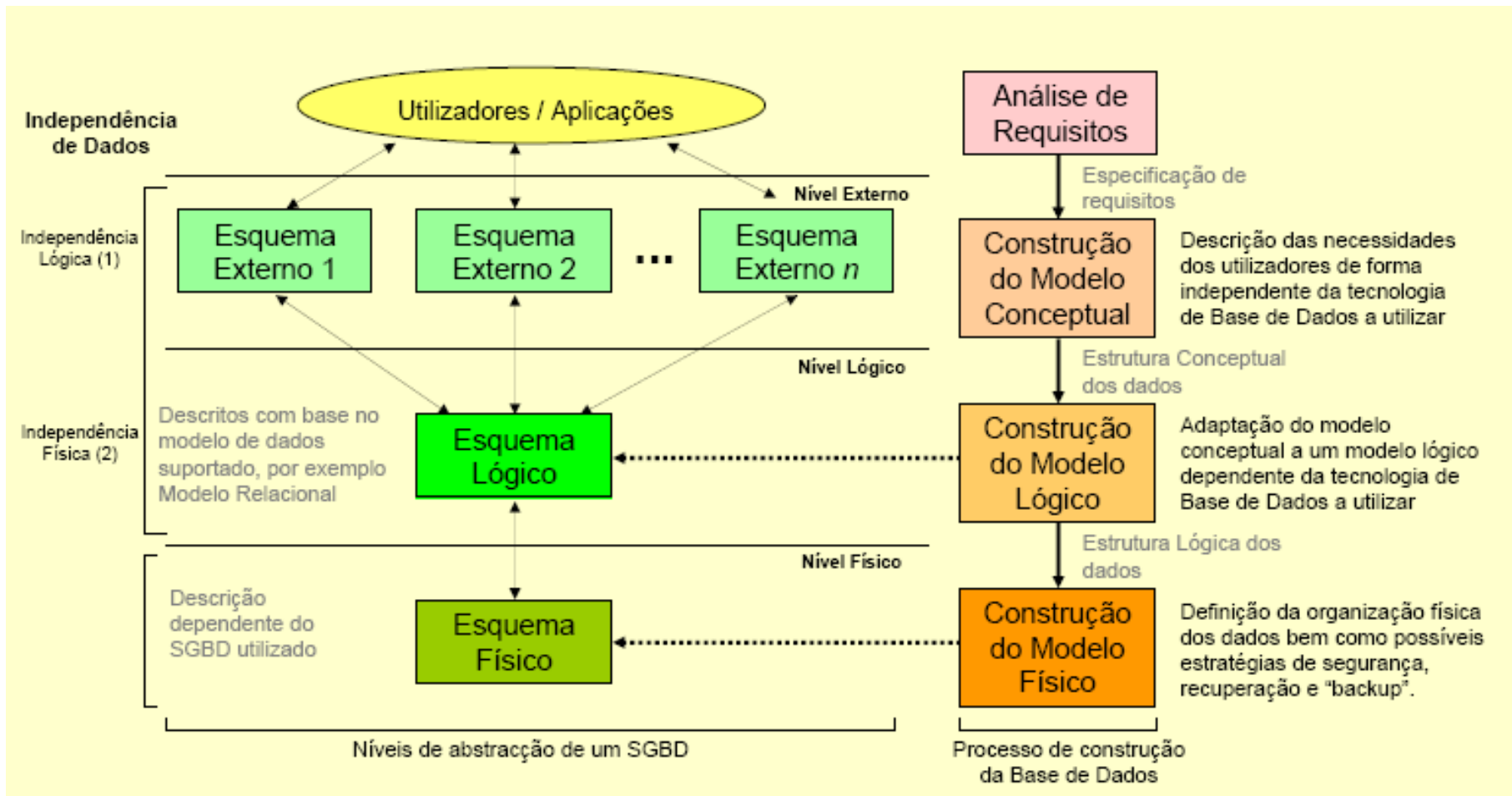


02 – Modelo

Entidade Associação (MEA)

Baseado nos slides dos professores Paulo Trigo e Porfírio Filipe
Todas as alterações são da responsabilidade do professor António Teófilo

Concepção de Bases de Dados



Concretização dos vários modelos

■ Análise de requisitos

- Descrição textual dos requisitos

■ Modelo conceptual

- Modelo Entidade-Associação

■ Modelo lógico

- Modelo relacional

■ Modelo físico

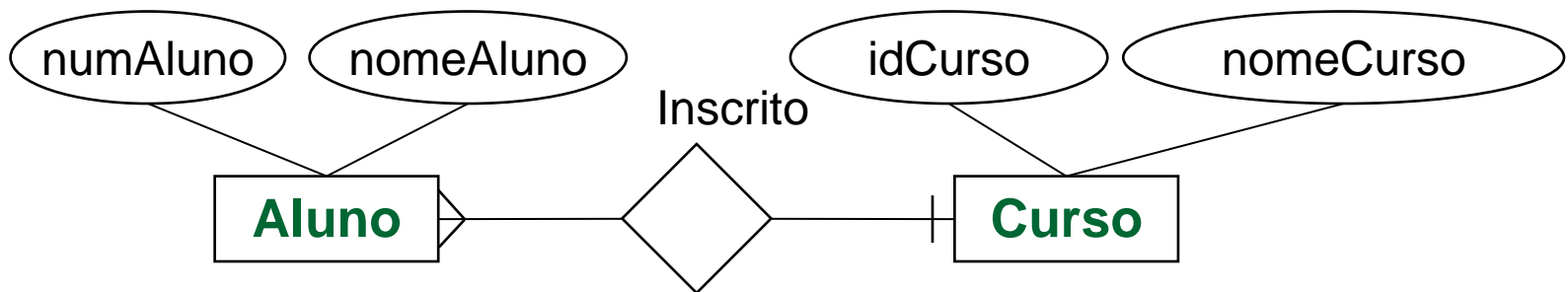
- Descrição SQL do SGBD a utilizar

Cenário exemplo

■ Descrição dos requisitos:

- Numa escola pretende-se modelar:
 - os alunos identificados univocamente no sistema por um número e registando-se também o seu nome;
 - Os cursos existentes, que têm um identificador único, com máximo de 5 caracteres e o seu nome por extenso; e
 - que alunos estão inscritos em cada curso, sabendo-se que cada aluno só está inscrito num curso

■ Modelo Conceptual - Modelo Entidade-Associação:



Cenário exemplo

■ Modelo lógico – modelo relacional

- ❑ Aluno(numAluno, nomeAluno, idCurso)
- ❑ Curso(idCurso, nomeCurso)

■ Modelo físico – Directivas SQL*

* de construção do modelo de dados, utilizando o SQL Server 2005 da Microsoft

```
create table curso (  
    idCurso char(5) not null,  
    nomecurso varchar(120) not null,  
    constraint pk_curso primary key (idCurso)  
);  
create table aluno (  
    numAluno integer not null,  
    nomeAluno varchar(120) not null,  
    idCurso char(5) not null,  
    constraint pk_aluno primary key (numAluno),  
    constraint fk_aluno_curso foreign key (idCurso) references curso  
);
```

Construção do modelo conceptual

Modelo Entidade-Associação

O Particular e o Geral

Pastor Alemão
Boxer
Setter
Dobermann
Fox-Terrier

Abstracção

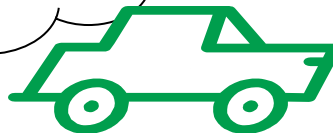
Cão



Fiat
Renault
Toyota
Volkswagen
Ferrari

Abstracção

Automóvel



António Silva
Isabel Sousa
Mário Gomes
João Lopes
Pedro Nunes

Abstracção

Empregado



Abstracção

Dono do
cão



Definição de Entidades por Abstracção

■ **Entidade:**

- ❑ Abstracção para a descrição de objetos ou conceitos que possuam um conjunto de características comuns

■ Algumas características (atributos) de Cão

- ❑ nome
- ❑ raça
- ❑ data de nascimento
- ❑ altura, comprimento
- ❑ peso
- ❑ nome do seu dono

■ **Atributo:**

- ❑ Característica comum aos objetos ou conceitos que a Entidade retrata

Diferentes perspectivas acerca dos atributos

- Um cão para um veterinário
 - Nome, raça, género, data de nascimento, peso, altura, comprimento, vacinas, dono, morada do dono
- Um cão para a Administração Municipal
 - Nome, raça, género, número da licença, data de expiração da licença, data de nascimento, dono, morada do dono
- Um cão para o dono
 - Nome, raça, género, data de nascimento, número de refeições, quantidade de comida por refeição

Abordagem ao Modelo Entidade-Associação

- Proposta por Peter Pin-Shan Chen (abreviadamente Chen) em 1976
 - artigo “The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data”
 - desde então, muitas extensões e abordagens derivadas da mesma vêm sendo propostas
- A base fundamental da abordagem Entidade-Associação é
 - analisar um sistema procurando encontrar os elementos do mundo real que se identificam com um conjunto de padrões pré-definidos
- Como resultado obtém-se uma especificação (dita Conceptual) que contem uma especificação do sistema “à custa de padrões”
- Trata-se de uma atitude mental do tipo “reconhecimento de padrões”
- Produz um bom elemento de comunicação com os utilizadores

Conceitos

- Básicos (Modelo Entidade - Associação)
 - Entidade
 - Atributo
 - Associação
 - Entidade-Associativa
 - Entidade Fraca
- Extensões (Modelo Entidade - Associação Alargado)
 - Associação Exclusiva
 - Generalização

Entidade / Conjunto de Entidades

- Uma Entidade é um qualquer objecto ou conceito que existe e pode ser distinguido de qualquer outro de forma inequívoca.
 - Um Filme específico
 - Um determinado Cliente, etc.
- Designa-se por Entidade cada um dos elementos do Conjunto de Entidades.
 - Filme
 - Cliente, etc.
- Se soubermos que uma Entidade E pertence ao Conjunto de Entidades CE , então sabemos que E tem propriedades comuns a todas as restantes entidades que pertencem a CE .
- Representação gráfica



Entidade / Conjunto de Entidades

(cont.)

- “... na Universidade existe uma lista com todos os Alunos, na qual consta por exemplo o António Silva. Quanto aos Professores sabemos que também existe uma lista com os seus nomes ...”
- Conjunto de Entidades
 - Aluno
 - Professor
- Entidade pertencente ao Conjunto de Entidades Aluno
 - António Silva
- É normal utilizar-se o nome do Conjunto de Entidades no singular
- Para simplificar, sempre que não exista ambiguidade, vamos apenas usar o termo Entidade em vez de Conjunto de Entidades

Entidades: atributos

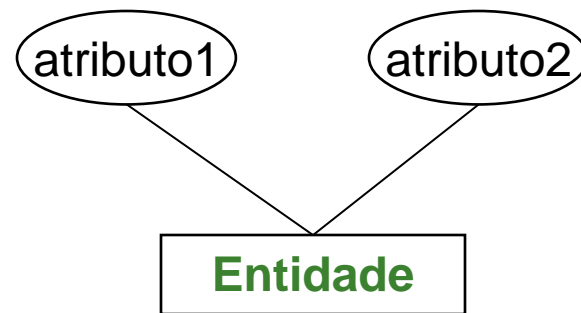
- Num determinado contexto cada (conjunto de) entidade(s) tem as características que lhe são relevantes
- Essas características designam-se de **atributos**.
- Cada Atributo deve ter uma indicação domínio
- Domínios possíveis para os atributos são:
 - ❑ string(dimensão máxima)
 - ❑ integer, decimal
 - ❑ boolean
 - ❑ date – (dia/mês/ano)
 - ❑ dateAndTime – (dia/mês/ano:h/m/s)
 - ❑ time – (h/m/s)

Atributo

- Atributo define-se formalmente como sendo uma função que,
 - a elementos de um Conjunto de Entidades ou Associações, faz corresponder um Conjunto de Valores (p.e. inteiros, reais, strings, etc), ou o produto cartesiano de Conjuntos de Valores
- Atributo de um Conjunto de Entidades
 - $f : E_i \rightarrow V_i$ ou $V_{i1} \times V_{i2} \times \dots \times V_{in}$
- Atributo de um Conjunto de Associações
 - $f : CA_i \rightarrow V_i$ ou $V_{i1} \times V_{i2} \times \dots \times V_{in}$
- Graficamente, os Atributos representam-se como ovais ligadas por segmentos de recta aos respectivos Conjuntos de Entidades ou Associações
- Normalmente, os nomes dos Atributos escrevem-se em minúsculas

