

MBA em Engenharia de Software a Distância

**Disciplina: Análise e Projeto
Orientado a Objetos: UML**

MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento de objetos para o modelo relacional**
- Os princípios básicos do paradigma da orientação a objetos e do modelo relacional são bastante diferentes. No modelo de objetos, os elementos (objetos) correspondem a abstrações de comportamento. No modelo relacional, os elementos correspondem a dados no formato tabular.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Relevância do mapeamento de objetos para o modelo relacional:
 - A tecnologia OO como forma usual de desenvolver sistemas de software.
 - Sem dúvida os SGBDR dominam o mercado comercial.
- Os objetos de um sistema podem ser classificados em persistentes e transientes.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Objetos transientes:** existem somente na memória principal.
 - Objetos de controle e objetos de fronteira.
- **Objetos persistentes:** têm uma existência que perdura durante várias execuções do sistema.
 - Precisam ser armazenados quando uma execução termina, e restaurados quando uma outra execução é iniciada.
 - Tipicamente objetos de entidade.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Para **objetos persistentes**, surge o problema de conciliar as informações representadas pelo estado de um objeto e pelos dados armazenados em registros de uma tabela.
- O **descasamento de informações** é um termo utilizado para denotar o problema das diferenças entre as representações do modelo OO e do modelo relacional.
- Uma proporção significativa do esforço de desenvolvimento recai sobre a solução que o desenvolvedor deve dar a este problema.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Projeto de banco de dados**
- Uma das primeiras atividades do projeto detalhado de um SSOO é o desenvolvimento do banco de dados a ser utilizado, caso ele não exista.
- Essa atividade corresponde ao ***projeto do banco de dados***.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- As principais tarefas no projeto do banco de dados são:
 - Construção do esquema do banco de dados
 - Criação de índices
 - Armazenamento físico dos dados
 - Definição de visões sobre os dados armazenados.
 - Atribuição de direitos de acesso
 - Políticas de backup dos dados



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Restrição de escopo: apenas consideramos o aspecto de mapeamento de informações entre os modelos OO e relacional.
 - Esse mapeamento possibilita a criação do ***esquema do banco de dados***.
- Atualmente, há diversas ferramentas que automatiza grande parte desse mapeamento.



MBA em Engenharia de Software a Distância



- **Conceitos do modelo relacional**
- O modelo relacional é fundamentado no conceito de **relação**.
- Cada coluna de uma relação pode conter apenas **valores atômicos**.
- Uma **chave primária**: colunas cujos valores podem ser utilizados para identificar unicamente cada linha de uma relação.



MBA em Engenharia de Software a Distância



- Associações entre linhas: valores de uma coluna fazem referência a valores de uma outra coluna. (**chave estrangeira**).
 - Uma chave estrangeira também pode conter **valores nulos**.
- Os valores nulos normalmente é usado para indicar que um valor não se aplica, ou é desconhecido, ou não existe.



MBA em Engenharia de Software a Distância

Empregado						
id	matricula	CPF	nome	endereço	CEP	idDepartamento
1	10223	038488847-89	Carlos	Rua 24 de Maio,40	22740-002	13
2	10490	024488847-67	Marcelo	Rua do Bispo, 1000	22733-000	13
3	10377	NULL	Adelci	Av. Rio Branco, 09	NULL	NULL
4	11057	0345868378-20	Roberto	Av. Apicás, 50	NULL	14
5	10922	NULL	Aline	R. Uruguaiana, 50	NULL	14
6	11345	0254647888-67	Marcelo	NULL	NULL	15



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento de objetos para o modelo relacional**
- Utilização de um SGBDR: necessidade do mapeamento dos valores de atributos de objetos persistentes para tabelas.
- É a partir do modelo de classes que o mapeamento de objetos para o modelo relacional é realizado.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Importante:** o MER e o modelo de classes não são equivalentes.
 - Esses modelos são frequentemente confundidos.
 - O MER é um modelo de dados; o modelo de classes representa objetos (dados e comportamento).



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Aqui, utilizamos a seguinte notação (simplificada):
 - Cada **relação** é representada através do seu nome e dos nomes de suas colunas entre parênteses.
 - **Chaves primárias** são sublinhadas
 - **Chaves estrangeiras** são tracejadas.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Os exemplos dados a seguir utilizam sempre uma **coluna de implementação** como chave primária de cada relação.
 - Uma coluna de implementação é um identificador sem significado no domínio de negócio.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento: Classes e seus atributos**
- Classes são mapeadas para relações.
 - Caso mais simples: mapear cada classe como uma relação, e cada atributo como uma coluna.
- Para atributos o que vale de forma geral é que um atributo será mapeado para uma ou mais colunas.
- Nem todos os atributos de uma classe são persistentes (atributos derivados).



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento de associações**
- O procedimento utiliza o conceito de ***chave estrangeira***.
- Há três casos, cada um correspondente a um tipo de ***conectividade***.

