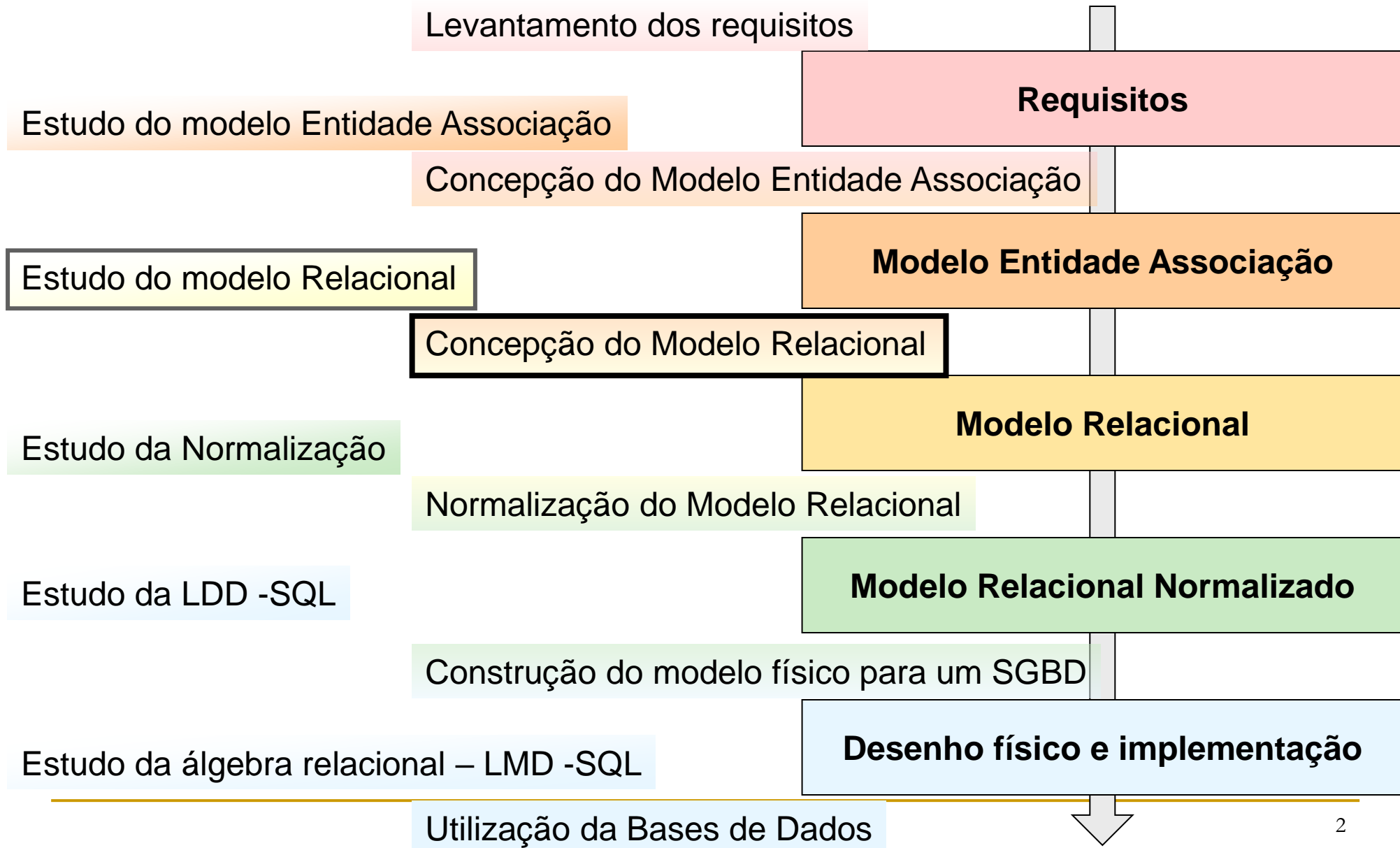


04 – Transformação do Modelo Entidade Associação para o Modelo Relacional

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

Etapas do processo



Abordagens para a concepção do Modelo relacional

■ Uma abordagem:

- ❑ construir com base no Modelo Entidade - Associação um Esquema de Relação único (com todos os Atributos)
- ❑ com base nas Dependências Funcionais extraídas da análise, normalizar esse Esquema de Relação até à Forma Normal desejada

■ Outra abordagem:

- ❑ aplicar um método sistemático de passagem do Modelo Entidade - Associação para Esquemas de Relação
- ❑ verificar se os Esquemas se encontram na Forma Normal desejada e caso não estejam, normalizar até à Forma Normal desejada

■ Vamos explorar esta última abordagem

- ❑ para isso é necessário ter um método sistemático de passagem do Modelo Entidade - Associação para Esquemas de Relação

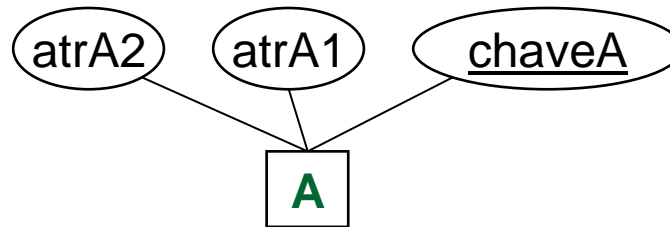
Regras gerais

- Cada Entidade corresponde a um Esquema de Relação com os mesmos Atributos e a mesma Chave *
- Qualquer associação pode ser descrita por um esquema de relação próprio, tendo por chave a junção das chaves dos esquemas associados
- Optimizações:
 - Por cada Associação 1:1, juntar as duas entidades num só esquema de relação
 - Por cada Associação 1:N, o esquema de relação que fica do lado N deve ficar com uma chave estrangeira para chave do esquema de relação que descreve o lado 1
- Estas regras são gerais devendo ser alteradas em situações específicas

* Doravante, por Chave entenda-se Chave Primária

Entidade

- Modelação de Entidade no Modelo Relacional

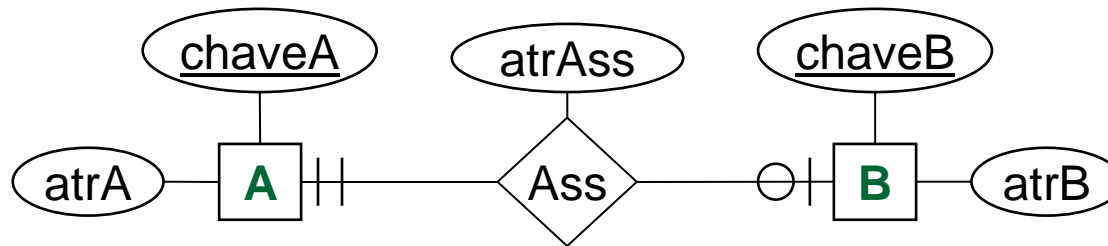


- Cada Entidade corresponde a um Esquema de Relação com os mesmos Atributos e a mesma Chave
 - $A(\text{chaveA}, \text{atrA1}, \text{atrA2})$
 - Chaves Candidatas = { chaveA }

Associação Binária

Associação binária 1:1 (1-1 : 0-1)

- Participação obrigatória apenas num dos lados
 - Neste caso optou-se por participação obrigatória ** do lado da entidade B



- ❑ A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
- ❑ B(chaveB, atrB)
 - Chaves Candidatas = { chaveB }
- ❑ A_B(atrAss, chaveA, chaveB)
 - Chaves Candidatas = { chaveA } e { chaveB }
 - Chaves Estrangeiras* = { chaveA } e { chaveB }