Atributo (cont. 1)

- Semanticamente aos atributos corresponde a atribuição dos valores que caracterizam as Entidades e Associações.
- Representação gráfica ->

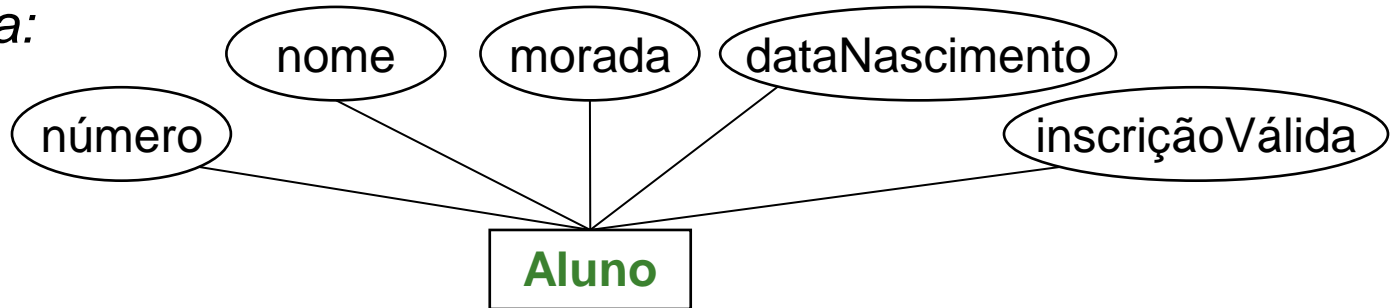


- Os domínios dos atributos devem ser descritos de forma textual logo após o diagrama, sendo descritos da seguinte forma:
 - Entidade – atributo : domínio

Atributo - exemplo

- “... os *alunos* são caracterizados por um número interno (único), nome, morada, data de nascimento, e indicador se tem inscrição válida ou não, ...”

- *Diagrama:*



- Descrições anexas ao diagrama:
 - ❑ Aluno – número : integer
 - ❑ Aluno – nome : string(120)
 - ❑ Aluno – morada : string(160)
 - ❑ Aluno – dataNascimento : date
 - ❑ Aluno – inscriçãoVálida : boolean

Tipos de Atributos (Descritor e Chave)

- Atributo(s) descritor(es)
 - ❑ Atributos que apenas descrevem, ou caracterizam, cada Entidade ou Associação
- Atributo(s) chave
 - ❑ Conjunto (eventualmente singular) de Atributos que permite a identificação unívoca / inequívoca de cada Entidade
 - ❑ Permite distinguir cada Entidade das restantes do mesmo Conjunto de Entidades
 - ❑ É obrigatório a existência de pelo menos uma Chave
 - De modo a permitir a identificação unívoca de cada entidade

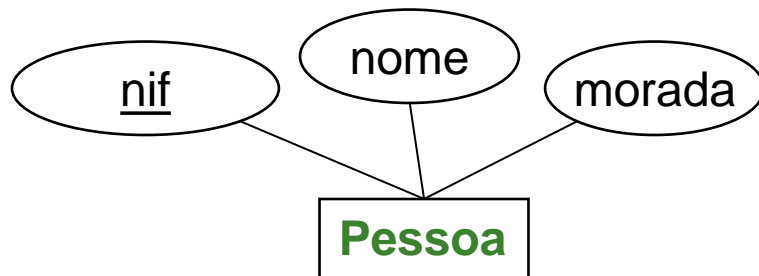
Entidades: chaves candidatas e primária

- Num conjunto de entidades, um conjunto de atributos (ou um atributo) que permita a identificação inequívoca de cada uma das suas entidades, designa-se de **chave candidata**
- Cada entidade necessita de eleger uma das suas chaves candidatas como **chave principal**, que se designa também por **chave primária**
- Critérios para a selecção da chave primária entre várias chaves candidatas:
 - ❑ a chave mais intuitiva,
 - ❑ a chave com menor cardinalidade de atributos,
 - ❑ a chave mais utilizada
- As chaves candidatas devem ficar descritas em anexo ao diagrama Entidade-Associação

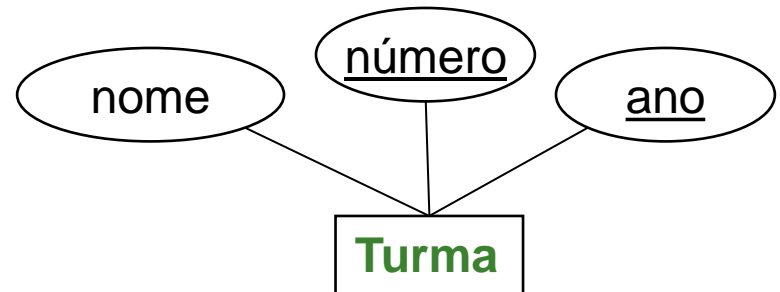
Chave (cont.)

- Chen não propôs uma notação gráfica para as Chaves em geral, nem para as chaves primárias
- Mas generalizou-se a notação para as chaves primárias, colocando-as a sublinhado
- Exemplos:
 1. “... a DGCI para cada pessoa, regista o seu nome, morada e NIF, sendo identificada univocamente pelo seu NIF...”
 2. “... para cada turma é importante saber qual o seu nome. Em cada ano lectivo as diversas turmas são numeradas, o que permite manter um histórico das diversas turmas ao longo dos anos ...”

1.

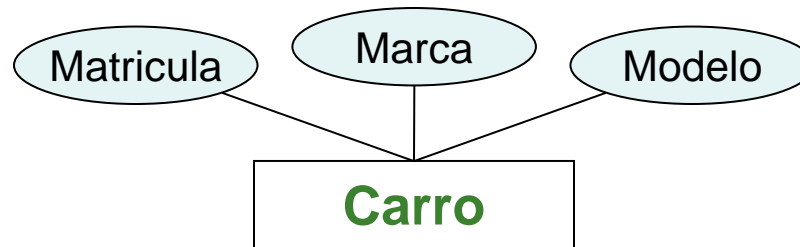


2.



Exercício

Considerando o seguinte diagrama, responda às questões colocadas:



1. Quais as chaves candidatas?
2. Se se acrescentar o número de série do fabricante (domínio do fabricante) e o número do chassis (domínio universal), quais as novas chaves candidatas?
3. Qual será uma boa chave primária para a GNR-BT? E para um fabricante de automóveis?

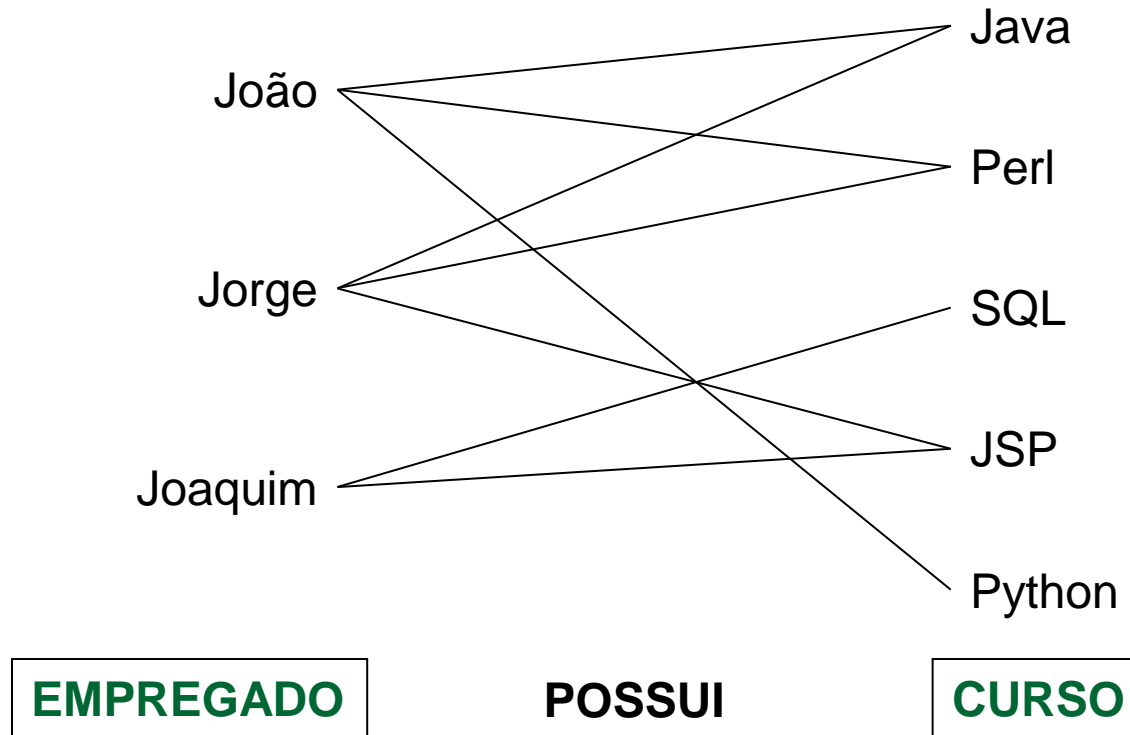
Associações

Associação / Conjunto de Associações

- Uma associação entre duas entidades indica que elas estão interligadas por algo de interesse para o contexto em questão
- Exemplo:
 - Conjunto de entidades Empregado: João, Jorge, Joaquim
 - Conjunto de entidades Curso: Java, Perl, SQL, JSP, Python
 - O conjunto de associações POSSUI indica que curso cada empregado possui: $POSSUI = \{ (João, Java), (João, Perl), (João, Python), (Jorge, Java), (Jorge, Perl), (Jorge, JSP), (Joaquim, SQL), (Joaquim, JSP) \}$
 - $(João, Java)$ é uma associação

Conjunto de Associações - Diagrama

Diagrama das associações



(João, Java) é uma associação

POSSUI é um conjunto de associações

Associação / Conjunto de Associações

- Um conjunto de associações entre dois conjuntos de entidades é o resultado da correlação de elementos de um conjunto com elementos do outro conjunto
- Para simplificar, sempre que não exista ambiguidade, vamos apenas usar o termo Associação em vez de Conjunto de Associações
- Representação gráfica (losango).



O Nome da associação também pode ficar dentro do losango

- ❑ Do cenário dos empregado e dos seus cursos



Associação / Conjunto de Associações

- Um Conjunto de Associações CA entre os Conjuntos de Entidades E_1, E_2, \dots, E_n , define-se como um **subconjunto** do Produto Cartesiano $E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$
 - $CA = \{ (e_1, e_2, \dots, e_n) \mid e_1 \in E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n \}$
 - onde:
 - e_1, e_2, \dots, e_n são Entidades,
 - E_1, E_2, \dots, E_n são Conjuntos de Entidades.
- De notar que cada Associação tem a forma,
 - (e_1, e_2, \dots, e_n)
 - e que cada e_i tem uma posição bem definida (existe relação de ordem)
- De notar que cada E_i não precisa ser distinto de todos os restantes:
 - Por exemplo: no contexto de entidades “Pessoa”, um “Casamento”, é uma Associação entre duas Entidades, ambas pertencentes ao Conjunto de Entidades “Pessoa”.

Associação / Conjunto de Associações

- “... Os alunos inscrevem-se em disciplinas . O Pedro e o João já estão inscritos na disciplina de Bases de Dados.”

