



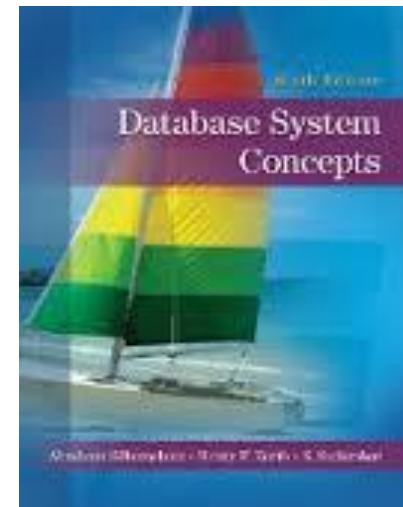
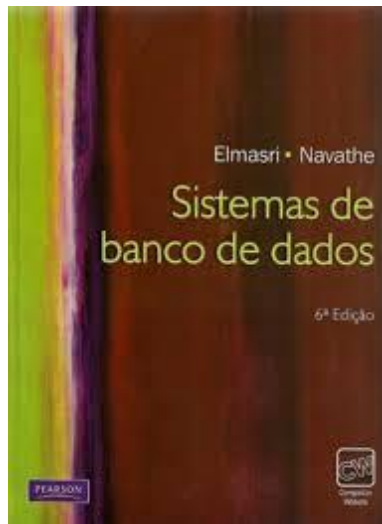
Unidade 7 – Modelo Entidade Relacionamento



Prof. Aparecido V. de Freitas
Doutor em Engenharia
da Computação pela EPUSP



Bibliografia

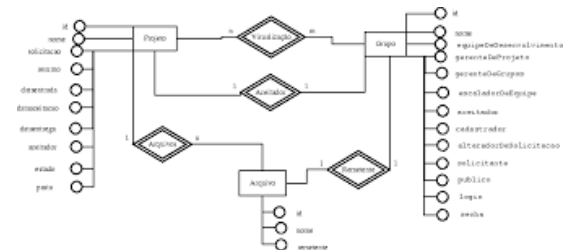




Fases do Projeto de Banco de Dados

Projeto Conceitual

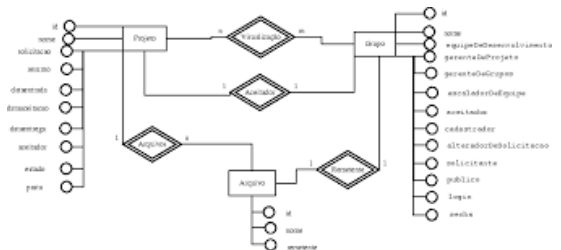
- ✦ Após o levantamento e análise de requisitos da aplicação, cria-se um esquema conceitual para o banco de dados, usando um modelo conceitual;
- ✦ Essa primeira fase é chamada **MODELAGEM CONCEITUAL**;
- ✦ Apresenta informações sobre as entidades, relacionamentos e restrições dos dados;
- ✦ **Não apresenta detalhes de implementação** e, por isso, é de fácil compreensão e pode ser usada para comunicação com usuários;
- ✦ Emprega-se usualmente nessa fase o MER – Modelo Entidade Relacionamento, notação criada por Peter Chen em 1976.





- ⊕ A partir da modelagem conceitual, escolhe-se um DBMS real para proceder a implementação do modelo de dados;
- ⊕ Assim, o modelo conceitual (alto nível) é mapeado para um modelo de dados de implementação (por exemplo: relacional)

- ✚ Estruturas de armazenamento internas, organizações de arquivos, índices, caminhos de acesso e parâmetros físicos do projeto são especificados.





Fases do Projeto de Banco de Dados

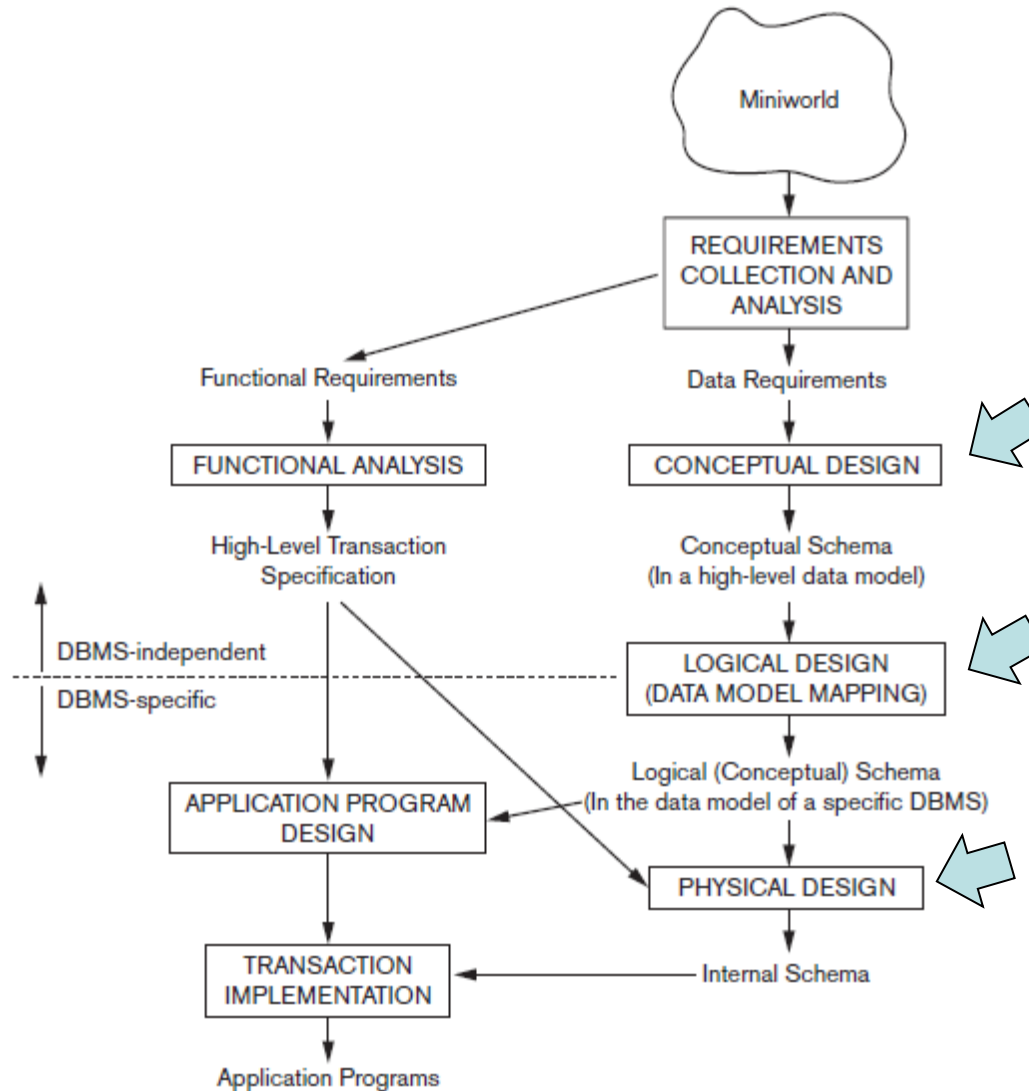
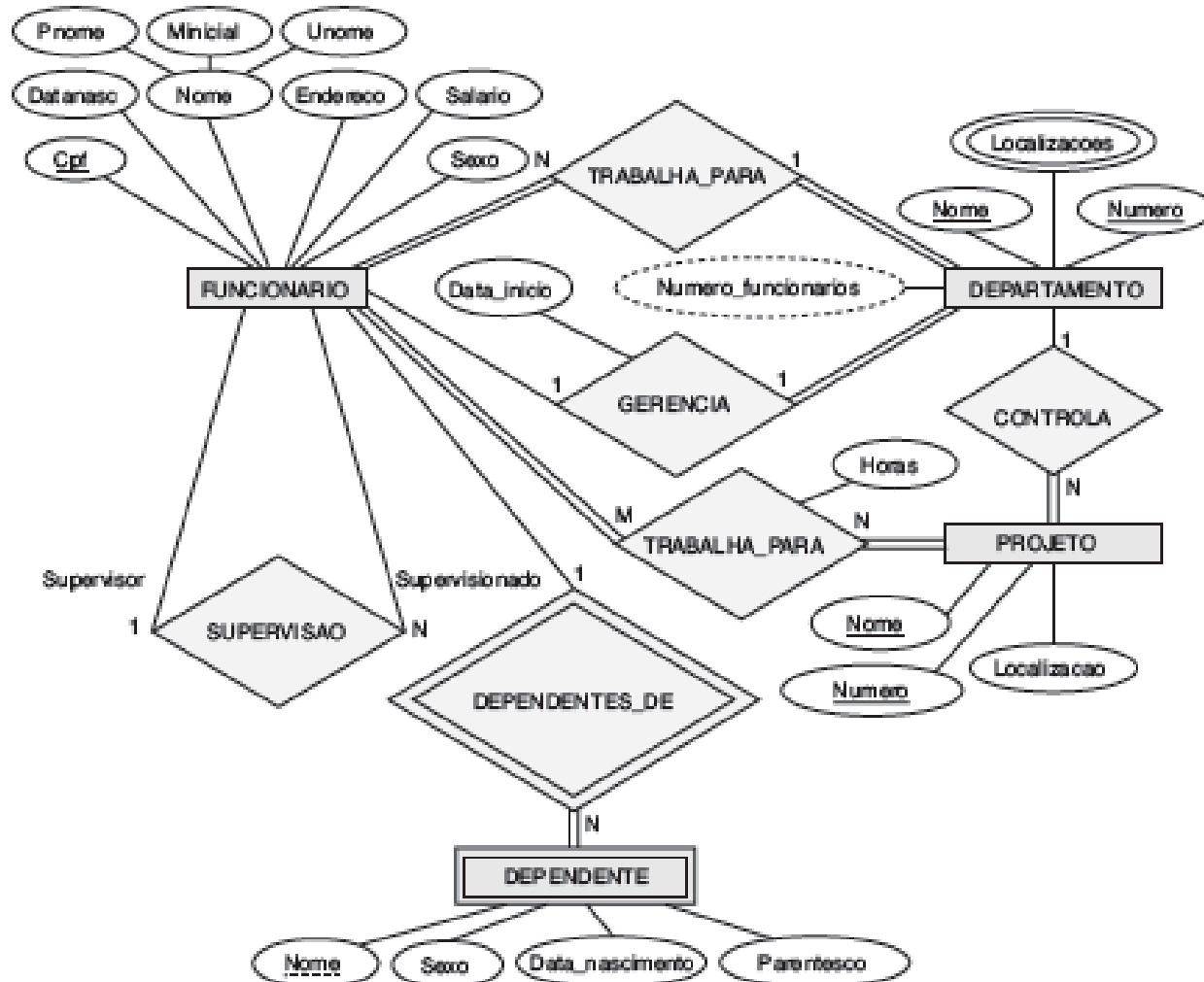




Diagrama Entidade Relacionamento

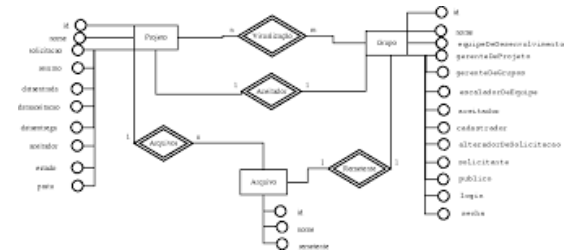




Modelo Entidade Relacionamento – MER

⊕ Descreve os dados como:

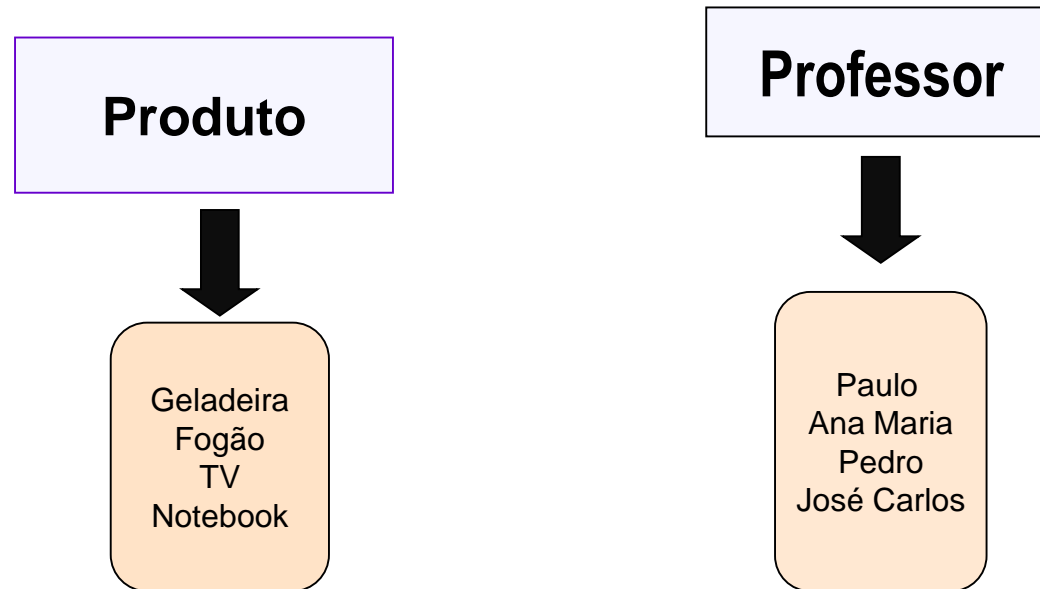
- *Entidades*
- *Atributos*
- *Relacionamentos*





Entidade

- ⊕ Algo no mundo real com uma existência independente. Um conjunto de objetos que se deseja tratar na aplicação a ser desenvolvida;
- ⊕ Possui atributos, propriedades específicas que a descrevem;
- ⊕ No DER, é representada através de um retângulo;
- ⊕ Pode representar objetos concretos, com existência física (uma pessoa) ou objetos com existência conceitual, por exemplo: um cargo, um curso universitário, etc.





Entidade – Exemplos

■ Sistema Bancário

- *Cliente*
- *Conta Corrente*
- *Conta Poupança*
- *Agência*



■ Sistema de Controle de Produção de Indústria

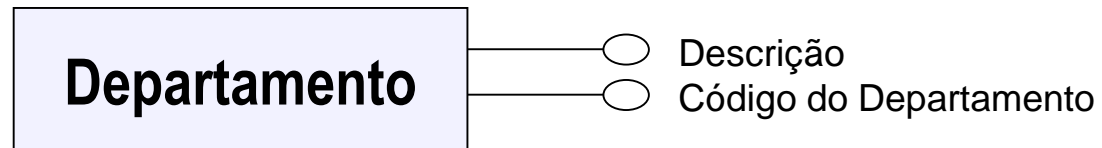
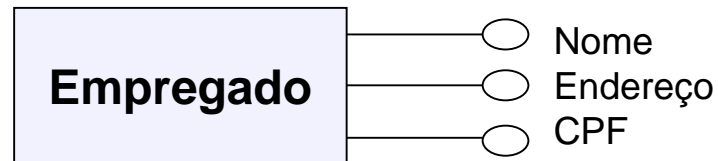
- *Produto*
- *Empregado*
- *Departamento*
- *Estoque*





Atributo

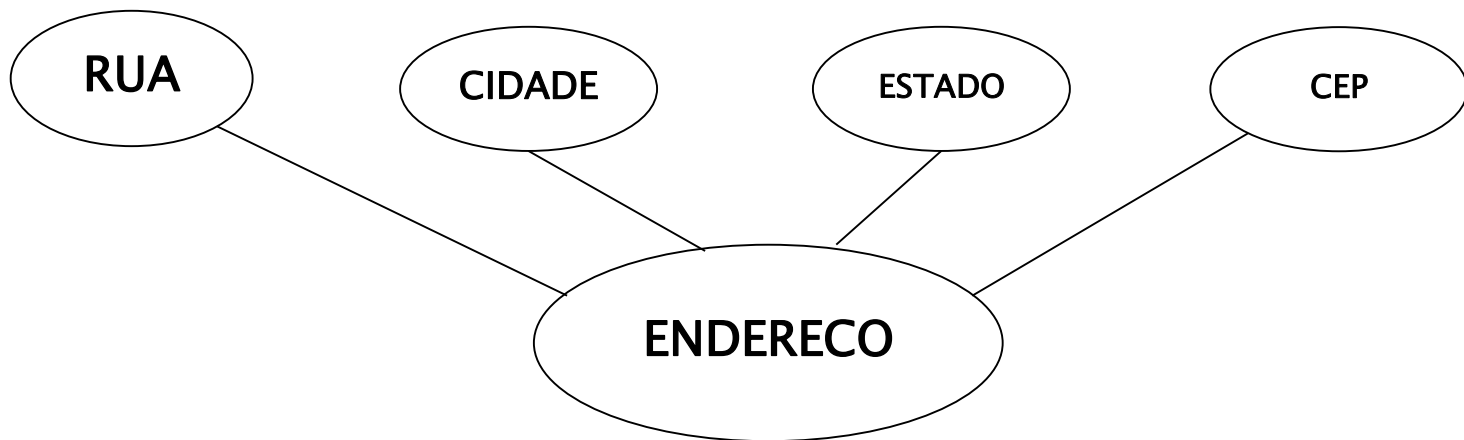
- ⊕ Define as propriedades de um tipo de entidade ou relacionamento.





