

Modelo de Dados - Conceptual e Lógico

BASE DE DADOS – JAVA.NET

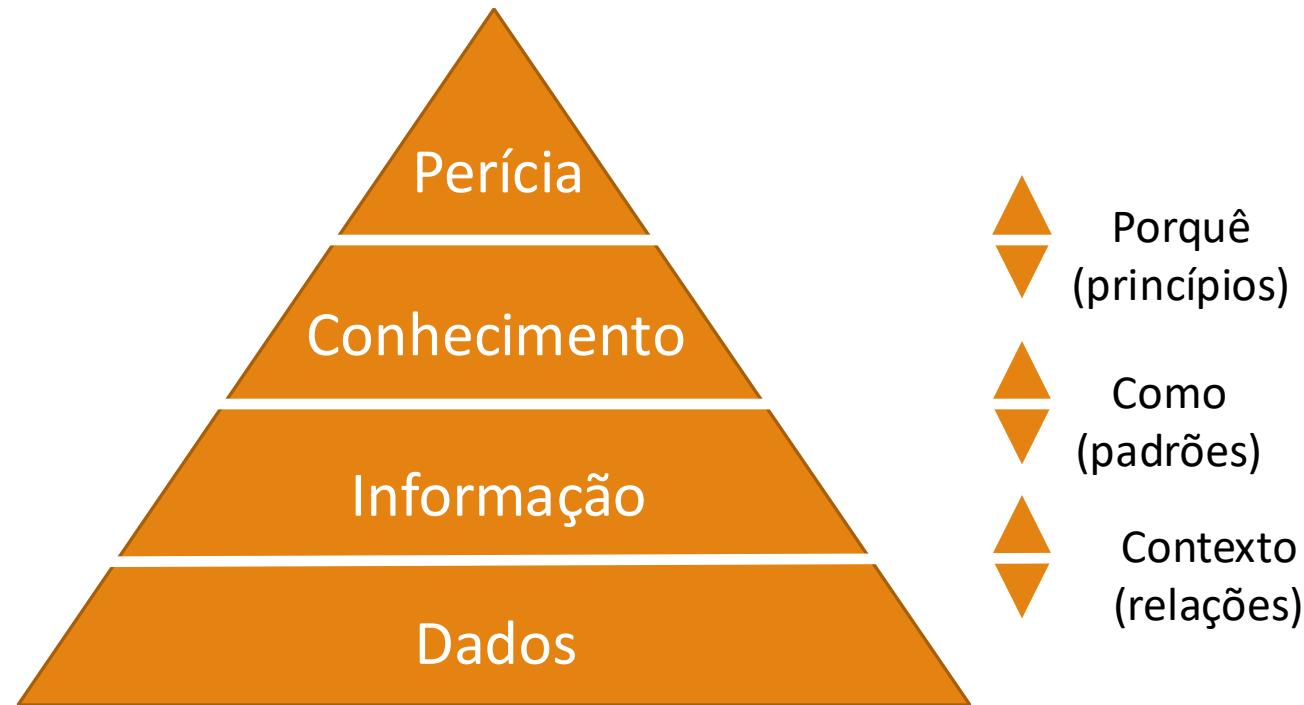
Conteúdos

- **Conceitos**
- **Modelos de Dados**
- **Modelo Conceptual**
 - Entidade
 - Relacionamento
 - Atributos
- **Exemplos**
- **Modelo Lógico/Relacional**
 - Normalização
 - Construção Modelo Relacional
- **Exemplos**

Conceitos

■ Bases de dados

- Conjunto partilhados de dados, relacionados entre si, e respetiva descrição, dispostos de forma a satisfazer as necessidades de uma organização.
- Permitem a obtenção de informação, conhecimento e perícia (DIKW) a partir dos dados nela armazenados.



Conceitos

Conceitos

■ Dados

- Forma mais básica de matéria
- Provem da observação de factos
- Valores sem tratamento, organização ou análise
- Descritos em um qualquer formato (e.g. escrita manual em papel, registados informaticamente, *etc.*)

■ Informação

- Adiciona contexto aos dados
- Resultado do processamento, análise e estruturação dos dados
- Baseada na identificação de relações
- Permite caracterizar o que se encontra representado nos dados

Conceitos

■ **Conhecimento**

- Adiciona significado à informação
- Dentro do contexto da informação, permite a adição de significado à mesma
- Baseada na identificação de padrões
- Permite caracterizar como se relaciona a informação

■ **Sabedoria**

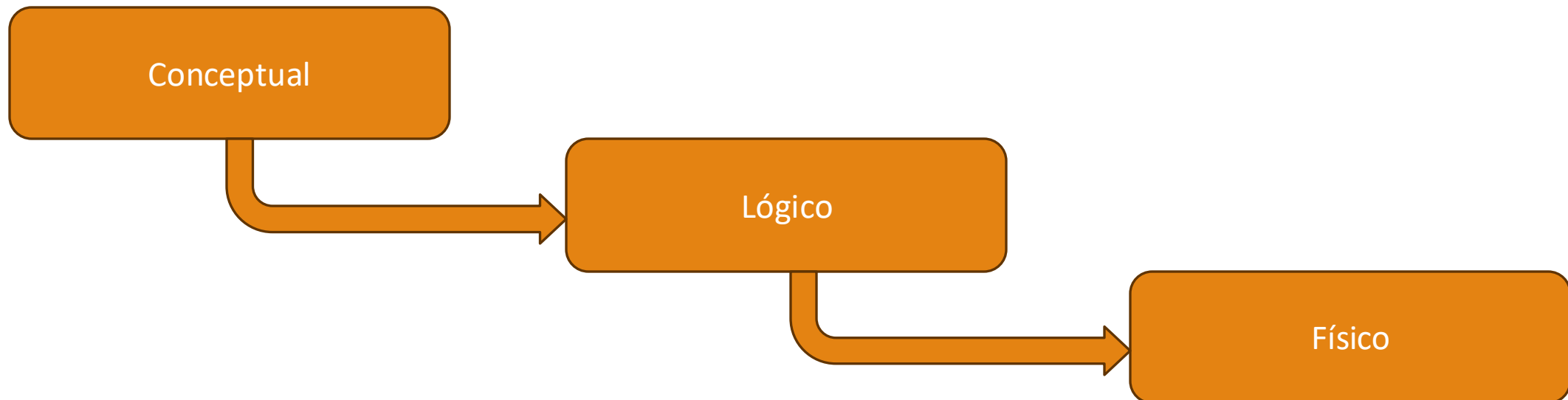
- Identifica mecanismos existentes no conhecimento
- Assenta na necessidade de identificar as situações práticas onde o conhecimento é aplicável
- Baseada na identificação de princípios
- Permite identificar o porquê no conhecimento

Bases de Dados (em Informática)

- **Suportadas por um Sistema Gestor de Base de Dados (SGBD)**
- **Tipos de SGBD**
 - Baseados em ficheiros
 - Hierárquico
 - Rede
 - Relacionais
 - Orientado a objetos
 - Baseada em documentos (NoSQL)
- **Selecionada e definidas de acordo com as necessidades da organização**

Modelo de Dados

- Conjunto de conceitos, relações e restrições existentes nos dados relevantes para a organização
- São definidos tendo em conta a estrutura, as operações que serão realizadas e as restrições de integridade (RI)
- Três níveis de representação: conceptual, lógico e físico.



Modelos de Datos

Modelo Conceptual

- **Nível de maior abstração**
- **Independente da implementação**
- **Análise dos modelos de processos da organização**
- **Especificação dos requisitos dos dados**
- **Identificação de entidades, relacionamentos e atributos**
- **Registo de regras que os dados devem cumprir, isto é as restrições de integridade**

Modelo Lógico

- **Nível de abstração menor**
- **Ainda independente da implementação**
- **Descrição das relações existentes no modelo concetual, *e.g.* entidades e alguns relacionamentos**
- **Representação das restrições de integridade e regras de negócio**
- **Permite a identificação da forma de organização dos dados, independentemente do SGBD**

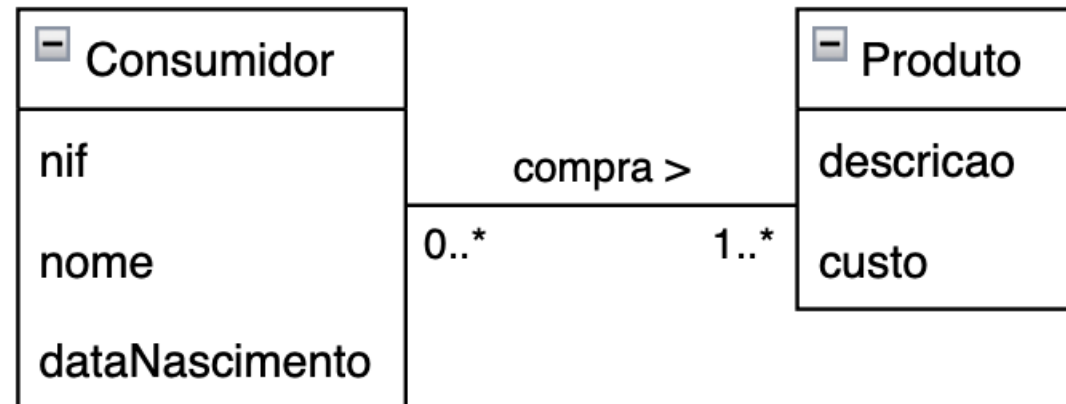
Modelo Físico

- Não há abstração
- Implementação do modelo lógico
- Inclusão de requisitos técnicos
- Trata de questões de *performance*
- Dependente da tecnologia, isto é do SGBD selecionado