- Conjuntos de Entidades

- Aluno = { Pedro, João }
- Disciplina = { Bases de Dados }



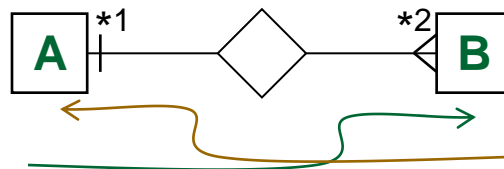
- Pedro é uma Entidade
- (Pedro, Bases de Dados) é uma Associação
- Conjunto de Associações, entre Aluno e Disciplina
 - Inscrição = { (Pedro, Bases de Dados), (João, Bases de Dados) }

Aridade de um Conjunto de Associações

- Designa-se por Aridade (*arity*) de um Conjunto de Associações
 - o número N de Conjuntos de Entidades diferentes que nela participam.
- De acordo com a sua Aridade, um Conjunto de Associações pode ser:
 - **Unária** ($N = 1$), se relaciona um Conjunto de Entidades consigo própria
 - **Binária** ($N = 2$), se relaciona dois Conjuntos de Entidades diferentes entre si
 - **Ternária** ($N = 3$), se relaciona três Conjuntos de Entidades diferentes entre si
 - **N-Ária** (ou complexa) quando relaciona N (em geral $N > 2$) Conjuntos de Entidades diferentes entre si
- Designa-se por Argumento de um Conjunto de Associações
 - cada um dos Conjuntos de Entidades que participa no Conjunto de Associações

Multiplicidade ou Grau

- A Multiplicidade * indica
 - o número máximo de Associações em que cada Entidade pode participar
 - Os números mais utilizados são:
 - 1, representado graficamente por um traço *1
 - N, onde N representa um número sem limite, representado graficamente por um “pé de galo” *2
- Representação gráfica da multiplicidade, exemplo:



Exemplo: uma associação um-para-muitos (1:N), leia-se

- cada Entidade de A pode estar associada a várias, a zero ou mais *2, Entidades de B,
- cada Entidade de B está, no máximo, associada a uma *1 Entidade de A

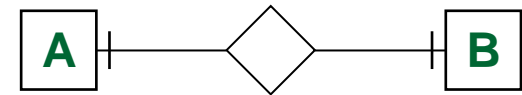
* também designada por Grau

Multiplicidade ou Grau

- Para Conjuntos de Associações unárias e binárias tem-se

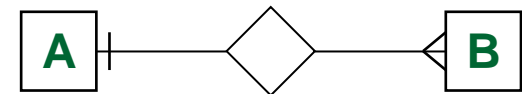
- um-para-um (1:1)

- cada Entidade de A está no máximo, associada a uma Entidade de B e vice-versa



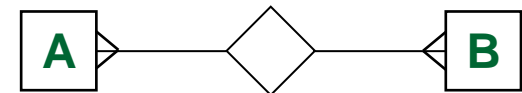
- um-para-muitos (1:N)

- cada Entidade de A pode estar associada a zero ou mais Entidades de B,
- mas cada Entidade de B está, no máximo, associada a uma Entidade de A



- muitos-para-muitos (M:N)*

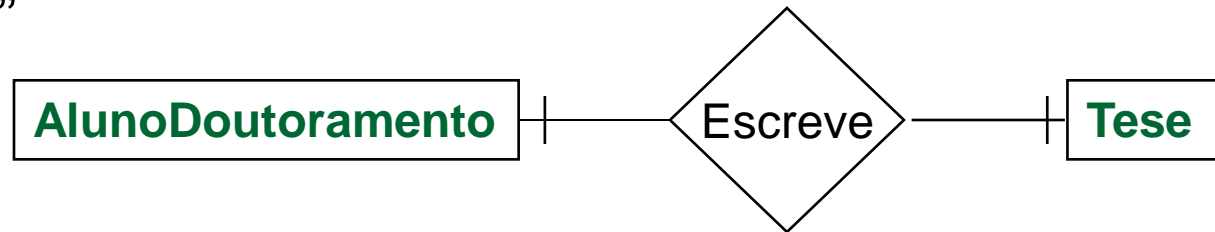
- cada Entidade de A está associada a zero ou mais Entidades de B e vice-versa



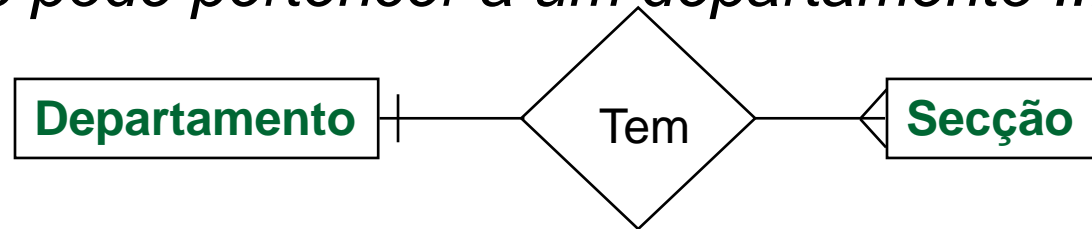
* O M significa o mesmo que N

Multiplicidade ou Grau - Exemplo

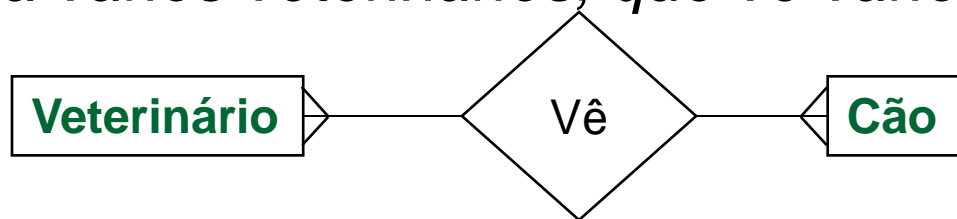
- “... cada aluno de doutoramento escreve uma (e no máximo uma) tese. Cada tese tem um aluno como autor ...”



- “... cada departamento pode ter várias secções e cada secção pode pertencer a um departamento ...”

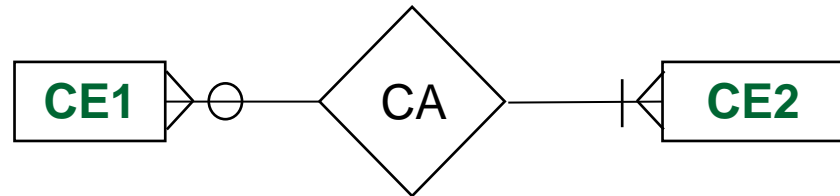


- “... cada cão visita vários veterinários, que vê vários cães ...”



Conectividade de um Conjunto de Associações

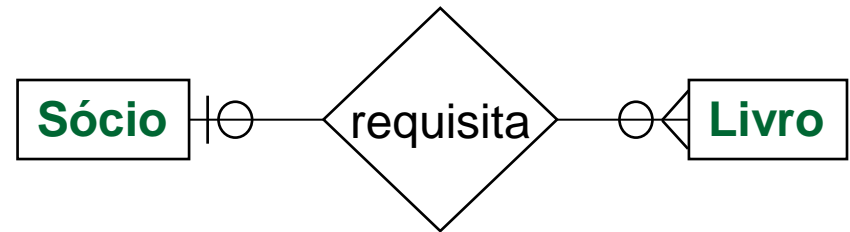
- A Conectividade de um Conjunto de Associações indica se a existência de uma Entidade de um Conjunto de Entidades depende ou não da existência de uma Associação com uma Entidade de outro Conjunto de Entidades



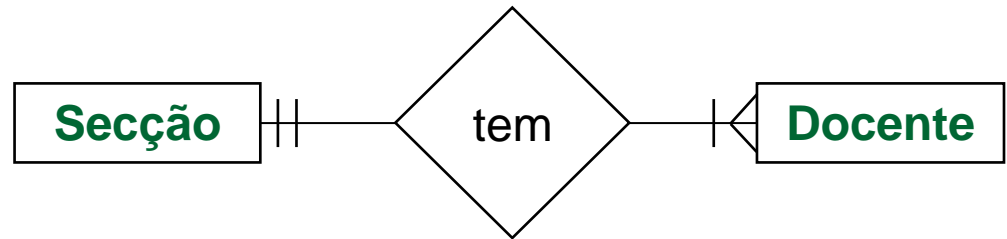
- Há duas formas de Conectividade de um Conjunto de Associações
 - **Obrigatória** (traço vertical antes da indicação de Multiplicidade)
 - qualquer Entidade de CE1 têm que estar associada a pelo menos uma Entidade de CE2
 - **Opcional** (círculo antes da indicação de Multiplicidade)
 - podem existir Entidades de CE2 que não estejam associadas a nenhuma Entidade de CE1

Conectividade de Conj. de Associações

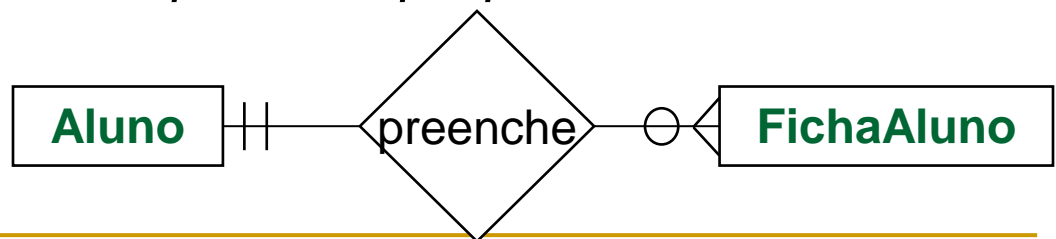
- “... cada livro da biblioteca pode ser requisitado mas por apenas um único sócio, mas permite-se que cada sócio requisite vários livros ...”



- “... cada docente tem que pertencer a uma (única) secção e em cada secção existe sempre, pelo menos um docente ...”



- “... cada ficha de um Aluno existe a partir do momento em que o aluno a preenche. Cada aluno pode ter que preencher diversas fichas ...”

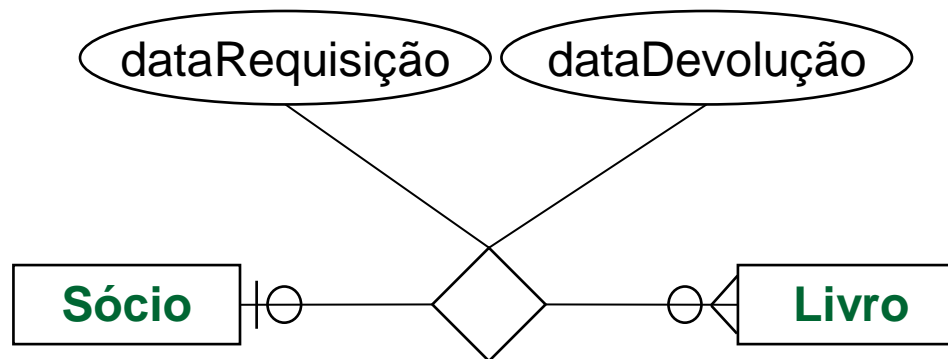


Atributos nas associações

- As associações podem ter atributos, à semelhança das entidades.

- Exemplo:

“... cada livro da biblioteca pode ser requisitado mas por apenas um único sócio, mas permite-se que cada sócio requisite vários livros. Deve ficar registado em que data ocorreu a requisição e em que data em ocorreu, ou ocorrerá, a devolução...”



Exercício – Escola

Uma escola tem professores, alunos e turmas.

Um professor, identificado pelo BI, pode ter várias turmas, mas uma turma identificada pelo seu número só pode ter um professor.

Os alunos, identificados pelo seu número, estão inscritos em várias turmas, sendo necessário saber a data de inscrição na turma.

Cada turma pode conter vários alunos.

É necessário descrever os nomes dos professores e dos alunos.

Exercício – identificação textual das entidades, atributos, associações, domínios

Identificação textual: **entidade**, **atributo**, **associação**, chave

Uma escola tem **professores**, **alunos** e **turmas**.

Um professor, identificado pelo **BI**, pode ter várias turmas, mas uma turma identificada pelo seu **número** só pode ter um professor.

Os alunos, identificados pelo seu **número**, estão inscritos em várias turmas, sendo necessário saber a **data de inscrição** na turma.

Cada turma **pode conter vários** alunos.

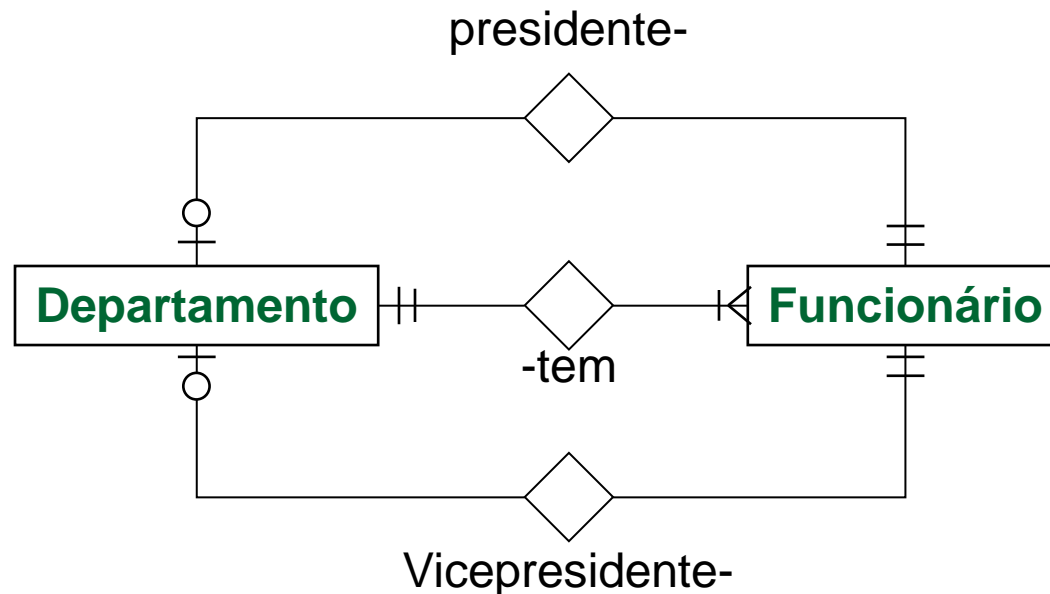
É necessário descrever os **nomes** dos professores e dos alunos.