Atributos Compostos

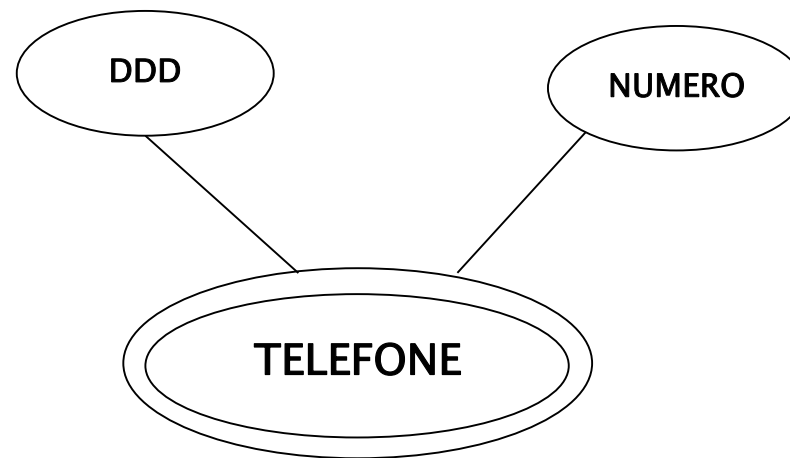
- ⊕ Podem ser subdivididos em subartes menores que representam atributos mais básicos, com significados independentes;
- ⊕ Por exemplo: o Atributo ENDERECO pode ser subdividido em: RUA, CIDADE, ESTADO e CEP.
- ⊕ São formados por atributos simples, indivisíveis (também chamados **atômicos**).





Atributos Multivalorados

- ⊕ Atributos que podem ter um **conjunto de valores** para um mesmo objeto de dados;
- ⊕ Por exemplo: uma pessoa pode não ter telefone ou pode ter vários.
- ⊕ Atributos que somente admitam um valor são chamados de atributos de **valor único**.





Atributos – Observações

- ⊕ Atributos **deriváveis** podem ser obtidos (calculados) a partir de atributos armazenados. Exemplo: Atributo idade é derivado pois pode ser calculado a partir da data de nascimento e da data corrente;
- ⊕ Atributos com valores **NULL** correspondem a atributos em que não se tem um valor aplicável para uma determinada entidade, ou seu valor é desconhecido;
- ⊕ Atributos **chave** são atributos cujos valores são distintos para cada entidade individual no conjunto de entidades. No DER, são sublinhados;
- ⊕ **Domínio** representa o conjunto de valores que podem ser designados a um determinado atributo para cada entidade individual;
- ⊕ Um tipo de entidade pode não ter chave; nesse caso, ele é chamado **Tipo de Entidade Fraca**.



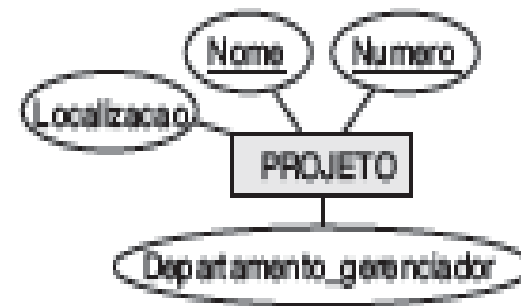
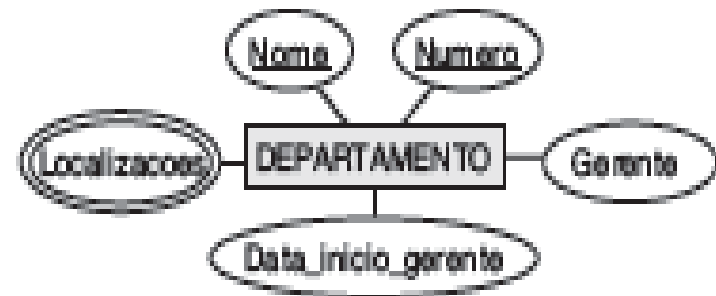
Diagrama Entidade Relacionamento – Notação

- ⊕ Retângulo representa um tipo de entidade;
- ⊕ Nomes de atributo são delimitados por círculos ou elipses e ligados por linhas retas à seu tipo de entidade;
- ⊕ Atributos compostos são ligados aos seus atributos components por linhas retas.
- ⊕ Atributos multivalorados são representados por elipses duplas;
- ⊕ Atributos chave são sublinhados.





Projeto Conceitual inicial do BD Empresa





Projeto Conceitual inicial do BD Empresa



- ⊕ Os atributos são **Nome**, **Numero**, **Gerente**, **Data_Inicio_gerente** e **Localizacoes**.
- ⊕ **Localizações** é um atributo **MULTIVALORADO**;
- ⊕ Tanto **Nome** quanto **Numero** podem ser **atributos-chave**.



Projeto Conceitual inicial do BD Empresa



- ✚ Os atributos são **Nome**, **Numero**, **Localizacao**, e **Departamento_gerenciar**.
- ✚ Tanto **Nome** quanto **Numero** podem ser **atributos-chave**.



Projeto Conceitual inicial do BD Empresa



- ⊕ Os atributos são **Nome**, **Cpf**, **Sexo**, **Departamento**, **Data_Nascimento**, **Salario**, **Trabalha_em**, **Supervisor** e **Endereco**.
- ⊕ **Trabalha_em** é um atributo multivalorado.
- ⊕ **Cpf** é atributo chave.



Projeto Conceitual inicial do BD Empresa



- ⊕ Os atributos são: **Data_Nascimento**, **Sexo**, **Funcionario**, **Parentesco** e **Nome_dependente**.
- ⊕ Entidade fraca pois não foi definido atributo chave.



Relacionamentos entre Entidades

- ⊕ Sempre que uma instância de uma entidade se refere a outra instância de outra entidade, temos um relacionamento entre as entidades.

Professor



Paulo •
Ana •
Carlos •
Sandra •

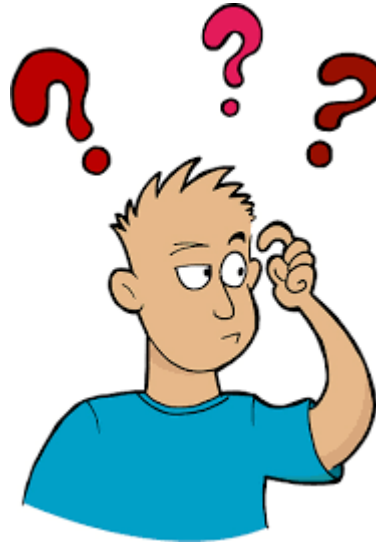
Disciplina



• Estatística
• Matemática
• Psicologia
• História

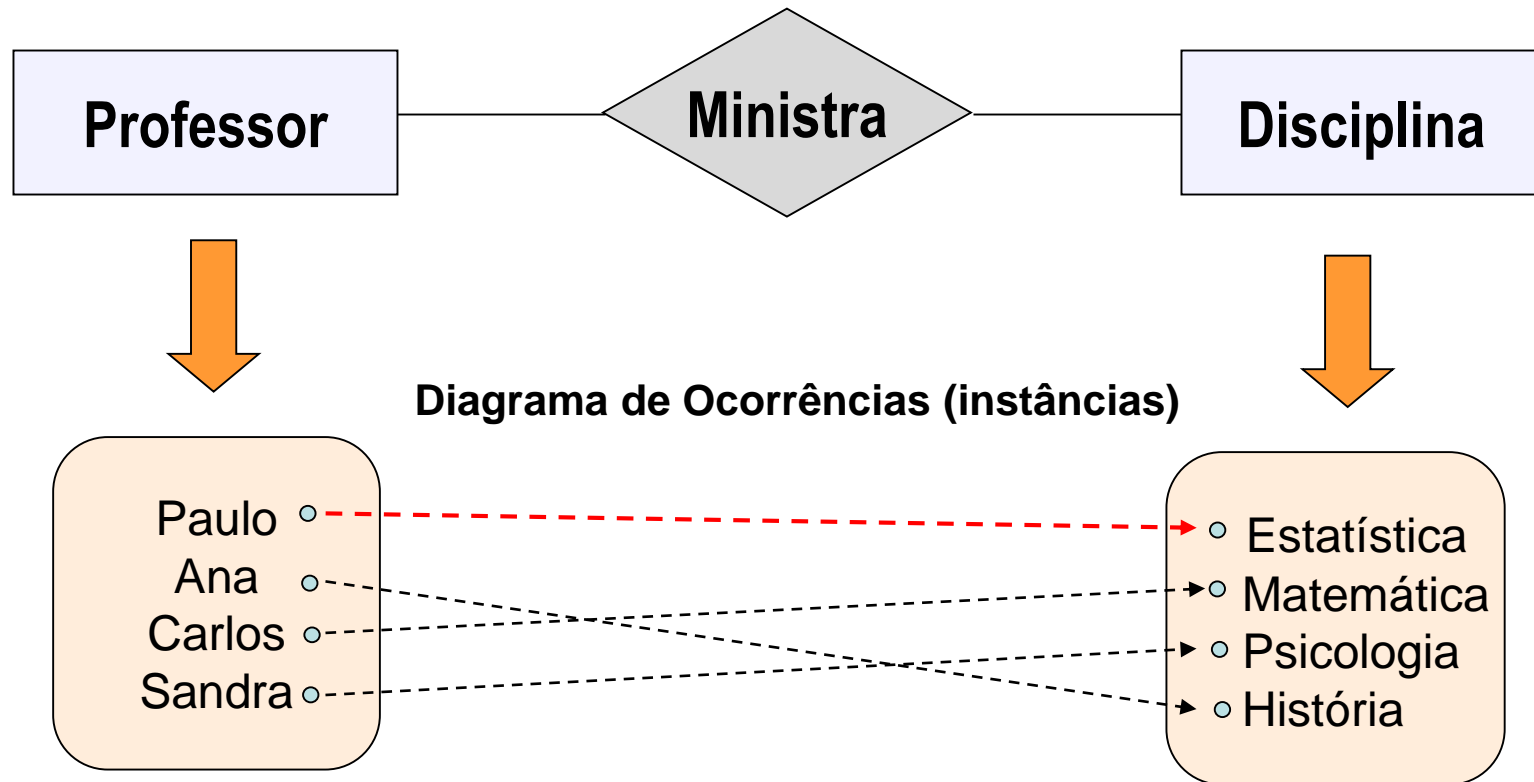


Como representar a informação de que Paulo é professor da disciplina “Estatística” ?





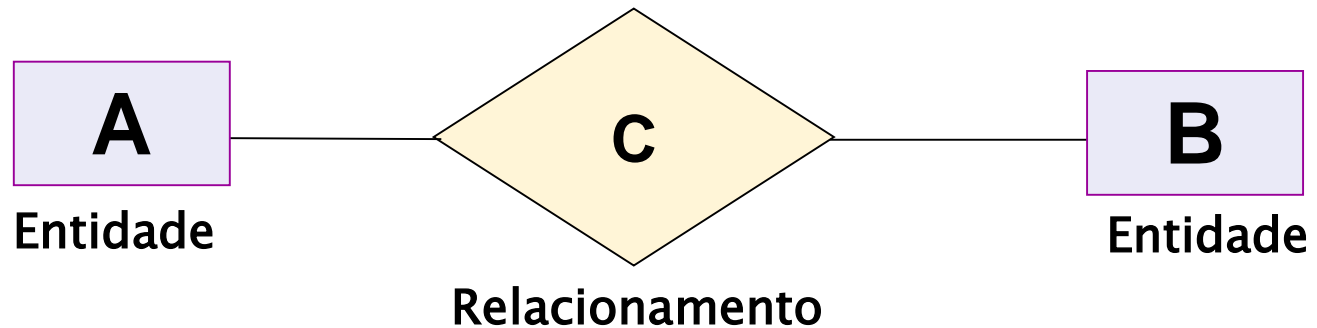
Relacionamentos





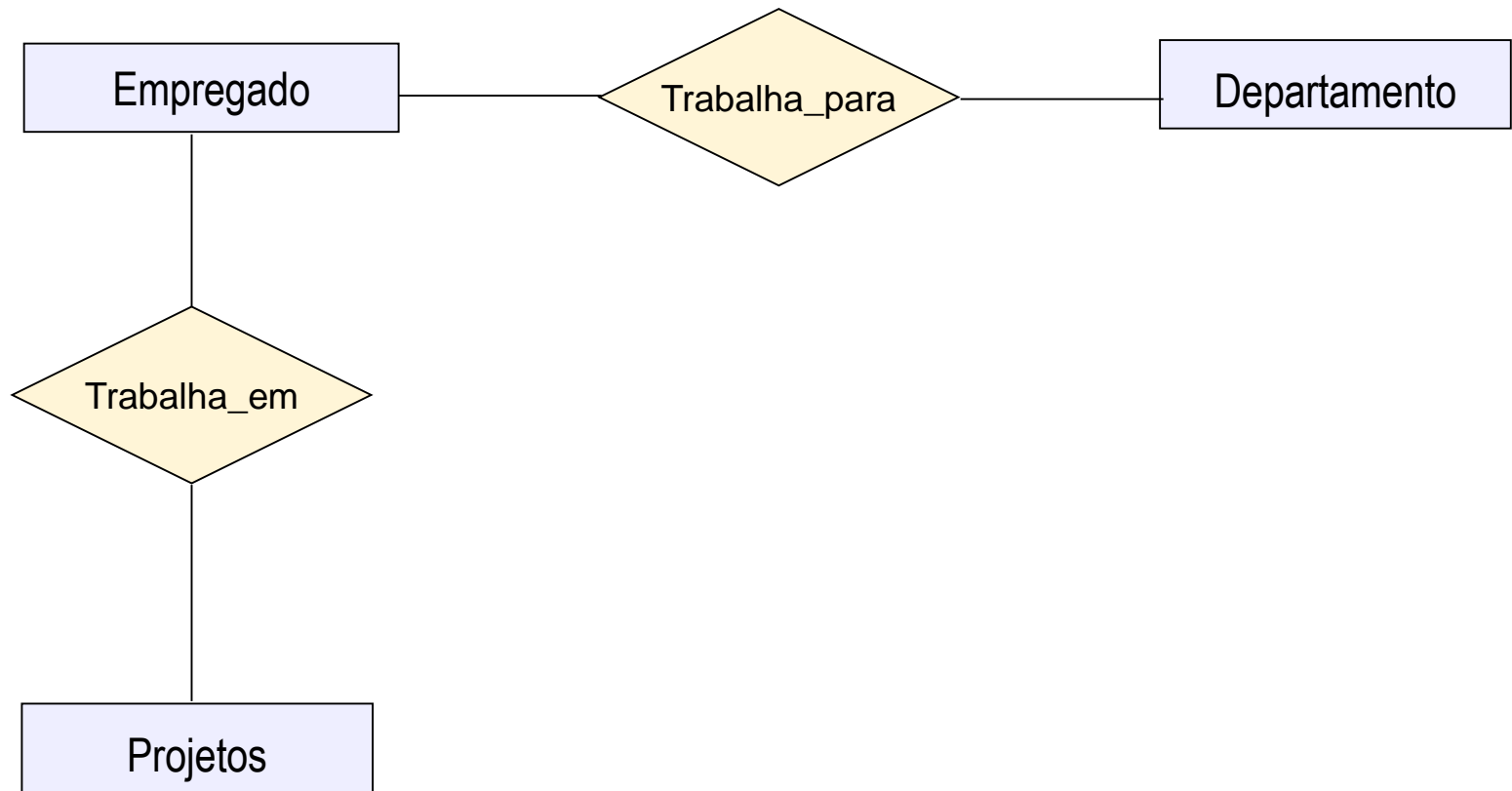
Relacionamentos

- ⊕ Definem as associações entre as entidades uma associação entre entidades
- ⊕ No **DER**, são representados por **losangos** que ligam as entidades relacionadas.