Modelo Conceptual

Representação - Modelo Conceptual

- Entidades – representação de objetos do universo de discurso (UoD)
- Relacionamentos – representação as associações entre as entidades
- Atributos – representação das características das entidades



Representação - Modelo Conceptual

■ Entidade

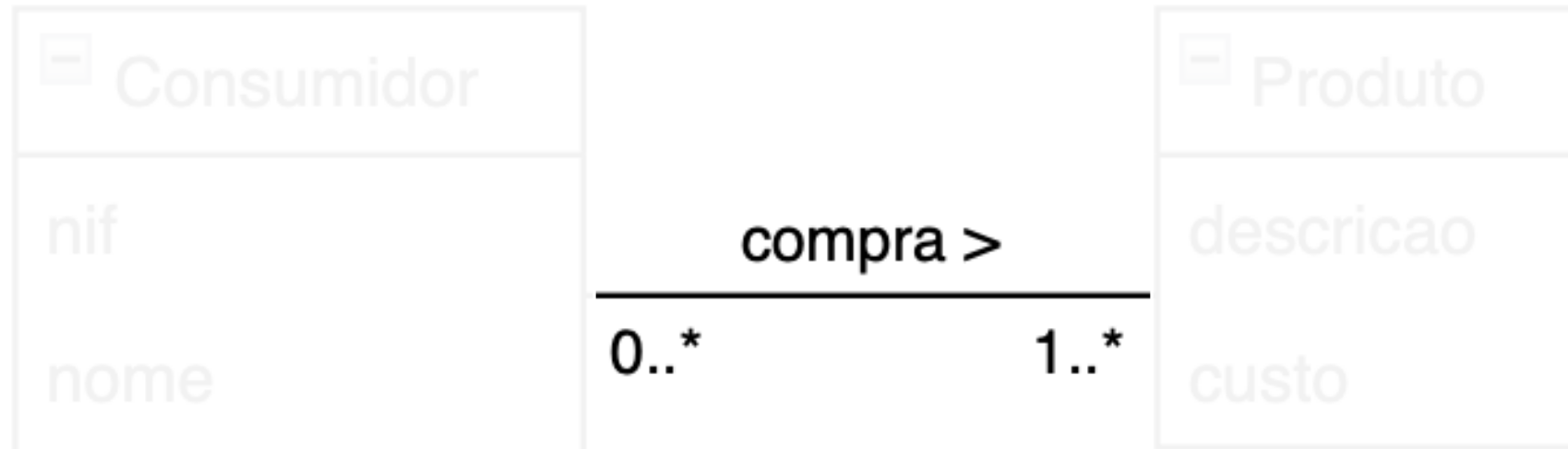
- Conceito/objeto que existe no UoD
- Pode ser real ou abstrata
- Totalmente independente de outra entidade
- Tem um ou mais relacionamentos
- Tem um conjunto de atributos
- Podem ser definidas através de Generalização/Especialização:
 - Generalização – quando uma entidade representa o que há de comum num conjunto de objetos/conceitos do UoD, *e.g.* Veiculo
 - Especialização - quando uma entidade representa o que há de específico para um subconjunto de uma generalização, *e.g.* Automovel, Motociclo



Representação - Modelo Conceptual

■ Relacionamento

- Representa a associação entre entidade(s), dependendo do grau, *i.e.* o número de entidades que estão associadas
- Pode ter uma designação, que explicita o contexto do relacionamento
- Tem associada cardinalidades
- Pode ter atributos



Representação – Modelo Conceptual

■ Relacionamento – Cardinalidades

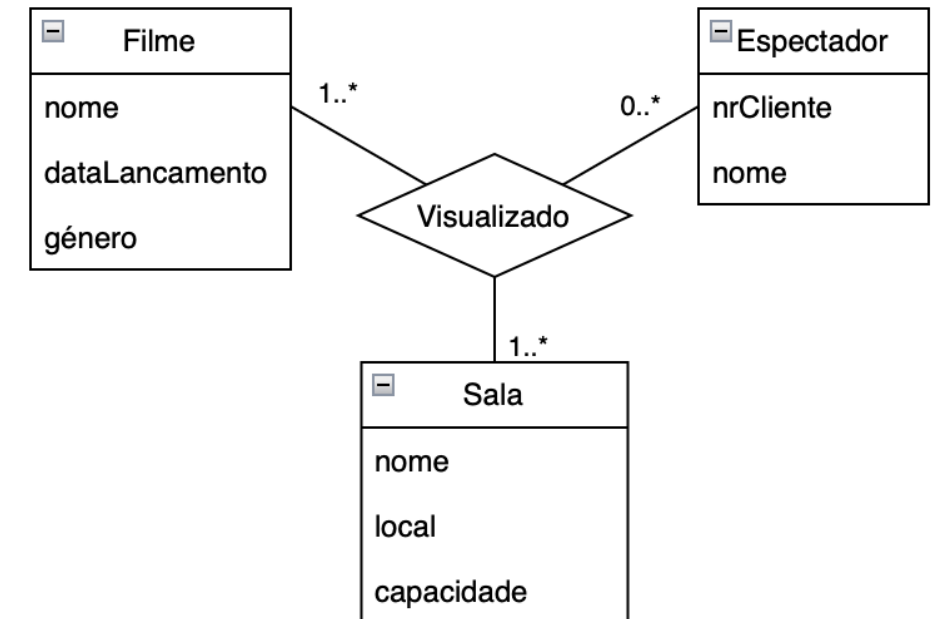
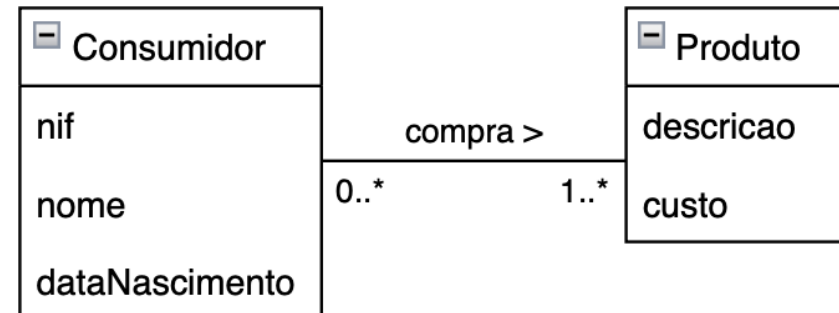
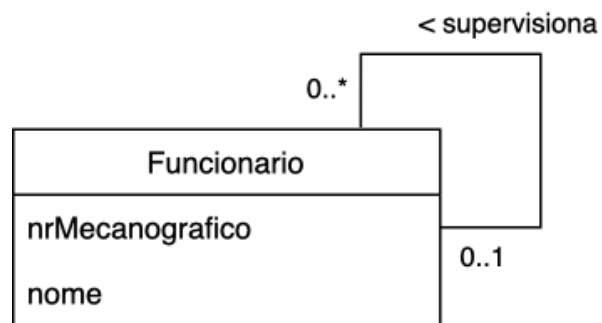
- Especificação conceptual do número de ocorrências de uma entidade noutra
- Podem ser representado em notação UML ou *Crow's Foot*

UML	Crow's Foot	Significado
0..1		Nenhuma ou uma ocorrência
1..1 (ou 1 apenas)		Apenas uma ocorrência
0..* (ou * apenas)		Nenhuma ou várias ocorrências
1..*		Uma ou várias ocorrências
7..9	Não é representável	Mínimo sete e máximo nove ocorrências
0, 3, 6..8	Não é representável	Nenhuma ou três ou entre seis (mínimo) e oito (máximo) ocorrências

Representação – Modelo Conceptual

■ Relacionamento - Graus

- Recursivo – relacionamento com a própria entidade. Permite representação de relacionamentos de hierarquia ou precedência
- Binário – relacionamento entre duas entidades, tipicamente o mais usado
- N-ário ou Complexo – relacionamento com mais que duas entidades



Representação – Modelo Conceptual

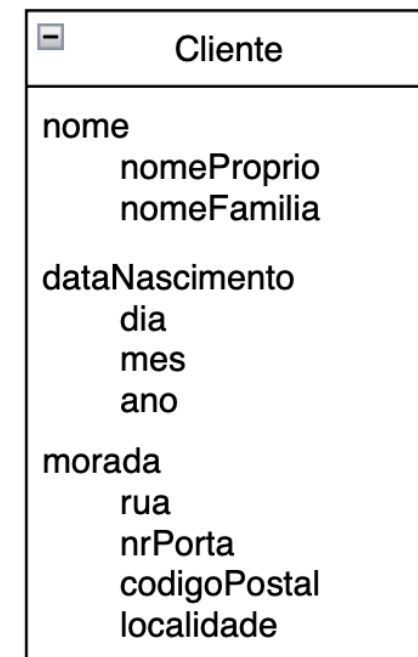
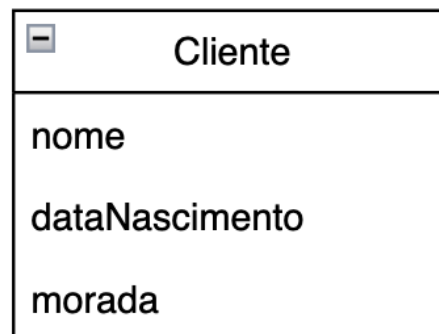
■ Atributo

- Representação de uma propriedade da entidade ou do relacionamento
- Associado a um conjunto de valores, que definem o domínio do atributo
- Podem ser:
 - Simples ou compostos
 - Valor único ou múltiplo
 - Derivados
 - Chave (candidata, primária, composta)