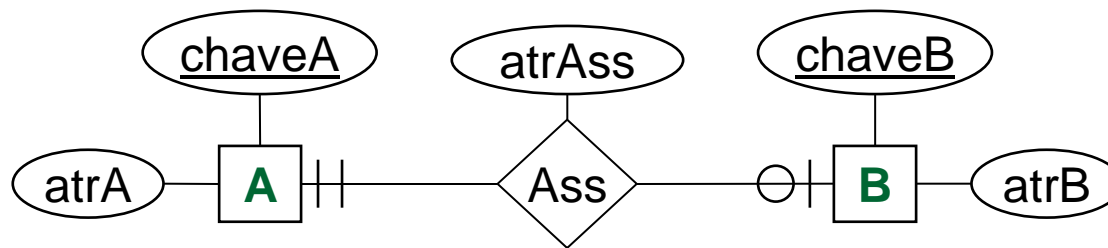
Mas tirando-se partido do facto de quando existe um B também existe um A, podemos modelar a associação com uma chave estrangeira de B para A

Nota: Assume-se que por omissão as chaves estrangeiras são NOT NULL

** A associação será (ea, eb), e cada entidade de B estará sempre associada a uma entidade de A, pelo que se diz que a associação é obrigatória do lado B.

Associação binária 1:1 (1-1 : 0-1)

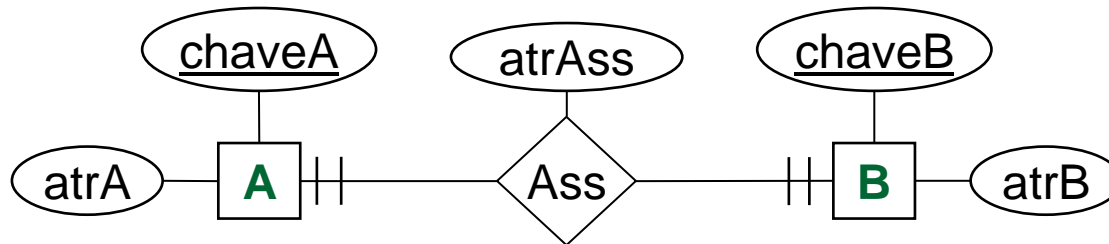
- Participação obrigatória apenas num dos lados
 - Neste caso optou-se por participação obrigatória ** do lado da entidade B



- Cada entidade é modelada por um Esquema de Relação (EsqRel), em que o EsqRel da entidade do lado obrigatório referencia o outro EsqRel
 - A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - B(chaveB, atrB, atrAss, chaveA)
 - Chaves Candidatas = { chaveB } e { chaveA }
 - Chaves Estrangeiras* = { chaveA }
- Esta configuração modela melhor o cenário do que a configuração anterior, pois a participação obrigatória é imposta

Associação binária 1:1 (1-1 : 1-1)

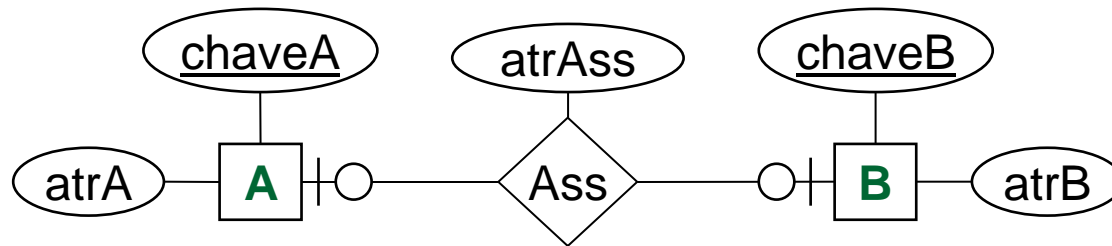
- Obrigatória em ambos os lados



- As duas entidades são juntas num só EsqRel
 - $AB(chaveA, atrA, atrAss, chaveB, atrB)$
 - Chaves Candidatas = { chaveA } e { chaveB }
- Alternativo: cada entidade fica num EsqRel, e um qualquer deles ($EsqRel^1$) referencia o outro ($EsqRel^2$)
 - Chaves Candidatas de $EsqRel^1 = \{ chaveA \}$ e $\{ chaveB \}$

Associação binária 1:1 (1-0 : 0-1)

- Nenhum dos lados é obrigatório



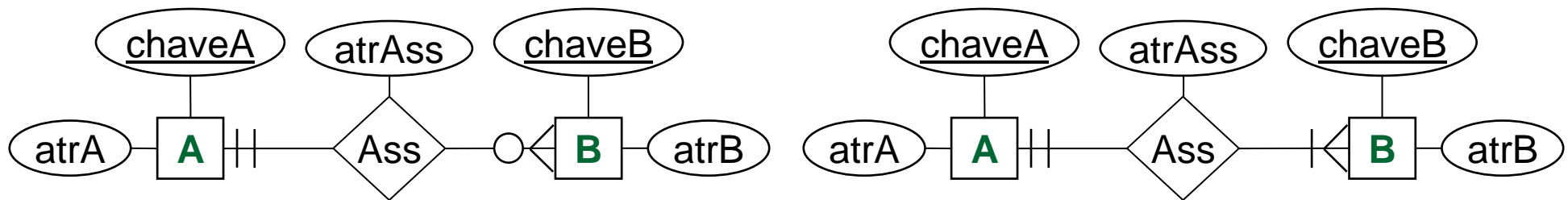
- A associação é modelada por um EsqRel próprio
 - A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - B(chaveB, atrB)
 - Chaves Candidatas = { chaveB }
 - A_B (chaveA, atrAss, chaveB)
 - Chaves Candidatas = { chaveA } e { chaveB }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveA } e { chaveB }

Associação binária 1:1 (1-0 : 0-1)

- Caso seja permitido NULL nas chaves estrangeiras então:
 - a situação pode ser representar apenas por dois Esquemas de Relação, em que um dos EsqRel tem uma chave estrangeira para o outro,
 - será uma solução idêntica à da situação em que apenas um dos lados é obrigatório
- Temos então:
 - Situação de 3 esquemas: um esquema próprio com chaves para os dois EsqRel das entidades
 - Situação de 2 esquemas: o esquema de uma das entidades fica com uma chave estrangeira para o outro
- Escolha entre estas duas situações:
 - Três esquemas de relação, se apenas uma percentagem reduzida de entidades está de facto associada:
 - Só existirão os tuplos que houverem. Não tem o peso de alocar mais um atributo numa das entidades, que estaria maioritariamente a NULL
 - Dois esquemas de relação, se uma grande percentagem de entidades está associada:
 - a situação é idêntica aquela em que apenas um dos lados é obrigatório (esta solução requer que a chave estrangeira possa ser NULL)
 - O Esqrel de um lado fica com uma chave estrangeira, mas que maioritariamente está diferente de NULL. Não tem o peso de existir um tuplo de interligação.