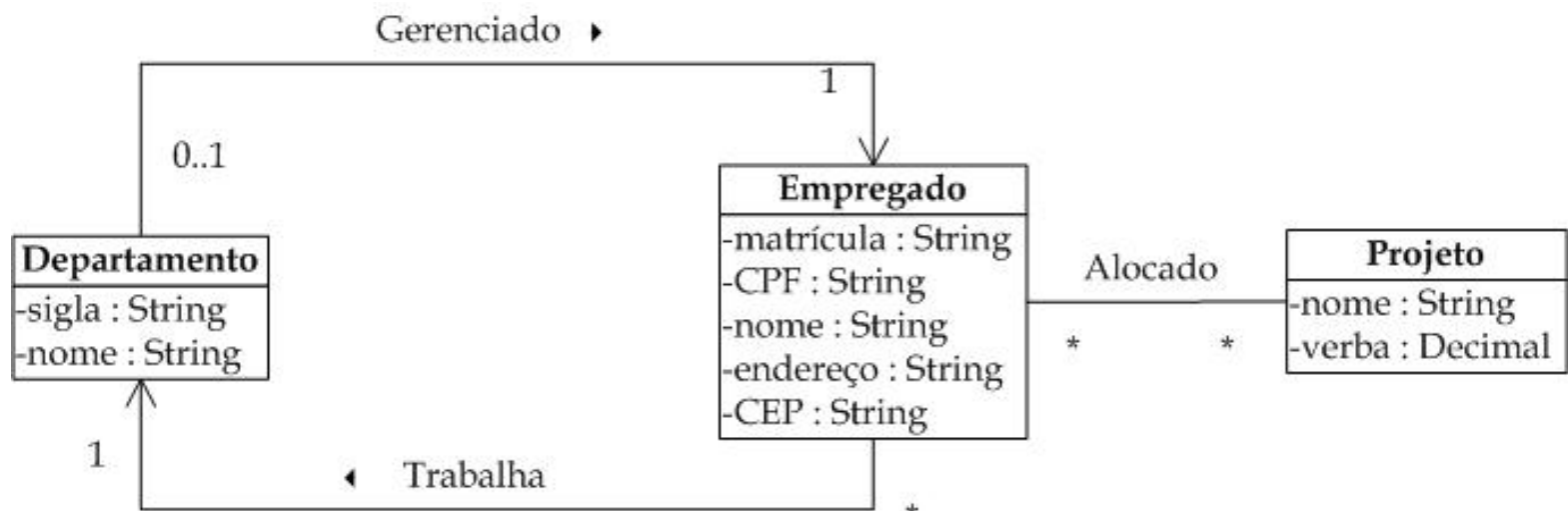


MBA em Engenharia de Software a Distância

- Nos exemplos dados a seguir, considere, sem perda de generalidade, que:
 - há uma associação entre objetos de duas classes, C_a e C_b .
 - C_a e C_b foram mapeadas para duas relações separadas, T_a e T_b .



