



# **Minicurso: Projeto de Bancos de Dados NoSQL**

## **(parte 2)**

**Angelo Augusto Frozza  
Geomar André Schreiner  
Ronaldo dos Santos Mello**

**GBD/INE/CTC/UFSC**

# Agenda

---

1. Projeto de BD
2. Projeto Lógico de Alto Nível para BD NoSQL Orientado a Agregados
3. Projeto Lógico de Baixo Nível para BD NoSQL Orientado a Agregados
4. Projeto Lógico para BD NoSQL Orientado a Grafos

# Agenda

---

## 1. Projeto de BD

- 2. Projeto Lógico de Alto Nível para BD NoSQL Orientado a Agregados
- 3. Projeto Lógico de Baixo Nível para BD NoSQL Orientado a Agregados
- 4. Projeto Lógico para BD NoSQL Orientado a Grafos

# Projeto de Banco de Dados (BD)

- **Parte integrante do desenvolvimento de um sistema informatizado para uma Organização**

- representação adequada dos dados operacionais
- armazenamento e acesso eficientes

- **Metodologia de projeto de BD**

- definição de esquemas de dados em diferentes níveis de abstração
  - atividades de modelagem de dados
- níveis comumente considerados na literatura
  - **conceitual**
  - **lógico**
  - **físico**



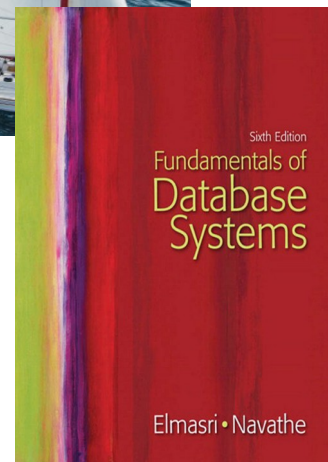
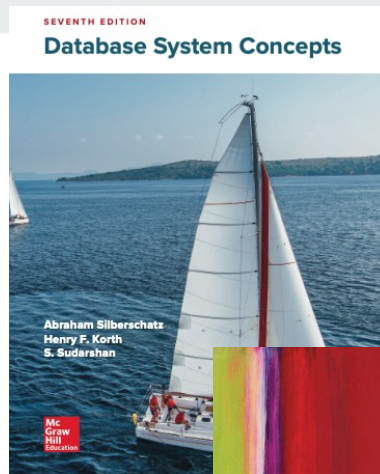
# Metodologia de Projeto de BD

**1. Levantamento de requisitos**

**2. Projeto conceitual**

**3. Projeto lógico**

**4. Projeto físico**



# Metodologia de Projeto de BD

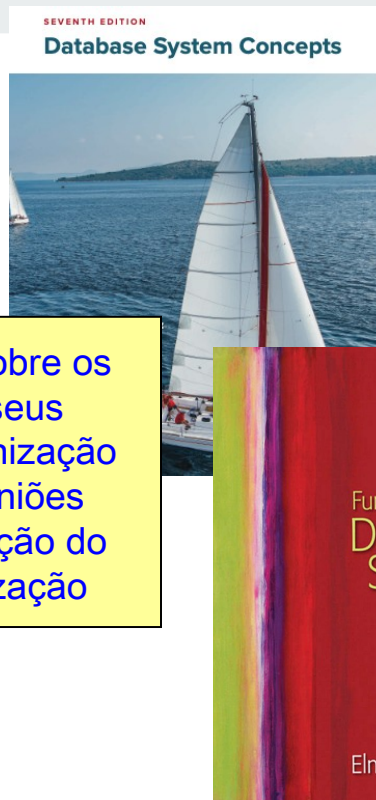
## 1. Levantamento de requisitos

## 2. Projeto conceitual

## 3. Projeto lógico

## 4. Projeto físico

- coleta de informações sobre os dados, suas restrições e seus relacionamentos na Organização
- forma de realização: reuniões com os usuários; observação do funcionamento da Organização



# Metodologia de Projeto de BD

## 1. Levantamento de requisitos

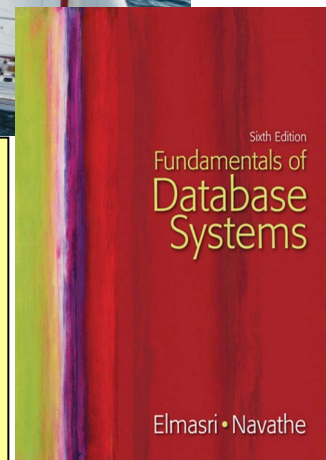
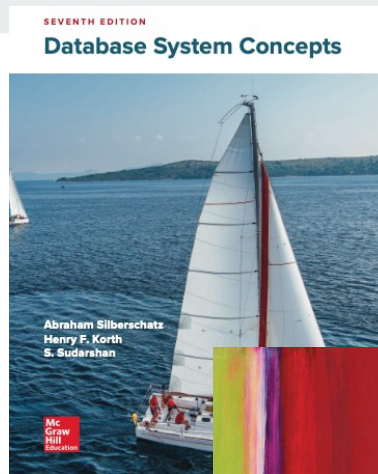
## 2. Projeto conceitual