Associação binária 1:N (1-1 : ?-N)

- Participação obrigatória do lado N* (indiferente do lado 1)

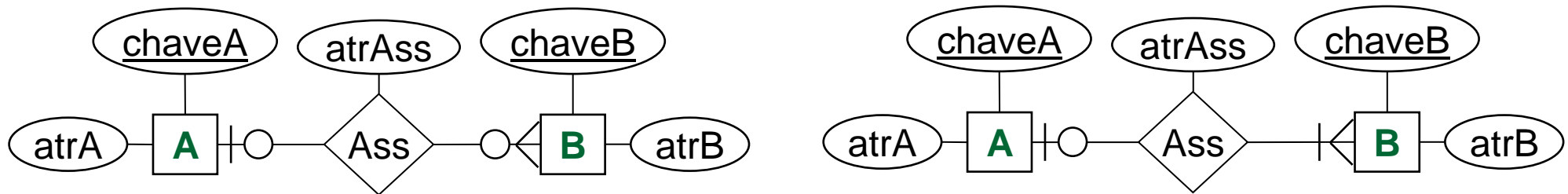


- O EsqRel do lado N, referencia o outro EsqRel
 - A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - B(chaveB, atrB, atrAss, chaveA)
 - Chaves Candidatas = { chaveB }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveA }
- A situação do lado 1 terá que ser garantida por processamento adicional

* Obrigatória do lado N, entenda-se que cada entidade do lado N tem participação obrigatória na associação

Associação binária 1:N (1-0 : ?-N)

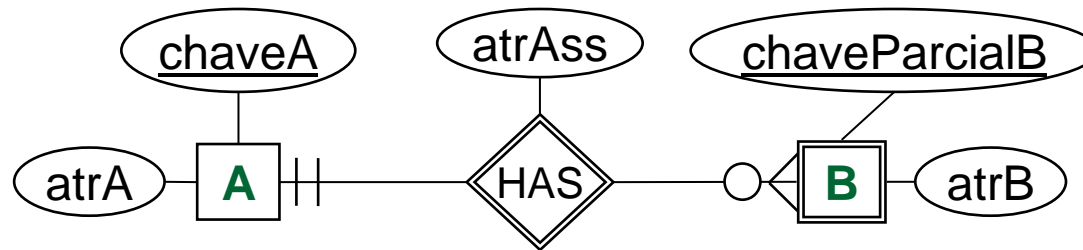
- Nenhum dos lados é obrigatório e obrigatório do lado 1



- A associação é modelado com um EsqRel próprio
 - A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - B(chaveB, atrB)
 - Chaves Candidatas = { chaveB }
 - A_B (chaveB, atrAss, chaveA)
 - Chaves Candidatas = { chaveB }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveB } e { chaveA }
- Na situação de obrigatório do lado 1 :
 - tal tem de ser assegurado por processamento.
- A associação também poderia ser modelada de forma idêntica ao slide anterior, caso a chave estrangeira possa ser NULL. Situação análoga à do slide 11.

Entidade Fraca

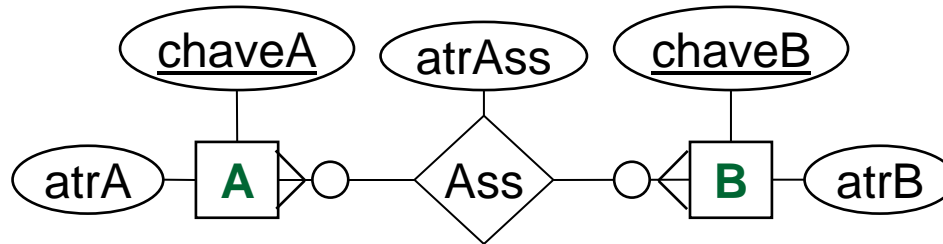
- Independentemente da obrigatoriedade do lado da entidade fraca



- A entidade fraca é modelada com um EsqRel que conterá também a chave do EsqRel da entidade da qual depende
 - A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - B(chaveParcialB, chaveA, atrB, atrAss)
 - Chaves Candidatas = { chaveParcialB, chaveA }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveA }

Associação binária M:N (M-0 : 0-N)

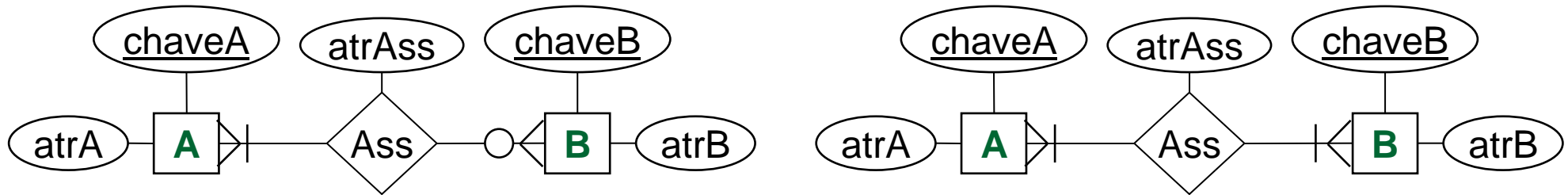
- Facultativo nos dois lados



- A associação é modelada com um EsqRel próprio
 - A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - B(chaveB, atrB)
 - Chaves Candidatas = { chaveB }
 - A_B (chaveA, chaveB, atrAss)
 - Chaves Candidatas = { chaveA, chaveB }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveA } e { chaveB }

Associação binária M:N ($M-?_1:?_2-N$) ($?_1$ or $?_2 = 1$)

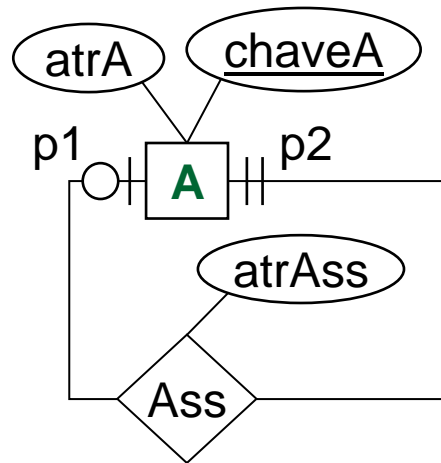
- Obrigatoriedade num ou nos dois lados



- O Esquema Relacional é o mesmo que o do caso em que não existe obrigatoriedade em nenhum dos lados
- No entanto é preciso notar que a garantia da participação obrigatória não é conseguida directamente pelo Esquema Relacional, necessitando de processamento adicional

Associação unária 1:1 (unária 1-0 : 1-1)

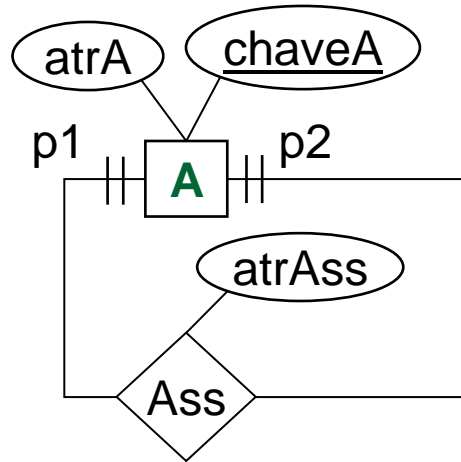
- Obrigatória apenas num dos lados



- A Entidade e a Associação são modeladas por um único EsqRel, com uma chave estrangeira a modelar o papel obrigatório
 - A(chaveA, atrA, atrAss, chaveA_p1)
 - Chaves Candidatas = { chaveA } e { chaveA_p1 }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveA_p1 }

Associação unária 1:1 (unária 1-1 : 1-1)