Relacionamentos – Exemplo





Relacionamentos com atributos

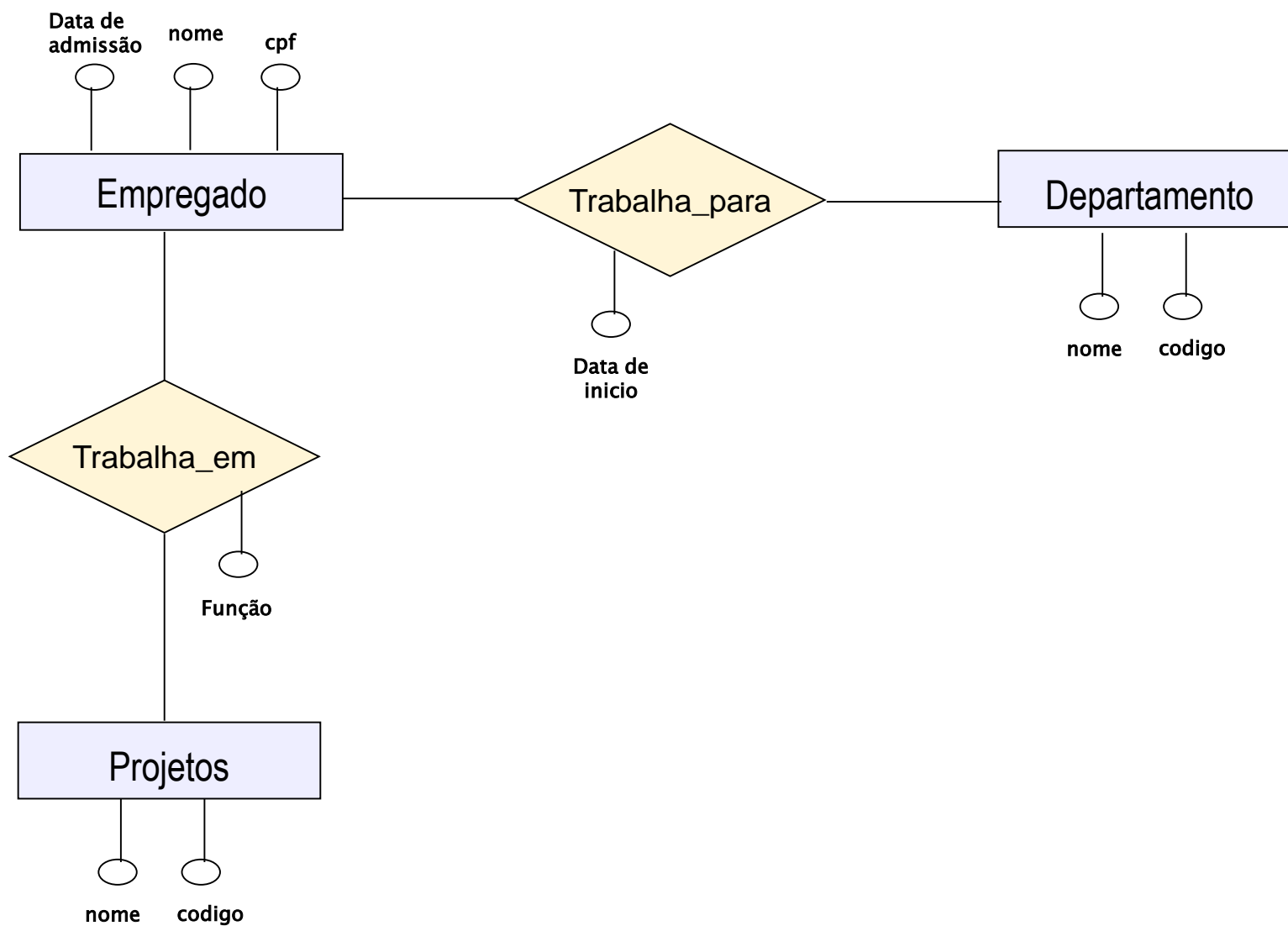




Diagrama de Ocorrências

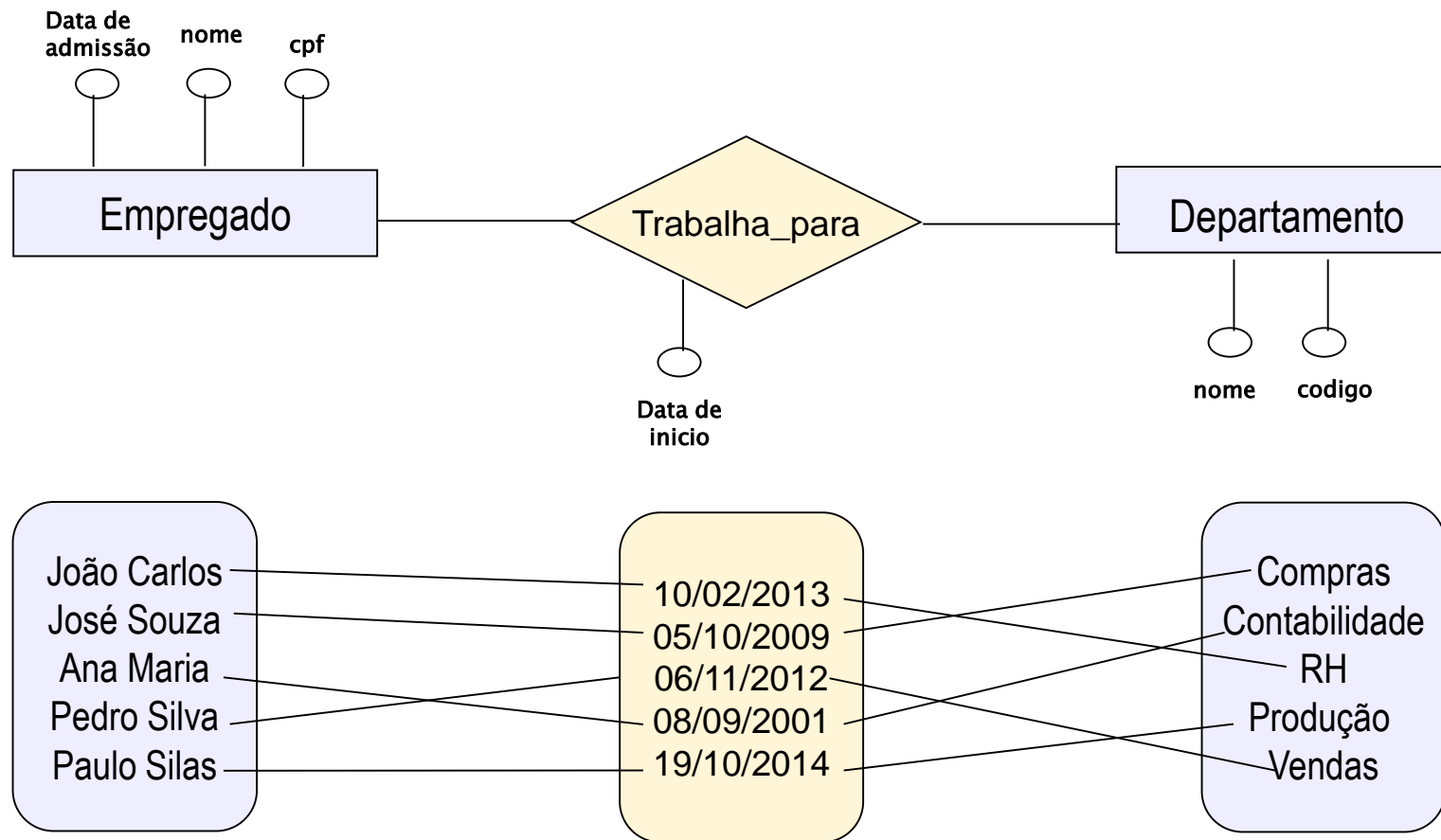
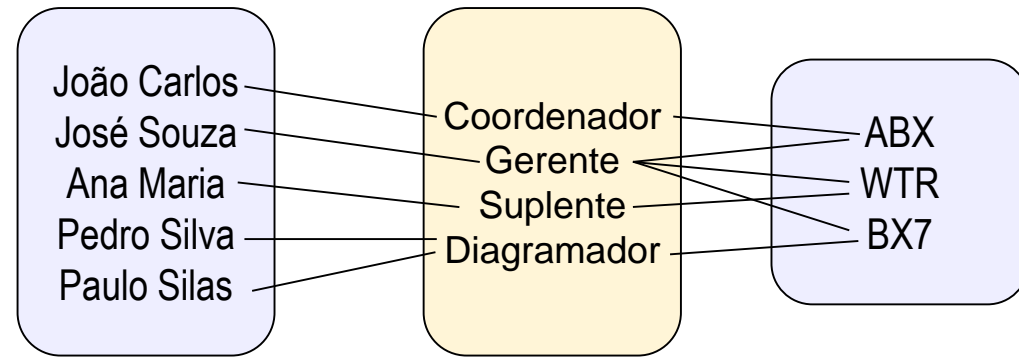
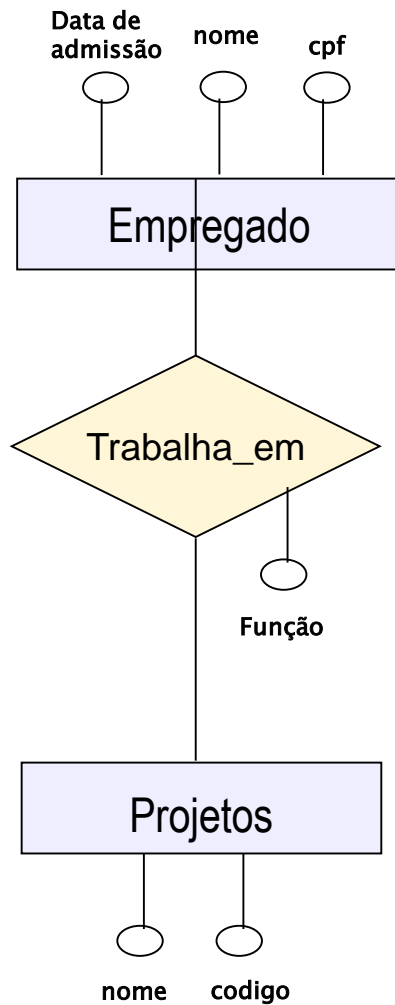


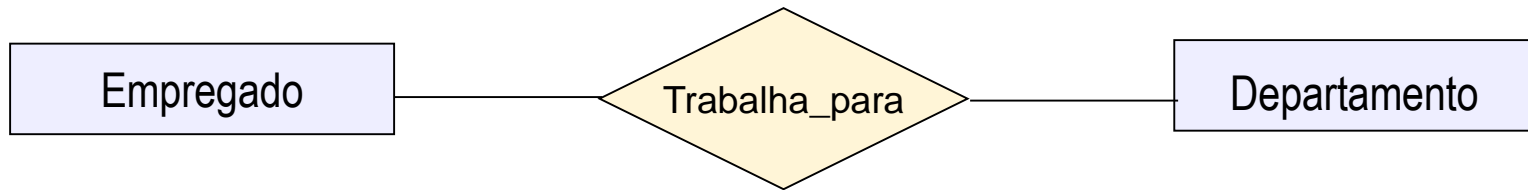


Diagrama de Ocorrências





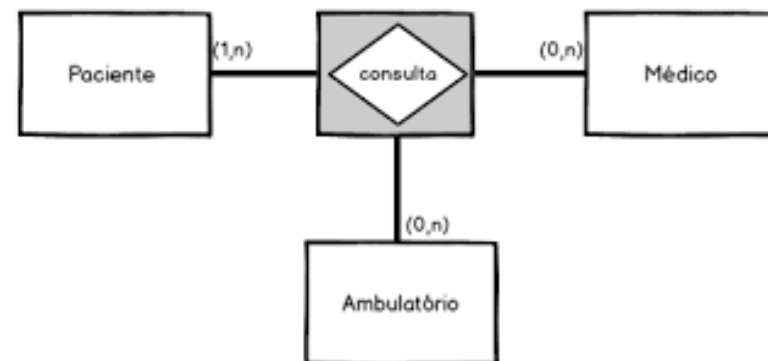
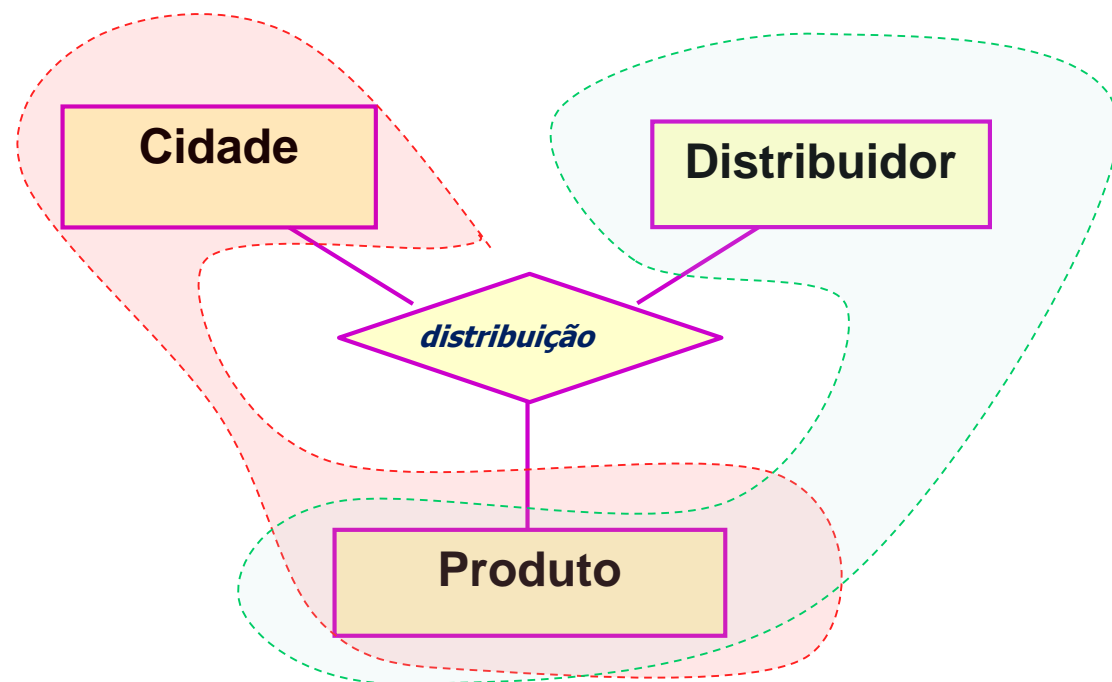
Relacionamento Binário



- ⊕ Relacionamento **Binário** é de grau **2** quando relaciona dois conjuntos de entidades.