## 3. Projeto lógico

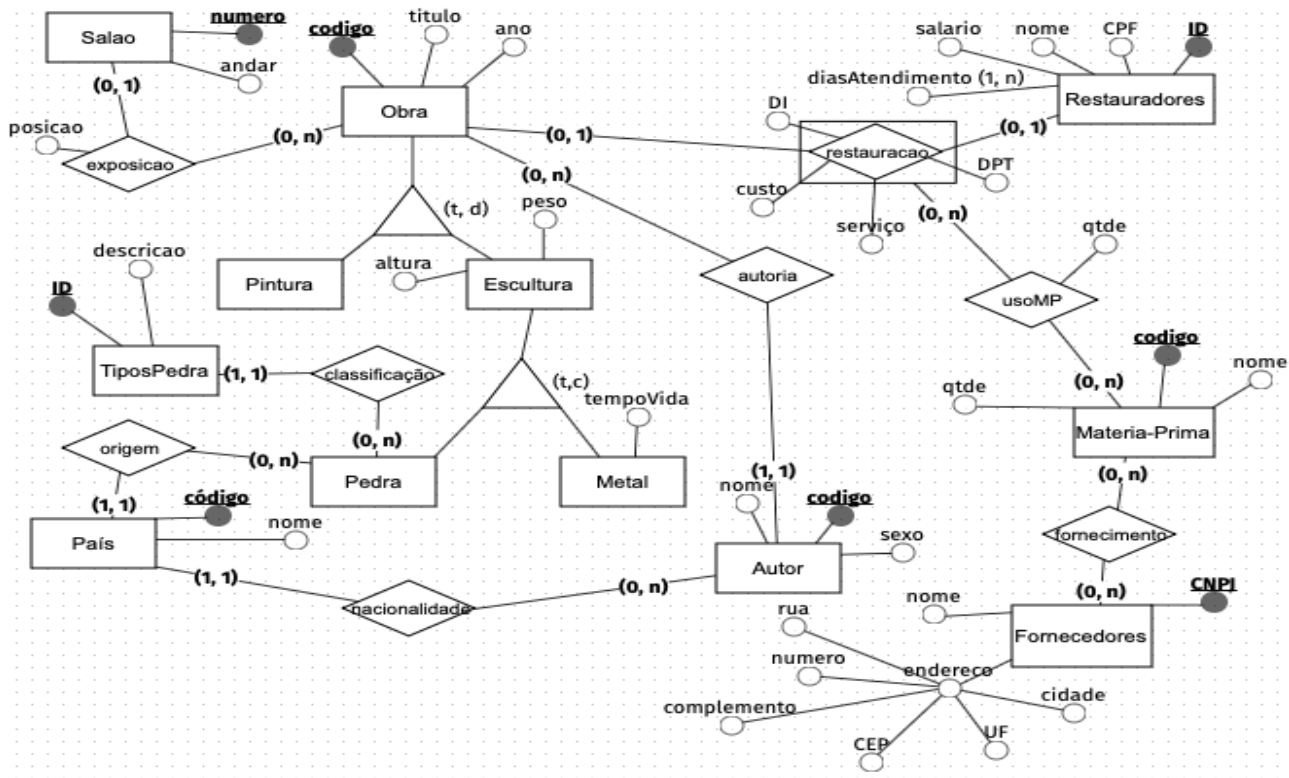
## 4. Projeto físico

*Especificação de requisitos*

- modelagem de alto nível dos dados e seus relacionamentos (*independente do modelo de dados do SGBD alvo – esquema conceitual*)
- forma de realização: análise da especificação de requisitos de dados
- objetivo: entendimento dos dados da Organização e validação deste entendimento junto aos usuários da Organização



# Modelo Entidade-Relacionamento (ER)





# Metodologia de Projeto de BD

## 1. Levantamento de requisitos

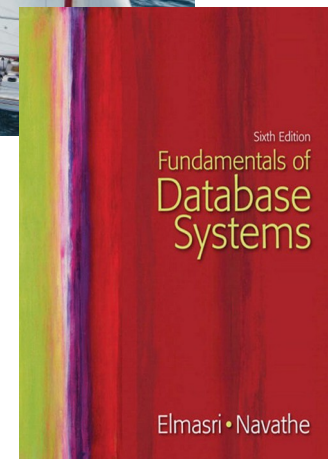
## 2. Projeto conceitual

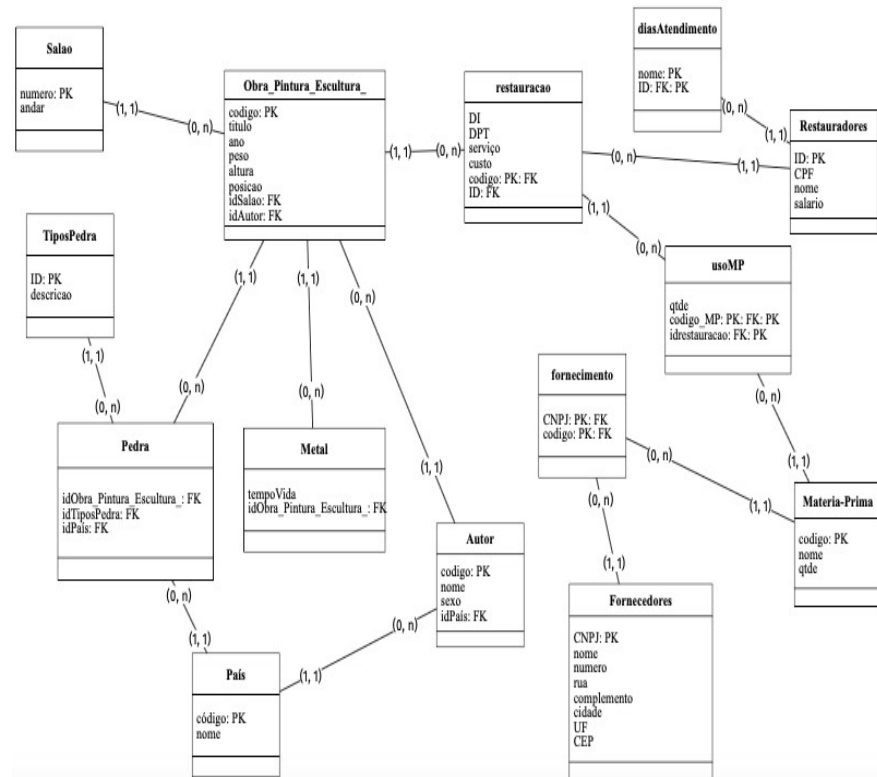
## 3. Projeto lógico

## 4. Projeto físico

- conversão do esquema conceitual em um *esquema válido no modelo de dados do SGBD alvo (esquema lógico)*
- forma de realização: aplicação de regras de conversão
- objetivo: geração de um esquema de dados eficiente para fins de armazenamento e acesso

*Esquema conceitual*





# Metodologia de Projeto de BD

## 1. Levantamento de requisitos

## 2. Projeto

- especificação do esquema lógico no SGBD alvo
- forma de realização: **instruções DDL**
- objetivo: implementação: (i) da estrutura dos dados e; (ii) de recursos para garantia de integridade, segurança e otimização de acesso (p.ex.: *checks*, gatilhos, visões, índices)