Representação – Modelo Conceptual

■ Atributos:

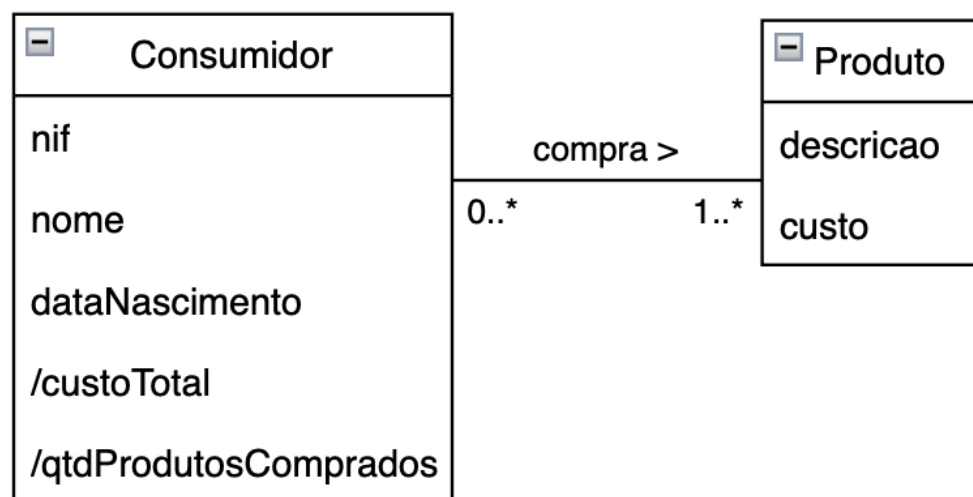
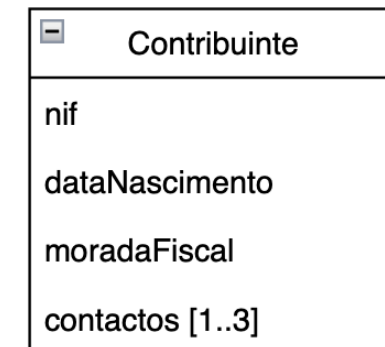
- Simples – constituído por um único componente, *e.g.* número cliente, custo produto
- Compostos – constituído por um conjunto de sub-atributos, *e.g.* morada (rua, código postal e localidade), nome (nome(s) próprio(s) e nomes família)
- A quando da definição do modelo lógico, os atributos compostos do modelo conceptual, podem ser alvo de transformações



Representação – Modelo Conceptual

■ Atributos:

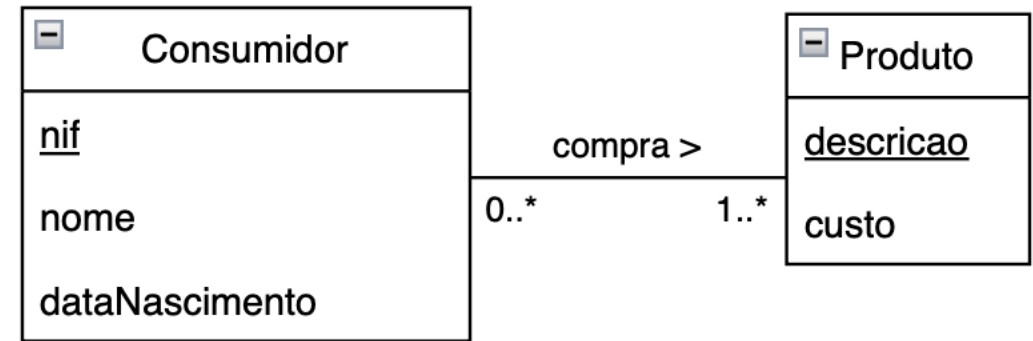
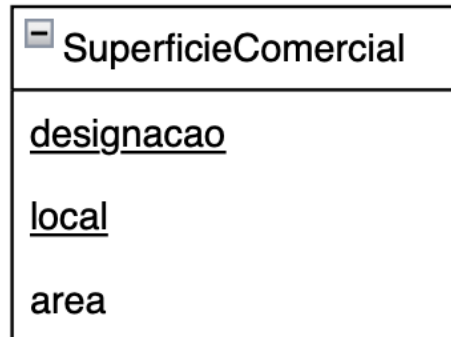
- Valor único – permite o armazenamento de um valor, *e.g.* idade
- Valor múltiplo – permite armazenar um conjunto de valores, *e.g.* marcas telemóveis
- Derivados – atributos cujo valor é calculado através de um ou mais atributos. Não é obrigatório que os atributos usados para os cálculos sejam da mesma entidade



Representação – Modelo Conceptual

■ Atributos:

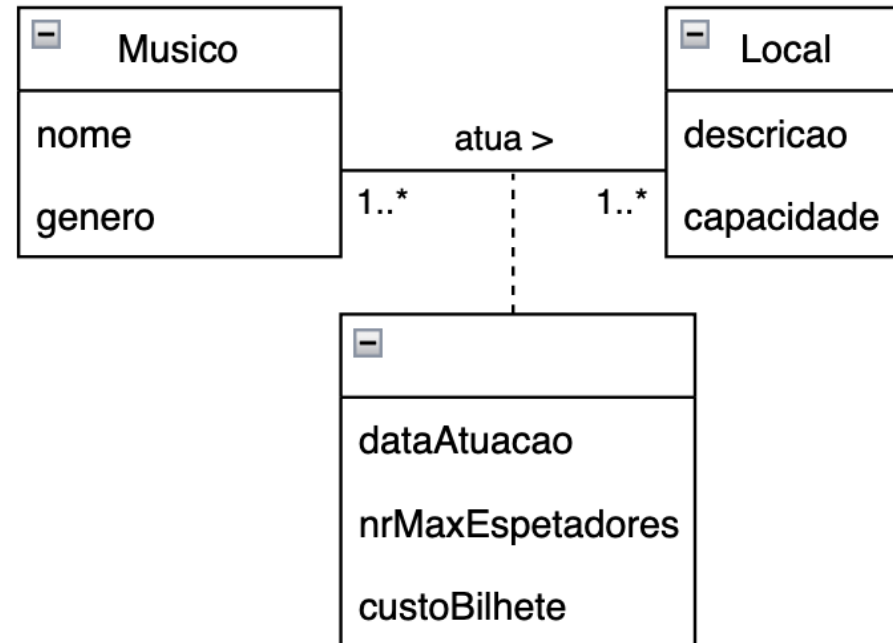
- Chave Candidata – conjunto mínimo de atributos que identificam uma única instância da entidade
- Chave Primária – chave selecionada, da lista de chaves candidatas, para identificar cada instância da entidade
- Chave Primária Composta – quando a chave primária é constituída por mais do que um atributo



Representação – Modelo Conceptual

■ Relacionamento com Atributos

- Quando um relacionamento tem dados associados
- Não se representam cardinalidades



Perguntas



A imagem [Esta Fotografia](#) de Autor Desconhecido está licenciada ao abrigo da [CC BY-SA](#)