MBA em Engenharia de Software a Distância

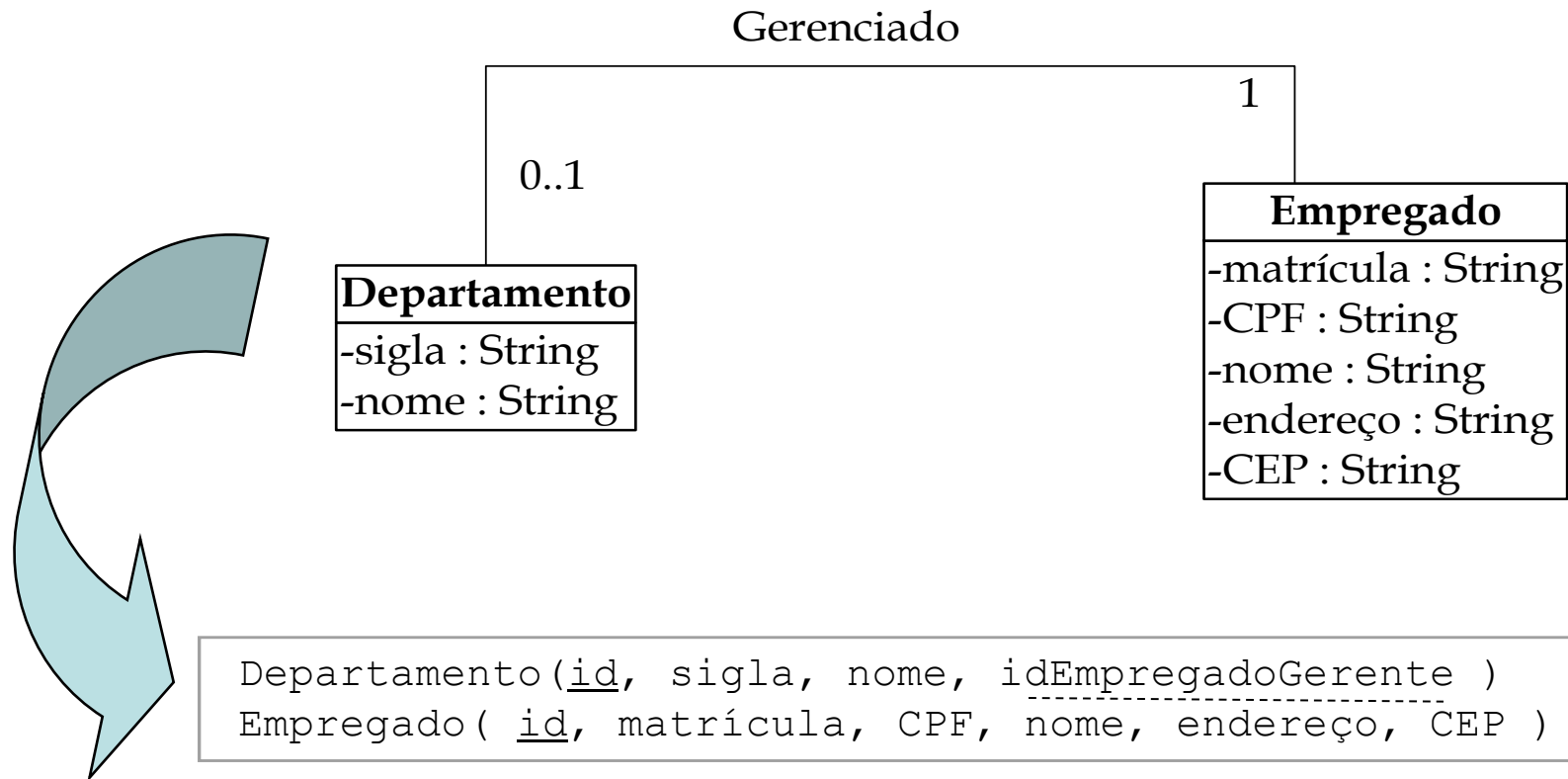


MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento de associações 1:1**
- Deve-se adicionar uma chave estrangeira em uma das duas relações para referenciar a chave primária da outra relação.
- Escolha da relação na qual a chave estrangeira deve ser adicionada com base na **participação**.
- Há três possibilidades acerca da conectividade:
 - Obrigatória em ambos os extremos.
 - Opcional em ambos os extremos.
 - Obrigatória em um extremo e opcional no outro extremo.



MBA em Engenharia de Software a Distância

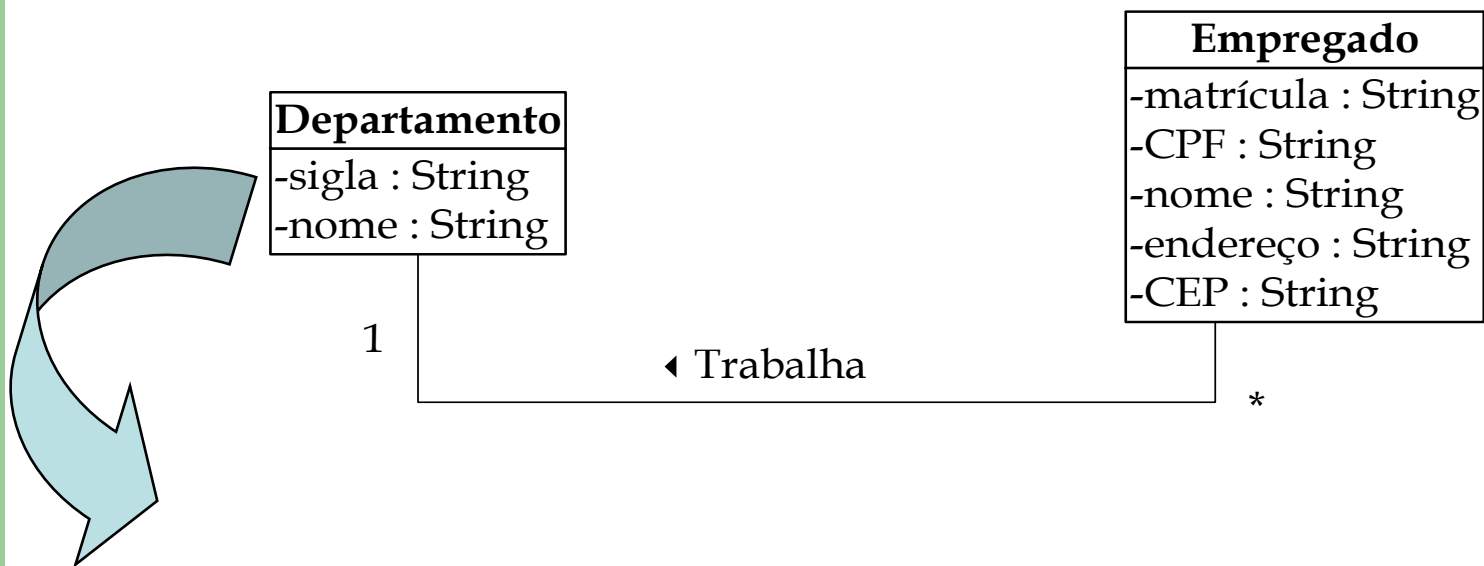


MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento de associações 1-muitos**
- Seja Ca a classe na qual cada objeto se associa com muitos objetos da classe Cb.
- Sejam Ta e Tb as relações resultantes do mapeamento de Ca e Cb, respectivamente.
- Neste caso, deve-se adicionar uma chave estrangeira em Ta para referenciar a chave primária de Tb.