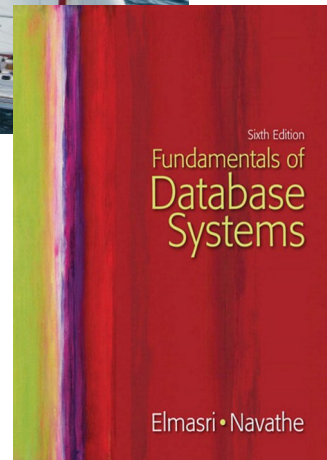
## 3. Projeto

*Esquema lógico*

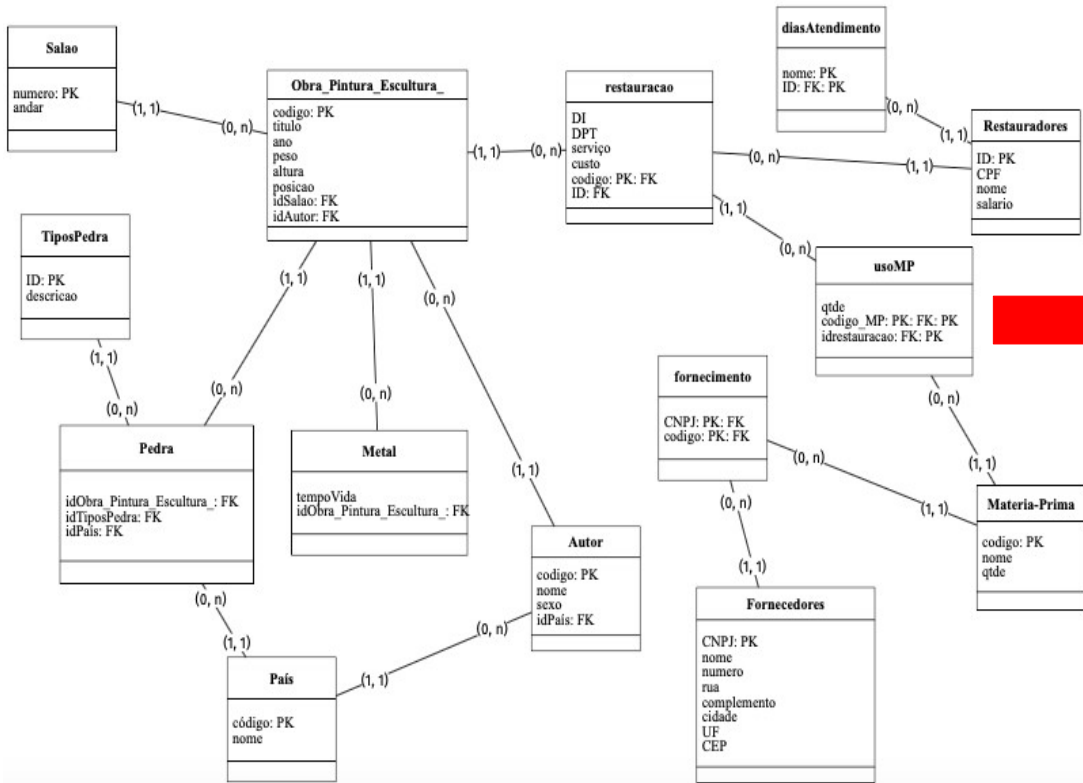
## 4. Projeto físico

SEVENTH EDITION

Database System Concepts



# Implementação SQL/DDL



```
CREATE TABLE Salao (
    numero int,
    andar smallint CHECK (andar > 0
    AND andar < 10),
    PRIMARY KEY(numero));
```

```
...
CREATE INDEX F_cidade
ON Fornecedores(cidade)
USING btree;
```

```
...
CREATE VIEW ObrasAutor AS
SELECT o.titulo, o.ano, a.nome
FROM Obra_... o JOIN Autor a
ON o.idAutor = a.codigo
...
```

# Agenda

---

1. Projeto de BD

**2. Projeto Lógico de Alto Nível para BD NoSQL Orientado a Agregados**

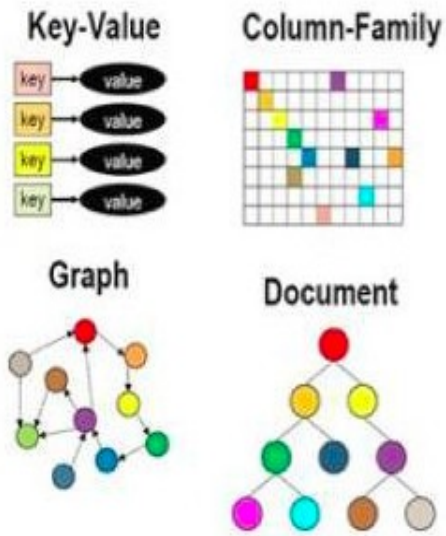
3. Projeto Lógico de Baixo Nível para BD NoSQL Orientado a Agregados

4. Projeto Lógico para BD NoSQL Orientado a Grafos

# Projeto Lógico BD NoSQL

## ● BDs NoSQL

- família de BDs não-relacionais com modelos lógicos diferentes
- metodologia tradicional de projeto de BD deve ser revista



# Projeto Lógico BD NoSQL

## ● BDs NoSQL

- família de BDs não-relacionais com modelos lógicos diferentes
- metodologia tradicional de projeto de BD deve ser revista
- **proposta:**