Exemplos

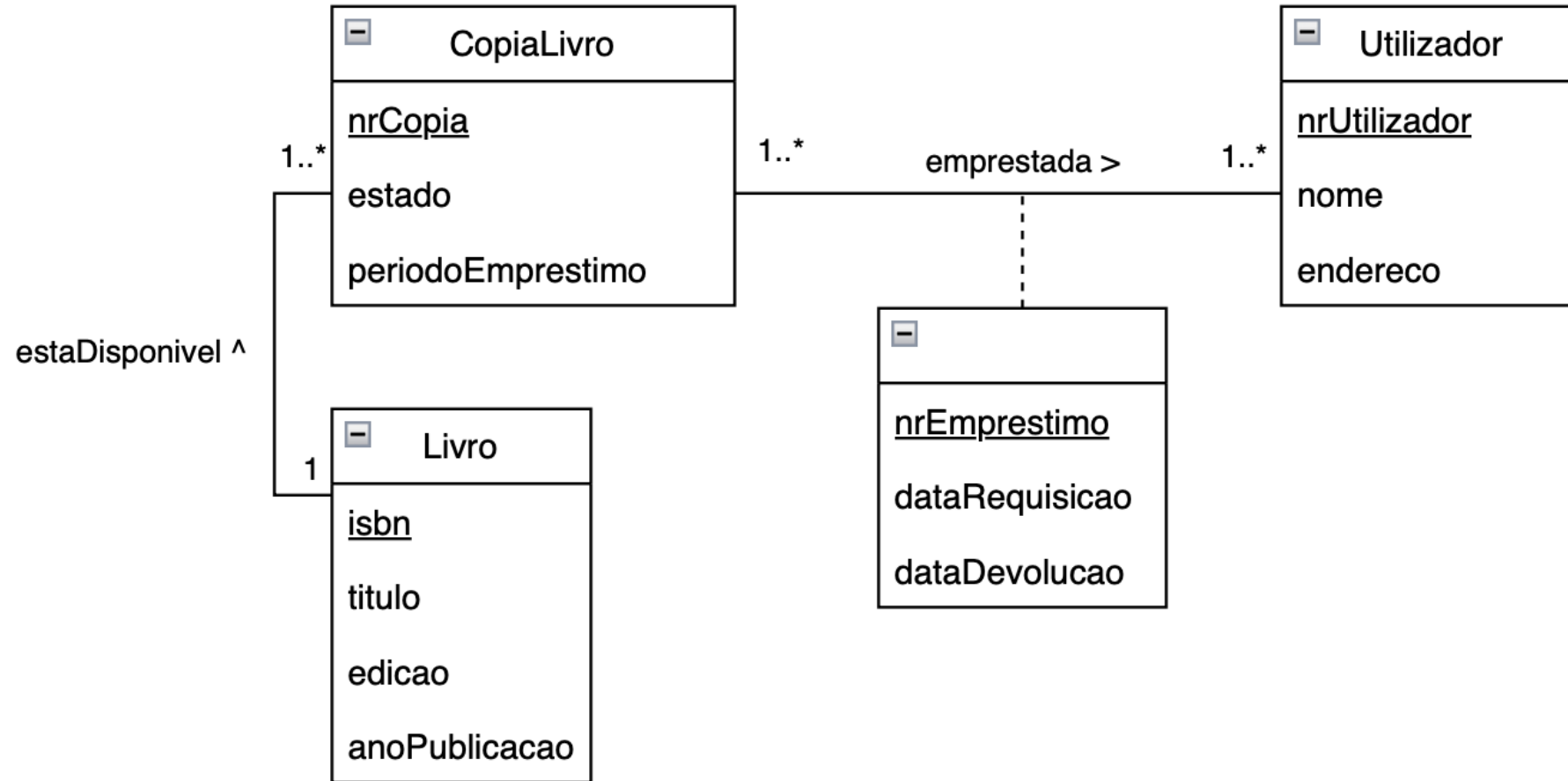
Exercício 1

- Uma biblioteca empresta livros aos seus utilizadores. Cada livro é descrito por um título, uma edição e um ano de publicação, e é identificado exclusivamente usando o ISBN. Cada utilizador é descrito por um nome e endereço e é identificado exclusivamente usando um número de utilizador. A biblioteca fornece uma ou mais cópias de cada livro e cada cópia é identificada exclusivamente por um número de cópia, um estado que indica se o livro está disponível para empréstimo e o período de empréstimo permitido para uma determinada cópia. Um utilizador pode requisitar um ou vários livros, e a data em que cada livro é requisitado e devolvido é registrada. O número do empréstimo identifica exclusivamente cada empréstimo de livro.
- Implemente o modelo conceptual que permita armazenar os dados deste cenário. Identifique todas as chaves primárias e restrições de integridade que sejam relevantes.

Exercício 2

- Assuma que a biblioteca pode ter em stock cópias de livros que não estão em condições para ser feito um empréstimo. Neste cenário, as cópias em condições, podem ser vendidas por um dado preço, a partir de uma data definida pela biblioteca. Há ainda a possibilidade de a cópia podem ter sido roubada ou perdida. Não se pretende registar as vendas dos livros!
- Altere o modelo conceptual implementado anteriormente para incluir estas alterações. Não se esqueças de incluir todas as restrições de integridade e identificar as chaves primárias.

Exercício 1 – Proposta Resolução

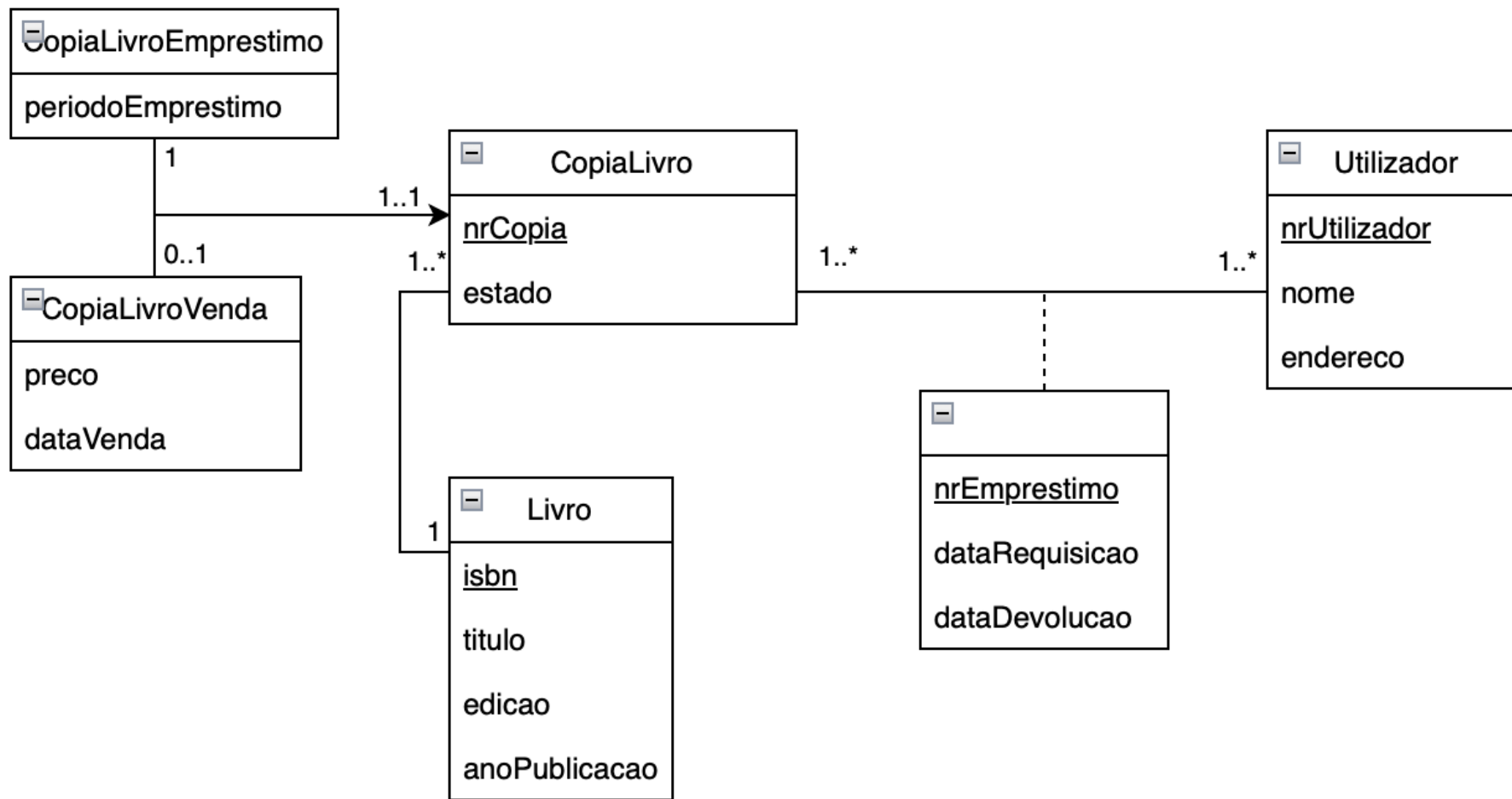


Exercício 1 – Proposta Resolução

■ Restrições de Integridade

Entidade/Relacionamento	Atributo	Restrição
Livro	anoPublicacao	Inferior ou igual ao ano atual
CopiaLivro	estado	Deve ser um: 0 - emprestado 1 - disponível
emprestada	dataRequisicao	Inferior ou igual à data atual
	dataDevolucao	Superior ao valor da dataRequisicao

Exercício 2 – Proposta Resolução



Exercício 2 – Proposta Resolução

■ Restrições de Integridade

Entidade/Relacionamento	Atributo	Restrição
Livro	anoPublicacao	Inferior ou igual ao ano atual
CopiaLivro	estado	Deve ser um: 0 – emprestado 1 – disponível 2 – extraviado 3 – venda
CopiaLivroVenda	dataVenda	Garantir que não coincide com uma data de empréstimo
CopiaLivro-Utilizador	dataRequisicao	Inferior ou igual à data atual
	dataDevolucao	Superior ao valor da dataRequisicao
	Só cópias de livros que não constam da entidade CopiaLivroVenda é que podem ser emprestadas. Exceto se dataDevolucao for inferior a dataVenda	

Modelo Lógico/Relacional

Modelo Lógico

- **Independente do SGBD**
- **Especifica com detalhes os elementos do UoD**
- **Obtido por via da:**
 - Transformação do modelo conceptual
 - Identificação de dependências funcionais (DF) dos dados
- **Este tipo de modelo é associado, não sendo sinónimo, do modelo relacional.**
- **No modelo relacional são descritas relações e respetivos atributos, bem como relacionamentos**

Modelo Relacional

- Proposto em 1970 por E. F. Codd em “A relational model of data for large shared data banks”
- Pretendia resolver problemas existentes nos modelos hierárquicos e rede
- Baseado em relações. Cada relação tem uma designação e é composta por um conjunto de atributos
- Permitia uma elevada independência de dados, pois a alteração a uma relação não afetaria outras
- Resolvia problemas de redundância e consistência de dados, através do processo de normalização associado
- Introduziu uma linguagem de manipulação – SQL.

Modelo Relacional

■ Relação (Tabela, Entidade)

- Objeto onde está definida a estrutura de armazenamento dos dados
- Representativo de uma tabela, *i.e.* algo com linhas e colunas
- As colunas representam os atributos da relação
- As linhas representam as instâncias da relação, tendo a designação de tuplos (ou registos)
- Tem um grau, que representa o número de atributos da relação
- Tem uma cardinalidade, que representa o número de tuplos da relação

Modelo Relacional

■ Atributo (Campo)

- Coluna da relação, com uma designação (nome)
- Tem um domínio associado, *e.g.* texto, número, data
- Pode ter valores do tipo NULL indicativo que o valor do atributo não está instanciado
- Usados para garantir a integridade da entidade, através do uso de chave primária (PK)
- Promovem a integridade de referência, através do uso de chave estrangeira (FK)
- Podem ter associadas restrições de integridade

Modelo Relacional

■ Relacionamentos

- Idênticos aos relacionamentos do modelo conceptual
- Identificam como duas relações estão, logicamente, associadas
- Podem ser recursivas, binárias ou complexas
- Possuem cardinalidade
- Baseado na aplicação de chaves estrangeiras (FK) – integridade de referência.