MBA em Engenharia de Software a Distância



```
Departamento( id, sigla, nome, idEmpregadoGerente )
Empregado( id, matrícula, CPF, nome, endereço, CEP, idDepartamento)
```



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento de associações muitos-muitos**
- Seja C_a a classe na qual cada objeto se associa com muitos objetos da classe C_b .
- Sejam T_a e T_b as relações resultantes do mapeamento de C_a e C_b , respectivamente.
- Uma **relação de associação** deve ser criada.
 - Uma relação de associação serve para representar a associação muitos para muitos entre duas ou mais relações.

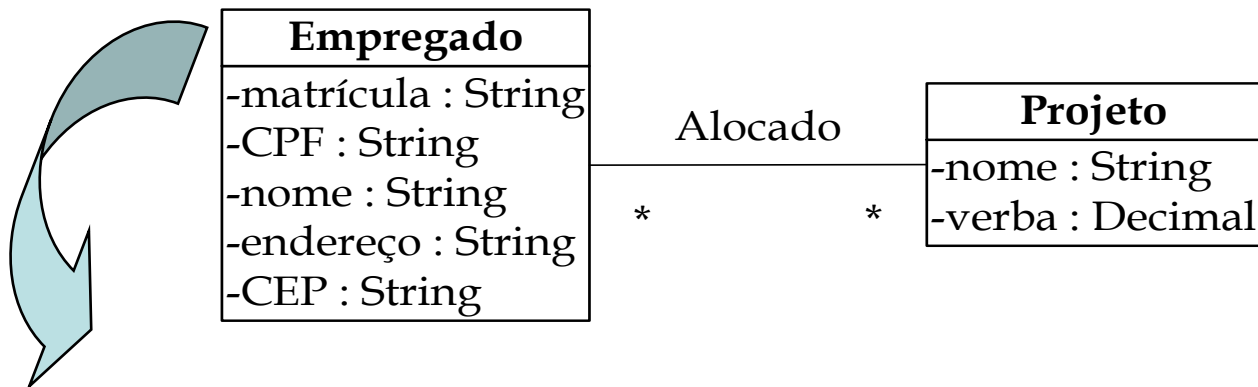


MBA em Engenharia de Software a Distância

- Equivalente à aplicação do mapeamento *um para muitos* duas vezes, considerando-se os pares (Ta, Tassoc) e (Tb, Tassoc).
- Alternativas para definir a chave primária de Tassoc.
 - definir uma **chave primária composta**.
 - criar uma coluna de implementação que sirva como chave primária simples da relação de associação.



MBA em Engenharia de Software a Distância



```
Departamento(id, sigla, nome, idEmpregadoGerente)
Empregado(id, matrícula, CPF, nome, endereço, CEP, idDepartamento)
Alocação(idProjeto, idEmpregado, nome, verba)
Projeto(id, nome, verba)
```

```
Departamento(id, sigla, nome, idEmpregadoGerente)
Empregado(id, matrícula, CPF, nome, endereço, CEP, idDepartamento)
Alocação(id, idProjeto, idEmpregado, nome, verba)
Projeto(id, nome, verba)
```



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento de agregações**
- Forma especial de associação → *mesmo* procedimento para realizar o mapeamento de associações pode ser utilizado.
- No entanto, a diferença semântica influi na forma como o SGBDR deve agir quando um registro da relação correspondente ao *todo* deve ser excluído ou atualizado.
 - Remoção ou atualização em cascata.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- O padrão de acesso em agregações (composições) também é diferente do encontrado nas associações.
 - Quando um objeto todo deve ser restaurado, é natural restaurar também os objetos parte.
 - Em associações, isso nem sempre é o caso.
 - Definição de *índices* adequados é importante para acesso eficiente aos objetos *parte*.