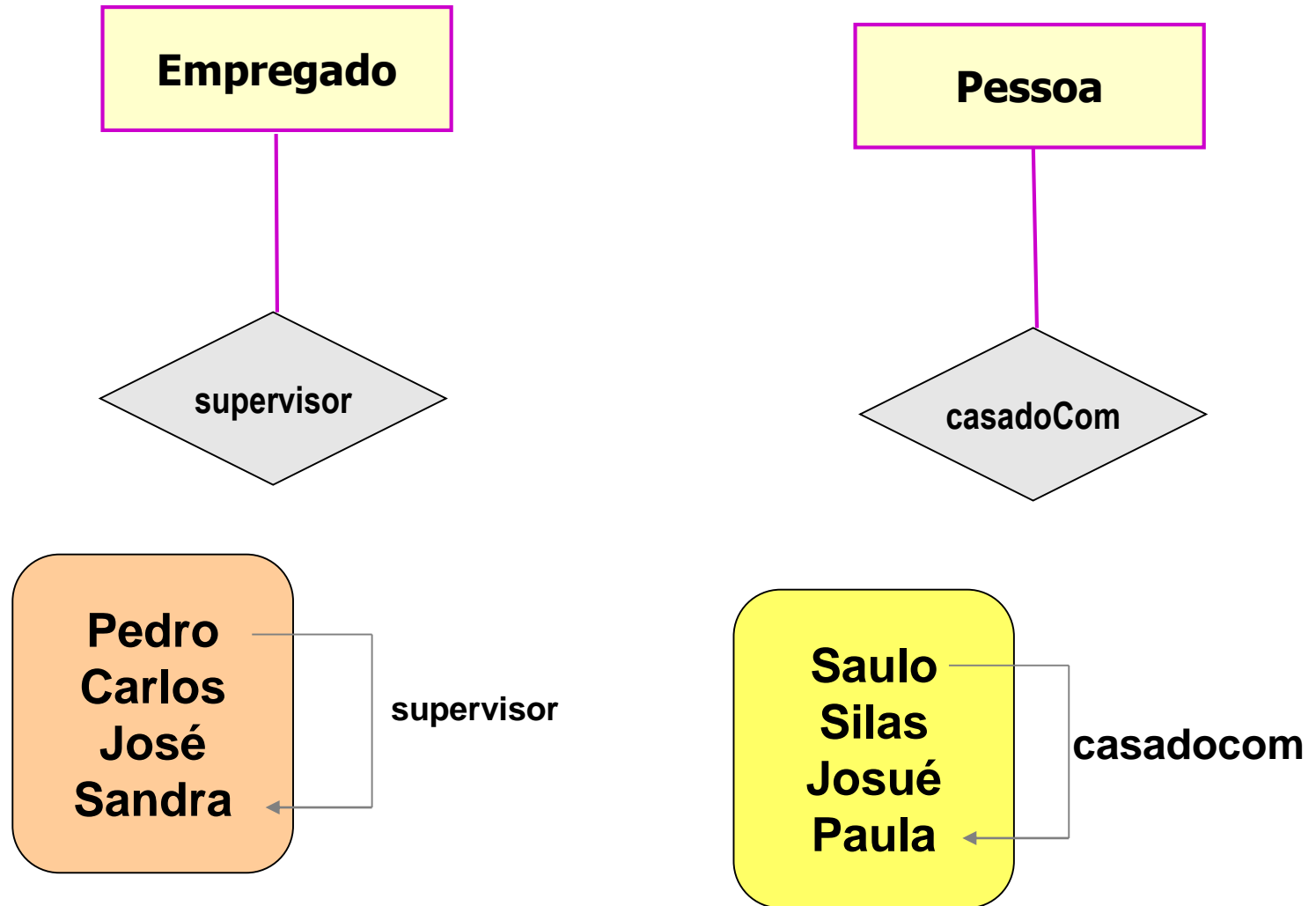
Relacionamento Ternário



- ⊕ A função que uma entidade desempenha em um relacionamento é chamada **PAPEL**.
- ⊕ Relacionamento Ternário é de grau **3** quando relaciona três conjuntos de entidades.

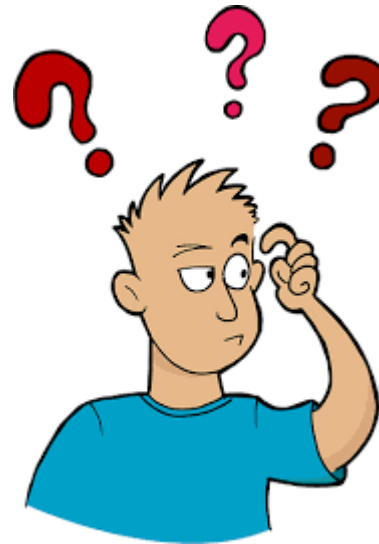


Relacionamento Recursivo





Como quantificar os relacionamentos ?



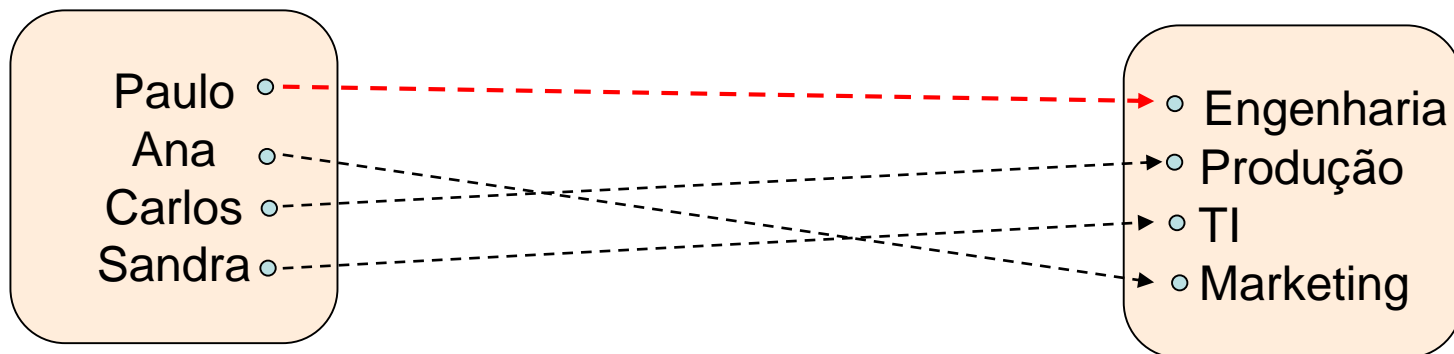


Cardinalidade de Relacionamentos

- ✦ Em geral, relacionamentos costumam ter certas **restrições** que limitam as combinações de instâncias das entidades participantes dos relacionamentos.
- ✦ Por exemplo: Em uma empresa pode haver uma regra no qual **CADA FUNCIONARIO** deve trabalhar em apenas **UM DEPARTAMENTO**.

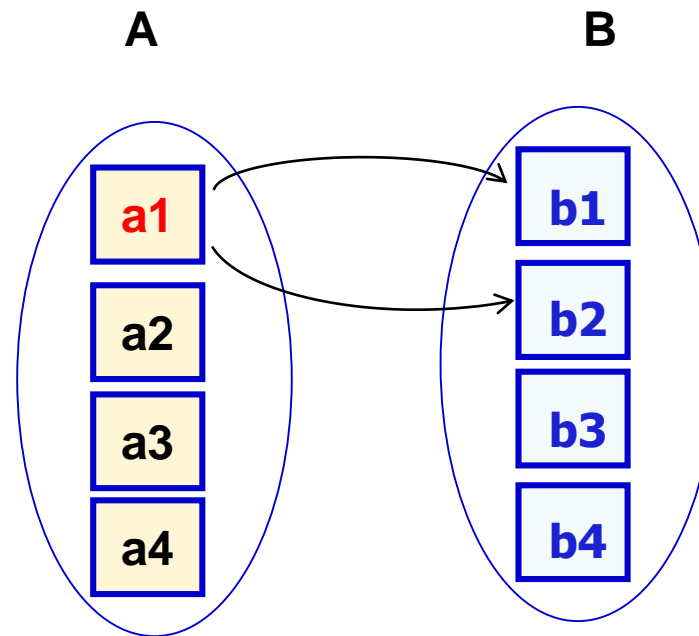


Diagrama de Ocorrências (instâncias)





Cardinalidade de Relacionamentos



A ocorrência **a1** da entidade A está relacionada a quantas ocorrências em B?



Restrições de Relacionamentos

- Há dois tipos de restrições entre os relacionamentos:
 - ✓ **Razão de Cardinalidade.**
 - ✓ **Restrição de Participação.**



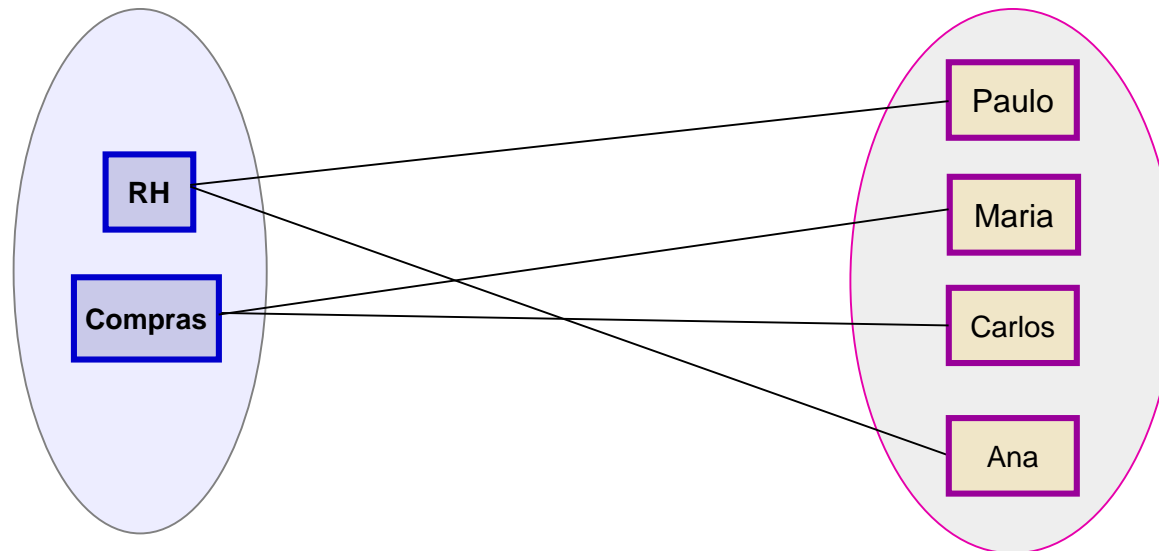
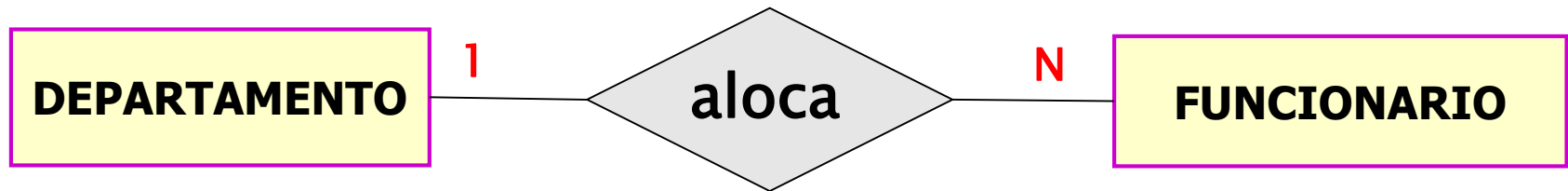
Razão de Cardinalidade

- Especifica o número **MÁXIMO** de instâncias de relacionamento em que uma entidade pode participar. (relacionamento binário)
- As razões de cardinalidade possíveis para relacionamentos binários são **1:1**, **1:N**, e **M:N**.



Razão de Cardinalidade 1:N

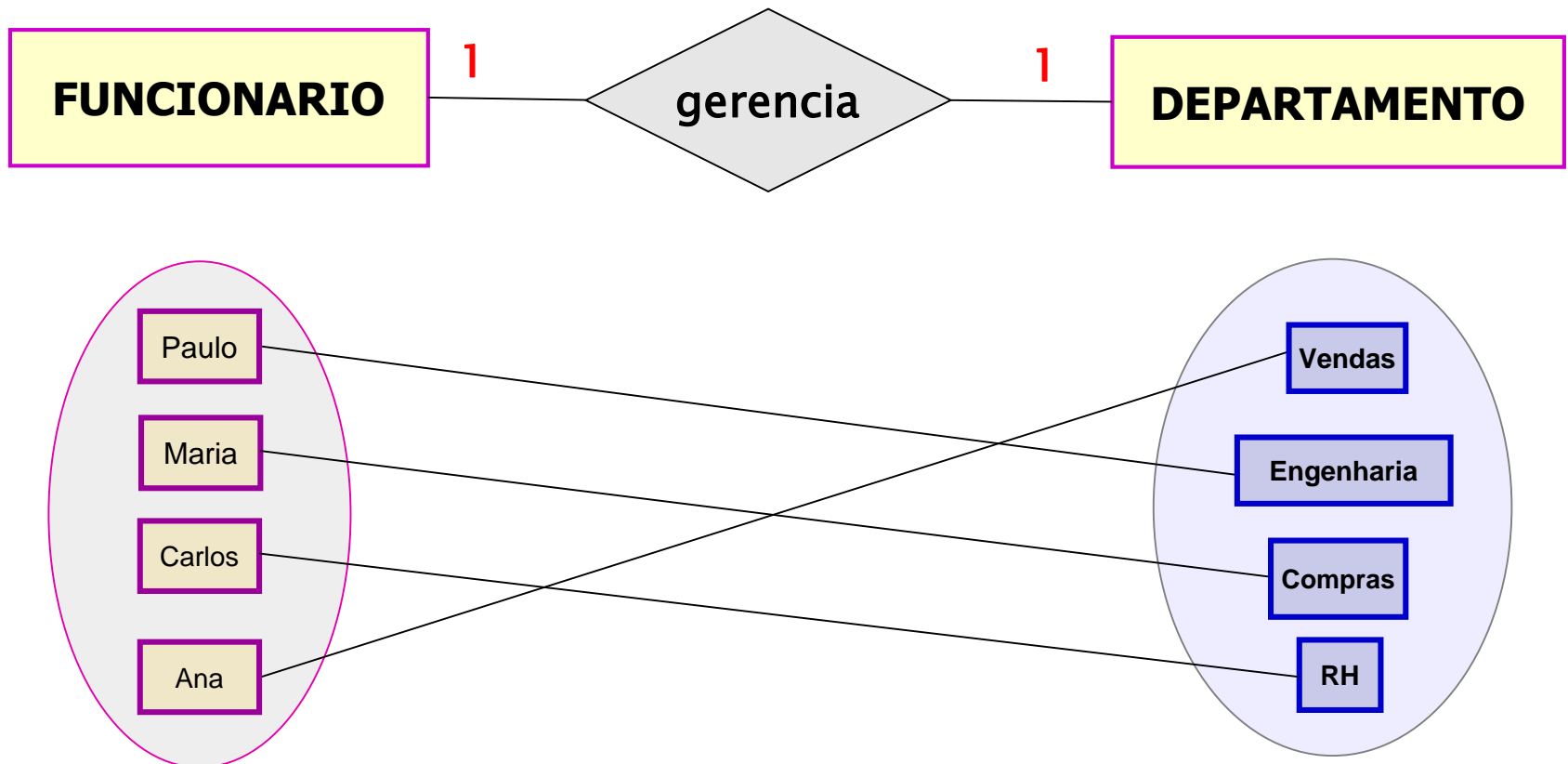
- Cada instância de **DEPARTAMENTO** pode estar relacionada a qualquer número de funcionários, mas uma instância de **FUNCIONARIO** está relacionada à apenas um departamento.
- Assim, a razão de cardinalidade é **1:N**.