Normalização

Normalização

- **Processo iterativo para identificar relações, e respetivos atributos, no contexto do UoD da organização**
- **Baseado na manipulação das Dependências Funcionais (DF) identificadas**
 - Através da semântica dos dados
 - Identificação do determinante e determinado
- **No final do processo esperam-se relações que:**
 - Sejam compostas pelo número mínimo de atributos
 - Contenham os atributos exclusivos da mesma, *i.e.* os atributos não existem noutras relações
 - Possuam um baixo nível de redundância, ou seja, atributos que existam em mais que uma relação servem para garantir a integridade de referência

Normalização

■ Dependências Funcionais

- Expressam a relação entre atributos
- Inerentes à realidade do UoD onde ocorrem, ou seja, num UoD idêntico a mesma DF pode não existir – semântica
- Composta por:
 - determinante – atributo ou conjunto de atributos que permitem determinar (obter) os atributos do determinado
 - determinado – atributo, ou conjunto de atributos, que são determinados (obtidos) a partir do determinante
- Exprime o facto: “para um valor do determinante é obtido um, e apenas um, valor do determinado”

$R=(A, B, C, D, E)$

DF: $B \rightarrow DE, C \rightarrow A$

■ Dependências Funcionais – Tipos

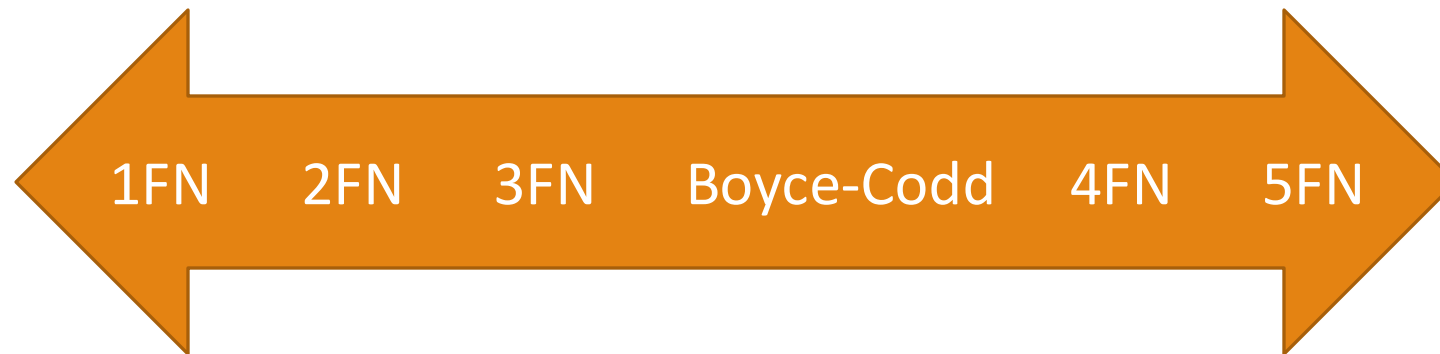
- Dependência total – quando o determinado é funcionalmente dependente da totalidade do determinante
- Dependência parcial – quando o determinado depende funcionalmente de uma parte do determinante
- Dependência transitiva – quando não existem dependências funcionais no determinado

■ Dependências Funcionais – Axiomas de Armstrong

- Reflexibilidade: Seja B subconjunto de A, então $A \rightarrow B$
- Aumento: Se $A \rightarrow B$, então $AC \rightarrow BC$
- Transitividade: Se $A \rightarrow B$ e $B \rightarrow C$, então $A \rightarrow C$ (base das dependências transitivas)
- Pseudo-transitividade: Se $A \rightarrow B$ e $BC \rightarrow D$, então $AC \rightarrow D$
- União: Se $A \rightarrow B$ e $A \rightarrow C$, então $A \rightarrow BC$
- Decomposição: Se $A \rightarrow BC$, então $A \rightarrow B$ e $A \rightarrow C$
- Composição: Se $A \rightarrow B$ e $C \rightarrow D$, então $AC \rightarrow BD$

Normalização

- 1FN, 2FN, 3FN e Boyce-Codd – análise das DF
- 4FN – análise de dependências multivalor
- 5FN – análise de dependências de junção



Baixo número de relações
Elevado nível de redundância

Elevado número de relações
Baixo nível de redundância

Normalização

■ 1FN

- Tem uma PK
- Todos os atributos armazenam apenas um valor e não um conjunto
- Todos os atributos são atômicos

■ 2FN

- Está na 1FN
- Não existem dependências parciais

■ 3FN

- Está na 2FN
- Não existem dependências transitivas

Normalização

■ Boyce-Codd

- Todos os determinante são chave candidata

■ 4FN

- Dependência multivalor
- Para todas as dependências multivalor não triviais, $X \twoheadrightarrow Y$, X é chave candidata

■ 5FN

- Dependência de junção
- Para cada dependência de junção, cada projeção tem chaves candidatas

Construção Modelo Relacional

Modelo Relacional – Abordagens para Construção

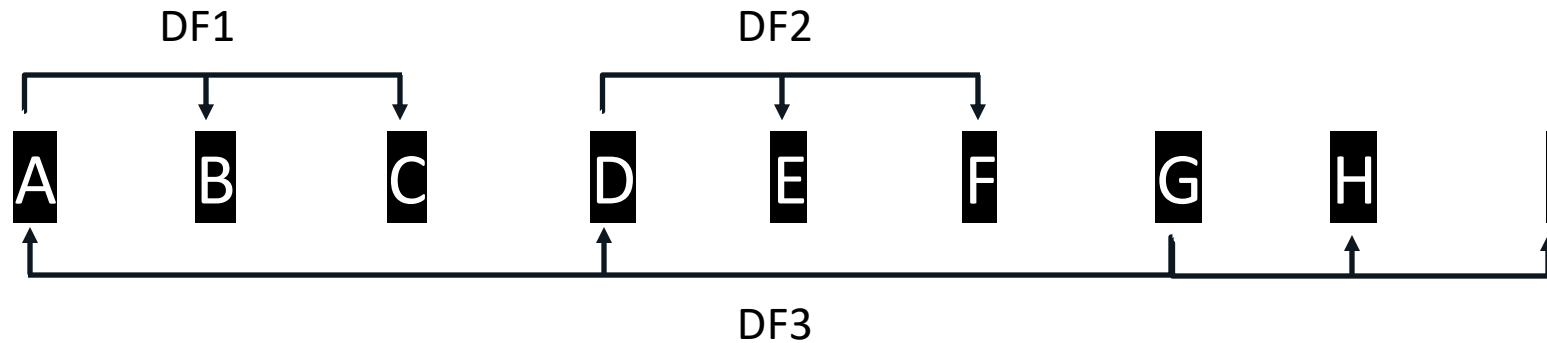
- **Baseado no modelo conceptual, teremos que:**
 - Identificar as relações
 - Validar as relações de acordo com a forma normal (FN) pretendida, mínimo 3FN
 - Verificar a validade das RI identificadas no UoD
- **Baseado no UoD:**
 - Identificar as DF
 - Através do Diagrama de Dependências Funcionais identificar a chave primária
 - Aplicar os Axiomas de Armstrong para normalizar até à 3FN (mínimo)
 - Se necessários normalizar até à fórmula de Boyce-Codd ou até 4FN ou 5FN
 - Verificar as RI identificadas no UoD

Modelo Relacional baseado no UoD

- **Considere a relação**
 - $R(A, B, C, D, E, F, G, H, I)$
- **Com as DF:**
 - $A \rightarrow BC$ (DF1)
 - $D \rightarrow EF$ (DF2)
 - $G \rightarrow HAID$ (DF3)
- **Para se determinar 1FN de R falta identificar uma PK, pois admitimos que todos os atributos são atômicos.**

Modelo Relacional baseado no UoD

■ Diagrama de Dependências Funcionais



- Verifica-se que, a partir do atributo (simples) G é possível determinar todos os restantes. Logo G é a PK de R

Modelo Relacional baseado no UoD

- R (G, A, B, C, D, E, F, H, I) está na 1FN
- E na 2FN?
 - Sim, porque todos os atributos dependem da totalidade da chave ou, não há dependências parciais.
 - Quando uma relação tem uma PK simples, a 1FN e 2FN são a mesma.
- E na 3FN?
 - Há dependências transitivas?