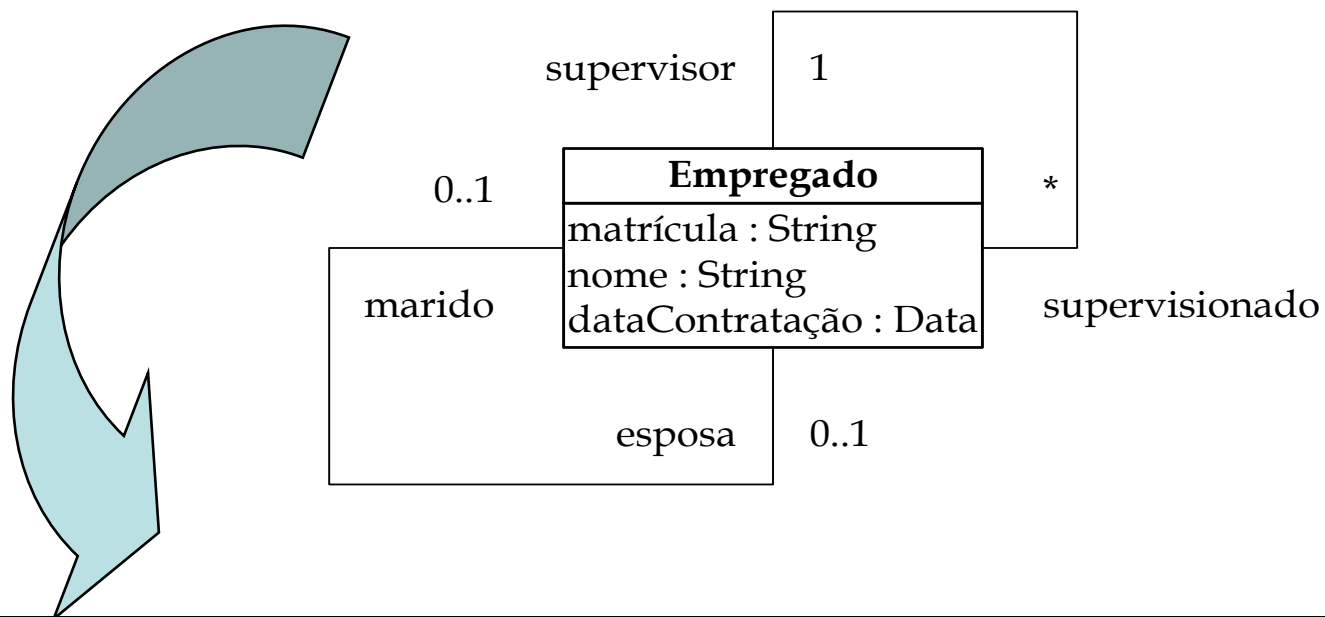


MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento de associações reflexivas**
- Forma especial de associação → *mesmo* procedimento para realizar o mapeamento de associações pode ser utilizado.
- Em particular, em uma associação reflexiva de conectividade *muitos para muitos*, **uma relação de associação** deve ser criada.



MBA em Engenharia de Software a Distância



```
Empregado(id, matrícula, nome, dataContratação, idCônjunge, idSupervisor)
```

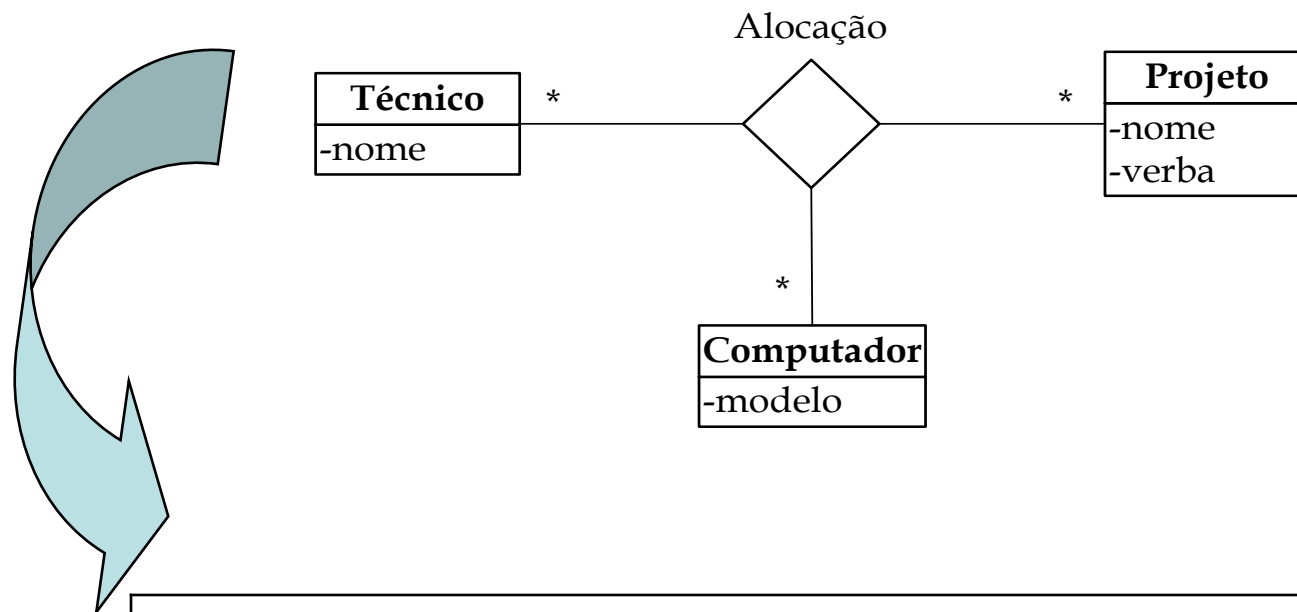


MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento de associações n-árias**
- Associações n-árias ($n \geq 3$): procedimento semelhante ao utilizado para associações binárias de conectividade *muitos para muitos*.
 - Uma relação para representar a associação é criada.
 - São adicionadas nesta relação chaves estrangeiras.
 - Se a associação n-ária possuir uma classe associativa, os atributos desta são mapeados como colunas da relação de associação.