Razão de Cardinalidade 1:1

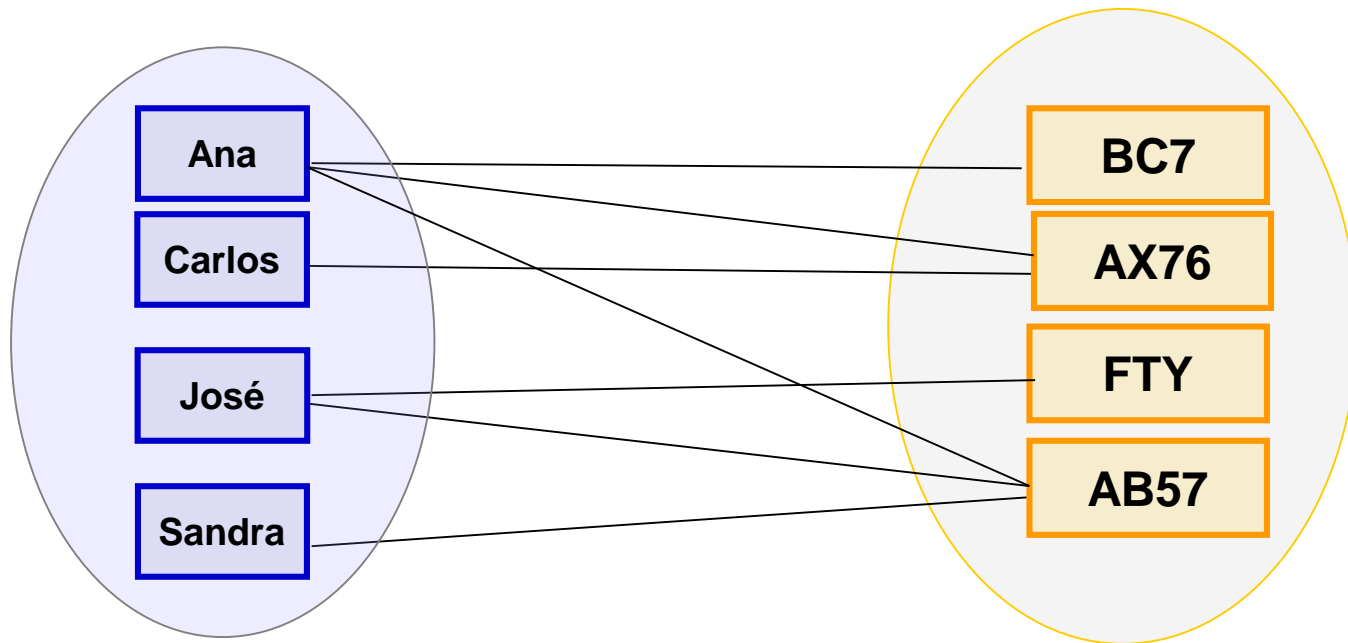
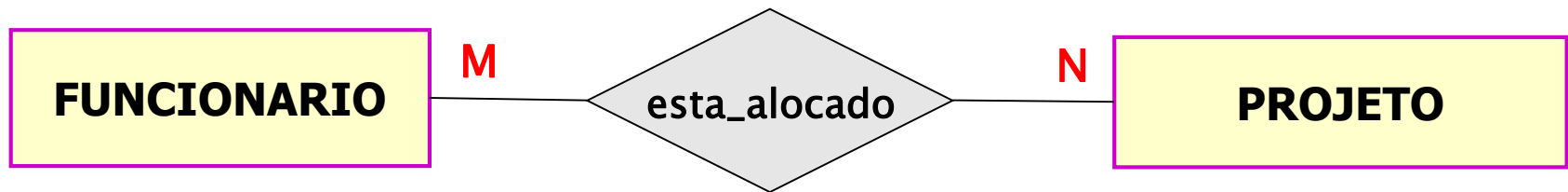
- Um funcionário pode gerenciar apenas um departamento e um departamento pode ter apenas um gerente.
- Assim, a razão de cardinalidade é **1:1**.





Razão de Cardinalidade M:N

- Um empregado pode estar alocado em N projetos e um projeto pode ser desenvolvido com M empregados.
- Assim, a razão de cardinalidade é **M:N**.





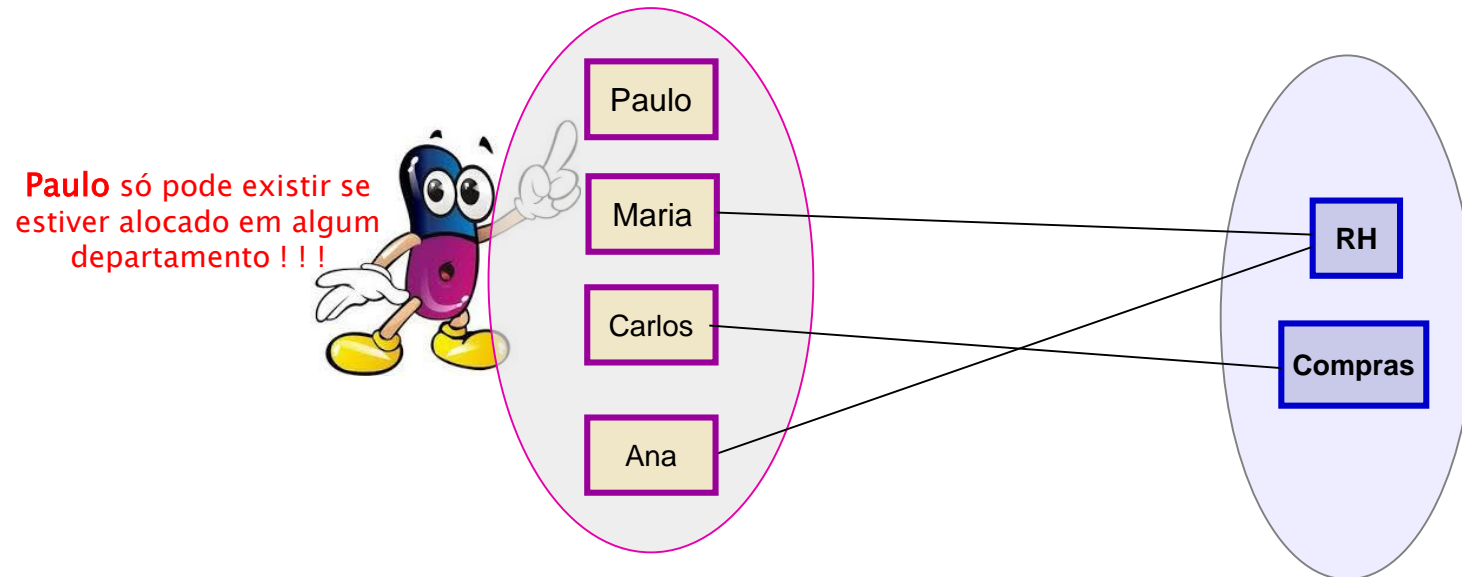
Restrição de Participação

- Também chamada RESTRIÇÃO DE **CARDINALIDADE MÍNIMA**;
- Também conhecida por **DEPENDÊNCIA DE EXISTÊNCIA**;
- Existem dois tipos de restrições de participação: **TOTAL** e **PARCIAL**.



Restrição de Participação TOTAL

- ✓ Exemplo: **TODO** funcionário precisa trabalhar para **um** departamento.
- ✓ Então um determinado funcionário só pode existir se participar em, PELO MENOS, UMA instância do relacionamento entre as entidades.





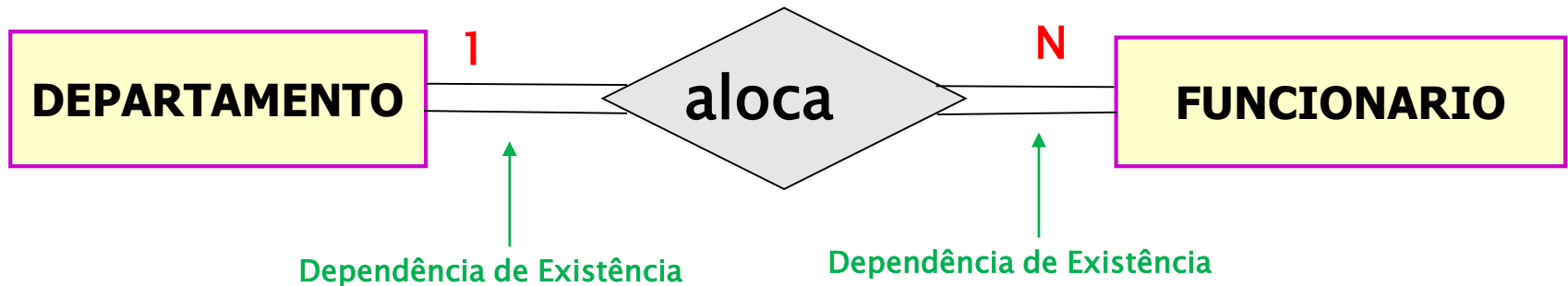
Como representar a restrição de
Participação Total no DER ?





Restrição de Participação Total no DER

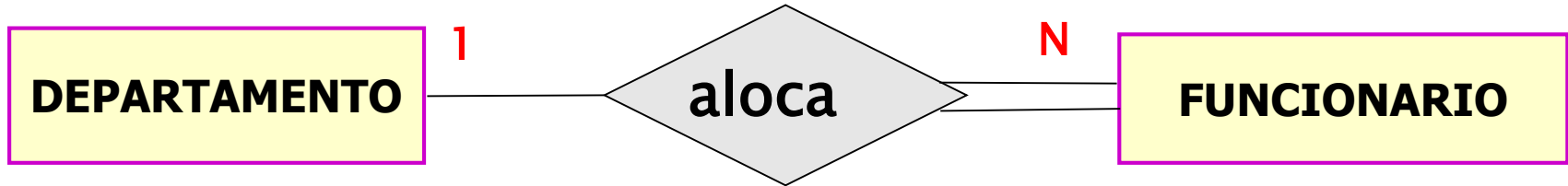
- ✓ É indicada por uma **LINHA DUPLA** que conecta a entidade participante do relacionamento.



- ✓ Um departamento só existe se tiver pelo menos 1 funcionário alocado (**mínimo de 1** funcionário) – **Participação Total**
- ✓ Um funcionário só existe se estiver alocado em 1 departamento (**mínimo de 1 departamento**) – **Participação total**



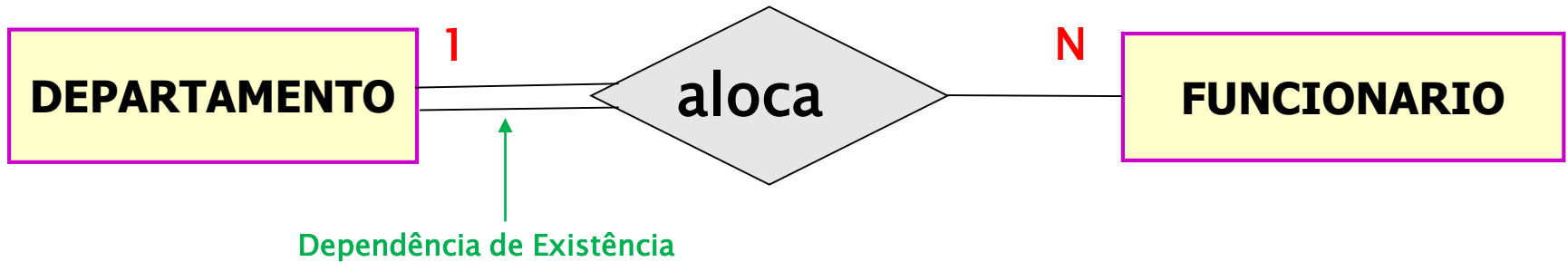
Exemplos – Restrição Total e Parcial



- ✓ Um departamento pode existir mesmo que não haja funcionários alocados (**restrição parcial**).
- ✓ Um funcionário só existe se estiver alocado em 1 departamento (**mínimo de 1 e máximo também de 1**).



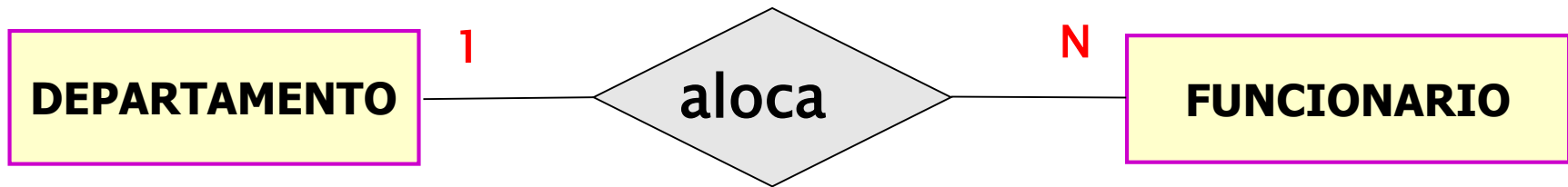
Exemplos – Restrição Total e Parcial



- ✓ Um departamento só existe se tiver pelo menos 1 funcionário alocado (**mínimo de 1** funcionário) – **Restrição Total**.
- ✓ Um funcionário **pode** existir sem estar alocado a 1 departamento – **Restrição Parcial**.



Exemplos – Restrição Total e Parcial

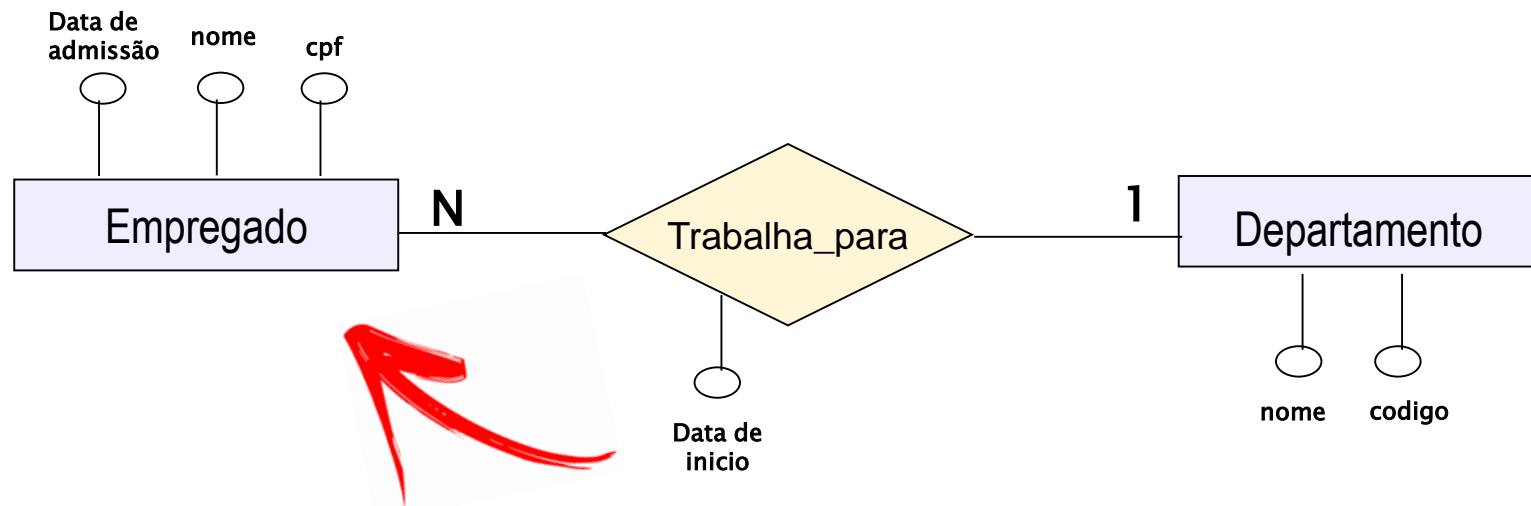


- ✓ Um departamento **pode** existir mesmo sem funcionários alocados – **Restrição Parcial**.
- ✓ Um funcionário **pode** existir mesmo sem estar alocado a 1 departamento – **Restrição Parcial**.