Levantamento de requisitos



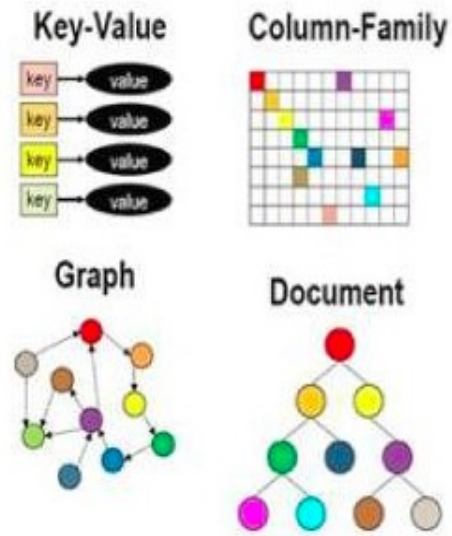
Projeto conceitual



Projeto lógico



Projeto físico



# Projeto Lógico BD NoSQL

## ● BDs NoSQL

- família de BDs não-relacionais com modelos lógicos diferentes
- metodologia tradicional de projeto de BD deve ser revista
- **proposta:**

Levantamento de requisitos



Projeto conceitual



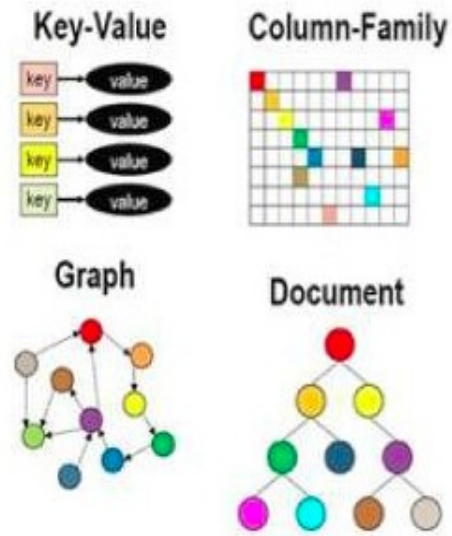
Projeto lógico



Projeto físico

Projeto lógico de alto nível

Projeto lógico de baixo nível





# Projeto Lógico BD NoSQL

## ● BDs NoSQL

- família de BDs não-relacionais com lógicas diferentes
- metodologia tradicional de projeto deve ser revista
- **proposta:**

Levantamento de requisitos



Projeto conceitual



Projeto lógico



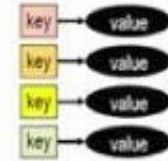
Projeto físico

Projeto lógico de alto nível

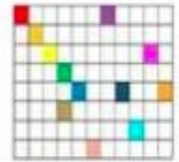
Projeto lógico de baixo nível

- abstração em um modelo de dados intermediário baseado no conceito de *Agregado*
- válido para o projeto de BD NoSQL chave-valor, orientado a colunas e orientado a documentos

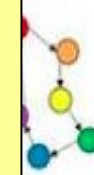
Key-Value



Column-Family



Graph



Document



# Projeto Lógico BD NoSQL

## ● BDs NoSQL

- família de BDs não-relacionais com modelos lógicos diferentes
- metodologia tradicional de projeto de BD deve ser revista
- **proposta:**

Levantamento de requisitos



Projeto conceitual



Projeto lógico



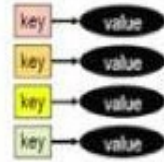
Projeto físico

Projeto lógico de alto nível

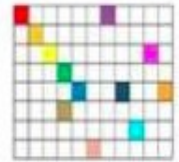
**Projeto lógico de baixo nível**

conversão de um esquema de *Agregados* para os modelos de dados chave-valor, orientado a colunas orientado a documentos (mapeamento mais simples)

Key-Value



Column-Family



Graph



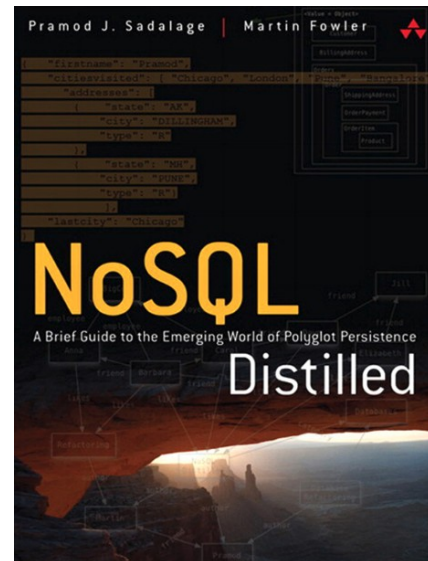
Document



# Modelo de Dados de Agregados

## ● Agregado

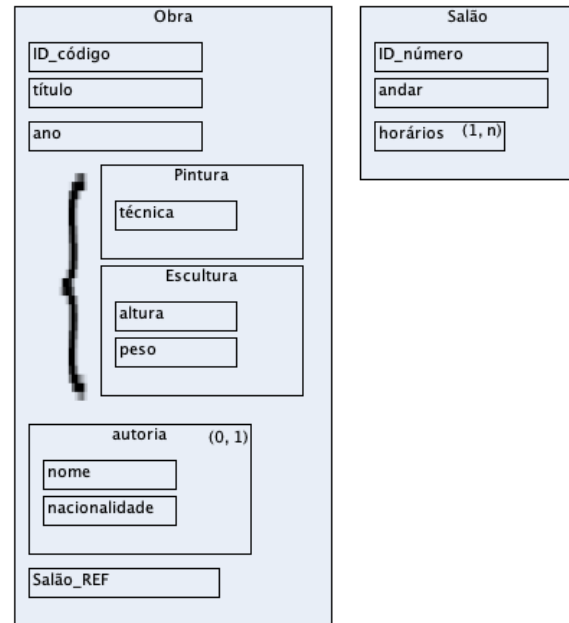
- conceito introduzido por **(Sadalage & Fowler, 2012)**
- abstração de um **objeto identificável** do mundo real cuja estrutura **pode agregar outros objetos**
- similaridade com uma instância de dado representada nos modelos de dados chave-valor, orientado a colunas e orientado a documentos
  - **conteúdo complexo acessado por uma chave**
- evita várias conversões complexas de um esquema conceitual para o esquema de cada um desses 3 modelos de dados NoSQL



# Modelo de Dados de Agregados

## ● Formalização do Modelo de Agregados

- proposto em (Lima & Mello, 2016)
- conceitos:
  - coleção
  - bloco
  - atributo
  - relacionamento de agregação
  - relacionamento de referência
  - restrição de disjunção