Exercício - extensão

- Adicione ao exercício anterior a capacidade de gerir um agrupamento de escolas, em que:
 - Os alunos e turmas são de cada escola
 - Os professores têm o seu contrato numa só escola e podem:
 1. Leccionar somente na escola em que tem contrato
 2. Leccionar em todas as escolas
 3. Leccionar em apenas certas escolas acordadas previamente
- Para cada caso, e se for necessário, complemente o diagrama com uma descrição que permita captar os requisitos enunciados

Várias associações entre as mesmas entidades

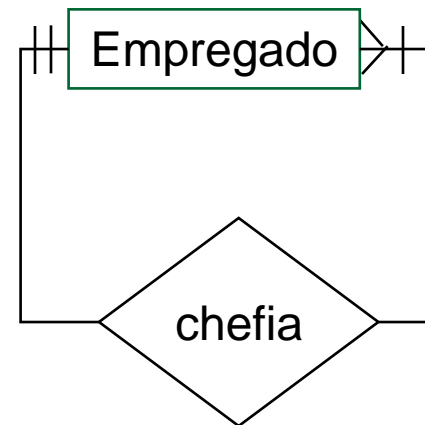
Podem existir várias associações entre as mesmas entidades, tal apenas indica que existem várias relações entre elas



Restrições de Integridade Aplicacional: O funcionário que presidente ou vice-presidente de um departamento tem de ser funcionário desse departamento. Um funcionário não pode ser presidente e vice-presidente.

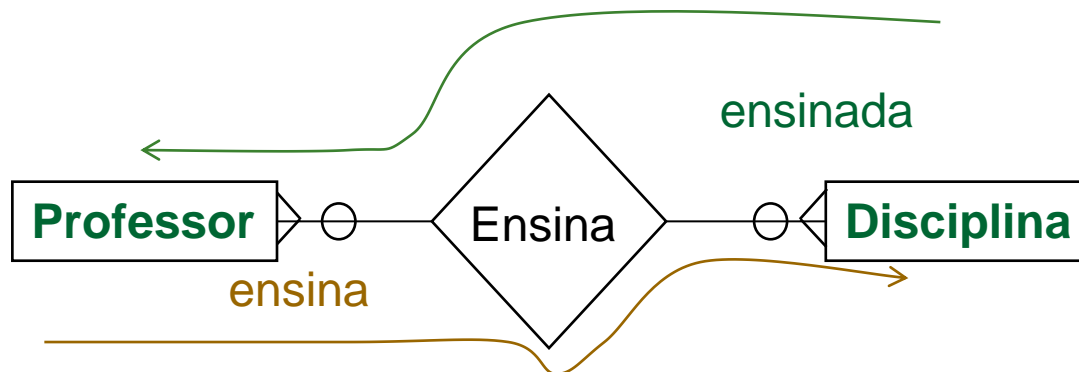
Associação unária

- Uma associação unária associa uma entidade com ela própria
- “... cada empregado tem um chefe, que é, também ele próprio, um empregado. Um chefe chefia um ou mais empregados ...”
- O Conjunto de Associações “Chefia”
 - associa o Conjunto de Entidades “Empregado” consigo próprio



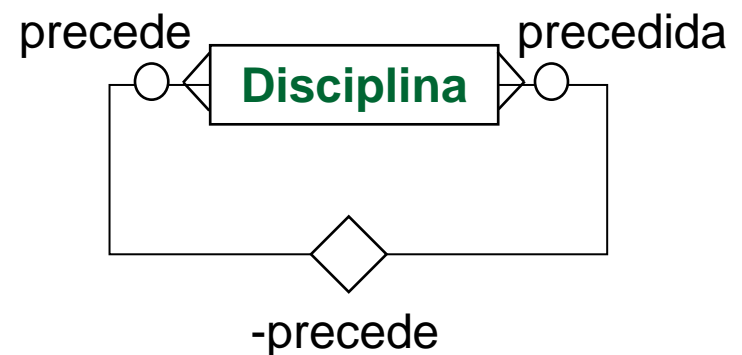
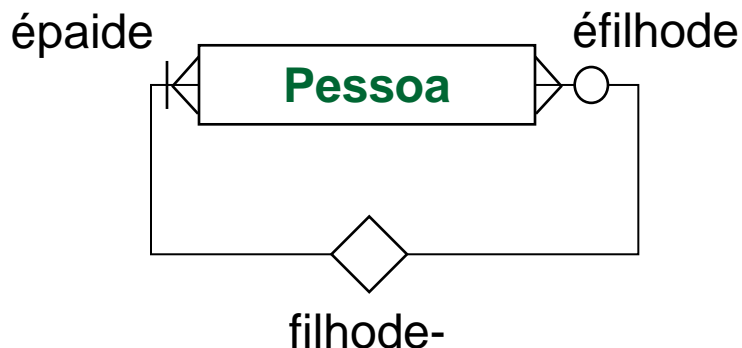
Papeis das Entidades nas Associações

- Os papéis das entidades nas associações:
 - Indicam o significado de cada Entidade na Associação
 - São escritos junto dos Conjuntos de Entidades
 - Permitem clarificar as associações,
 - Têm especial relevância nas relações unárias



Papeis das Entidades nas Associações

- “Uma pessoa tem dois pais, que também são pessoas. Cada pessoa pode ter vários filhos.”
- “... certas disciplinas são consideradas precedências obrigatórias de outras. Ou seja, para ser aprovado a uma disciplina é necessário ter sido previamente aprovado num conjunto de outras disciplinas. Por outro lado, a aprovação numa disciplina pode significar que já é possível vir a ser aprovado num conjunto de outras disciplinas ...”



Papeis das Entidades nas Associações

- A introdução dos Papeis substitui a ordem associada aos elementos que constituem os Conjuntos de Associações, ficando então:
 - $CA = \{ [p_1/e_1, p_2/e_2, \dots, p_n/e_n] \mid e_1 \in E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n \}$
 - onde:
 - e_1, e_2, \dots, e_n são Entidades,
 - E_1, E_2, \dots, E_n são Conjuntos de Entidades,
 - p_1, p_2, \dots, p_n são os Papeis das Entidades e_i no Conjunto de Associações CA.
- De notar que cada Associação tem a forma,
 - $[p_1/e_1, p_2/e_2, \dots, p_n/e_n]$
 - e que cada e_i está etiquetado pelo que já não precisa de ter uma posição bem definida (não existe relação de ordem)
 - simbolicamente substituíram-se os parêntesis curvos “(e)” pelos parêntesis rectos “[e]”

Entidades e associações fracas

Entidade Fraca e Associação Fraca

- Uma entidade fraca é uma entidade:
 - cuja existência só faz sentido no contexto da existência de outra entidade, e
 - que os seus atributos não permitem uma identificação unívoca dos seus elementos

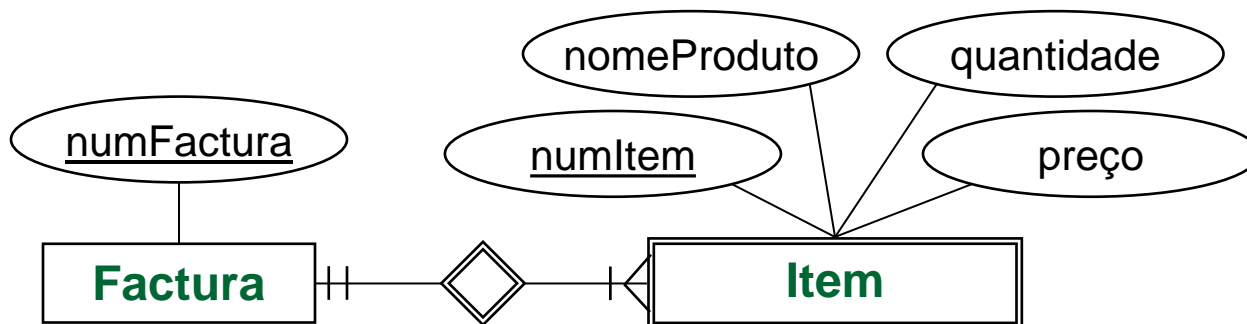
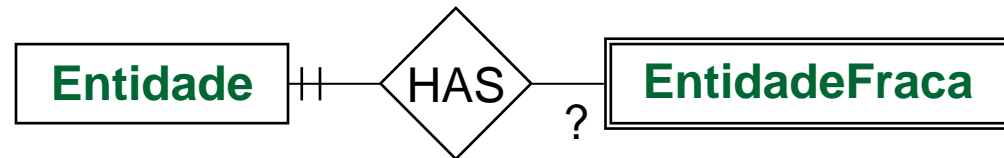
A chave primária da entidade fraca será pois a conjunção da sua chave com a chave primária da entidade de que depende

A chave da entidade fraca, como não permite a identificação unívoca dos seus elementos, designa-se de **chave parcial**

- Exemplo:
 - *“Uma factura tem um ou vários itens, e é identificada por um número único dentro da empresa. Cada item contém o nome do produto, quantidade, preço, e um número de ordem único dentro de cada factura”*
 - A chave primária de Item será a conjunção do número de ordem do item com o número da factura

Associações e entidades fracas

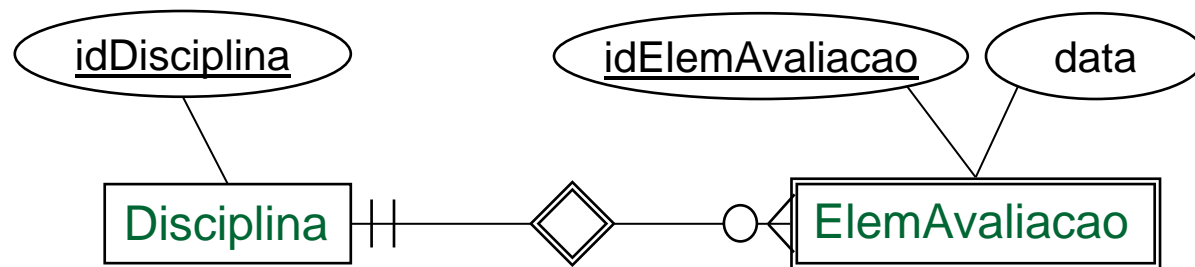
- Graficamente uma Entidade Fraca (ou mais correctamente Conjunto de Entidades Fracas) denota-se por um duplo rectângulo, em vez do rectângulo simples como é habitual
- Associação Fraca (ou mais correctamente Conjunto de Associações Fracas)
 - Associação em que um dos Argumentos é uma Entidade Fraca.
- As Associações Fracas podem ser representadas:
 - Tendo o nome: HAS
 - Tendo um duplo losango



De notar que a entidade fraca tem de ter participação obrigatória e unitária

Entidade Fraca – exemplo

- “Cada disciplina é descrita por um identificador e pode conter um conjunto de elementos de avaliação (ex. testes, exames, trabalhos, etc). Esses elementos de avaliação têm: um identificador (ex: teste1, ex1ep, tp01) que é válido somente no contexto da disciplina; e a data em que esse elemento ocorreu”
 - Significa que pode existir: disc1-teste1, disc2-teste1, disc3-teste01, disc4-t1, disc5-t1.