MBA em Engenharia de Software a Distância



```
Técnico( id, nome )  
Projeto( id, nome, verba )  
Computador( id, modelo )  
Alocação( id, idProjeto, idTécnico, idComputador )
```



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento de classes associativas**
- Para cada um dos casos de mapeamento de associações, há uma variante onde uma classe associativa é utilizada

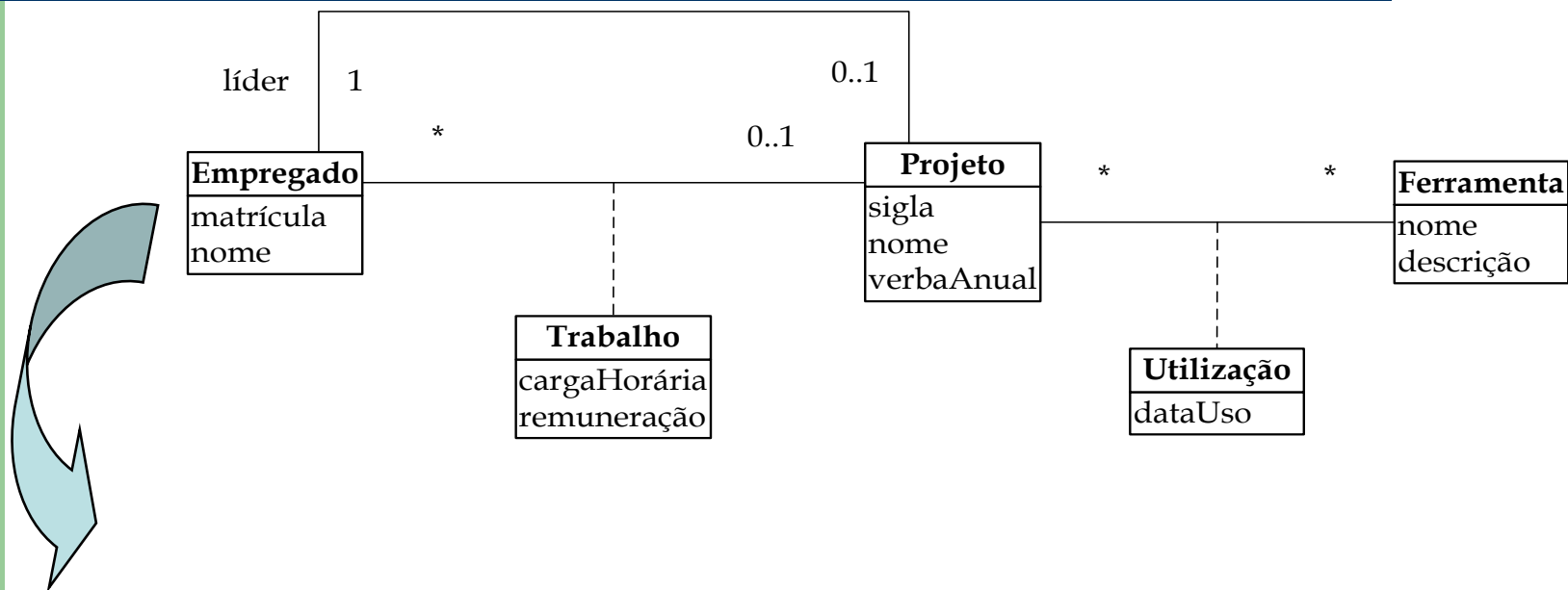


MBA em Engenharia de Software a Distância

- Mapeamento é feito através da criação de uma relação para representá-la.
 - Os atributos da classe associativa são mapeados para colunas dessa relação.
 - Essa relação deve conter chaves estrangeiras que referenciem as relações correspondentes às classes que participam da associação.