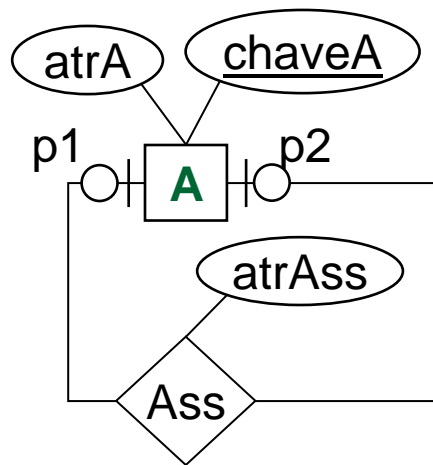
- Obrigatória em ambos os lados



- A Entidade e a Associação são modeladas por um único EsqRel,
 - em que as duas entidade associadas são descritas no EsqRel
 - $A(\text{chaveA_p1}, \text{atrA_p1}, \text{atrAss}, \text{chaveA_p2}, \text{atrA_p2})$
 - Chaves Candidatas = { chaveA_p1 } e { chaveA_p2 }

Associação unária 1:1 (unária 1-0 : 0-1)

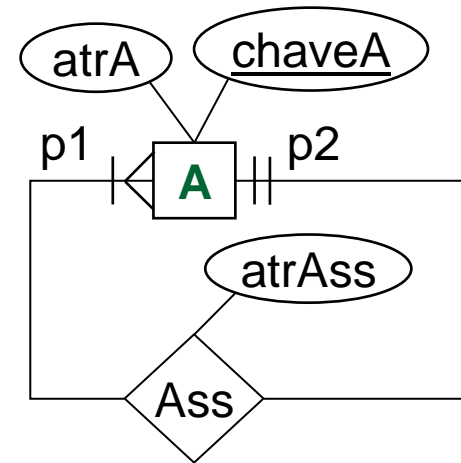
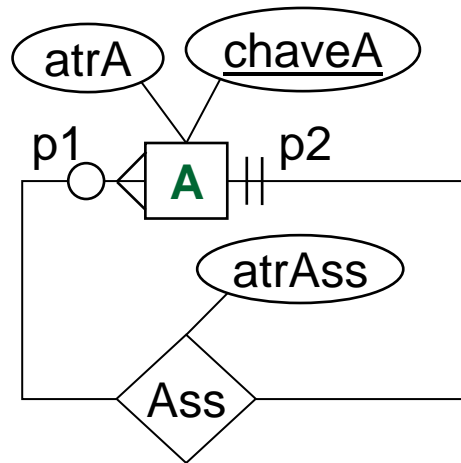
- Nenhum dos lados é obrigatório



- A Associação é modelada com um EsqRel próprio
 - A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - A_A(chaveA_p1, chaveA_p2, atrAss)
 - Chaves Candidatas = { chaveA_p1 } e { chaveA_p2 }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveA_p1 } e { chaveA_p2 } (referem a Chave de A)

Associação unária 1:N (unária 1-1 : ?-N)

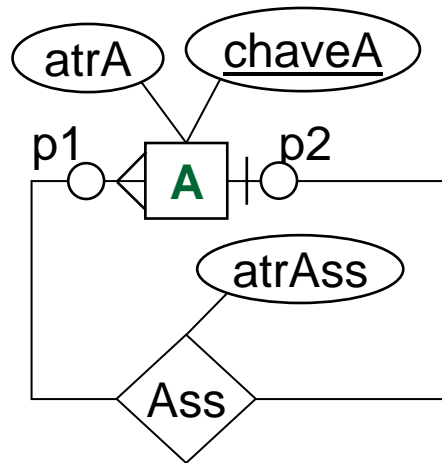
- Obrigatória apenas do lado N (ou obrigatória em ambos os lados)



- A Entidade e a Associação são modeladas com um único EsqRel
 - $A(\text{chaveA}, \text{atrA}, \text{atrAss}, \text{chaveA_p1})$
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveA_p1 } (refere a Chave de A)
 - Notar que a garantia da participação obrigatória do lado 1 (diagrama do lado direito) não é conseguida directamente pelo Esquema Relacional, necessitando de processamento adicional

Associação unária 1:N (unária 1-0 : 0-N)

- Nenhum dos lados é obrigatório



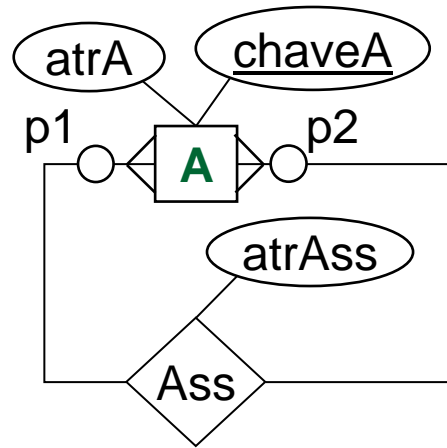
- A associação é modelada por um EsqRel próprio
 - ❑ A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - ❑ A_A (chaveA_p1, atrAss, chaveA_p2)
 - Chaves Candidatas = { chaveA_p1 }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveA_p1 } e { chaveA_p2 } (referem a Chave de A)

Associação unária 1:N (unária 1-0 : 0-N)

- Se nenhum dos lados da Associação é obrigatório foi visto que
 - a situação pode ser representada por dois Esquemas de Relação
- No entanto,
 - a situação pode-se representar apenas por um Esquema de Relação.
 - será uma solução idêntica à da situação em que a Entidade do “lado N” é obrigatória
- Para se optar por representar esta situação através de um ou dois Esquemas de Relação é necessário,
 - ter em conta a proporção entre o número de ocorrências da Associação e o número de ocorrências da Entidade “do lado N”
 - se apenas uma percentagem reduzida das Entidades está de facto associada, pode-se optar por dois Esquemas de Relação;
 - se a grande percentagem das Entidades está associada, a situação é idêntica aquela em que apenas o “lado N” é obrigatório

Associação unária M:N (unária M-0 : 0-N)

- Facultativo dos dois lados

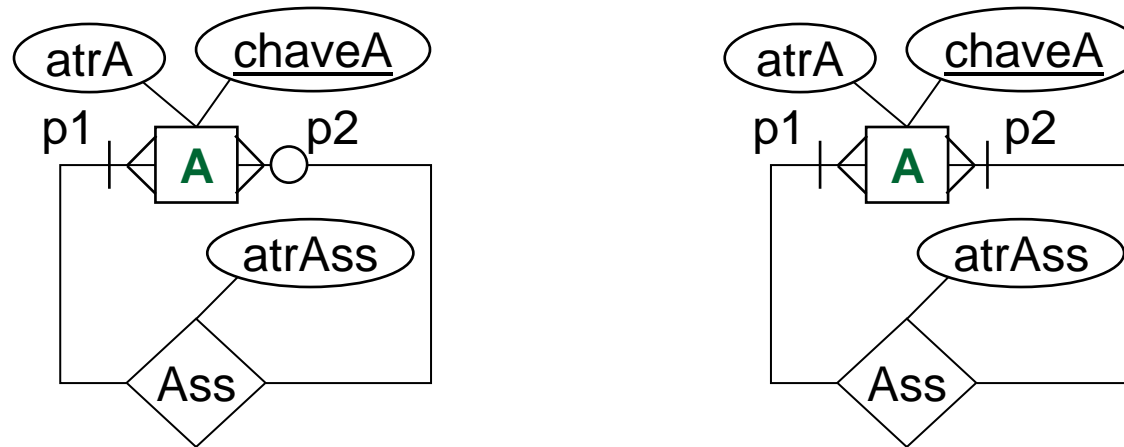


- A Entidade e a Associação são modeladas, cada uma, por um EsqRel
 - A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - A_A (chaveA_p1, chaveA_p2, atrAss)
 - Chaves Candidatas = { chaveA_p1, chaveA_p2 }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveA_p1 } e { chaveA_p2 } (referem a Chave de A)