A chave de ElemAvaliação será **idDisciplina–idElemAvaliação**

Entidades fracas em cadeia

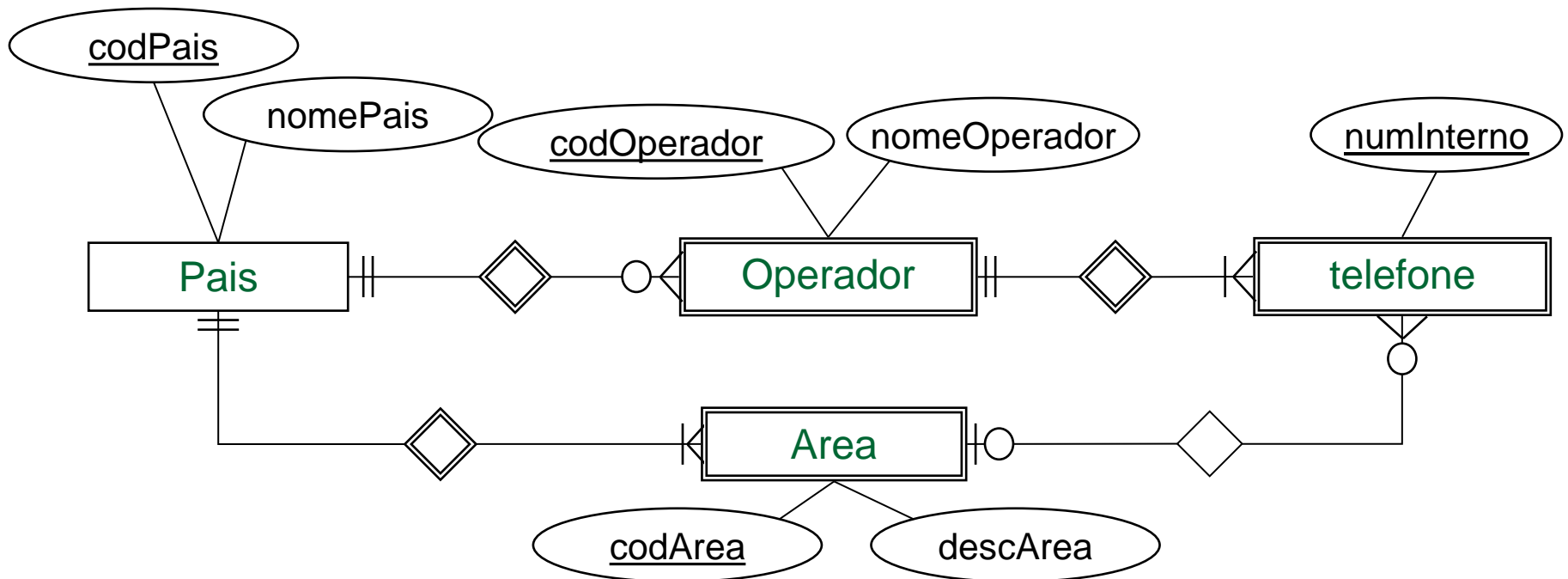
Uma entidade E1 pode ser fraca de uma outra entidade E2 que por sua vez já é fraca de outra E3. Nesse a chave primária de E1 seria E3– E2–E1.

■ Exercício:

- Considere-se um sistema de controlo de localização de telemóveis, onde é descrito:
 - os países, com o seu indicativo único e o seu nome
 - os operadores, com um código válido dentro do seu país e com um nome
 - os telefones, que têm um número interno ao operador ao qual estão associados
 - as áreas geográfica dentro dos países, com um código válido dentro de do país e com uma descrição
 - a localização dos telefones, quando este estão ligados

Entidades fracas em cadeia

Uma entidade E1 pode ser fraca de uma outra entidade E2 que por sua vez já é fraca de outra E3. Nesse a chave primária de E1 seria E3– E2–E1.



Identifique as chaves primárias de todas as entidades

Exercício

- Departamentos: cada departamento é identificado por um código único dentro da escola. Tem um presidente que é professor desse departamento.
- Curso: cada curso depende de um departamento e tem uma identificação própria dentro do seu departamento. Tem um responsável que é professor desse departamento.
- Disciplina: cada disciplina depende do curso e, dentro deste, tem uma identificação própria. Tem um responsável que é professor do respectivo departamento. Cada disciplina é leccionada por um conjunto de professores.

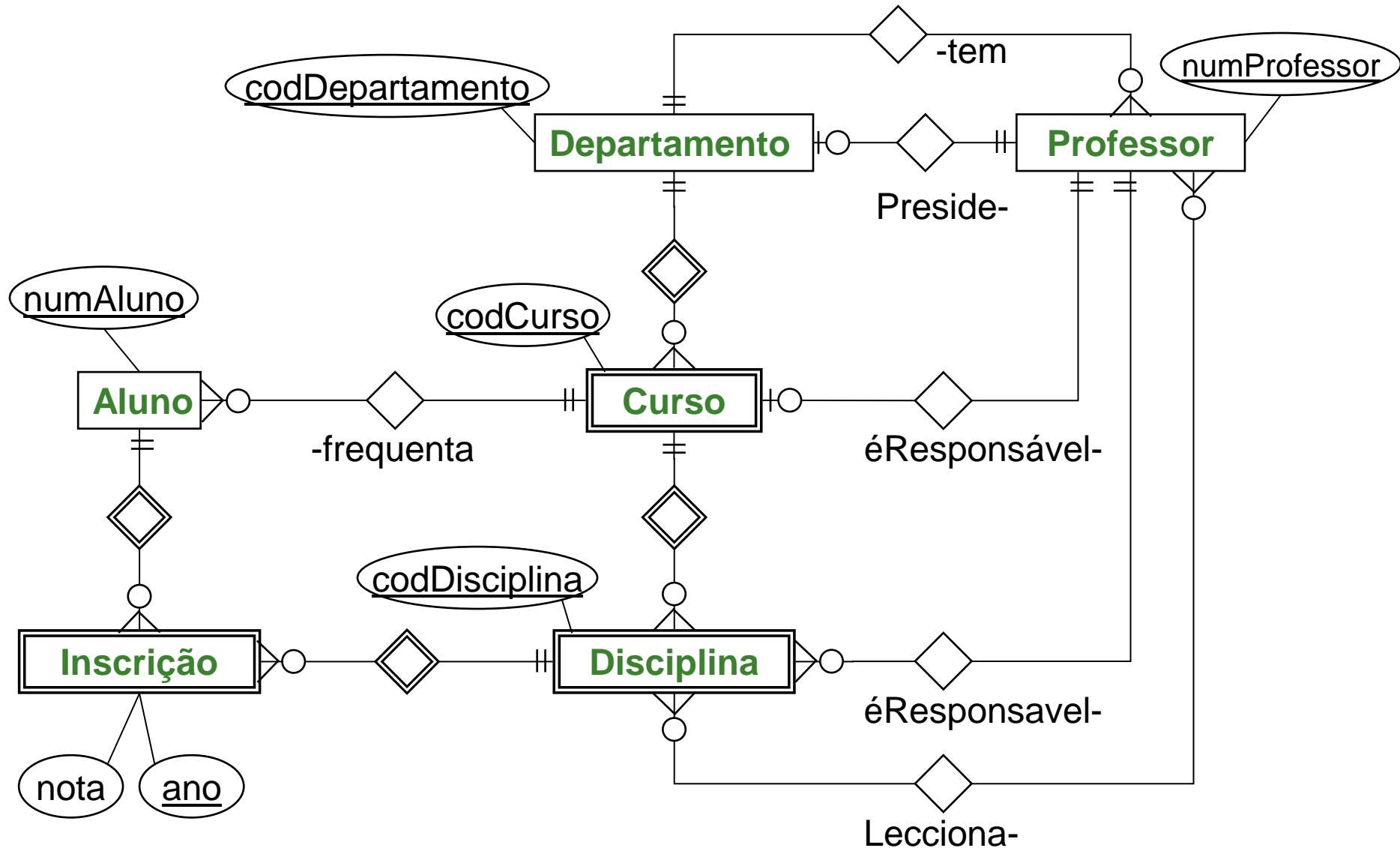
Conjunto = zero ou mais elementos

Exercício (cont.)

- Alunos: cada aluno possui um número que o identifica em toda a escola e frequenta um único curso. Os alunos inscrevem-se anualmente em várias disciplinas do seu curso e têm uma nota em resultado dessa inscrição.
- Professores: cada professor tem um número único dentro da escola e pertence a um departamento. Os professores podem ser presidentes do departamento e/ou responsáveis por um curso (apenas um). Os professores podem ser responsáveis por disciplinas (várias). Cada professor lecciona um conjunto de disciplinas.

TO DO: Atendendo à descrição do sistema construa o Modelo Entidade - Associação que o represente, indicando todas as restrições de integridade aplicacional que existirem

Exercício - Modelo Entidade Associação



Exercício:

- Desenhe o diagrama Entidade - Associação que represente o sistema abaixo descrito, apresentando todas as restrições de integridade aplicacional:

Um cinema tem um conjunto de salas as quais têm associadas sessões.

Cada sala tem um número único e uma determinada quantidade de lugares.

Cada sessão é agendada para um dia e tem uma hora de início. Cada sessão projeta um filme.

Cada filme tem um código único e um título.

Um espectador (cliente), identificado pelo seu nome e por um número de telefone, efetua reservas que podem incluir mais do que um lugar.

Cada reserva é parcialmente identificada pela data e hora em que foi efetuada.

O sistema não deverá permitir “overbooking”, ou seja, a venda ou reserva de mais lugares do que os existentes na respectiva sala.

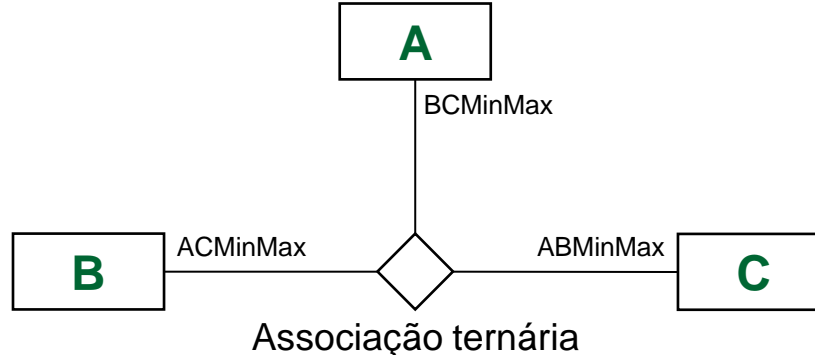
Altere por forma a que as sessões sejam agendadas respeitando um calendário semanal com horas de início.

Nota: use atributos derivados para representar operações que envolvam outros atributos, evitando redundância e possíveis inconsistências.

Associações ternárias

Associação ternária

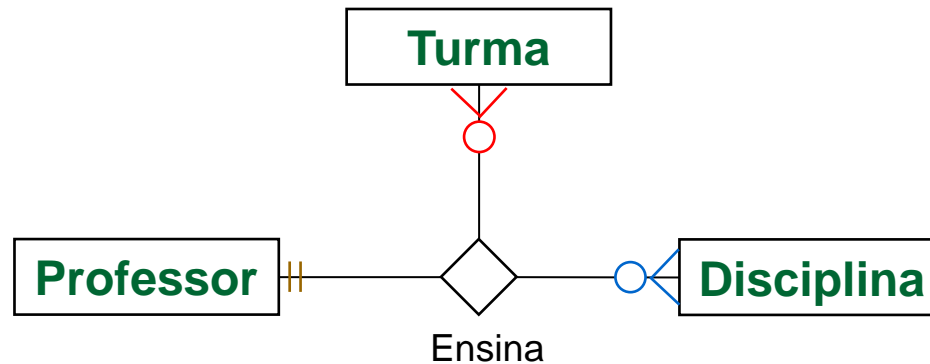
- Uma associação ternária estabelece um facto acerca de elementos de três entidades (e sempre três)
- Leitura da associação ternária entre as entidades A, B e C:
 - Cada entidade de A e de B estão associadas a ABMinMax entidades de C
 - Cada entidade de A e de C estão associadas a ACMinMax entidades de B
 - Cada entidade de B e de C estão associadas a BCMinMax entidades de A



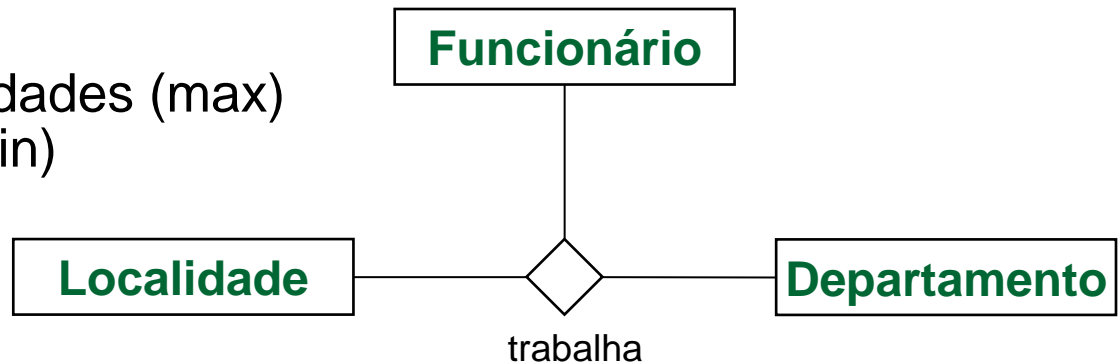
- É um subconjunto do produto cartesiano das três entidades, limitado pelas restrições que cada MinMax introduz

Associação ternária - exemplo

- “... cada professor, em cada turma, pode ensinar várias disciplinas. Cada turma, num disciplina, só tem um professor. Cada professor pode ensinar, para a mesma disciplina, várias turmas ...”