Atributos de Relacionamento

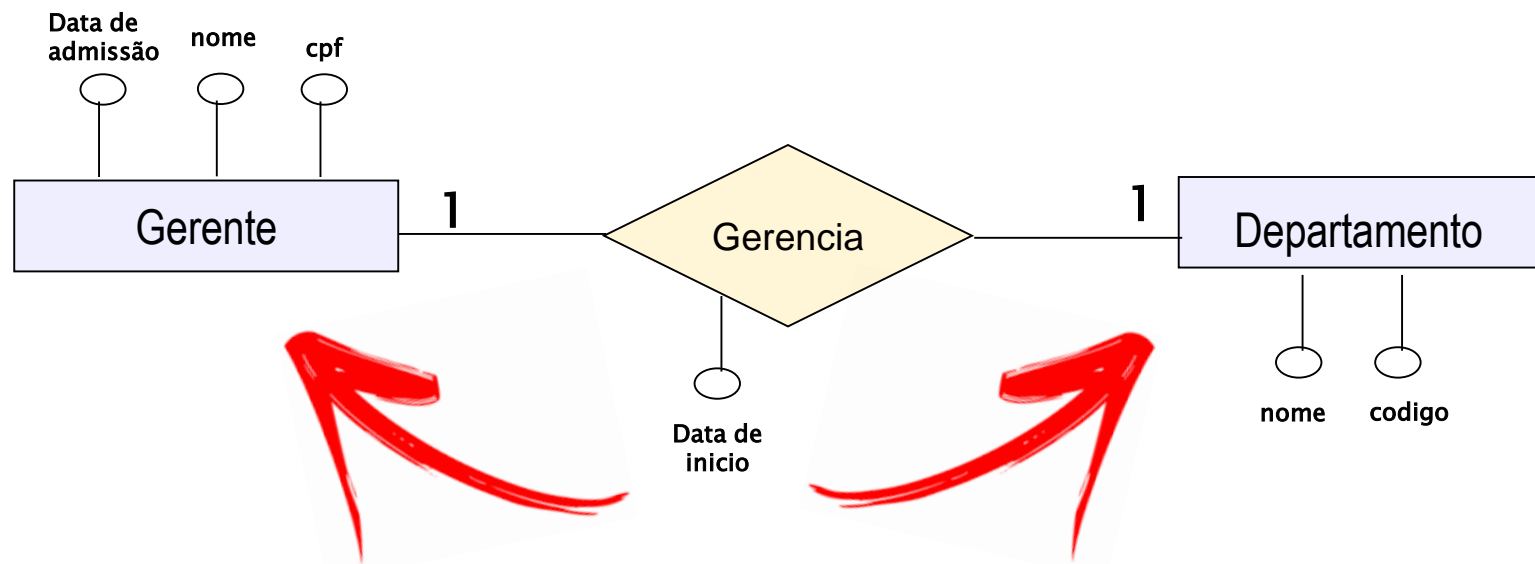
- ✓ Relacionamentos também podem ter atributos;
- ✓ Atributos de relacionamento **1:N** podem ser migrados somente para o tipo de entidade do lado **N** do relacionamento.





Atributos de Relacionamento

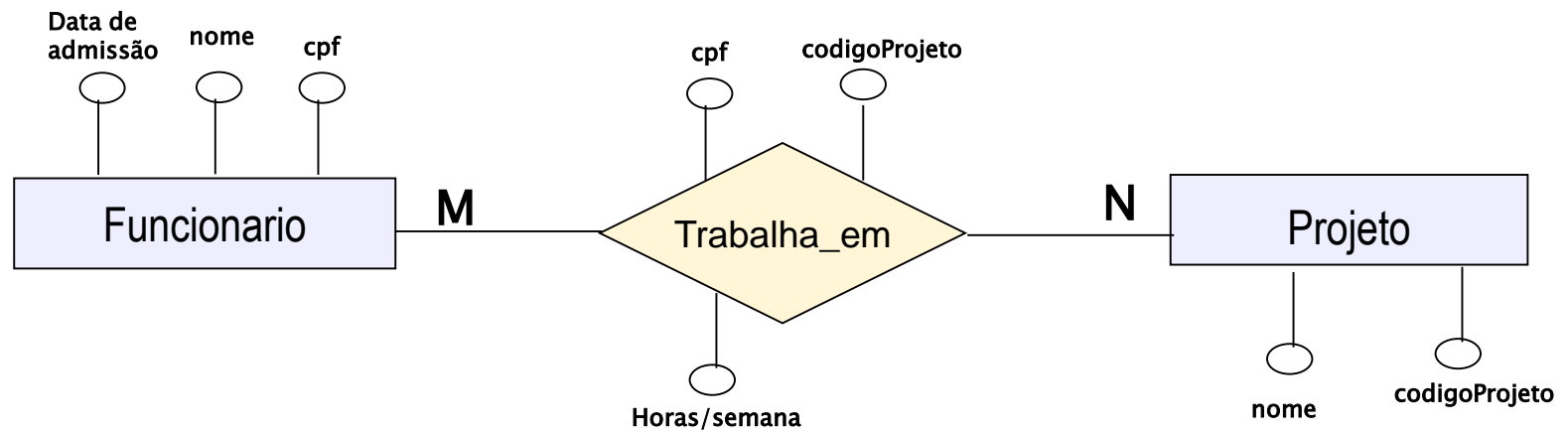
- ✓ Atributos de relacionamento 1:1 podem ser migrados para uma das entidades participantes do relacionamento.





Atributos de Relacionamento

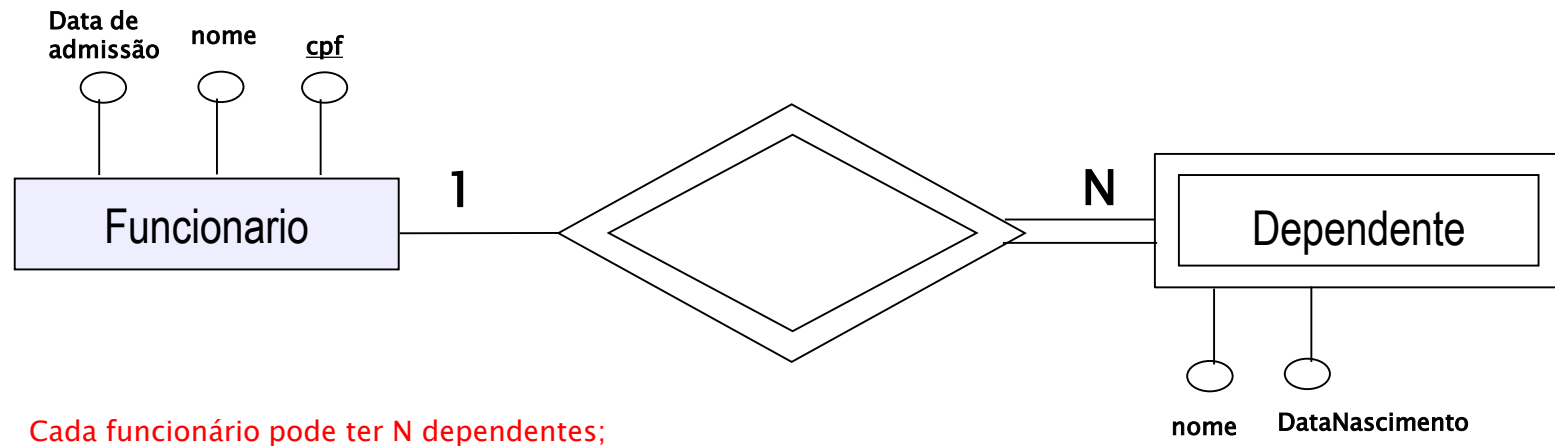
- ✓ Atributos de relacionamento M:N precisam ser especificados como atributos do relacionamento.





Entidades Fracas

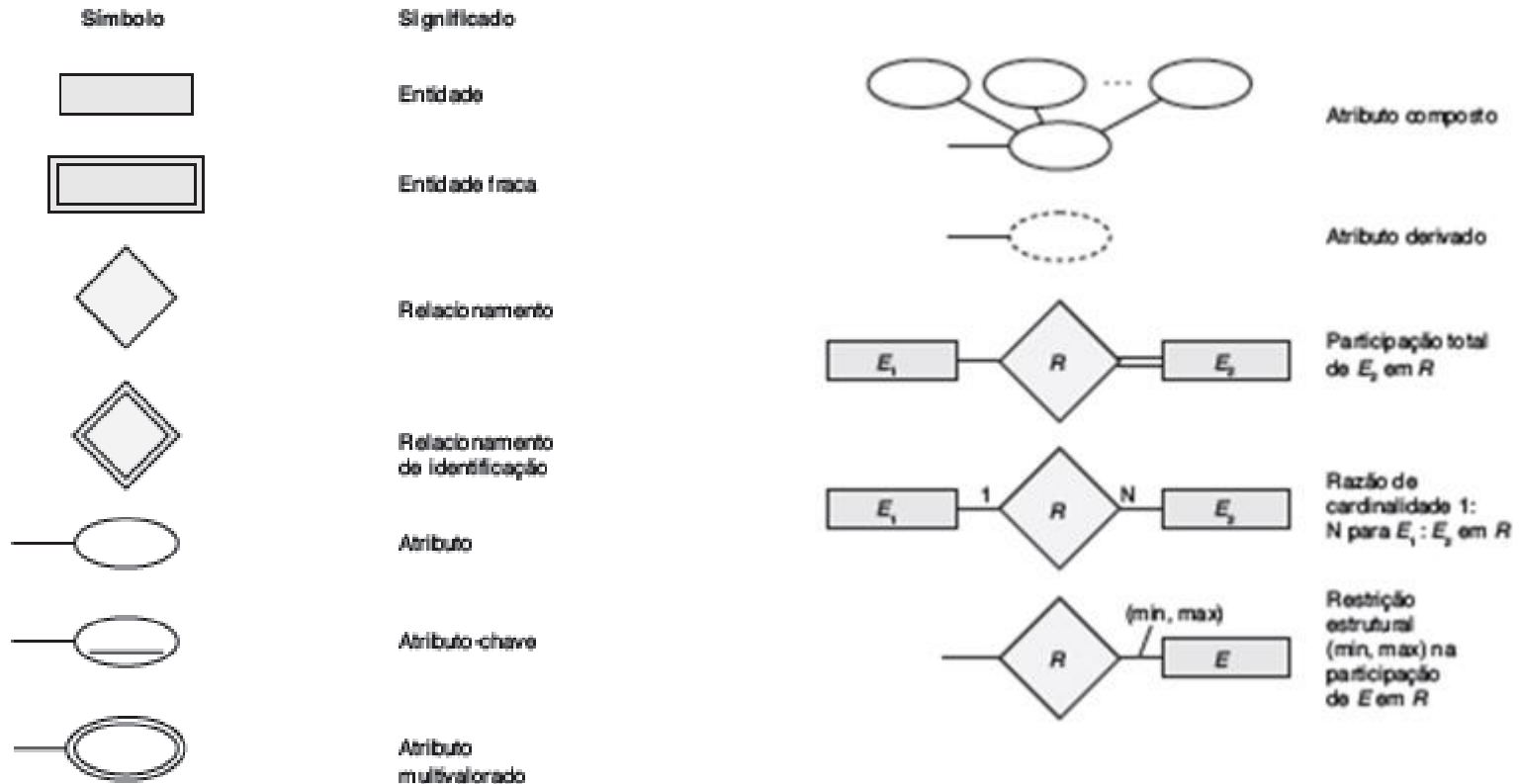
- ✓ **Não** possuem atributos-chave próprios;
- ✓ São identificadas por **dependerem** de outras entidades específicas;
- ✓ Entidades fracas sempre têm uma restrição de participação total (dependência de existência), uma vez que a entidade fraca não pode ser identificada sem uma entidade proprietária.
- ✓ No DER, tanto a entidade fraca quanto seu relacionamento de identificação são representados por retângulos e losangos com linhas duplas.
- ✓ Normalmente têm uma chave parcial relacionada à entidade proprietária. No DER, o atributo de chave parcial é sublinhado com linha tracejada.



- ✓ Cada funcionário pode ter N dependentes;
- ✓ Cada dependente está associado a um único funcionário;
- ✓ Um dependente não existe sem um funcionário relacionado.



DER – Convenções



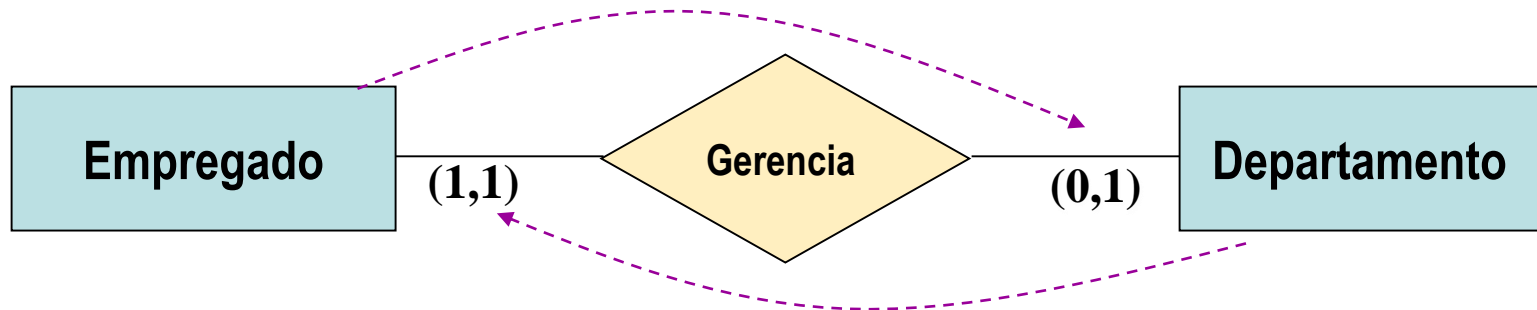
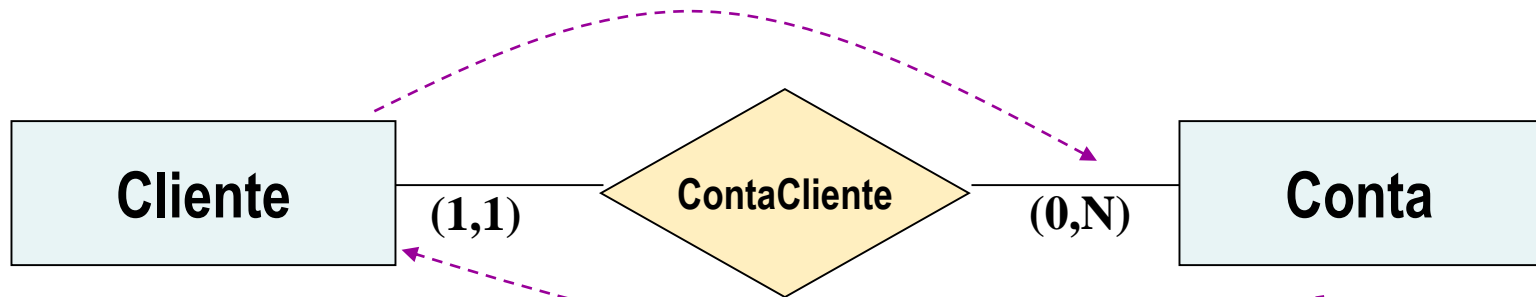


Notação Alternativa para DER

- ✓ Substitui a razão de cardinalidade (**1:1** , **1:N** , **M:N**) e a notação de linha simples/dupla para as restrições de participação;
- ✓ Associa um par de inteiros (**min,max**) a cada participação de entidade E em um relacionamento R , onde $0 \leq \min \leq \max$ e $\max \geq 1$.



Cardinalidade Mínima e Máxima

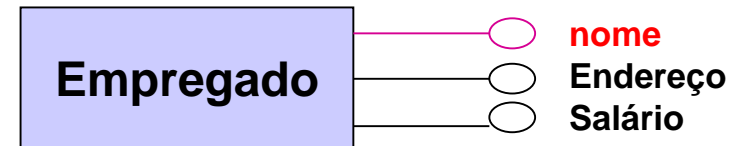




Cardinalidade mínima e máxima de atributos

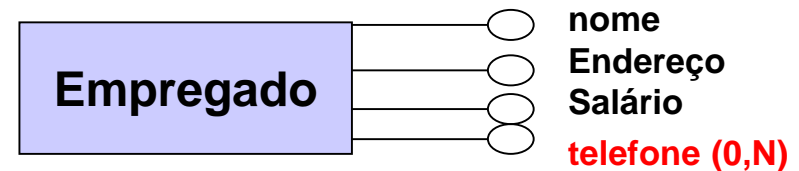
✓ **Monovalorado**: possui um valor único em uma entidade.

- Exemplo: **nome**



✓ **Multivalorado**: possui mais de um valor para cada ocorrência da entidade.