Modelo Relacional baseado no UoD

- **E na 3FN?**
 - Não, pois há dependências transitivas
 - E.g., $A \rightarrow BC$ ou $D \rightarrow EF$, sendo $ABDF$ parte do determinado.
- **Logo, há que criar novas relações com os determinantes de DF1 e DF2, que são parte do determinado de R**
- **Ficamos então com:**
 - $R1(\underline{A}, B, C)$ - DF1
 - $R2(\underline{D}, E, F)$ - DF2
 - $R3(\underline{G}, H, I, A, D)$, após eliminação das dependências transitivas de R

Modelo Relacional baseado no UoD

- $R1(A, B, C)$
- $R2(D, E, F)$
- $R3(G, H, I, A, D)$

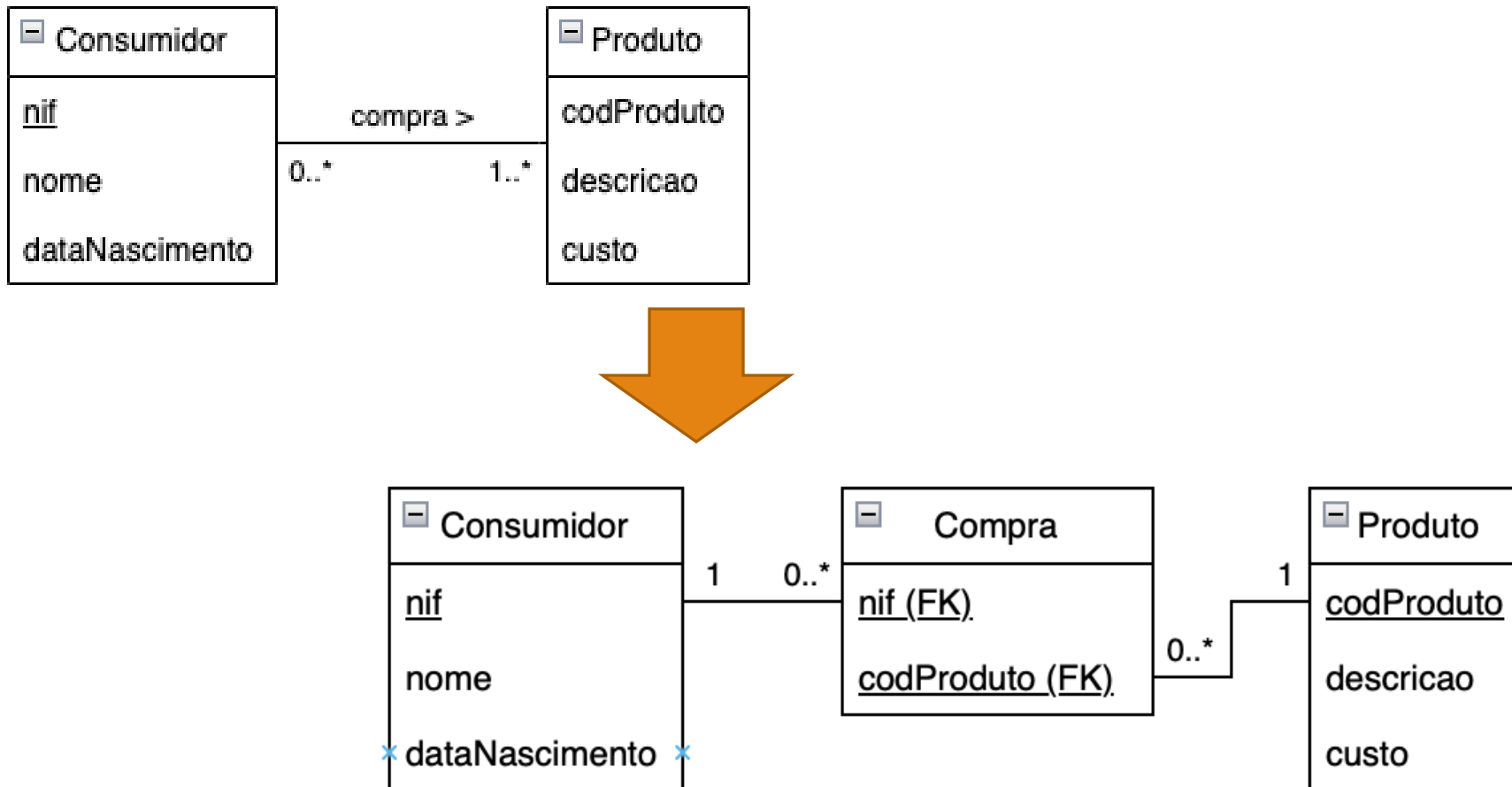
- Há que verificar se cada uma das relações obtidas estão na 3FN, iniciando pela 1FN
- Se uma (ou mais) não estiver, terá que se proceder à sua normalização
- Só iremos parar este processo quando todas as relações identificadas estiverem na 3FN

Modelo Relacional – Abordagens para Construção

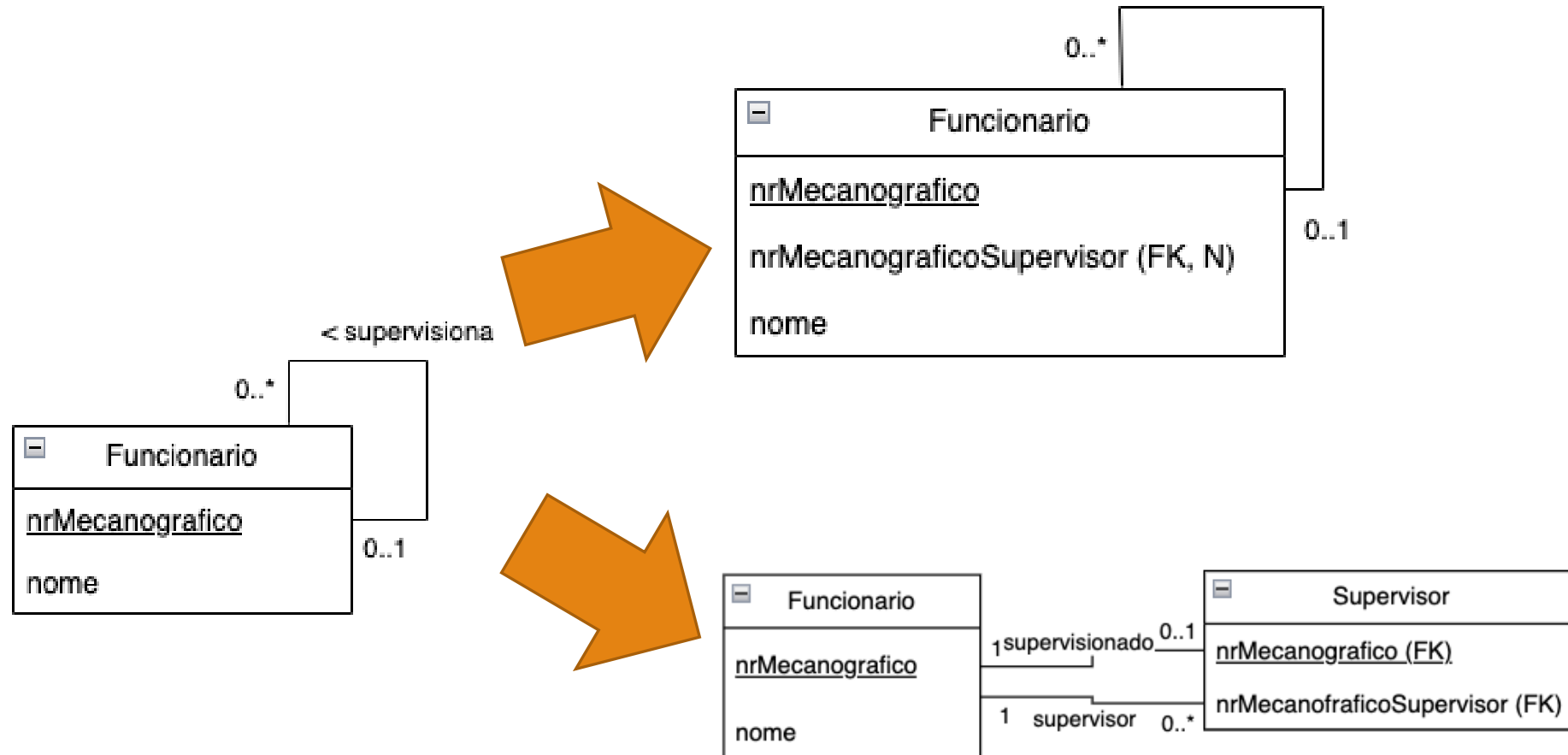
■ Baseado no Modelo Conceptual:

1. Promover as entidades a relações, garantindo integridade de referência, *i.e.* FK
2. Promover os relacionamentos, com atributos, a relações
3. Verificar a atomicidade dos atributos
4. Normalizar relacionamentos de * para *
5. Normalizar até à forma normal pretendida (mínimo 3FN)
6. Analisar as RI do modelo obtido com as identificadas no UoD