- Outro exemplo:
Preencher as multiplicidades (max) e as conectividades (min)



Sabe-se que cada funcionário numa localidade trabalha num só dep. Numa localidade num departamento trabalham vários empregados. Um func. num dep. só trabalha numa localidade.

Associação ternária e Associações binárias

- Três Associações binárias não conseguem representar a mesma informação do que uma Associação ternária
- Conjuntos de Entidades
 - Turma = { D55, D56 }
 - Professor = { Pedro, Miguel }
 - Disciplina = { BD, SI1 }
- Considerem-se 3 Conjuntos de Associações binárias
 - ProfessorTurma = { (Pedro, D55), (Pedro, D56), (Miguel, D55) }
 - ProfessorDisciplina = { (Pedro, BD), (Miguel, BD), (Pedro, SI1) }
 - TurmaDisciplina = { (D55, BD), (D56, BD), (D55, SI1) }
- Como representar que é o Pedro que ensina BD à turma D55 ?
 - é necessário ter um Conjunto de Associações ternário
 - ProfessorTurmaDisciplina = { (Pedro, D55, BD) }

Associações ternárias

- No exemplo anterior, a Associação terá Multiplicidade M:N:P, isto é, não existem restrições no relacionamento entre as Entidades.
- O artigo original de Chen, não incluía referência a casos de Associações com “Aridade superior a dois e Multiplicidade diferente de M:N:P”.
- Usando a notação M:N:P e substituindo cada letra por “1” podem-se exprimir oito hipóteses:
 - M:N:P / 1:N:P / M:1:P / M:N:1 / 1:1:P / 1:N:1 / M:1:1 / 1:1:1
- Retirando a primeira (M:N:P) e a última (1:1:1) com significado óbvio, restam 6 hipóteses.
- Como utilizar estas possibilidades para exprimir requisitos existentes no sistema em análise ?

Associações ternárias (cont. 1)

- Os requisitos que se podem exprimir são do tipo,
 - “*Cada professor numa disciplina ensina uma única turma*”.
 - Vamos representar essa restrição textualmente na forma,
 - [professor : disciplina] : 1-turma
- Podem-se definir três requisitos daquele tipo,
 - “*Cada professor numa disciplina ensina uma única turma*”.
 - [professor : disciplina] : 1-turma (M:N:1)*
 - “*Cada professor numa turma ensina uma única disciplina*”.
 - [professor : turma] : 1-disciplina (M:1:P)*
 - “*Cada turma de cada disciplina é ensinada por um único professor*”.
 - [turma : disciplina] : 1-professor (1:N:P)*

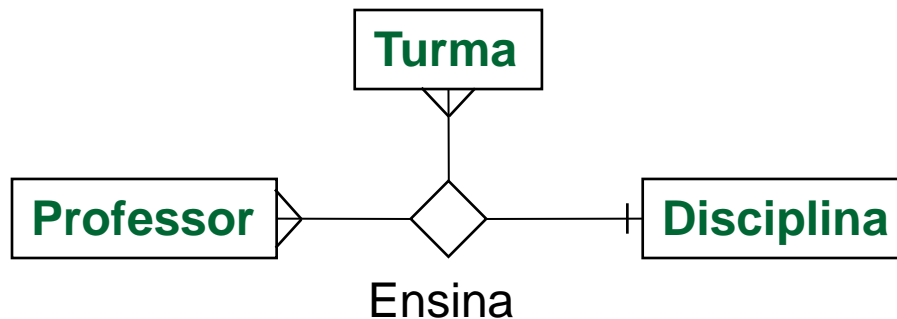
* Com ordem: (Professor/M : Disciplina/N : Turma/P)

Associações ternárias (cont. 2)

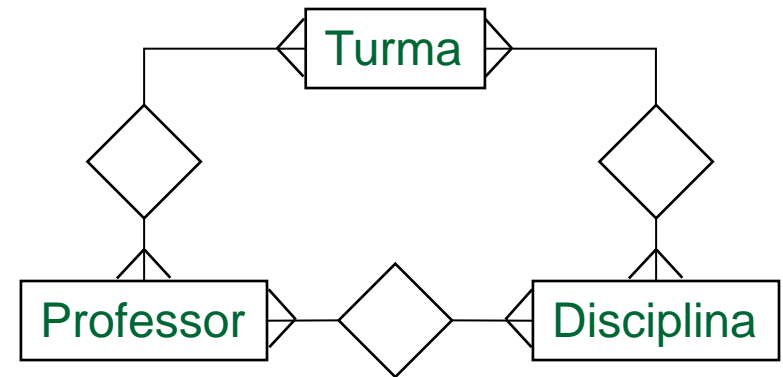
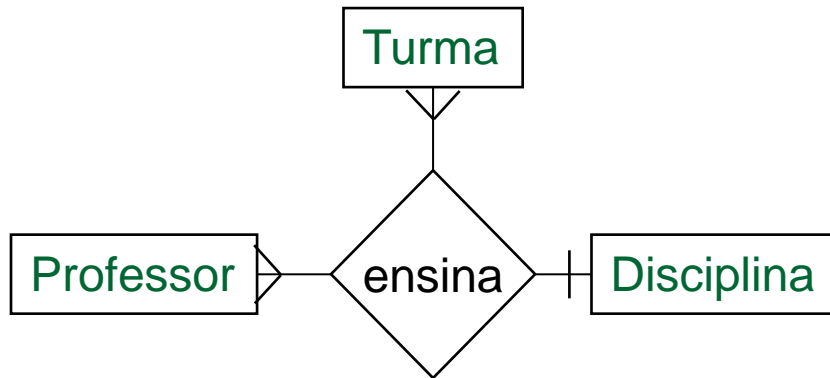
- Outros requisitos que se podem exprimir são do tipo,
 - *“Cada turma: para cada professor só tem uma disciplina; e para cada disciplina só tem um professor”*
 - [turma] : 1-professor : 1-disciplina (1:1:P)*
 - *“Cada disciplina : para cada professor só dá aulas a uma turma; e para turma só tem um professor”*
 - [Disciplina] : 1-professor : 1-turma (1:N:1)*
 - *“Cada professor : para cada disciplina só tem uma turma; e para cada turma só tem um disciplina”*
 - [professor] : 1-turma : 1-disciplina (M:1:1)*
- Usando, para cada requisito, a notação da Multiplicidade tem-se,
 - Requisito (Professor : Disciplina : Turma)
 - [professor : disciplina] : 1-turma M:N:1
 - [professor : turma] : 1-disciplina M:1:P
 - [turma : disciplina] : 1-professor 1:N:P
 - [turma] : 1-professor : 1-disciplina 1:1:P
 - [Disciplina] : 1-professor : 1-turma 1:N:1
 - [professor] : 1-turma : 1-disciplina M:1:1

Associações ternárias (cont. 3)

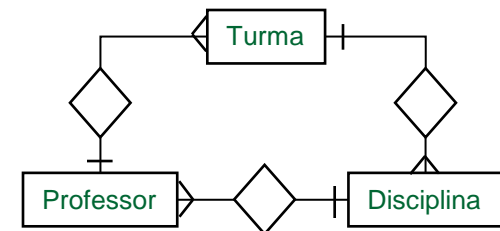
- “... cada professor pode ensinar a cada turma apenas uma única disciplina. Cada professor pode ensinar uma disciplina a várias turmas. Cada turma, para a mesma disciplina, pode ter vários professores ...”



Associações ternárias versus associações binárias



- As 3 associações binárias têm uma capacidade de expressão diferente da associação ternária
 - ❑ A associação ternária esclarece um facto que envolve sempre as três entidades
 - ❑ As associações binárias descrevem três factos envolvendo cada duas entidades



Os três diagramas são diferentes entre si

Extensões ao modelo original

Associação exclusiva

Generalização

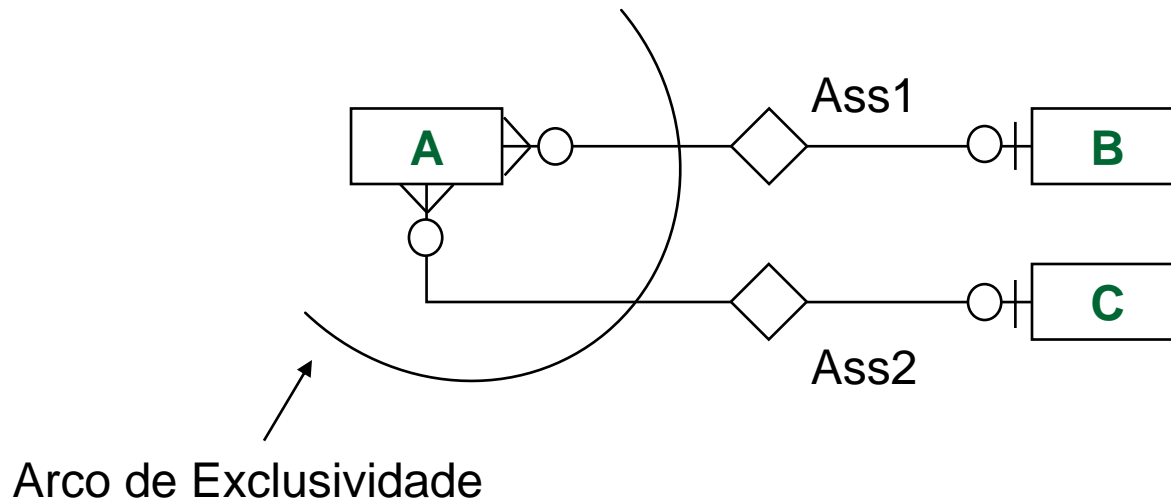
Extensões ao Modelo Entidade - Associação

- Os padrões apresentados até aqui, são essencialmente os que foram originalmente propostos por Chen para o Modelo Entidade - Associação
- Detetou-se dificuldade em exprimir determinadas situações reais com base no Modelo Entidade – Associação original
- As dificuldades detetadas conduziram à extensão do modelo original, incluindo novos padrões
 - ❑ Associação Exclusiva
 - ❑ Generalização

Associação exclusiva

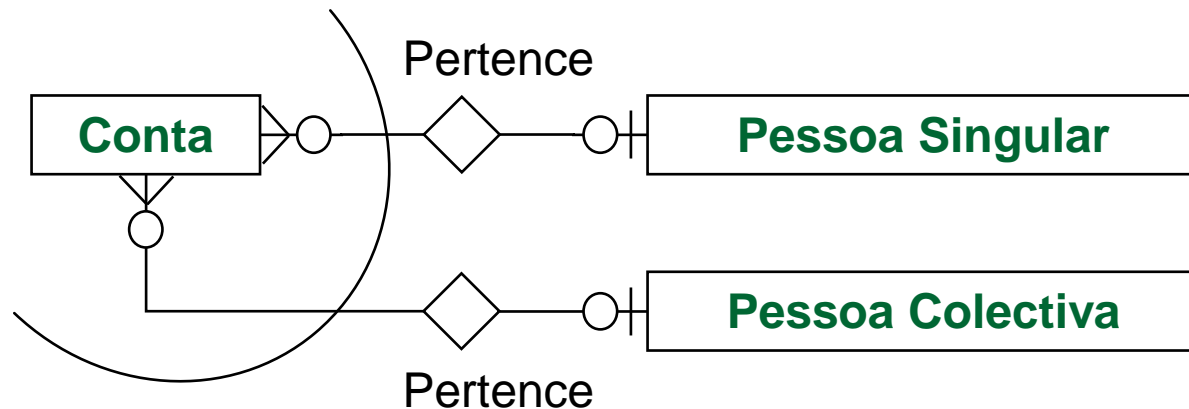
Associação Exclusiva

- Por vezes duas ou mais Associações de uma mesma Entidade são mutuamente exclusivas, ou seja, ou a entidade participa numa deles ou na outra
- Esta situação é graficamente representada através de uma “Arco de Exclusividade” que intersecta os segmentos de recta de cada uma das Associações mutuamente exclusivas.