Associação unária M:N (unária M-?₁ : ?₂-N)

(?₁ or ?₂ = 1)

- Nos casos em que existe alguma obrigatoriedade

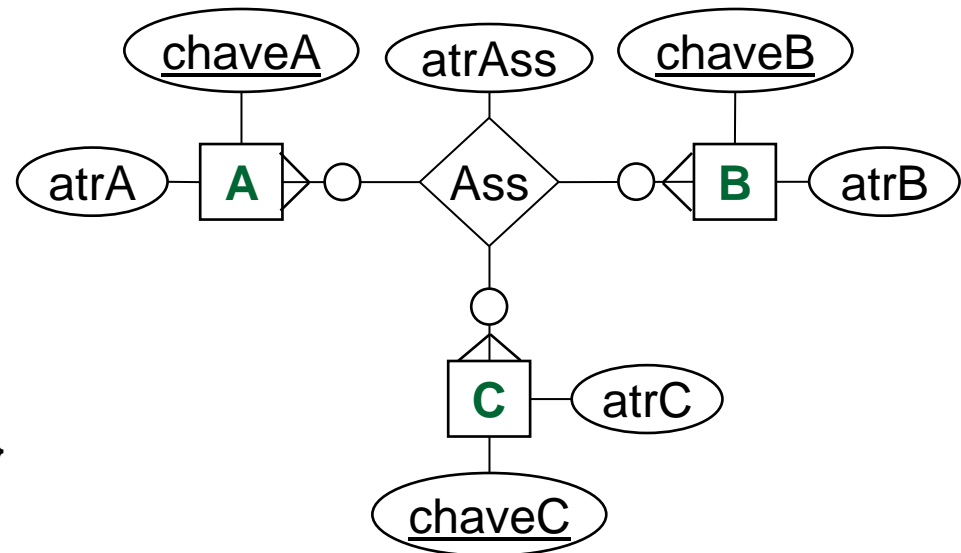


- O Esquema Relacional é o mesmo do caso em que não existe obrigatoriedade em nenhum dos lados
- No entanto é preciso notar que a garantia da participação obrigatória não é conseguida diretamente pelo Esquema Relacional, necessitando de processamento adicional

Associação ternária

Associação ternária $M : N : P$ ($M-0 : N-0 : 0-P$)

- Facultativo nos três lados



- A Associação terá o seu EsqRel

- A(chaveA, atrA)

- Chaves Candidatas = { chaveA }

- B(chaveB, atrB)

- Chaves Candidatas = { chaveB }

- C(chaveC, atrC)

- Chaves Candidatas = { chaveC }

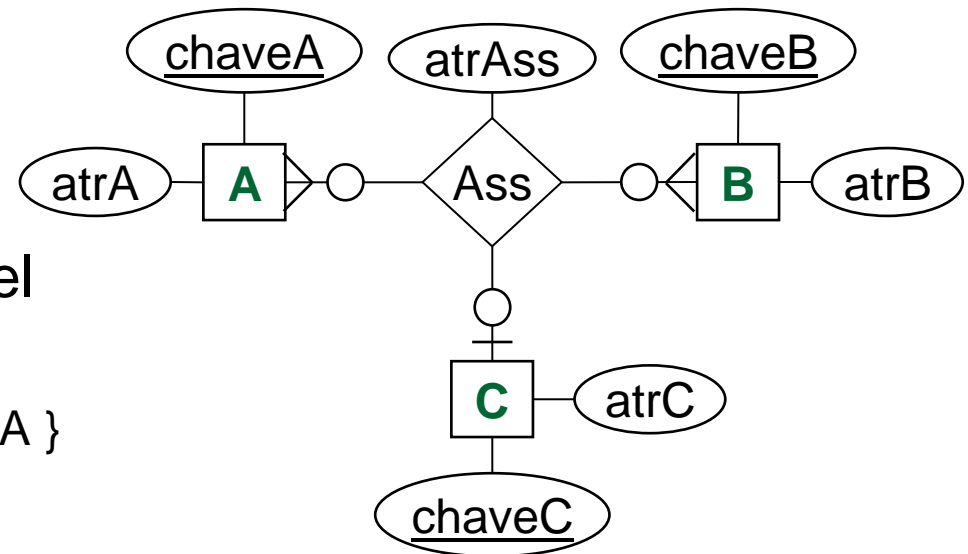
- A_B_C (chaveA, chaveB, chaveC, atrAss)

- Chaves Candidatas = { chaveA, chaveB, chaveC }

- Chaves Estrangeiras = { chaveA } e { chaveB } e { chaveC }

Associação ternária M : N : 1 (M-0 : N-0 : 0-1)

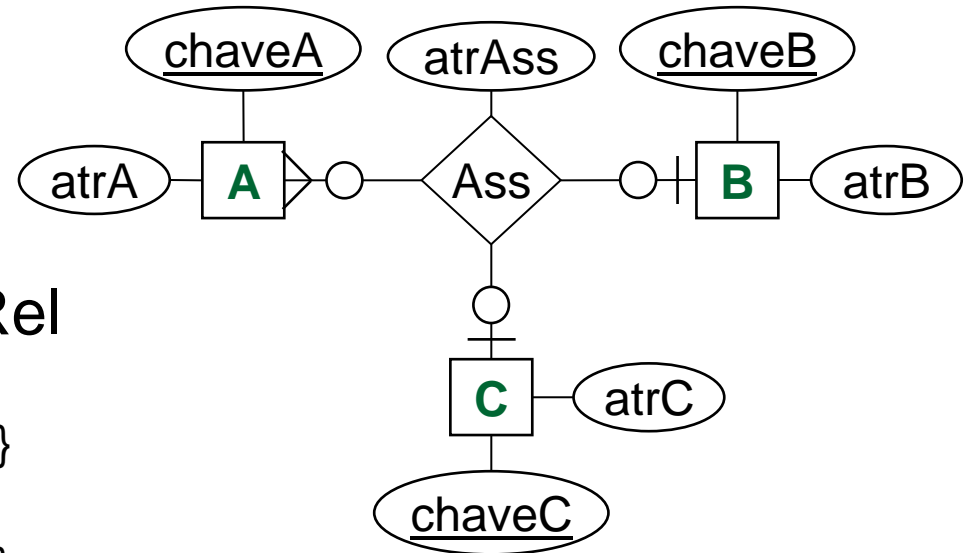
- Facultativo nos três lados



- A Associação terá o seu EsqRel
 - ❑ A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - ❑ B(chaveB, atrB)
 - Chaves Candidatas = { chaveB }
 - ❑ C(chaveC, atrC)
 - Chaves Candidatas = { chaveC }
 - ❑ A_B_C (chaveA, chaveB, chaveC, atrAss)
 - Chaves Candidatas = { chaveA, chaveB }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveA } e { chaveB } e { chaveC }

Associação ternária M : 1 : 1 (M-0 : 1-0 : 0-1)