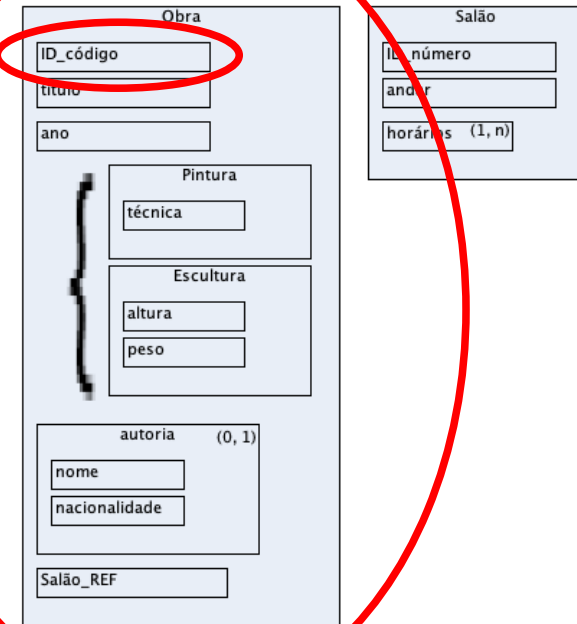


# Modelo de Objetos

- esquema de um objeto do mundo real
- possui um identificador (chave: atributo *ID\_...*)
- pode ser referenciada por outras coleções

## Formalização do Modelo de Agregados

- proposto em (Lima e Mello, 2016)
- conceitos:
  - **coleção**
  - bloco
  - atributo
  - relacionamento de agregação
  - relacionamento de referência
  - restrição de disjunção



# Modelo de Dados de Agregados

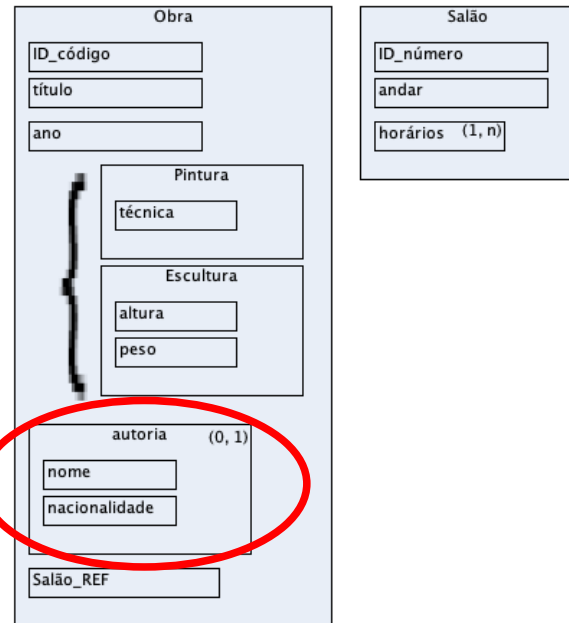
## ● Formalização

- proposto em (L

- conceitos:

- coleção
- **bloco**
- atributo
- relacionamento de agregação
- relacionamento de referência
- restrição de disjunção

- componente agregado a uma coleção ou a outro bloco
- pode ter uma cardinalidade associada



# Modelo de Dados de Agregados

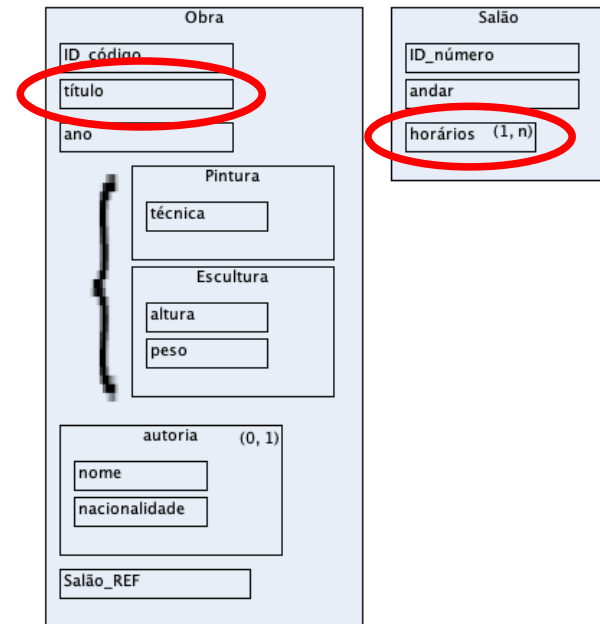
## ● Formalização do Modelo de Agregados

- proposto em (Lima & Mello, 2016)

- conceitos:

- coleção
- bloco
- **atributo**
- relacionamento de agregação
- relacionamento de referência
- restrição de disjunção

- propriedade de uma coleção ou bloco
- pode ter uma cardinalidade associada

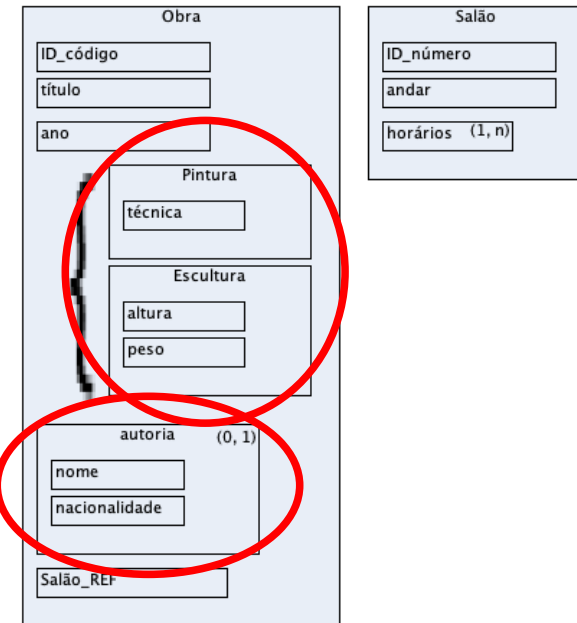


# Modelo de Dados de Agregados

## ● Formalização do Modelo de Agregados

- proposto em (Lima & Mello, 2016)
- conceitos:
  - coleção
  - bloco
  - atributo
  - **relacionamento de agregação**
  - relacionamento de referência
  - restrição de disjunção

blocos contidos dentro de coleções ou de outros blocos (objetos aninhados)