MBA em Engenharia de Software a Distância



```
Empregado(id, matrícula, nome)
Projeto(id, sigla, nome, verbaAnual, idEmpregadoLíder)
Ferramenta(id, nome, descrição)
Utilização(id, idFerramenta, idProjeto, dataUso )
Trabalho(id, idEmpregado, idProjeto, cargaHorária, remuneração)
```



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento de generalizações**
- Três formas alternativas de mapeamento:
 - Uma relação para cada classe da hierarquia
 - Uma relação para toda a hierarquia
 - Uma relação para cada classe concreta da hierarquia

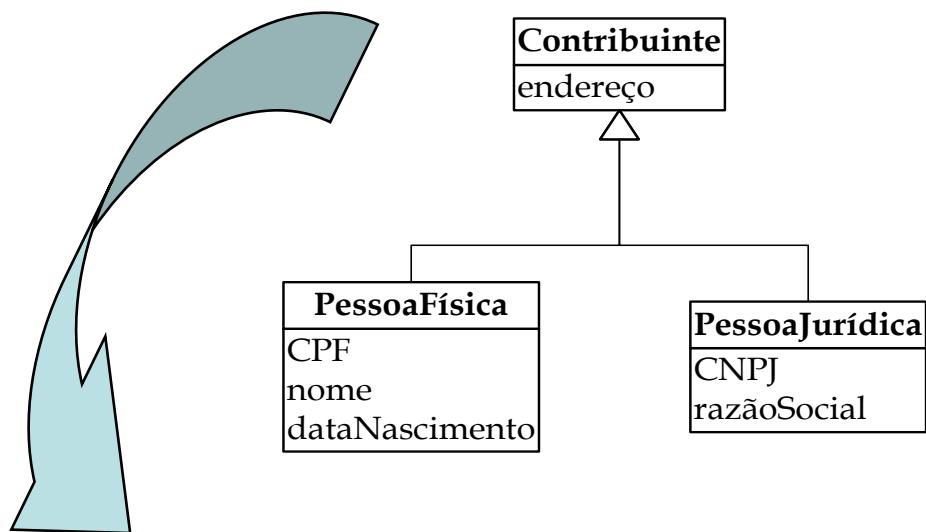


MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Nenhuma** das alternativas de mapeamento de generalização pode ser considerada a melhor dentre todas.
 - Cada uma delas possui vantagens e desvantagens.
 - A escolha de uma delas depende das do sistema sendo desenvolvido.
 - A equipe de desenvolvimento pode decidir implementar mais de uma alternativa.



MBA em Engenharia de Software a Distância



```
Contribuinte(id, endereço)
```

```
PessoaFísica(id, nome, dataNascimento, CPF, idContribuinte)
```

```
PessoaJurídica(id, CNPJ, razãoSocial, idContribuinte)
```

```
Pessoa(id, nome, endereço, dataNascimento, CPF, CNPJ, razãoSocial, tipo)
```

```
PessoaFísica(id, dataNascimento, nome, endereço, CPF)
```

```
PessoaJurídica(id, CNPJ, endereço, razãoSocial)
```



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Mapeamento de generalizações**
- A 1ª alternativa (uma relação para cada classe da hierarquia) é a que melhor reflete o modelo OO.
 - classe é mapeada para uma relação
 - as colunas desta relação são correspondentes aos atributos específicos da classe.
 - Desvantagem: desempenho da manipulação das relações.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- A 2ª alternativa de implementação é bastante simples, além de facilitar situações em que objetos mudam de classe.
 - Desvantagem: alteração de esquema
 - Adição ou remoção de atributos.
 - tem o potencial de desperdiçar bastante espaço de armazenamento:



MBA em Engenharia de Software a Distância

- A 3ª alternativa apresenta a vantagem de agrupar os objetos de uma classe em uma única relação.
- Desvantagem: quando uma classe é modificada, cada uma das relações correspondentes as suas subclasses deve ser modificada.
 - Todas as relações correspondentes a subclasses devem ser modificadas quando a definição da superclasse é modificada.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Construção da camada de persistência**
- Além da construção do esquema de banco de dados, outros aspectos importantes e relativos ao armazenamento de objetos em um SGBDR devem ser definidos.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Alguns desses aspectos são enumerados a seguir.
 - **Materialização:**
 - **Atualização:**
 - **Remoção:**
- Esses aspectos estão relacionados a funcionalidades que implementam o transporte de objetos da memória principal alocada ao SSOO para um SGBD e vice-versa.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Para isolar os objetos do negócio de detalhes de comunicação com o SGBD, uma **camada de persistência** pode ser utilizada.
- O objetivo de uma camada de persistência é isolar os objetos do SSOO de mudanças no mecanismo de armazenamento.
 - Se um SGBD diferente tiver que ser utilizado pelo sistema
 - Os objetos da camada de negócio permanecem intactos.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- A diminuição do acoplamento entre os objetos e a estrutura do banco de dados torna o SSOO mais flexível e mais portável.
- No entanto, as vantagens de uma camada de persistência não vêm de graça.
 - A intermediação feita por essa camada entre os objetos do domínio e o SGBD traz uma sobrecarga de processamento.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Outra desvantagem é que a camada de persistência pode aumentar a complexidade computacional da realização de certas operações, que seriam triviais com o uso direto de SQL.
- Entretanto, as vantagens adquiridas pela utilização de uma camada de software, principalmente em sistemas complexos, geralmente compensam a perda no desempenho e a dificuldade de implementação.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Estratégias de persistência**
- Há diversas estratégias que podem ser utilizadas para definir a camada de persistência de um SSOO:
 - Acesso direto ao banco de dados
 - Uso de um SGBDOO ou de um SGBDOR
 - Uso do padrão DAO (*Data Access Object*)
 - Uso de um framework ORM