- Exemplo: **telefone**



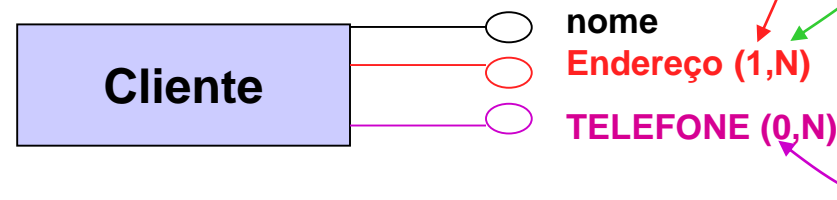


Cardinalidade mínima e máxima de atributos

✓ **1**: atributo monovalorado (default)

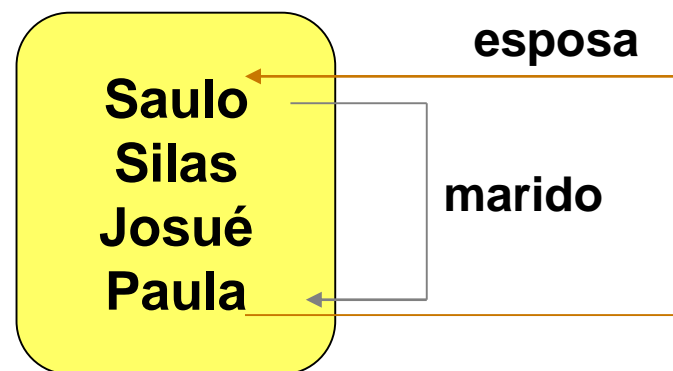
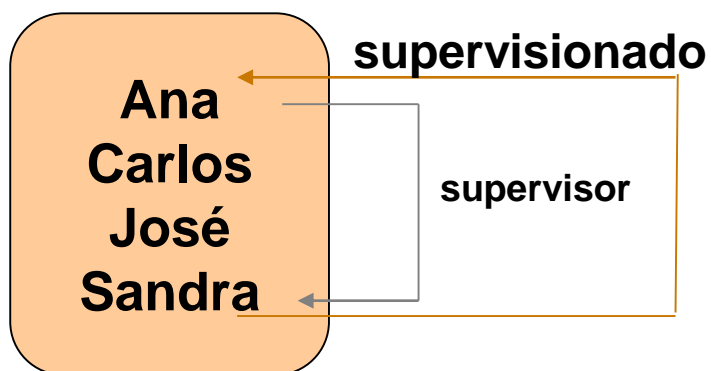
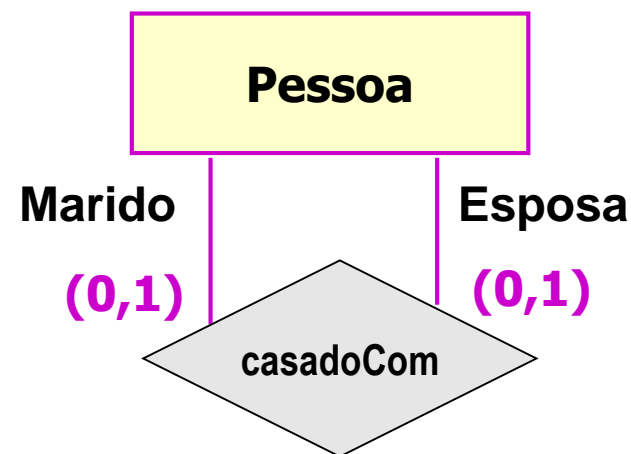
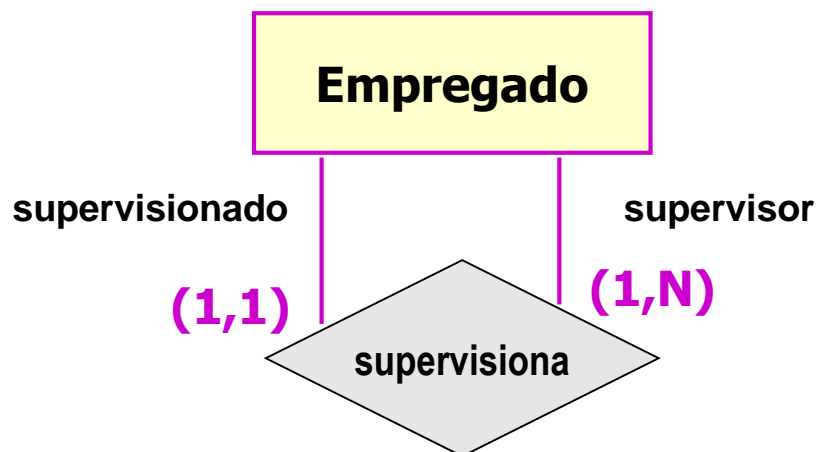
✓ **0**: atributo opcional

✓ **N**: atributo multivalorado





Relacionamento Recursivo

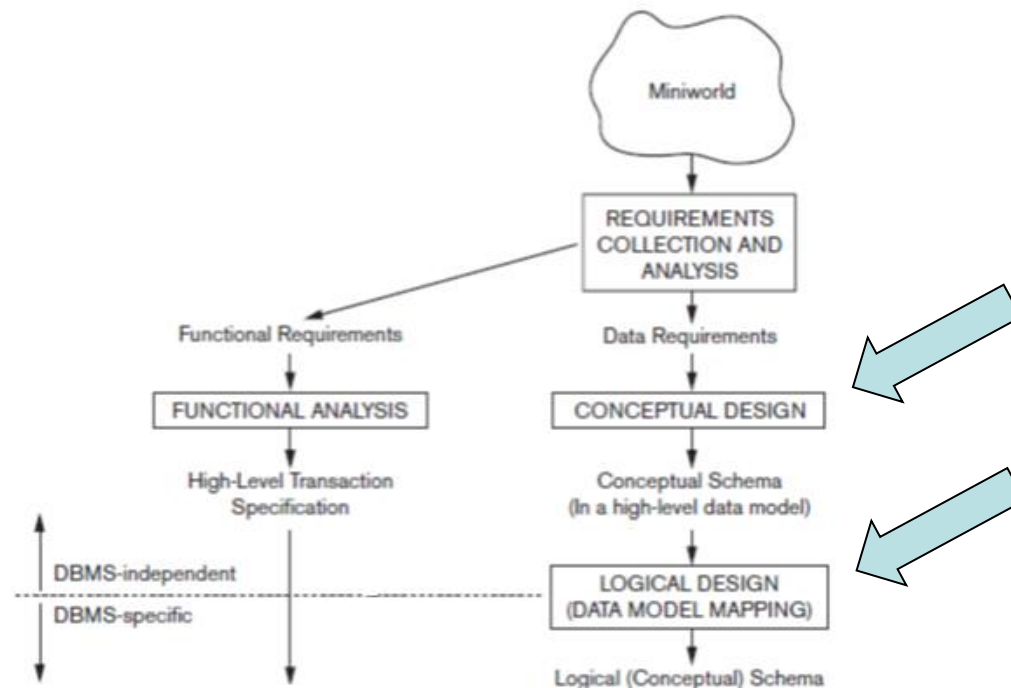






Projeto de Banco de dados por Mapeamento ER para Relacional

- ✓ Projeto de Banco de dados relacional baseado em um projeto conceitual;
- ✓ Sete etapas para converter as construções básicas no modelo ER em relações;





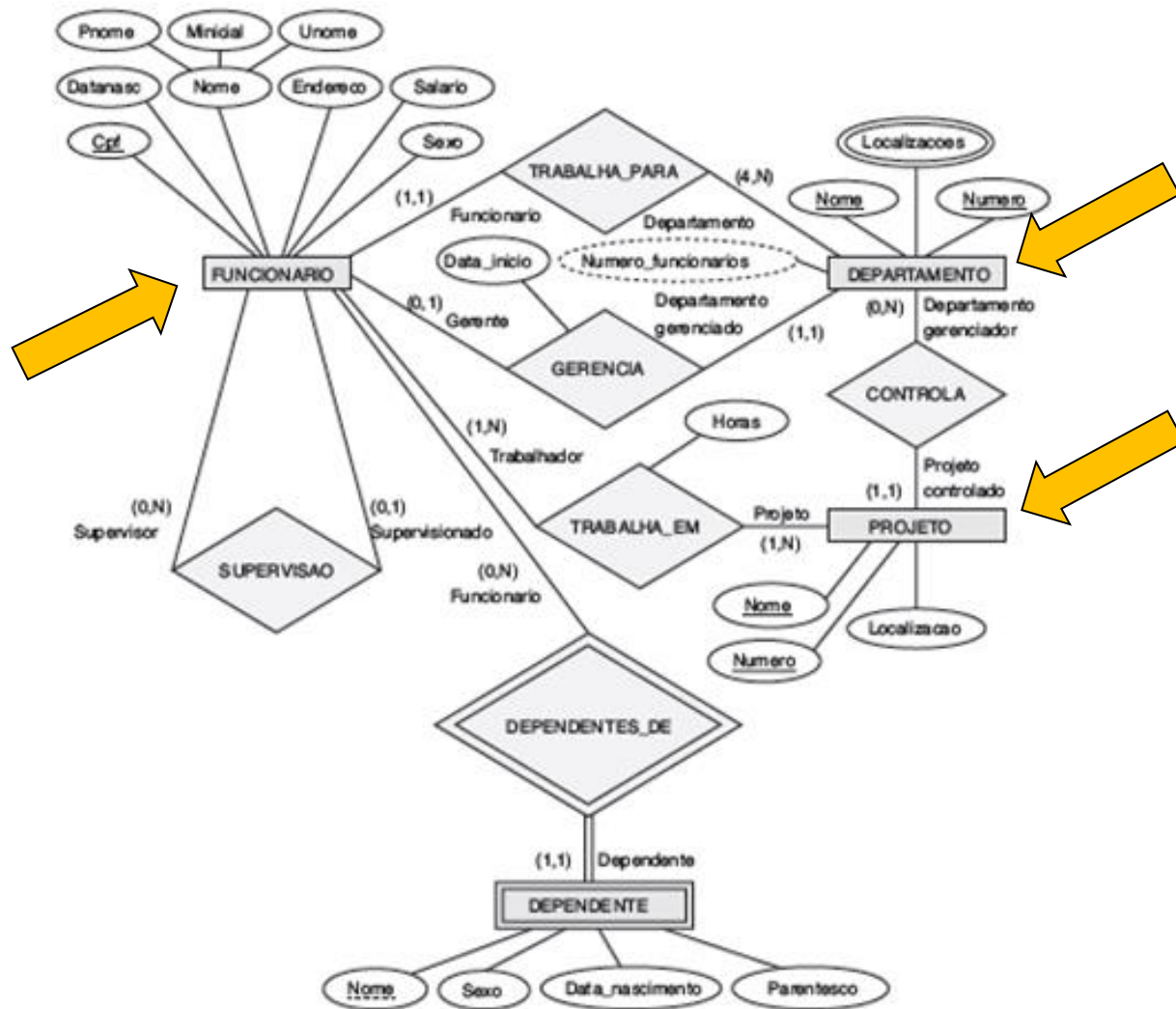
Algoritmo de Mapeamento ER para Relacional

✓ ETAPA 1: Mapeamento de tipos de Entidade Regular

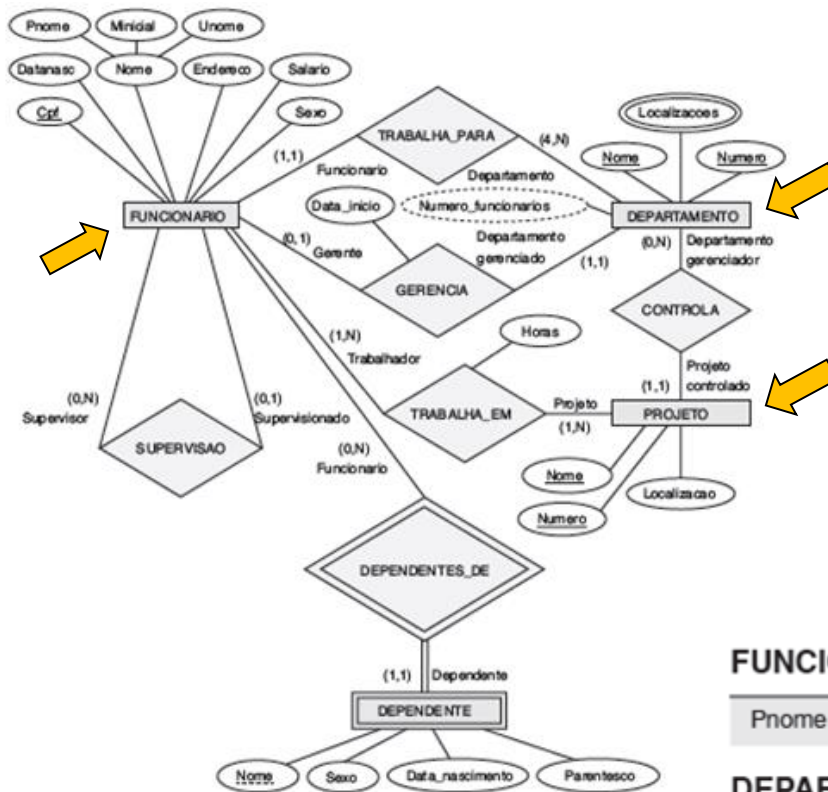


- Para cada tipo de entidade regular (**forte**) **E** no esquema ER, crie uma relação **R** que inclua todos os atributos simples de **E**;
- Inclua apenas os atributos de componentes simples de um atributo composto;
- Escolha um dos atributos-chave de **E** como chave primária para **R**;
- Se a chave escolhida de **E** for composta, então o conjunto de atributos simples que a compõem juntos formarão a chave primária de **R**.
- As relações criadas com base no mapeamento de tipos são chamadas **RELAÇÕES DE ENTIDADE**.

Etapa 1



Etapa 1



FUNCIONARIO

Pnome	Minicial	Unome	<u>Cpf</u>	Datanasc	Endereco	Sexo	Salario
-------	----------	-------	------------	----------	----------	------	---------

DEPARTAMENTO

Dnome	<u>Dnumero</u>
-------	----------------

PROJETO

Projnome	<u>Projnumero</u>	Projlocal
----------	-------------------	-----------



Algoritmo de Mapeamento ER para Relacional

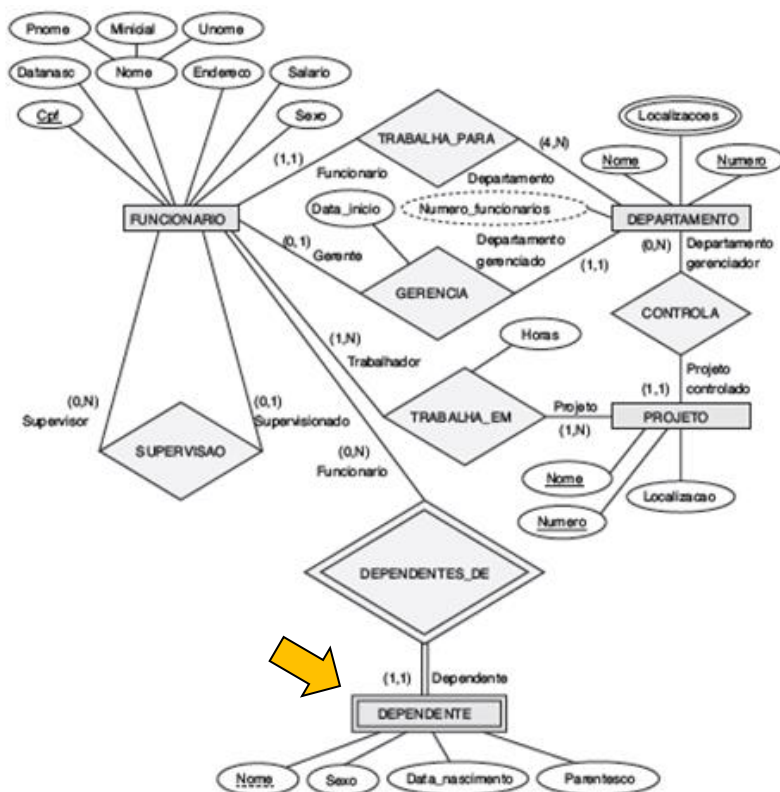


✓ ETAPA 2: Mapeamento de tipos de Entidade Fraca

- Para cada Entidade Fraca **F** no esquema ER, crie uma entidade **R** e inclua todos os atributos simples ou compostos de **F** como atributos de **R**;
- Inclua como atributos de chave estrangeira de **R** os atributos de chave primária da relação que corresponde à entidade proprietária.
- A chave primária de **R** é a combinação da chaves primária do proprietário e a chave parcial da entidade fraca **F**.