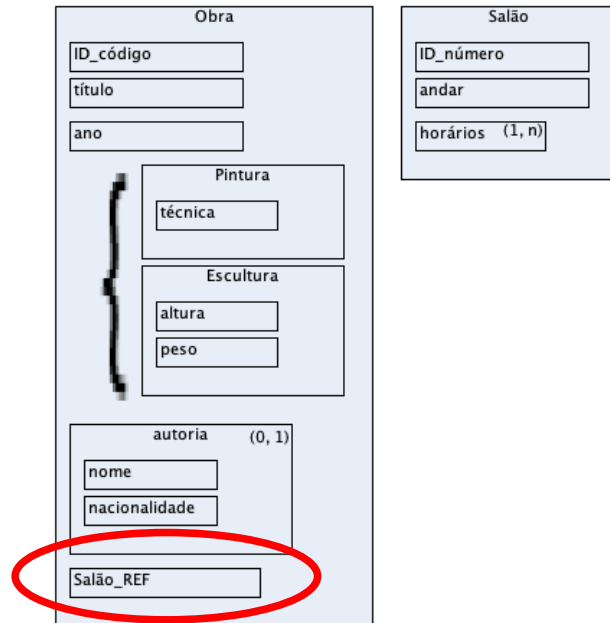


# Modelo de Dados de Agregados

## ● Formalização do Modelo de Agregados

- proposto em (Lima & Mello, 2016)
- conceitos:
  - coleção
  - bloco
  - atributo
  - relacionamento de agregação
  - **relacionamento de referência**
  - restrição de disjunção

relacionamentos entre coleções  
(atributo ...\_REF)

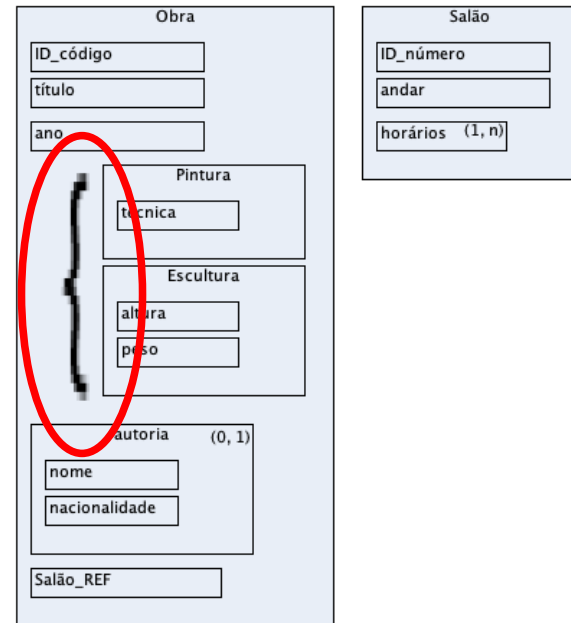


# Modelo de Dados de Agregados

## ● Formalização do Modelo de Agregados

- proposto em (Lima & Mello, 2016)
- conceitos:
  - coleção
  - bloco
  - atributo
  - relacionamento de referência
  - **restrição de disjunção**

define blocos mutuamente exclusivos



# Processo de Projeto Lógico de Alto Nível

---

- **Conversão de um esquema conceitual em um esquema de agregados (Lima & Mello, 2016)**
  - base nas estratégias para projeto lógico de BD relacionais
- **Etapas**
  - 1) Conversão de Hierarquias
  - 2) Conversão de Relacionamentos

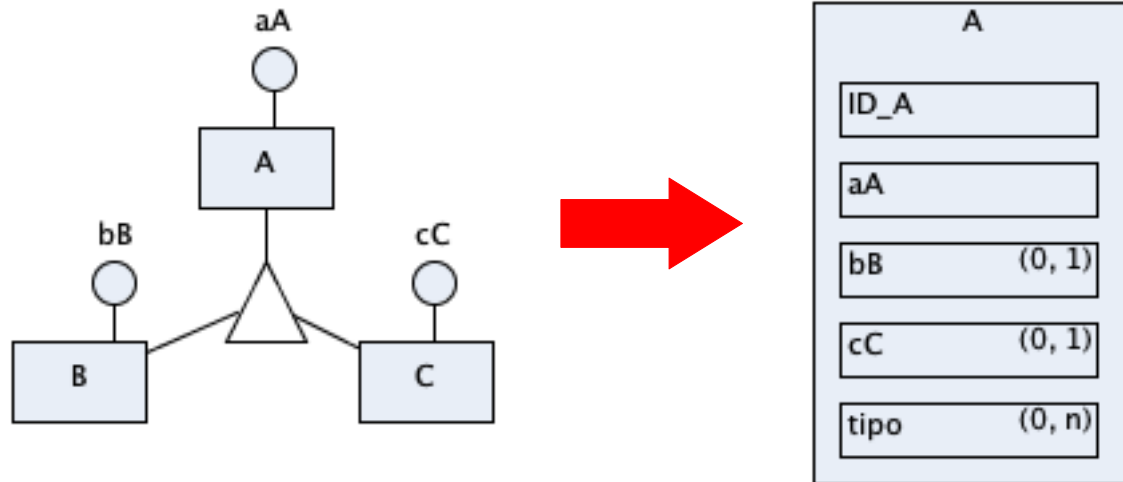
# Etapa 1 – Conversão de Hierarquias

---

- **Processo bottom-up**
- **3 alternativas para a conversão de cada nível hierárquico**
  - ênfase na entidade genérica
  - ênfase nas entidades especializadas
  - ênfase na hierarquia
- **Fatores que influenciam na escolha por uma alternativa**
  - tamanho do esquema
  - transações mais frequentes (*workload* típico)
  - quantidade de restrições de integridade