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Acesso direto**
- Uma estratégia simples para o mapeamento objeto-relacional é fazer com que cada objeto persistente possua comportamento que permita a sua restauração, atualização ou remoção.
 - Há código escrito em SQL para realizar a inserção, remoção, atualização e consulta das tabelas onde estão armazenados os objetos.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Essa solução é de fácil implementação em Linguagens de quarta geração, como o Visual Basic, o PowerBuilder e o Delphi.
- Essa estratégia de mapeamento objeto-relacional é justificável para sistemas simples.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- No entanto, a solução de acesso direto apresenta algumas desvantagens para sistemas mais complexos.
 - Classes relativas à lógica do negócio ficam muito acopladas às classes relativas à interface gráfica e ao acesso ao banco de dados.
 - Mais complicado migrar o SSOO de um SGBD para outro.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- A lógica da aplicação fica desprotegida de eventuais modificações na estrutura do banco de dados.
- A coesão das classes diminui, porque cada classe deve possuir responsabilidades relativas ao armazenamento e materialização de seus objetos, além de ter responsabilidades inerentes ao negócio.
- Dificuldades de manutenção e extensão do código fonte praticamente proíbe a utilização desta estratégia em sistemas complexos.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Uso de SGBDOO ou SGBDOR**
- Na metade dos anos 1980, começou-se a falar em um novo modelo para SGBDs, o orientado a objetos.
- Nesse modelo, em vez de tabelas, os conceitos principais eram classes e objetos.
- No início da década de 1990, foram criados alguns produtos comerciais de **sistemas de gerência de bancos de dados orientados a objetos (SGBDOO)**.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Um SGBDOO permite a definição de estruturas de dados arbitrariamente complexas (classes) no SGBDOO.
- Nesse modelo, atributos de um objeto podem conter valores de tipos de dados estruturados, diferente do modelo relacional, onde as tabelas só podem armazenar itens atômicos.
- Também é possível definir hierarquias de herança entre classes.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- A linguagem de consulta para SGBDOO, OQL (Object Query Language), permite consultar e manipular objetos armazenados em um banco de dados.
 - Também possui extensões para identidade de objetos, objetos complexos, expressões de caminho, chamada de operações e herança.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Algumas pessoas pensavam que a tecnologia de SGBDOO suplantaria a velha tecnologia relacional.
- No entanto, os principais SGBDR começaram a incorporar características de orientação a objetos.
- Esses SGBD passaram a adotar o **modelo de dados objeto-relacional**, que é uma extensão do modelo relacional, onde são adicionadas características da orientação a objetos.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Hoje em dia os principais SGBD são ***sistemas de gerência de bancos de dados objeto-relacionais*** (SGBDOR).
 - Um SGBDOR é também conhecido por **SGBD relacional-estendido**.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Os modelos de dados usados por SGBDOR e SGBDOO são mais adequados para realizar o mapeamento de objetos.
- Mas, o fato é que existe uma plataforma imensa de sistemas que usam o modelo relacional puro.
 - De fato, existe uma grande resistência em substituir esses sistemas.
- Isso leva a crer que o mapeamento de objetos para o modelo relacional ainda irá durar por muitos anos.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Uso do padrão DAO**
- O padrão DAO é uma forma de desacoplar as classes do negócio dos aspectos relativos ao acesso ao armazenamento persistente.
- Nessa estratégia, um SSOO obtém acesso a objetos de negócio através de uma interface, a chamada **interface DAO**.
 - Classes que implementam essa interface transformam informações provenientes do mecanismo de armazenamento em objetos de negócio, e vice-versa.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- O SSOO interage com o **objeto DAO** através de uma interface.
 - A implementação desse objeto simplesmente não faz diferença para a aplicação.
 - O objeto DAO isola completamente os seus clientes das particularidades do mecanismo de armazenamento (fonte de dados) sendo utilizado.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- **Uso de um framework ORM**
- Um framework ORM é um conjunto de classes que realiza o mapeamento objeto-relacional de forma transparente.
 - ORM: *Object-Relational Mapping* (mapeamento objeto-relacional).
- Os frameworks ORM tentam resolver o problema do mapeamento objeto relacional através de classes que o realizam de forma transparente.



MBA em Engenharia de Software a Distância

- Normalmente, um framework ORM demanda a definição da correspondência entre a estrutura de objetos da aplicação e o esquema relacional do banco de dados.
 - Essa correspondência é fornecida através de um arquivo de configuração, denominado **arquivo de mapeamento**.
 - De posse dessa correspondência, o framework está apto a mapear qualquer requisição por uma informação armazenada no SGBDR.