Associação Exclusiva (cont.)

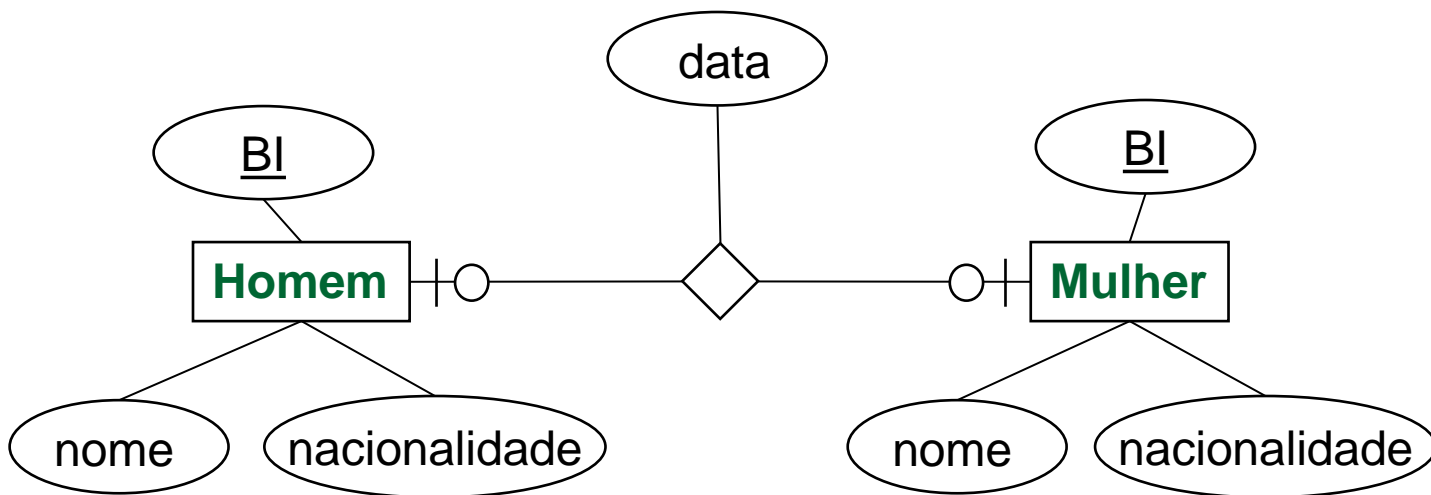
- “*Uma conta bancária pode pertencer a uma pessoa em nome individual (pessoal singular) ou a uma empresa (pessoa coletiva), mas sempre a uma delas e nunca a ambas.*”



Generalização

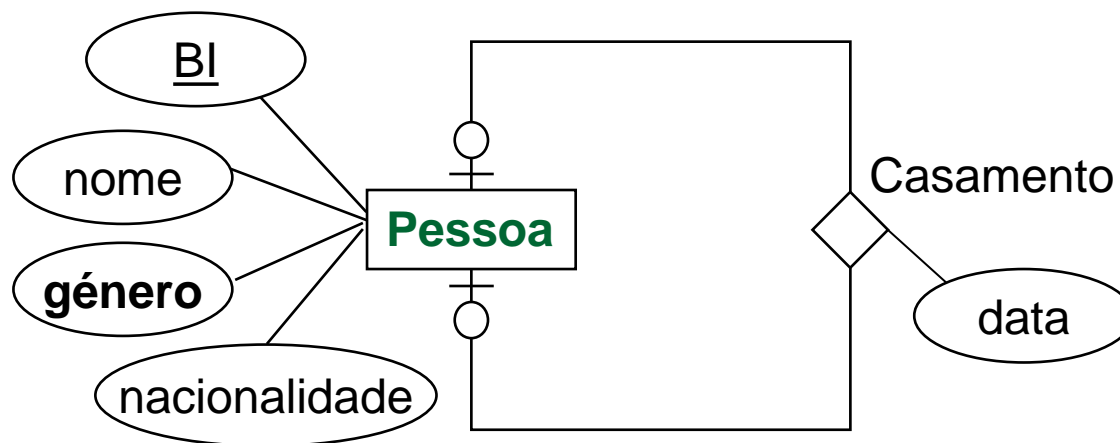
Motivação para a existência da Generalização

- “... pretende-se modelar o conceito de casamento com base nas Conjuntos de Entidades “Homem” e “Mulher”. Cada Entidade “Homem” ou “Mulher” é univocamente identificada por um número de bilhete de identidade, sendo também caracterizada pelo seu nome e nacionalidade. Não se pretende captar a evolução temporal das instâncias de casamento, ou seja, em cada instante, cada pessoa apenas pode participar num único casamento ...”



Motivação para a existência da Generalização (cont. 1)

- De notar que a totalidade dos Atributos de “Homem” e “Mulher” são idênticos, e devem ser idênticos. No entanto, esse facto não está patente no esquema.
- Como os Atributos são locais às Entidades e Associações, para todos os efeitos, são diferentes entre si.
 - ❑ O Atributo “nome” de “Homem” é entendido neste esquema, como um Atributo diferente do Atributo “nome” de “Mulher”.
- Para resolver esta desvantagem, o analista poderia ser levado a modelizar o conceito de casamento do seguinte modo:

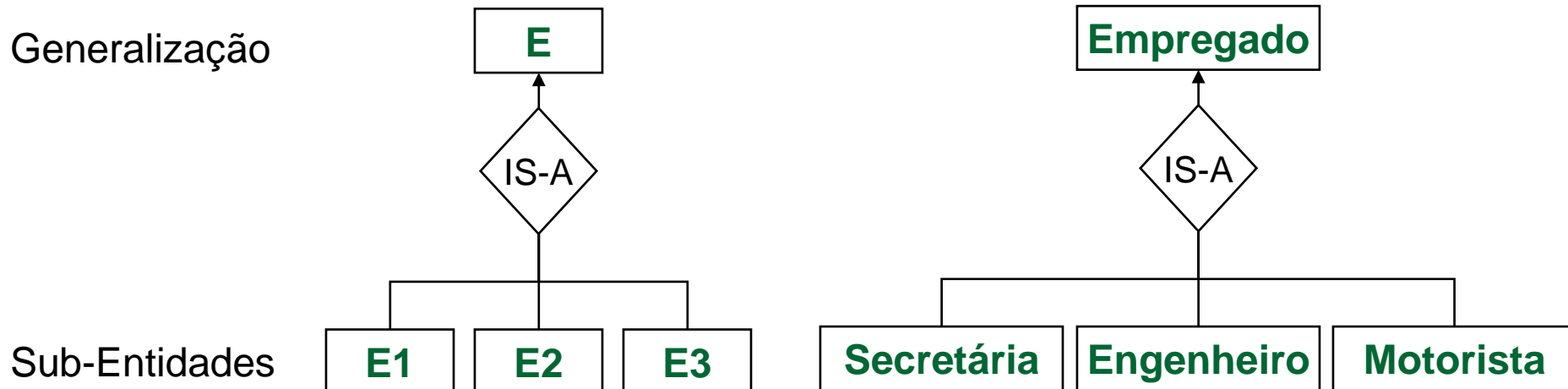


Motivação para a existência da Generalização (cont. 2)

- Na segunda modelação do conceito de casamento acrescentou-se o Atributo “género” para distinguir as ocorrências que correspondem a mulheres (género feminino) das que correspondem a homens (género masculino)
- Esta solução embora já não exiba os inconvenientes da primeira, levanta outro tipo de problemas.
- Existem duas restrições de integridade essenciais que não são expressas pelo modelo:
 - ❑ O modelo permite o casamento de uma pessoa com ela própria
 - ❑ O modelo permite o casamento entre pessoas do mesmo género

Generalização

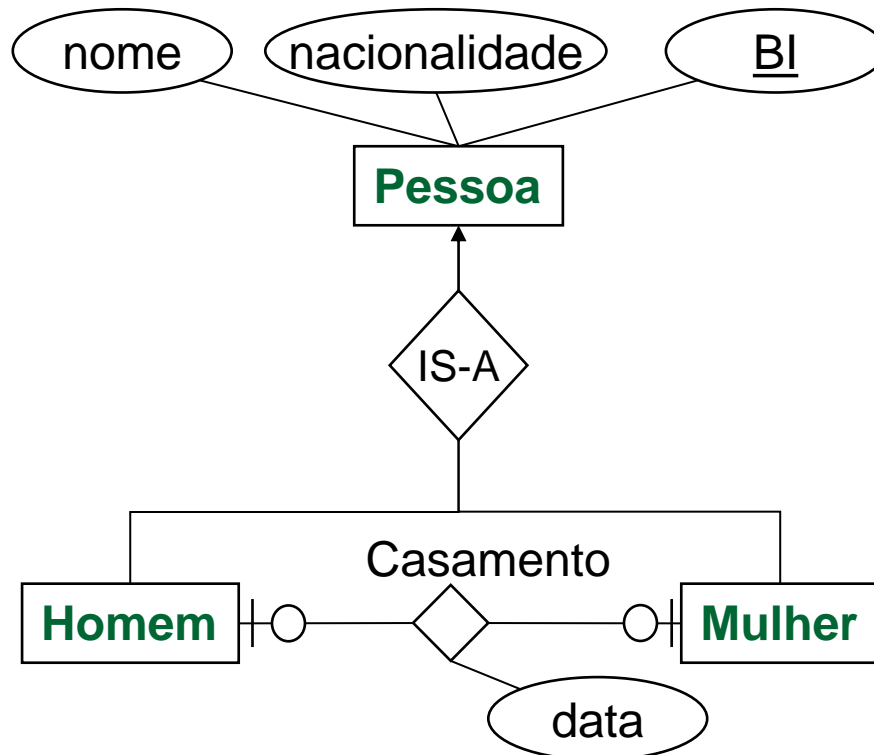
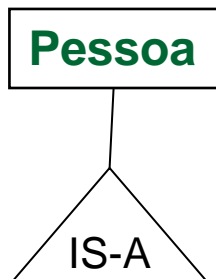
- A solução para o problema em estudo passa pela possibilidade de definir sub-conjuntos (Homem, Mulher) de um dado conjunto mais vasto (Pessoa) que exibe uma caracterização genérica
- Este tipo de situação pode ser resolvida com recurso a uma outra primitiva semântica designada por Generalização
 - Uma Entidade E é a Generalização das Entidades E_1, E_2, \dots, E_n , se cada ocorrência de E_1, E_2, \dots, E_n é também ocorrência de E



Generalização (cont.)

- No problema da modelização do conceito de casamento a introdução da Generalização tem o seguinte efeito

Representação gráfica alternativa



Classificação da Generalização

■ Cobertura Total

- ❑ Se cada ocorrência da Entidade genérica tem correspondência em, pelo menos uma, das sub-Entidades
- ❑ A notação gráfica corresponde ao símbolo “(t)” perto do segmento de recta que liga à Entidade Generalização

■ Cobertura Parcial

- ❑ Se existirem ocorrências da Entidade genérica que não têm correspondência em nenhuma das sub-entidades
- ❑ A notação gráfica corresponde ao símbolo “(p)” perto do segmento de recta que liga à Entidade Generalização

Classificação da Generalização (cont. 1)

■ Generalização Exclusiva

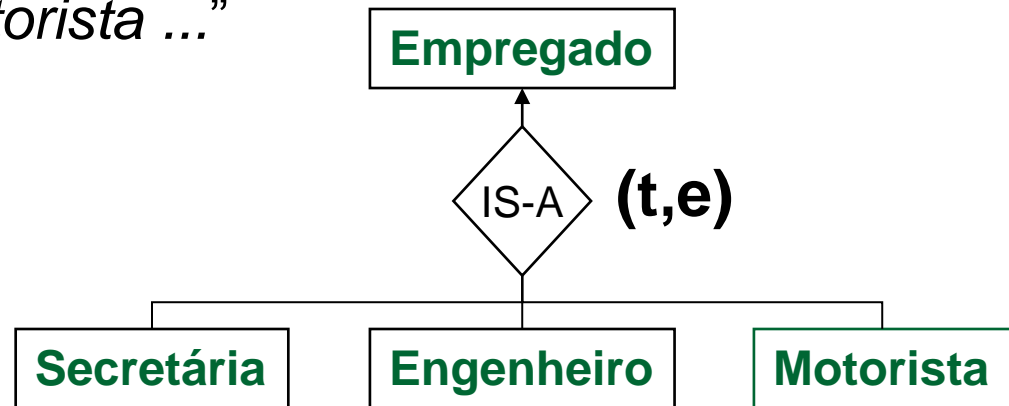
- ❑ Se cada ocorrência da Entidade genérica tem correspondência, no máximo em uma das sub-entidades.
- ❑ A notação gráfica corresponde ao símbolo “(e)” perto do segmento de recta que liga à Entidade Generalização.