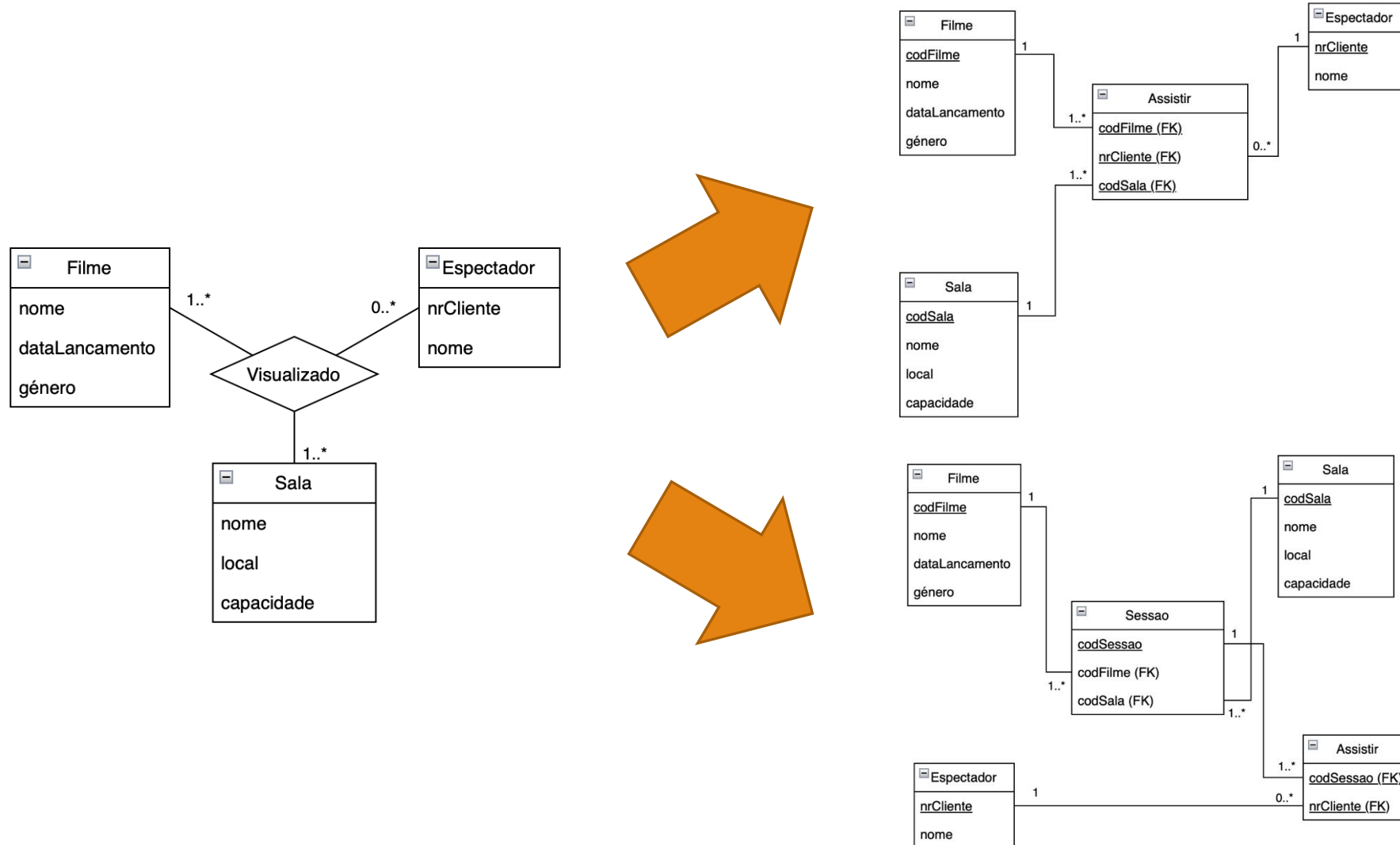
Modelo Relacional baseado no Modelo Conceptual



Modelo Relacional baseado no Modelo Conceptual



Modelo Relacional baseado no Modelo Conceptual



Perguntas

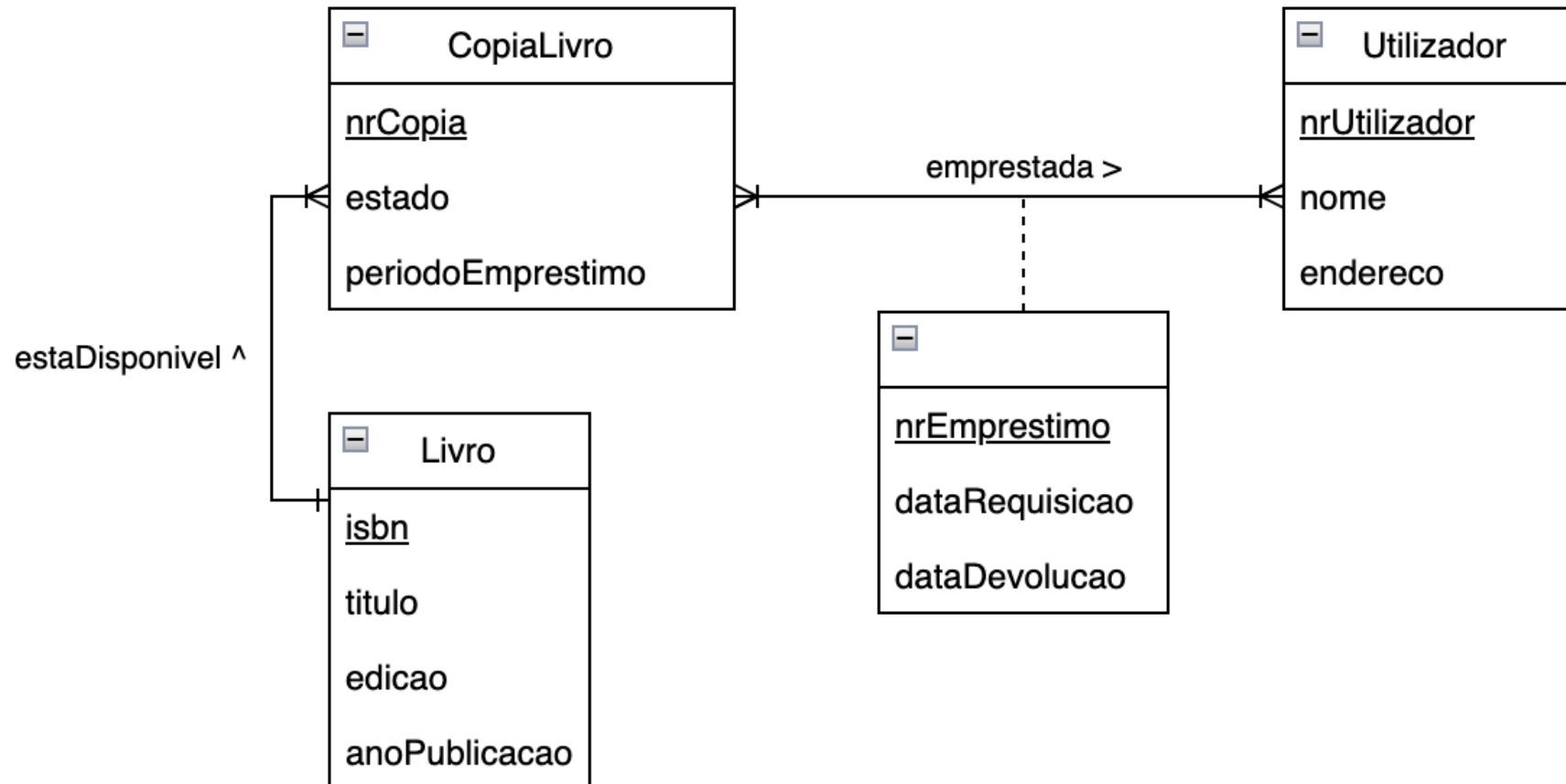


A imagem [Esta Fotografia](#) de Autor Desconhecido está licenciada ao abrigo da [CC BY-SA](#)

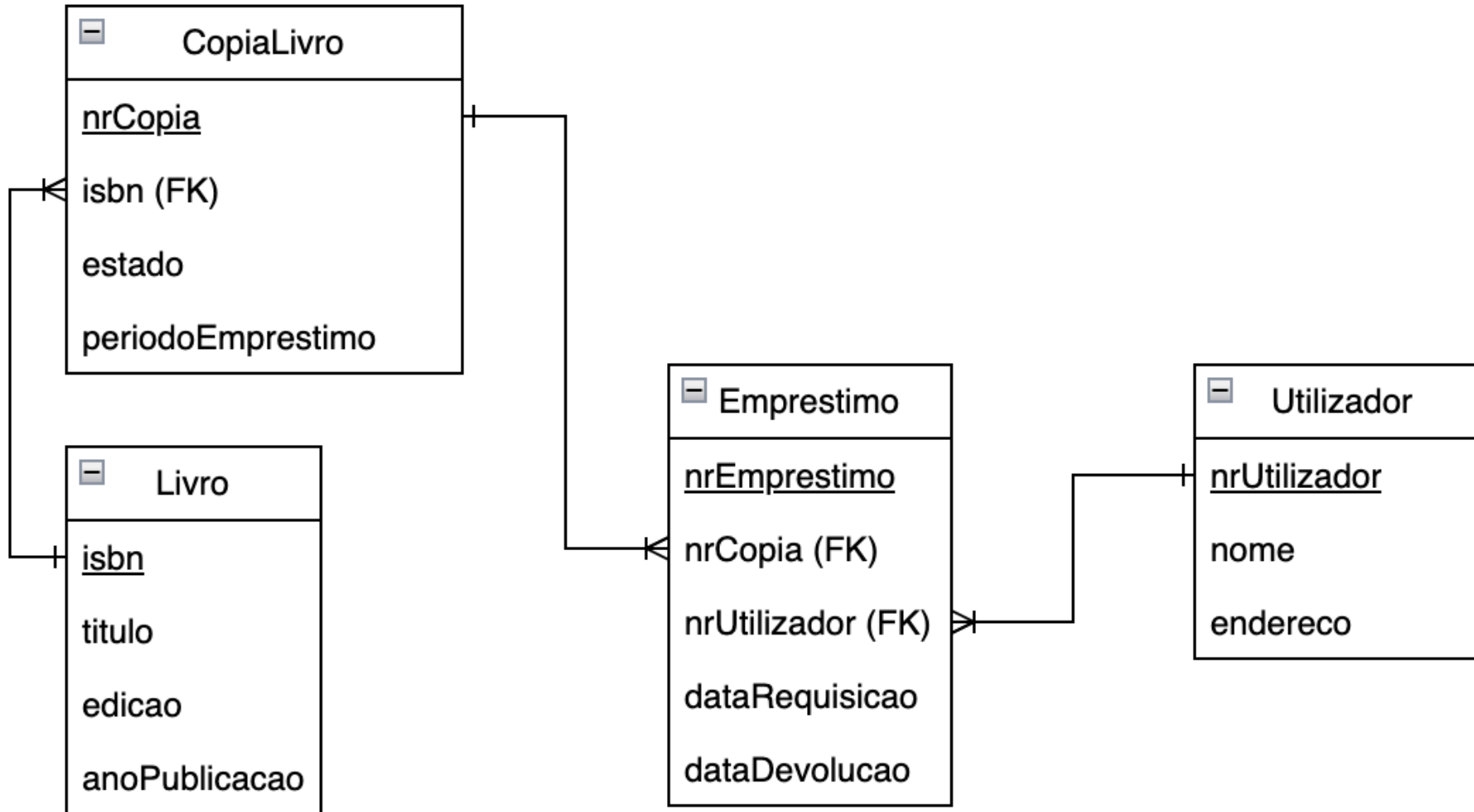
Exemplos

Exercício 1

- Implemente o Modelo Relacional do Exercício 1, na 3FN, descrevendo todas as RI relevantes.