■ Facultativo nos três lados



■ A Associação terá o seu EsqRel

- A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
- B(chaveB, atrB)
 - Chaves Candidatas = { chaveB }
- C(chaveC, atrC)
 - Chaves Candidatas = { chaveC }
- A_B_C (chaveA, chaveB, chaveC, atrAss)
 - Chaves Candidatas =
{ chaveA, chaveB } e { chaveA, chaveC }
 - Chaves Estrangeiras =
{ chaveA } e { chaveB } e { chaveC }

A	B	C	Válido
a1	b1	c1	Sim
a2	b2	c2	Sim
a1	b1	c3	Não
a1	b3	c1	Não
a1	b2	c2	Sim

Associação ternária $M/1 : N/1 : P/1$ *

- Nos casos em que existe alguma obrigatoriedade
- O Esquema Relacional é o mesmo que o do caso em que não existe obrigatoriedade em nenhum dos lados
- No entanto é preciso notar que a garantia da participação obrigatória não é conseguida directamente pelo Esquema Relacional, necessitando de processamento adicional

* Com pelo menos um N

Associação ternária 1 : 1 : 1 (1/0 : 1/0 : 1/0)

- Facultativo nos três lados

- A Associação terá o seu EsqRel

- A(chaveA, atrA)

- Chaves Candidatas = { chaveA }

- B(chaveB, atrB)

- Chaves Candidatas = { chaveB }

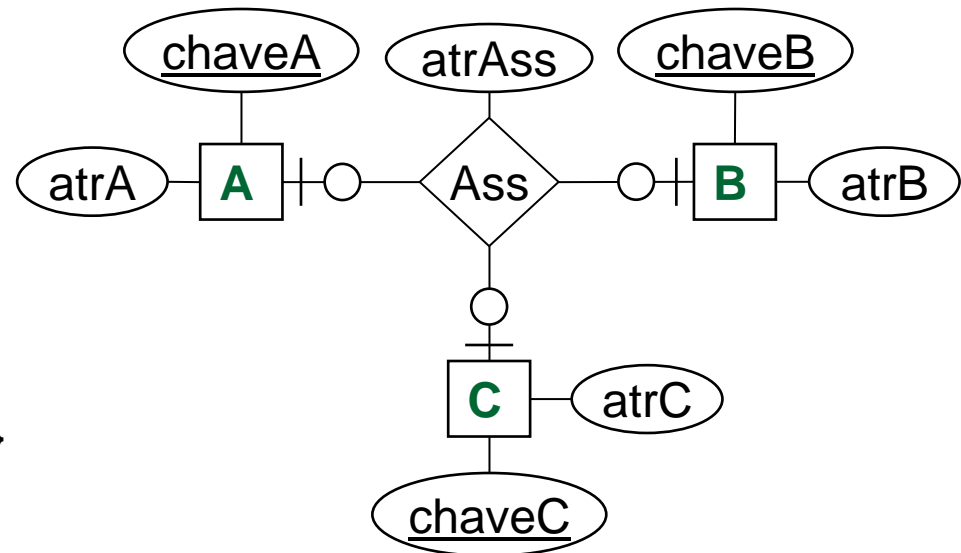
- C(chaveC, atrC)

- Chaves Candidatas = { chaveC }

- A_B_C (chaveA, chaveB, chaveC, atrAss)

- Chaves Candidatas = { chaveA } e { chaveB } e { chaveC }

- Chaves Estrangeiras = { chaveA } e { chaveB } e { chaveC }



Associação ternária 1 : 1 : 1 ($1/?_1 : 1/?_2 : 1/?_3$)

($?_1$ or $?_2$ or $?_3 = 1$)

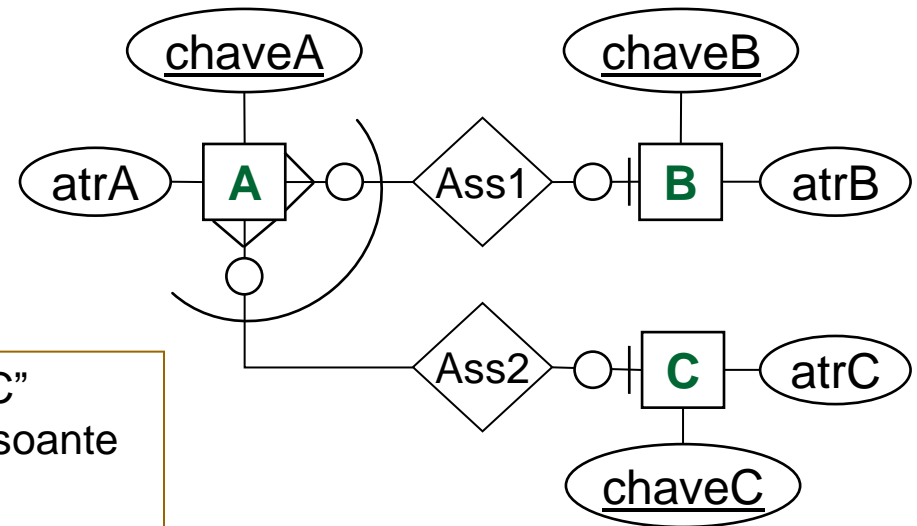
- Obrigatoriedade em um, ou em dois, dos lados *
- Cada entidade terá o seu EsqRel e a associação deve ser modelado por um EsqRel próprio
- A obrigatoriedade deverá ser assegurada por processamento
- Obrigatoriedade em todos os lados
- Todas as entidade modeladas num só EsqRel, ou
- Uma delas conter chaves para as restantes

* No caso de obrigatório em dois lados, a entidade que vê essas obrigatoriedades poderia conter chaves para as outras entidades, mas teria de permitir ter NULL em ambas

Associação exclusiva

Associação Exclusiva (cont.)

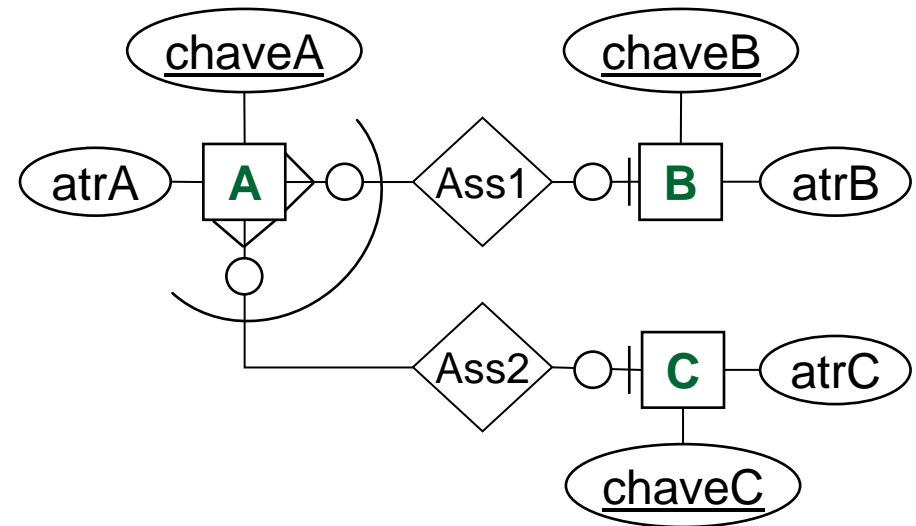
- Todas as Chaves Primárias das Entidades mutuamente exclusivas têm o mesmo Domínio
- O EsqRel da entidade A, terá um atributo discriminante e uma Chave para o EsqRel das entidades B e C que referenciar
 - A(chaveA, atrA, * atribDiscr, ** chaveBC)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - B(chaveB, atrB)
 - Chaves Candidatas = { chaveB }
 - C(chaveC, atrC)
 - Chaves Candidatas = { chaveC }