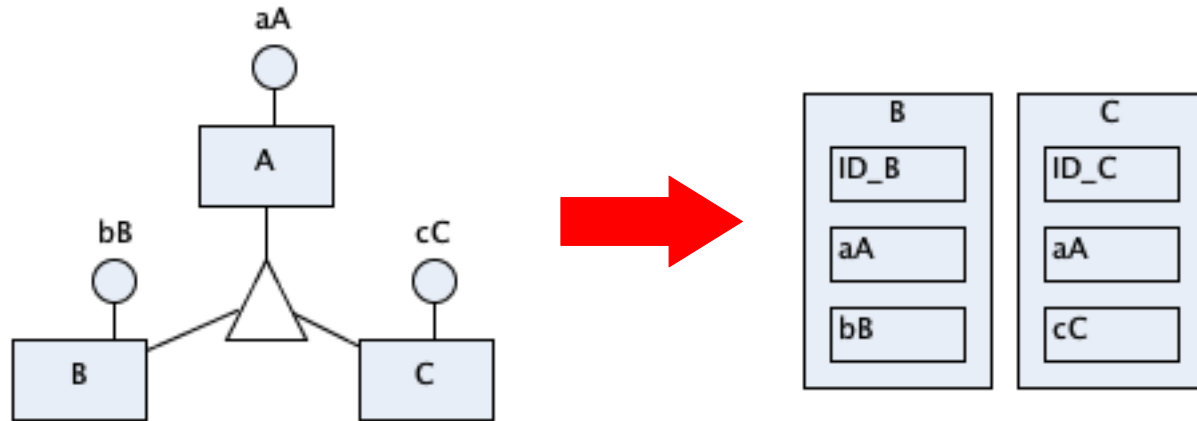
# Etapa 1 – Conversão de Hierarquias

- Processo bottom-up
- 3 alternativas para a conversão de cada nível hierárquico
  - Ênfase na entidade genérica



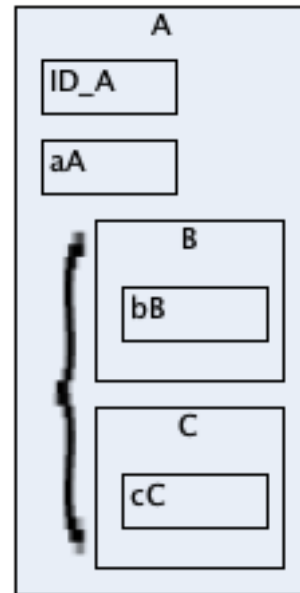
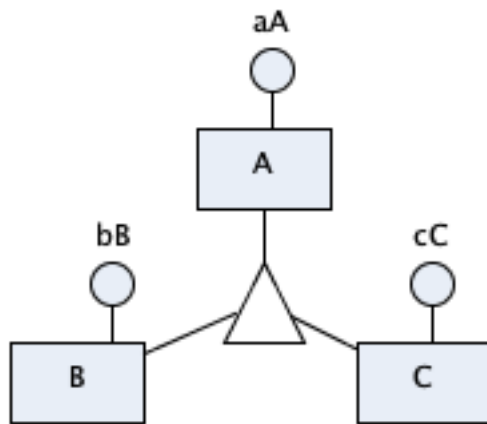
# Etapa 1 – Conversão de Hierarquias

- **Processo bottom-up**
- **3 alternativas para a conversão de cada nível hierárquico**
  - **Ênfase nas entidades especializadas**



# Etapa 1 – Conversão de Hierarquias

- **Processo bottom-up**
- **3 alternativas para a conversão de cada nível hierárquico**
  - **Ênfase na hierarquia**



## Etapa 2 – Conversão de Relacionamentos

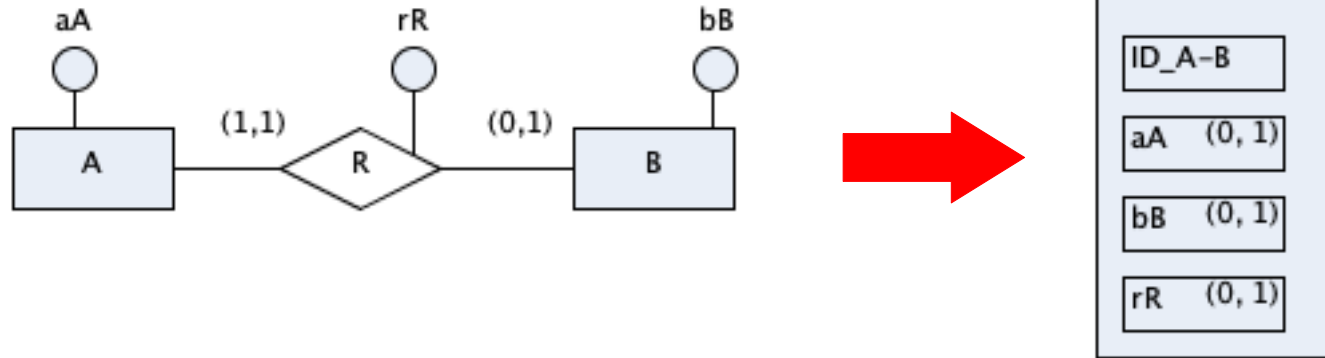
---

- **3 alternativas para a conversão**
  - fusão
  - aninhamento
  - referência
- **Fatores que influenciam na escolha por uma alternativa**
  - cardinalidade do relacionamento
  - tamanho do esquema
  - transações mais frequentes (*workload* típico)
  - quantidade de restrições de integridade



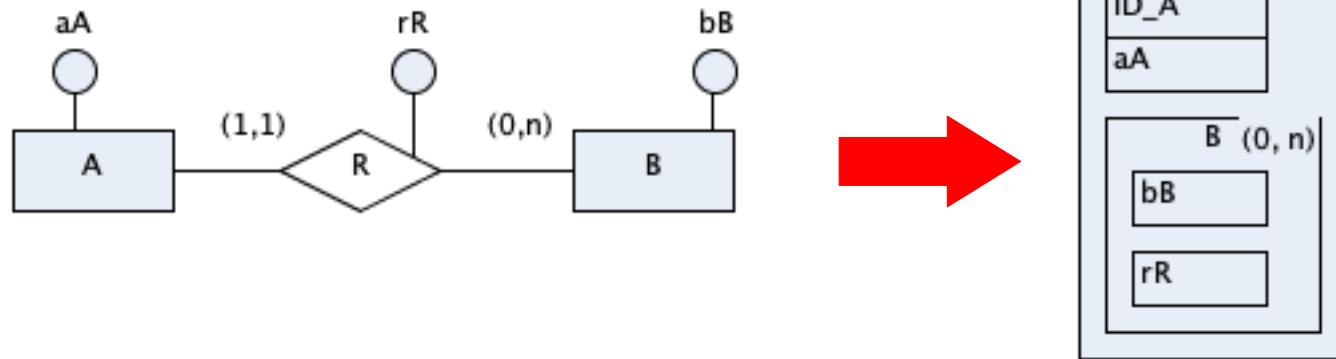
## Etapa 2 – Conversão de Relacionamentos