■ Generalização Sobreposição (*Overlapping*)

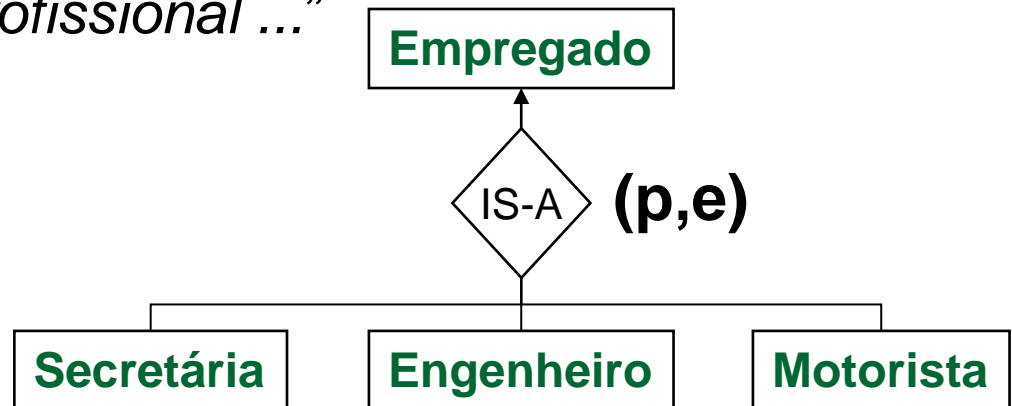
- ❑ Se existirem ocorrências da Entidade genérica com correspondência em mais do uma sub-entidade.
- ❑ A notação gráfica corresponde ao símbolo “(s)” perto do segmento de recta que liga à Entidade Generalização.

Classificação da Generalização (cont. 2)

- “... um empregado pertence necessariamente a uma e uma só das seguintes categorias profissionais: Secretária, Engenheiro ou Motorista ...”



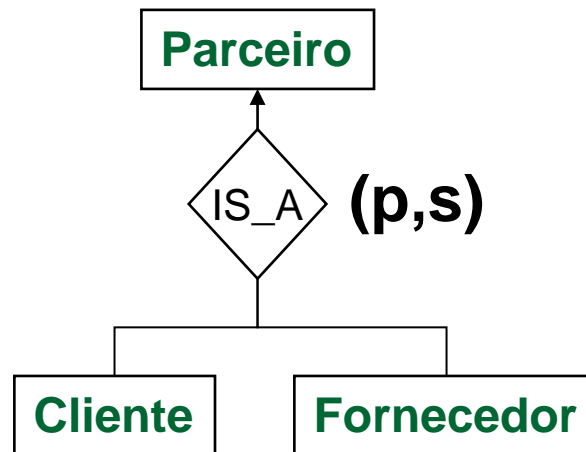
- “... um empregado pode existir sem se enquadrar em nenhuma categoria profissional ...”



E caso o empregado pudesse exercer várias categorias, então ficaria: **(p,s)**

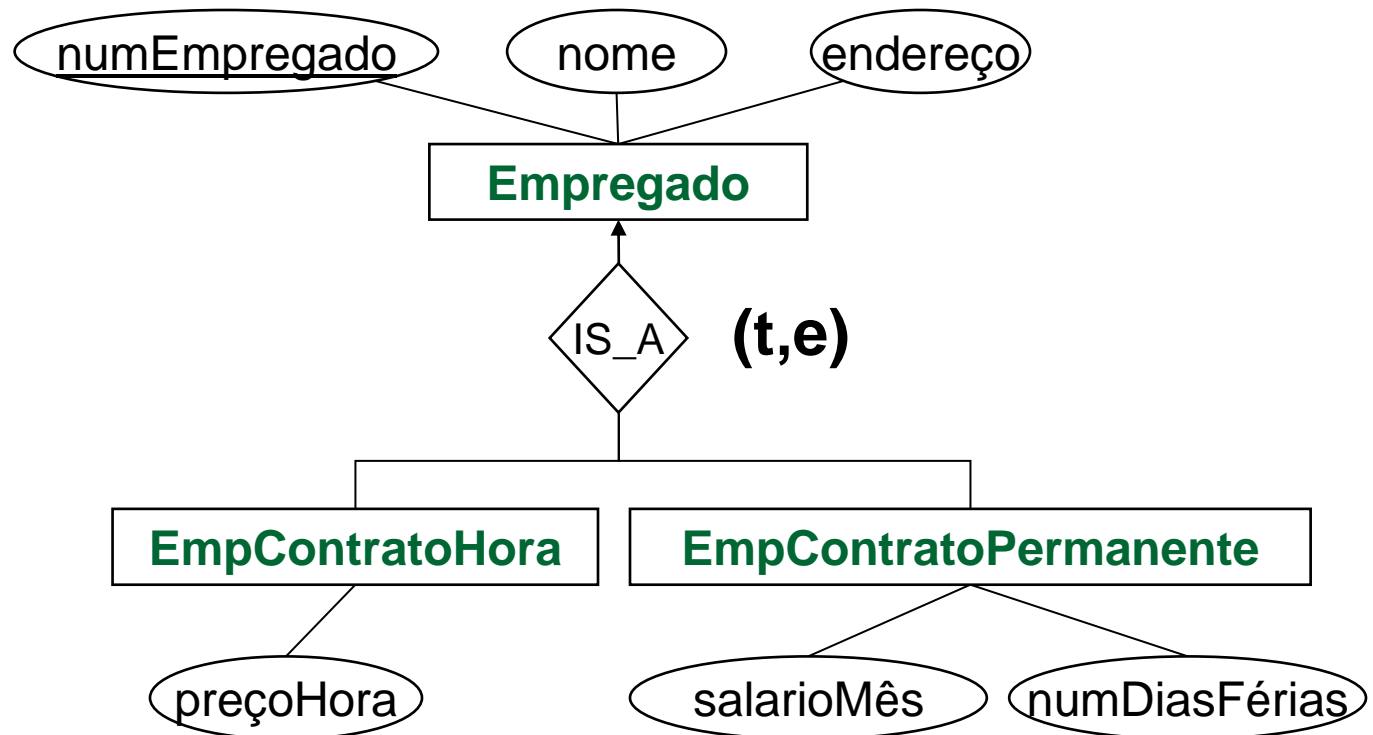
Classificação da Generalização (cont. 3)

- “... existem algumas ocorrências da Entidade *Parceiro* sem correspondência em nenhuma das suas sub-entidades (*Cliente* ou *Fornecedor*). Existem outras ocorrências de *Parceiro* com correspondência em mais do que uma sub-entidade (um *Cliente* pode, por exemplo ser simultaneamente *Fornecedor*) ...”



Generalização

- As entidades especializadas podem estender a entidade mais geral contendo atributos próprios. Eventualmente definir uma chave primária diferente.



Exercício:

Considere um sistema de informação de um restaurante que suporta cartões de fidelidade dos clientes.

Os cartões têm uma fita magnética gravada apenas com o número (único) do cartão, composto por letras e dígitos. Para obter um cartão, o cliente fornece o seu nome completo, morada e número de BI (único).

O cartão pode carregar-se com montantes mínimos de 30 euros sendo registada a data-hora e o montante de cada carregamento. É obrigatório fazer um carregamento no momento de aquisição do cartão.

O cartão serve para fazer pagamentos, nos quais deve ser registado a data-hora e o montante da despesa efetuada.

O saldo do cartão nunca deve ser negativo.

Deverá contemplar-se a existência de descontos, de valor percentual, que ficam em vigor entre duas datas, que são limitados no número de vezes que cada cartão pode utilizar (para todos os cartões), e que se identificam por uma sigla composta por 10 letra/dígitos. Numa despesa só se pode aplicar um desconto.

Elabore o respetivo modelo entidade-associação, completando-o com as restrições de integridade aplicacional relevantes.

Exercício:

Pretende-se modelar um torneio de ping-pong.

O torneio inclui um conjunto de partidas.

Em cada partida intervêm dois jogadores.

Os jogadores podem defrontar-se em mais do que uma partida.

Os jogadores são identificados pelo número do bilhete de identidade e caracterizados pelo nome e data de nascimento.

Sobre as partidas descrevem-se os jogadores que nelas participam, a data e hora de início e a mesa onde decorreram.

Cada mesa é identificada por um número único.

Deverá conhecer-se a pontuação dos jogadores em cada partida.

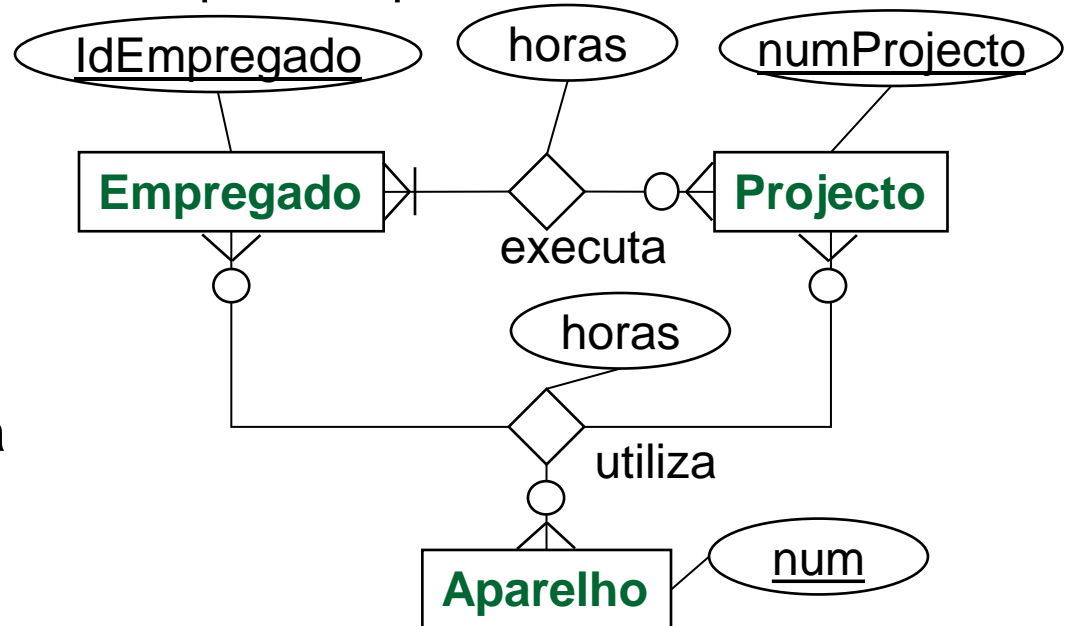
Elabore o respetivo modelo entidade-associação, completando-o com as restrições de integridade aplicacional relevantes.

Entidade Associativa

- Considere-se um cenário de empregados que executam projectos. Cada empregado pode executar vários projectos, sendo necessário registar-se o número de horas dispendidas por projecto.
- Para a execução dos projectos existe um conjunto de aparelhos identificados por um número. Deverá ficar registado o número de horas em que cada aparelho foi utilizado e porque empregado.
- Cada empregado no âmbito de cada projecto pode necessitar de utilizar alguns aparelhos. Cada aparelho pode ser utilizado livremente.

Uma possível solução é a que se apresenta à direita.

Contudo a associação ternária repete a informação da associação binária.



Entidade Associativa

- Uma melhor solução será fazer da associação uma pseudo-entidade e utilizá-la na associação *Utiliza*
- Uma (dessas) pseudo-entidade denomina-se de uma **entidade associativa** e representa-se colocando um rectângulo a envolver a associação