* Atributo discriminante que pode ter os valores “B” ou “C”
** Atributo que irá ter o valor de chaveB ou chaveC, consoante o valor de atribDiscr for respectivamente “B” ou “C”

Associação Exclusiva

- As Chaves Primárias das Entidades mutuamente exclusivas não têm o mesmo Domínio
- O EsqRel da entidade A, terá a chave para cada um dos EsqRel das entidades B e C
 - ❑ A(chaveA, atrA, chaveB, chaveC)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveB }* e { chaveC }*
 - uma das Chaves Estrangeiras terá o valor NULL
 - ❑ B(chaveB, atrB)
 - Chaves Candidatas = { chaveB }
 - ❑ C(chaveC, atrC)
 - Chaves Candidatas = { chaveC }

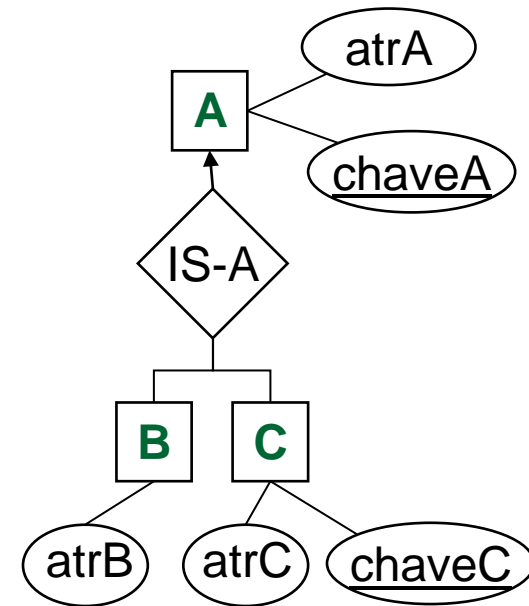


* Permite NULL

Generalização

Generalização – caso geral

- Cobertura total ou parcial, exclusiva ou sobreposta
 - ❑ A subentidade B tem a mesma chave de A
 - ❑ A subentidade C não tem a mesma chave de A
- ❑ A(chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
- ❑ B(chaveA, atrB)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveA }
- ❑ C(chaveA, atrC, chaveC)
 - Chaves Candidatas = { chaveA } e { chaveC }
 - Chaves Estrangeiras = { chaveA }



Generalização total com uma subentidade

- Generalização total: (t, ?) com apenas uma subentidade
- (B) tem a mesma Chave Primária que a Entidade Generalização (A)

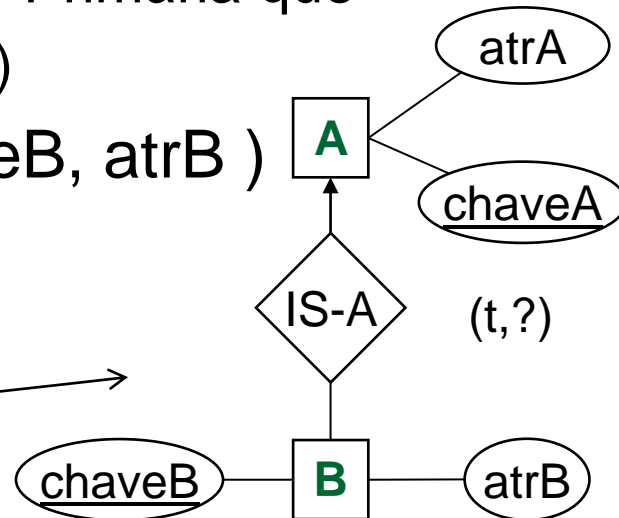
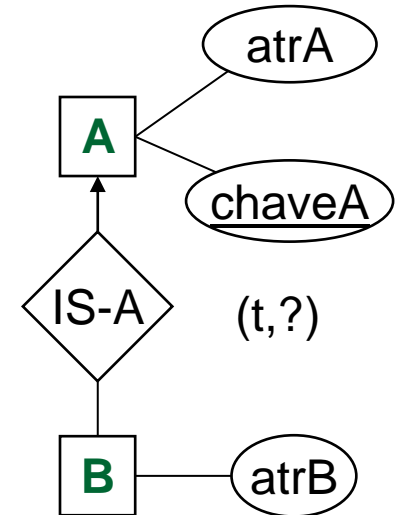
□ A(chaveA, atrA, atrB)

- Chaves Candidatas = { chaveA }

- (B) não tem a mesma Chave Primária que a Entidade Generalização (A)

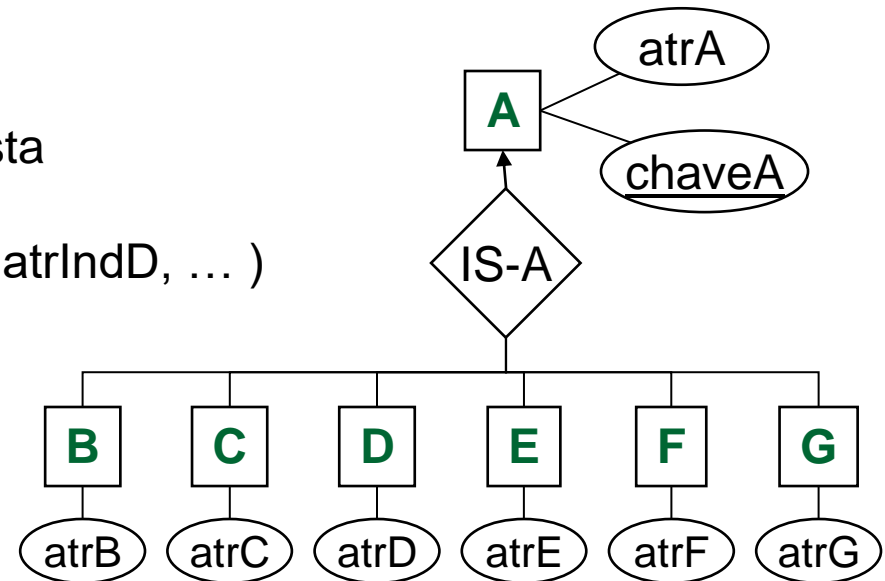
□ A(chaveA, atrA, chaveB, atrB)

- Chaves Candidatas =
{ chaveA } e { chaveB }



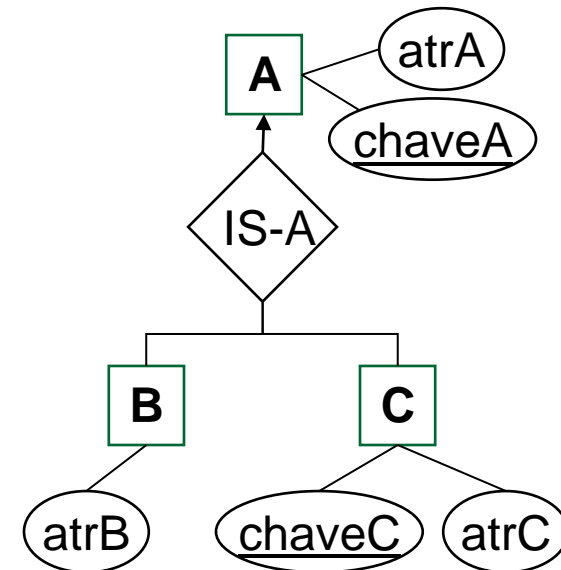
Generalização com muitas subentidades

- Na existência de muitas subentidades coloca-se a questão de desempenho acerca de onde procurar as subentidades de uma entidade
- Para facilitar esse processo **pode-se** construir um esquema:
 - Que introduz redundância, mas que acelera a procura
 - No caso de ser uma cobertura exclusiva
 - Pode-se utilizar um atributo identificador (NULL se parcial)
 - $A(\text{chaveA}, \text{atrA}, \text{atribInd})$
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - No caso de ser uma cobertura sobreposta
 - Esquema de atributos indicadores
 - $A(\text{chaveA}, \text{atrA}, \text{atribIndB}, \text{atrIndC}, \text{atrIndD}, \dots)$
 - Chaves Candidatas = { chaveA }