Etapa 2



DEPENDENTE

<u>Fcpf</u>	<u>Nome_dependente</u>	Sexo	Datanasc	Parentesco
-------------	------------------------	------	----------	------------



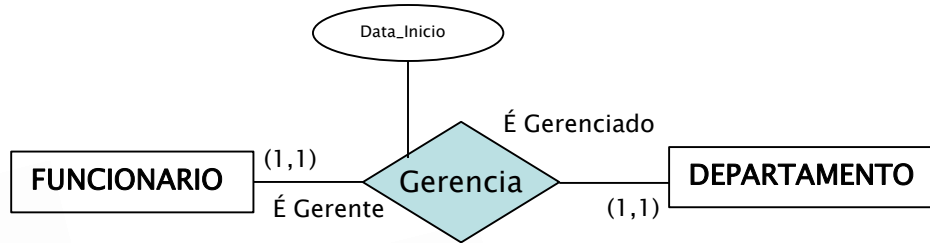
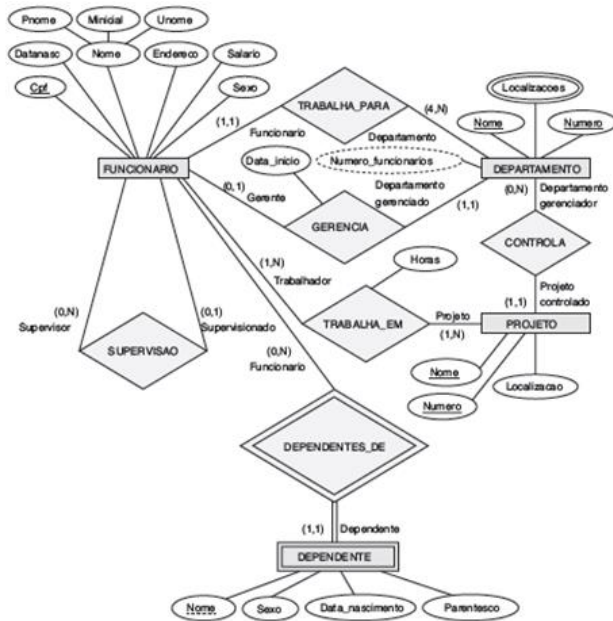
Algoritmo de Mapeamento ER para Relacional



✓ ETAPA 3: Mapeamento de tipos de Relacionamentos Binários

- Para cada relacionamento binário **1:1** no esquema ER, identifique as relações **S** e **T** que correspondem às entidades participantes em R.
- Escolha uma das relações – digamos **S** – e inclua como chave estrangeira em **S** a chave primária de **T**.

Etapa 3



FUNCIONARIO

Pnome	Minicial	Unome	<u>Cpf</u>	Datanasc	Endereco	Sexo	Salario	Cpf_supervisor	Dnr
-------	----------	-------	------------	----------	----------	------	---------	----------------	-----

DEPARTAMENTO

Dnome	<u>Dnumero</u>	Cpf_gerente	Data_inicio_gerente
-------	----------------	-------------	---------------------

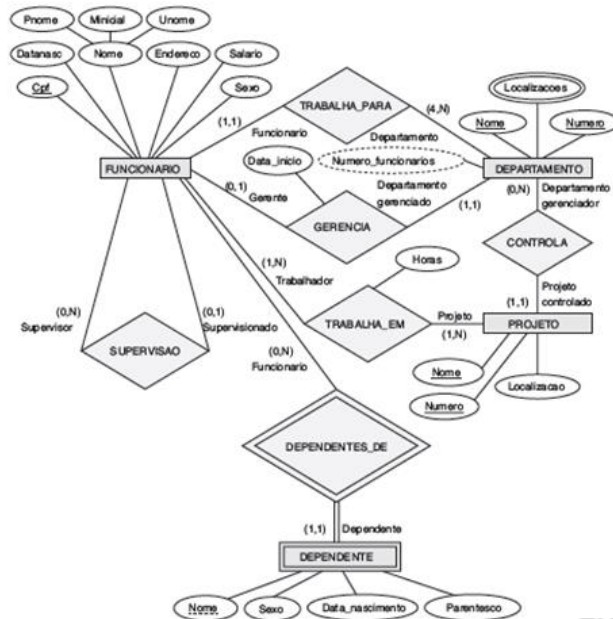


Algoritmo de Mapeamento ER para Relacional



- ✓ **ETAPA 4:** Mapeamento de tipos de relacionamento binário **1:N**
 - Para cada relacionamento **R** binário regular **1:N**, identifique a relação **S** que representa a entidade participante no lado **N** do relacionamento.
 - Inclua como chave estrangeira em **S** a chave primária da relação **T** que representa a outra entidade participante em R.
 - Inclua quaisquer atributos simples (ou componentes simples dos atributos compostos) do relacionamento **1:N** como atributos de **S**.

Etapa 4



FUNCIONARIO

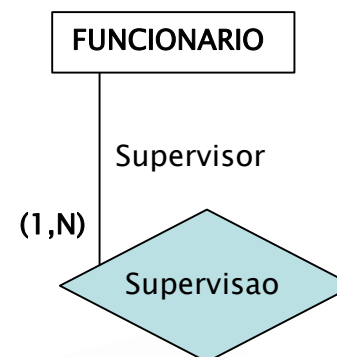
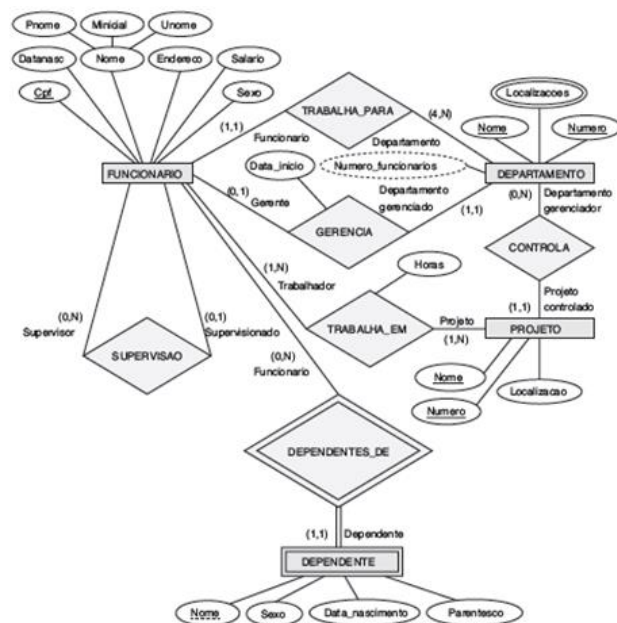
Pnome	Minicial	Unome	<u>Cpf</u>	Datanasc	Endereco	Sexo	Salario	Cpf_supervisor	Dnr
-------	----------	-------	------------	----------	----------	------	---------	----------------	-----

DEPARTAMENTO

Dnome	<u>Dnumero</u>	Cpf_gerente	Data_inicio_gerente
-------	----------------	-------------	---------------------

- ✓ Chave estrangeira Dnr é incluída em DEPARTAMENTO e renomeada para Dnumero.

Etapa 4



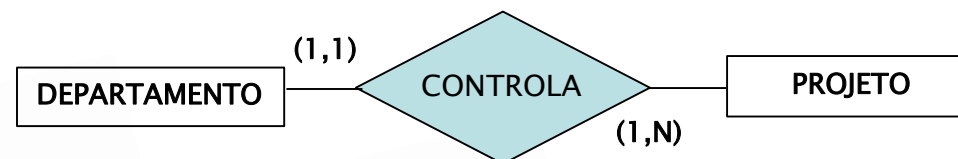
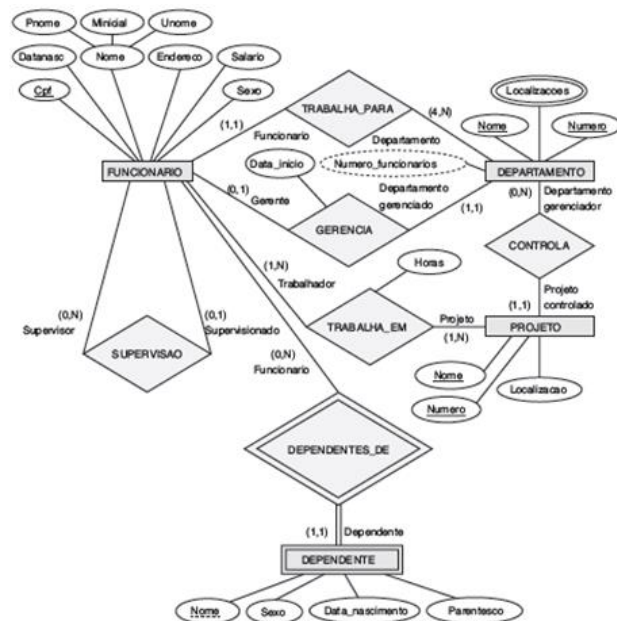
FUNCIONARIO

Pnome	Minicial	Unome	<u>Cpf</u>	Datanasc	Endereco	Sexo	Salario	Cpf_supervisor	Dnr
-------	----------	-------	------------	----------	----------	------	---------	----------------	-----

Diagram illustrating the database schema for the **FUNCIONARIO** table, showing attributes and their relationships. A red arrow points from the **Cpf** attribute to the **Cpf_supervisor** attribute, indicating a recursive relationship.

- ✓ Será inclusa a chave primária de **FUNCIONARIO** como chave estrangeira na própria relação **FUNCIONARIO** pois o relacionamento **SUPERVISAO** é recursivo.

Etapa 4



DEPARTAMENTO

Dnome	<u>Dnumero</u>	Cpf_gerente	Data_inicio_gerente
-------	----------------	-------------	---------------------

PROJETO

Projnome	<u>Projnumero</u>	<u>Projlocal</u>	Dnum
----------	-------------------	------------------	------

- ✓ O relacionamento CONTROLA é mapeado para o atributo de chave estrangeira Dnum de PROJETO, que referencia a chave primária Dnumero da relação DEPARTAMENTO.

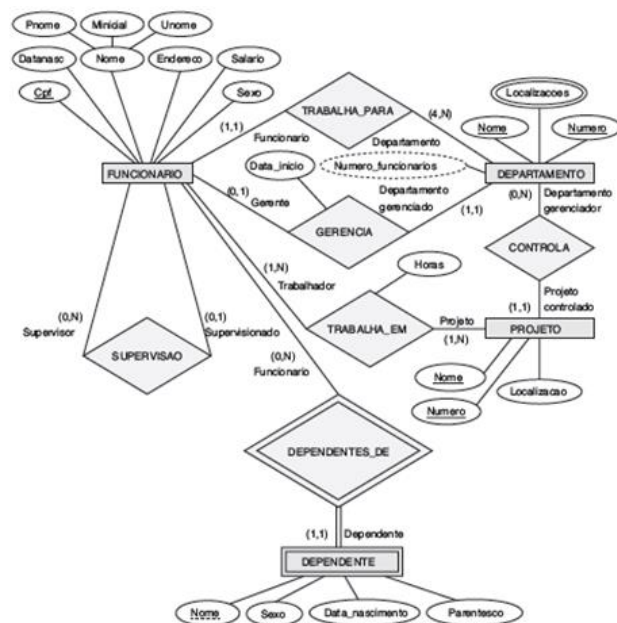


Algoritmo de Mapeamento ER para Relacional



- ✓ **ETAPA 5:** Mapeamento de Tipos de Relacionamento Binário **M:N**
- Para cada relacionamento R binário **M:N**, crie uma nova relação **S** para representar **R**.
 - Inclua como atributos de chave estrangeira em **S** as chaves primárias das relações que representam as entidades participantes;
 - Sua combinação formará a chave primária de **S**.
 - Inclua também quaisquer atributos simples do relacionamento **M:N** (ou componentes simples dos atributos compostos) como atributos de **S**.

Etapa 5



FUNCIONARIO

Pnome	Minicial	Unome	<u>Cpf</u>	Datanasc	Endereco	Sexo	Salario	Cpf_supervisor	Dnr
-------	----------	-------	------------	----------	----------	------	---------	----------------	-----

PROJETO

Projnome	<u>Projnumero</u>	<u>Projlocal</u>	Dnum
----------	-------------------	------------------	------

TRABALHA_EM

<u>Fcpf</u>	<u>Pnr</u>	Horas
-------------	------------	-------

- ✓ Cria-se a relação TRABALHA_EM.
- ✓ Inclui-se as chaves primárias das relações PROJETO e FUNCIONARIO como chaves estrangeiras na relação TRABALHA_EM, que são renomeadas para Pnr e Fcpf.



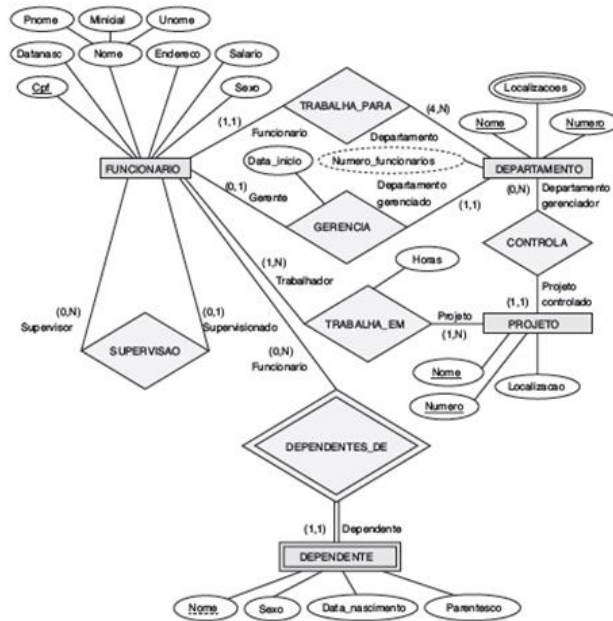
Algoritmo de Mapeamento ER para Relacional



✓ ETAPA 6: Mapeamento de atributos multivalorados

- Para cada atributo multivalorado **A**, crie uma relação **R**. Essa relação **R** incluirá um atributo correspondente a **A**, mais o atributo da chave primária **Ch** – como uma chave estrangeira em **R** – da relação que representa a entidade ou relacionamento que tem **A** como atributo multivalorado.
- A chave primária de **R** é a combinação de **A** e **Ch**. Se o atributo multivalorado for composto, incluímos seus componentes simples.

Etapa 6



DEPARTAMENTO

Dnome	<u>Dnumero</u>	Cpf_gerente	Data_inicio_gerente
-------	----------------	-------------	---------------------

LOCALIZACAO_DEP

<u>Dnumero</u>	<u>Dlocal</u>
----------------	---------------

- ✓ Cria-se a relação LOCALIZACAO_CEP.
- ✓ O atributo Dlocal representa o atributo multivalorado LOCALIZACOES de DEPARTAMENTO, enquanto Dnumero – como chave estrangeira – representa a chave primaria da relação DEPARTAMENTO.
- ✓ A chave primaria de LOCALIZACAO_CEP é a combinação de { Dnumero, Dlocal }.
- ✓ Uma tupla separada existirá em LOCALIZACAO_CEP para cada local que tenha um departamento.



Algoritmo de Mapeamento ER para Relacional



- ✓ **ETAPA 7:** Mapeamento de relacionamentos n-ario
- Para cada relacionamento n-ario **R**, onde $n > 2$, crie uma relação **S** para representar **R**.
 - Inclua como atributos de chave estrangeira em **S** as chaves primárias das relações que representam as entidades participantes.
 - A chave primária de **S** é a combinação de todas as chaves estrangeiras que referenciam as relações participantes do relacionamento.

Etapa 7