Exercício 1 – Proposta Resolução



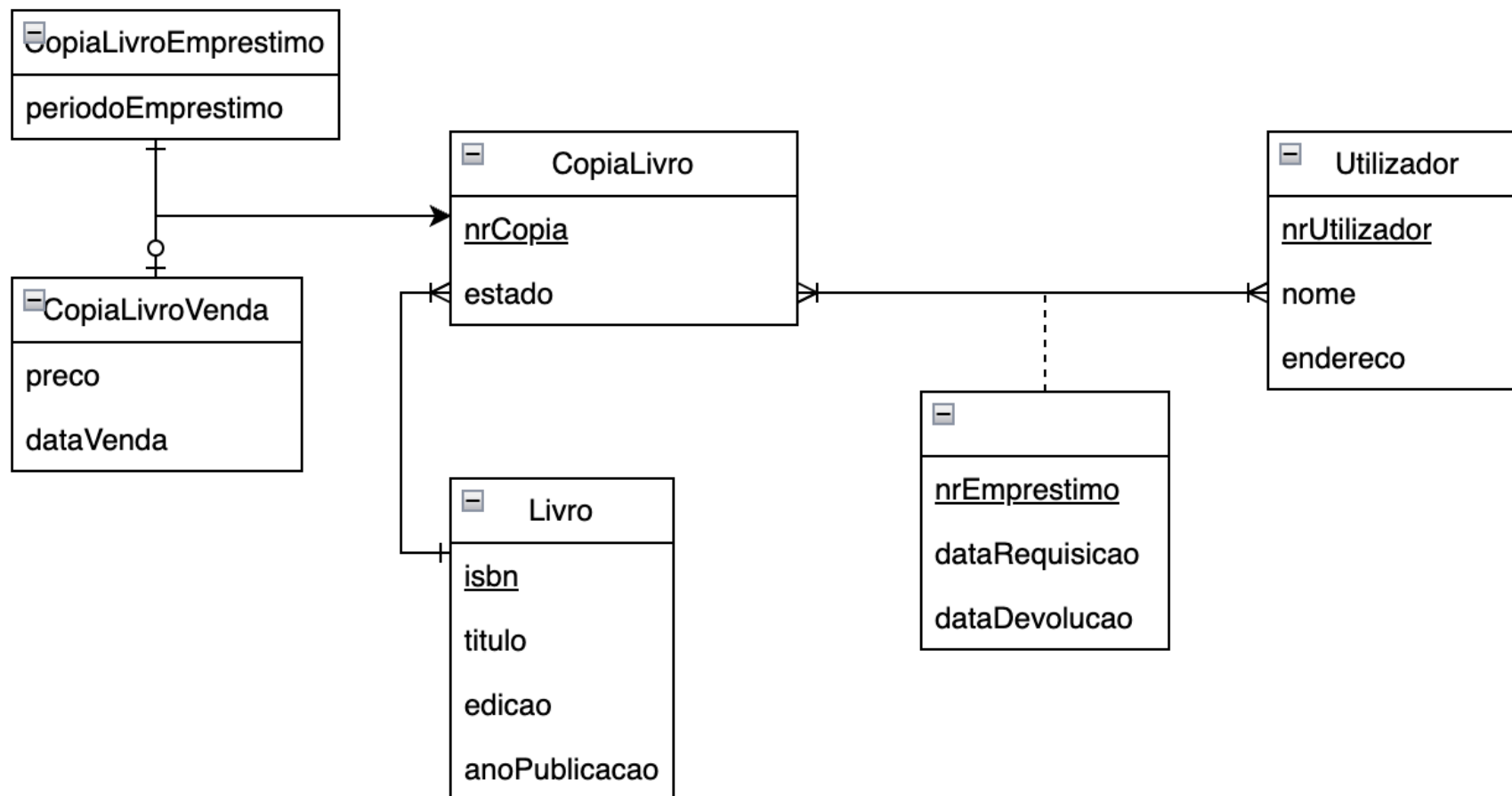
Exercício 1 – Proposta Resolução

■ Restrições de Integridade

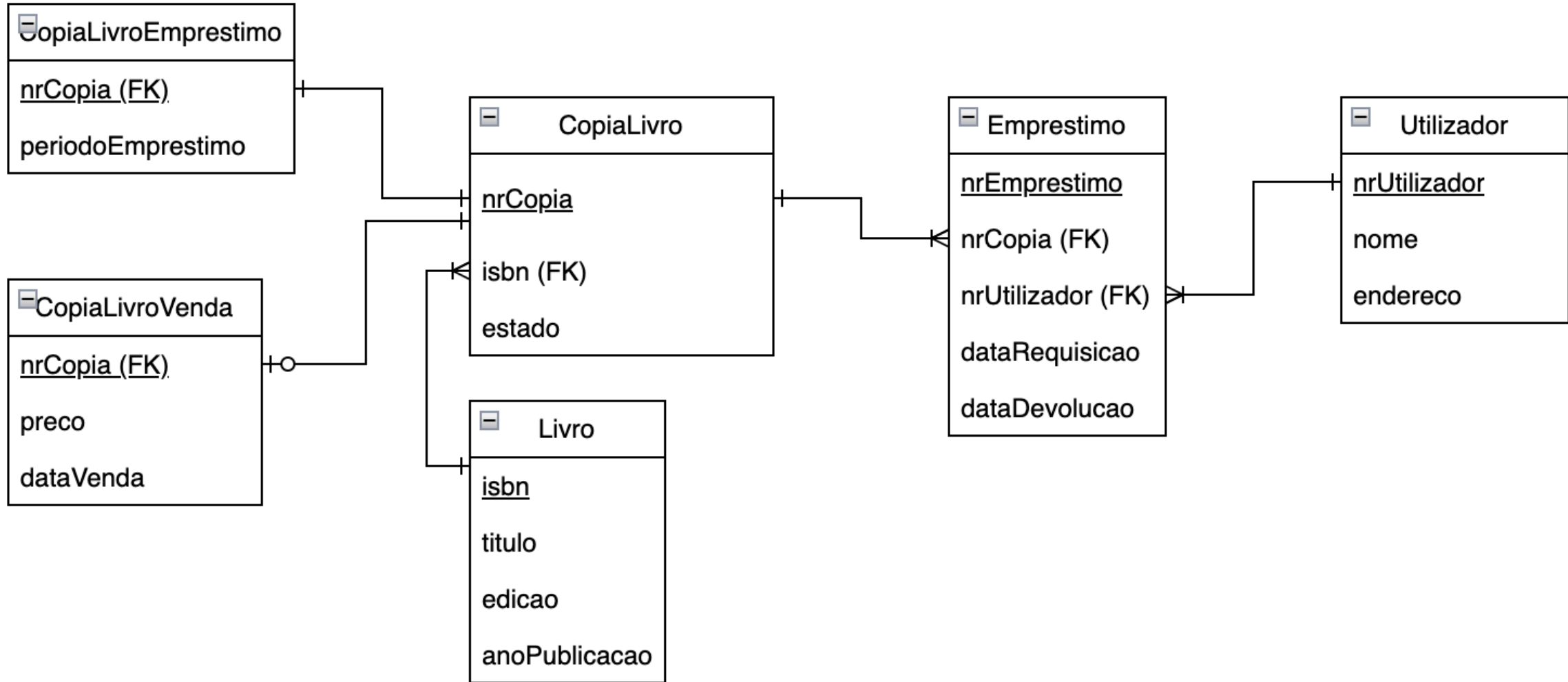
Relação	Atributo	Restrição
Livro	anoPublicacao	Inferior ou igual ao ano atual
CopiaLivro	estado	Deve ser um: 0 - emprestado 1 - disponível
Emprestimo	dataRequisicao	Inferior ou igual à data atual
	dataDevolucao	Superior ao valor da dataRequisicao
	Uma cópia não pode estar emprestada em datas que já se encontre emprestada	

Exercício 2

- Implemente o Modelo Relacional do Exercício 2, na 3FN, descrevendo todas as RI relevantes.



Exercício 2 – Proposta Resolução



Exercício 2 – Proposta Resolução

■ Restrições de Integridade

Relação	Atributo	Restrição
Livro	anoPublicaco	Inferior ou igual ao ano atual
CopiaLivro	estado	Deve ser um: 0 – emprestado 1 – disponível 2 – extraviado 3 – venda
CopiaLivroVenda	dataVenda	Garantir que não coincide com uma data de empréstimo
Emprestimo	dataRequisicao	Inferior ou igual à data atual
	dataDevolucao	Superior ao valor da dataRequisicao
	Só cópias de livros que não constam da relação CopiaLivroVenda é que podem ser emprestadas. Exceto se dataDevolucao for inferior a dataVenda	