightarrow Relação T_i
 - Atributos simples/compostos de C_i ($1 \leq i \leq n$) \rightarrow Atributos de T_i
 - Atributos simples/compostos de G \rightarrow Atributos de T_i ($1 \leq i \leq n$)
 - Não incluir o atributo discriminante se G for uma especialização definida por atributo
 - Atributos chave de G \rightarrow Chave primária de T_i ($1 \leq i \leq n$)

Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 8B (opção subclasses)



CARRO(Matrícula, Preço, NumLugares, VelMax)

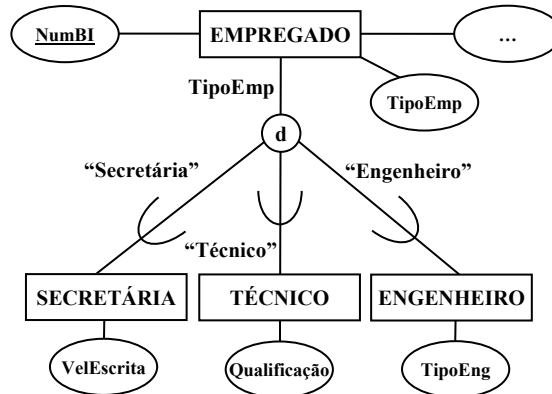
CAMIÃO(Matrícula, Preço, Tonelagem, NumEixos)

Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 8C (opção atributo discriminante): Especialização $\{C_1, \dots, C_n\}$ de G
 - Especialização disjunta
 - Existência de poucos atributos nas subclasses
 - Definir um novo atributo A (em G) que discrimine a subclasse a que cada tuplo pertence (não necessário se G for uma especialização definida por atributo)
 - $G \rightarrow$ Relação S
 - Atributos simples/compostos de $G \rightarrow$ Atributos de S
 - Atributos simples/compostos de C_i ($1 \leq i \leq n$) \rightarrow Atributos de S
 - Atributos chave de $G \rightarrow$ Chave primária de S

Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 8C (opção atributo discriminante)



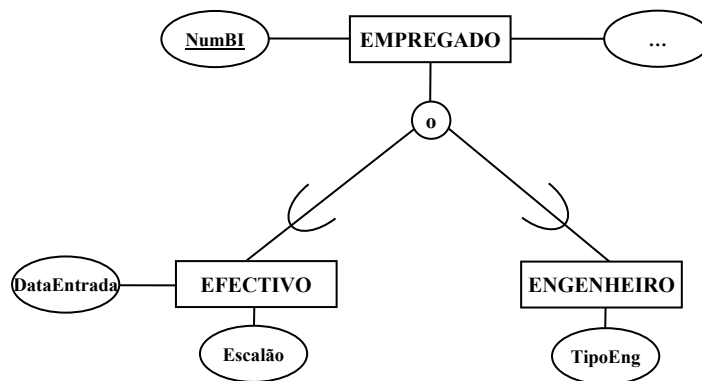
EMPREGADO(..., NumBI, TipoEmp, VelEscrita, Qualificação, TipoEng)

Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 8D (opção atributos de selecção): Especialização $\{C_1, \dots, C_n\}$ de G
 - Especialização com sobreposição
 - Existência de poucos atributos nas subclasses
 - Definir novos atributos A_i (em G), $1 \leq i \leq n$, que discriminem se um tuplo pertence a C_i
 - $G \rightarrow$ Relação S
 - Atributos simples/compostos de $G \rightarrow$ Atributos de S
 - Atributos simples/compostos de C_i ($1 \leq i \leq n$) \rightarrow Atributos de S
 - Atributos chave de $G \rightarrow$ Chave primária de S

Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 8D (opção atributos de selecção)



EMPREGADO(..., NumBI, ISAEfectivo, DataEntrada, Escalaõ, ISAEngenheiro, TipoEng)

Conversão para o Modelo Relacional

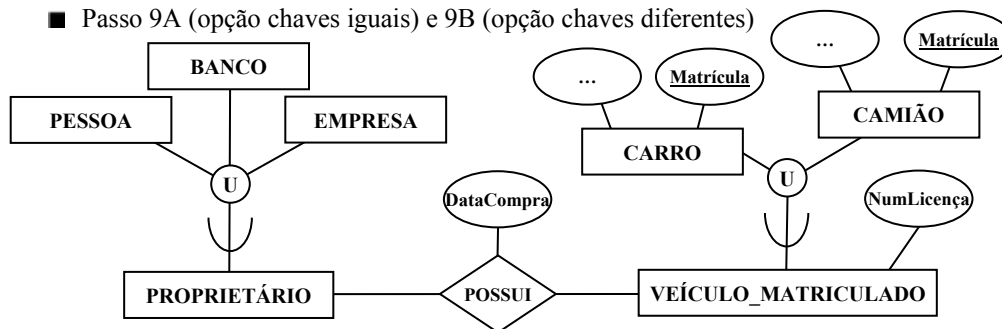
- Passo 9A (opção chaves iguais): Categoria K de $\{C1, \dots, Cn\}$
 - T1, ..., Tn relações associadas a C1, ..., Cn
 - T1, ..., Tn têm chaves primárias iguais
 - **K** → Relação S
 - Atributos simples/compostos de K → Atributos de S
 - Chave primária de T1 → Chave primária de S

Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 9B (opção chaves diferentes): Categoria K de $\{C_1, \dots, C_n\}$
 - T_1, \dots, T_n relações associadas a C_1, \dots, C_n
 - T_1, \dots, T_n têm chaves primárias diferentes
 - Definir um novo atributo A (em K) que identifique de forma única as instâncias de K
 - $K \rightarrow$ Relação S
 - Atributos simples/compostos de K \rightarrow Atributos de S
 - A \rightarrow Chave primária de S
 - A \rightarrow Chave externa de T_i ($1 \leq i \leq n$)

Conversão para o Modelo Relacional

- Passo 9A (opção chaves iguais) e 9B (opção chaves diferentes)



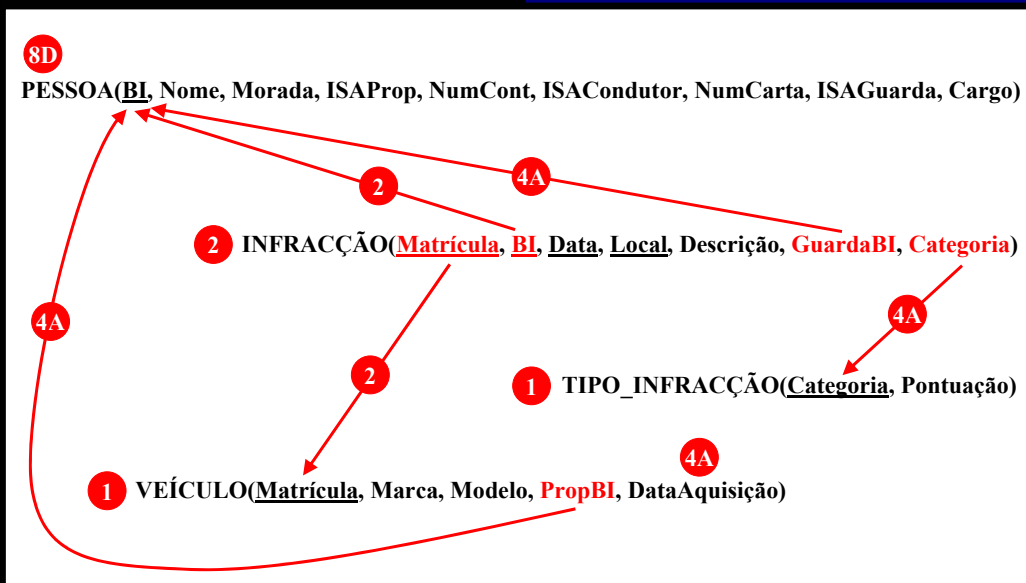
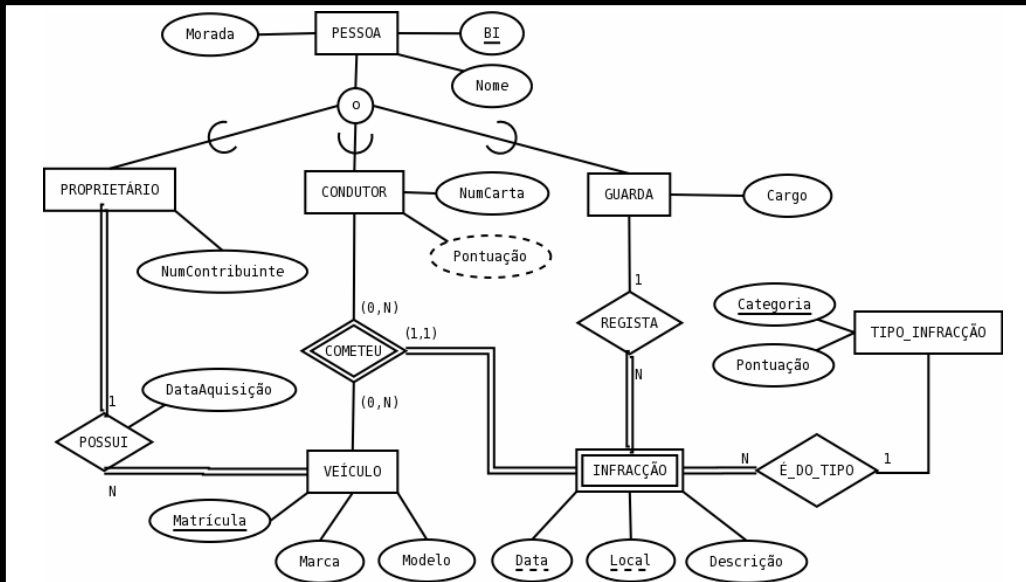
PESSOA(..., **PropID**) CAMIÃO(Matricula, ...)

BANCO(..., **PropID**) CARRO(Matricula, ...)

EMPRESA(..., **PropID**) VEÍCULO_MATRICULADO(Matricula, NumLicença)

PROPRIETÁRIO(PropID)

POSSUI(PropId, Matricula, DataCompra)



Conversão para o Modelo Relacional

- Resumo modelo ER
 - Entidade-tipo → **Relação**
 - Entidade fraca → **Relação com chave externa**
 - Relacionamento 1:1 → **Chave externa (3A) ou juntar relações (3B) ou relação com chave externa (3C)**
 - Relacionamento 1:N → **Chave externa (4A) ou relação com chave externa (4B)**
 - Relacionamento M:N → **Relação com duas chaves externas**
 - Atributo multi-valor → **Relação com chave externa**
 - Relacionamento de grau $N > 2$ → **Relação com N chaves externas**
- Resumo modelo EER
 - Especialização em N subclasses → **Relação da superclasse e N relações com chave externa (8A) ou N relações (8B) ou relação com atributo discriminante (8C) ou relação com atributos de selecção (8D)**
 - Categoria → **Nova chave (9B) e relação com chave externa (9A e 9B)**