Generalização

- Se a Generalização tiver Cobertura Total e exclusiva, ou seja, se for do tipo (t, e):
 - **pode-se** ter Esquemas de Relação apenas para as subentidades, replicando os Atributos da Entidade Generalização nos Esquemas de Relação das subentidades
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - B(atrB, chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveA }
 - C(chaveC, atrC, chaveA, atrA)
 - Chaves Candidatas = { chaveC } e { chaveA }

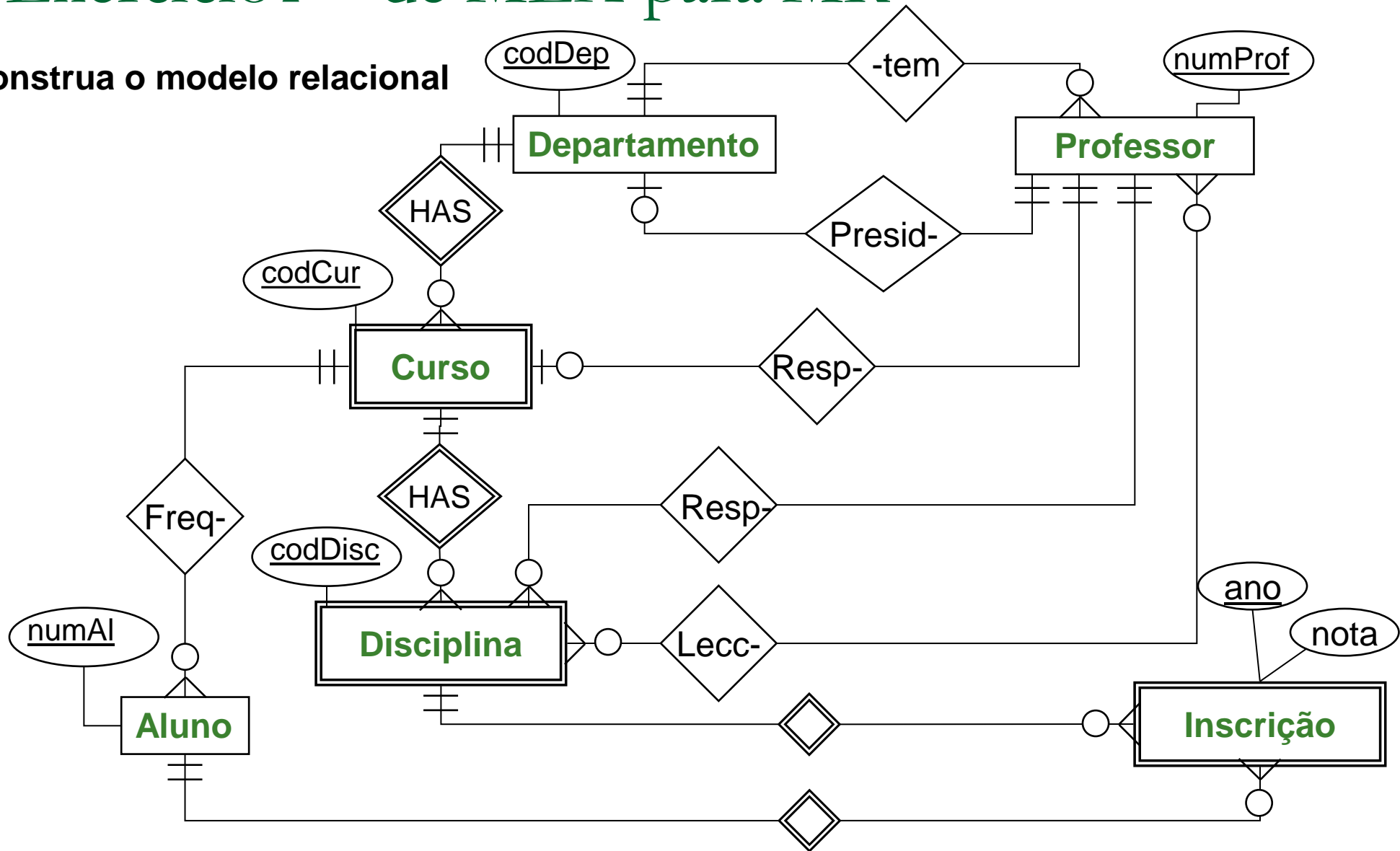


Exercícios

Modelo entidade – Associação
Modelo Relacional

Exercício1 – de MEA para MR

Construa o modelo relacional



Exercício1 - Modelo Relacional

- DEPARTAMENTO(codDep, numProf)
 - OCC = {{ numProf }}
 - CE = {{numProf → PROFESSOR}}
- PROFESSOR(numProf, codDep)
 - CE = {{codDep → DEPARTAMENTO}}
- CURSO(codCur, codDep, numProf)
 - OCC = {{ numProf }}
 - CE = {{codDep → DEPARTAMENTO}, {numProf → PROFESSOR}}
- DISCIPLINA(codDisc, codCur, codDep, numProf)
 - CE = {{codCur, codDep → CURSO} , {numProf → PROFESSOR}}
- DISCIPLINA_PROFESSOR(codDisc, codCur, codDep, numProf)
 - CE = {{codDisc, codCur, codDep → DISCIPLINA}, {numProf → PROFESSOR}}
- ALUNO(numAl, codCur, codDep)
 - CE = {{codCur, codDep → CURSO}}
- INSCRICAO(ano, codDisc, codCur, codDep, numAl, nota)
 - CE = {{codDisc, codCur, codDep → DISCIPLINA}, {numAl → ALUNO}}

OCC = Outras chaves candidatas, além da chave primária (por uma questão de espaço) CE = chaves estrangeiras

Exercício 2: Sistema de gestão de empregados de uma empresa

- Pretende-se construir uma Base de Dados para registar informação sobre os empregados de uma empresa. Nesta empresa cada empregado é identificado por um número de empregado, tem um nome, uma morada, idade e desempenha uma ou mais funções. Cada empregado trabalha num único departamento que naturalmente pode ter vários empregados. Cada um dos departamentos é univocamente identificado por um número de departamento e tem um nome que é também único. Para cada empregado é também importante saber qual o seu tipo de contrato em vigor. Sabe-se que cada tipo de contrato é identificado por um código, tem uma descrição e um valor de remuneração (maior ou igual ao ordenado mínimo), e que tem uma série de funções atribuídas. Cada função tem um código único válido no domínio de um tipo de contrato e uma descrição. Cada funcionário só pode exercer funções que sejam do seu tipo de contrato.
- Pretende-se o MEA e MR indicando as restrições aplicacionais.