- 3 alternativas para a conversão
  - Fusão



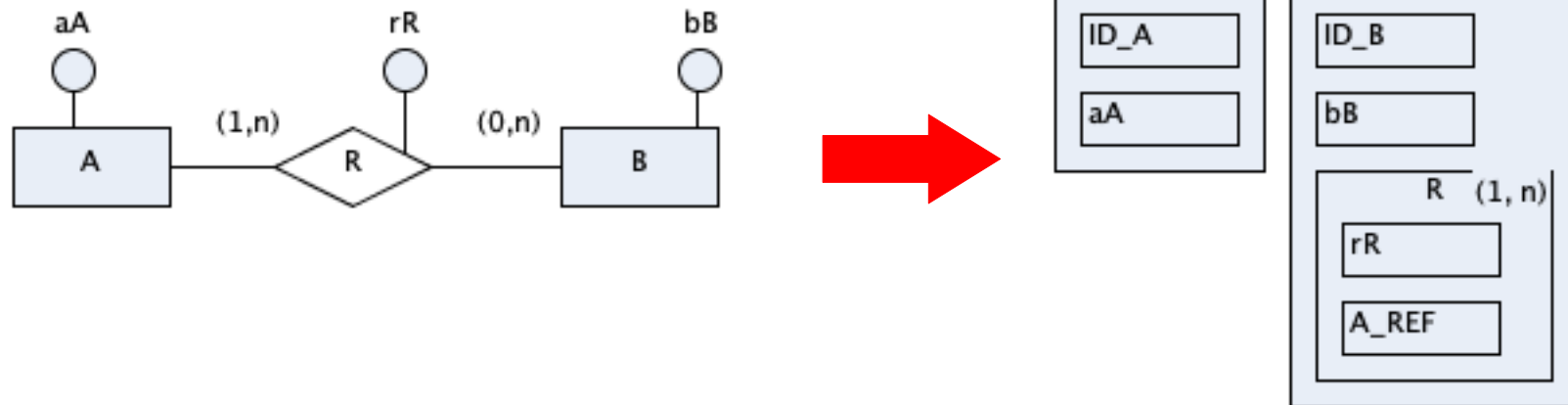
## Etapa 2 – Conversão de Relacionamentos

- 3 alternativas para a conversão
  - Aninhamento



## Etapa 2 – Conversão de Relacionamentos

- 3 alternativas para a conversão
  - [Referência](#)



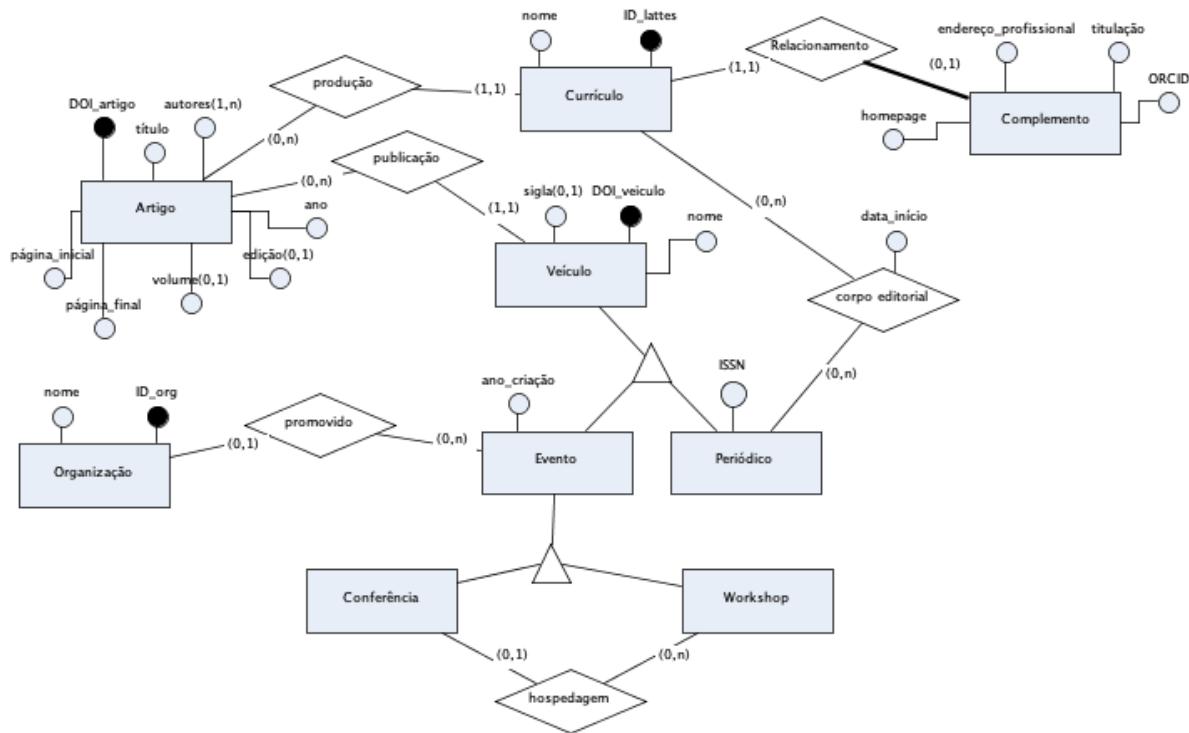
## Etapa 2 – Conversão de Relacionamentos

### ● Algumas recomendações...

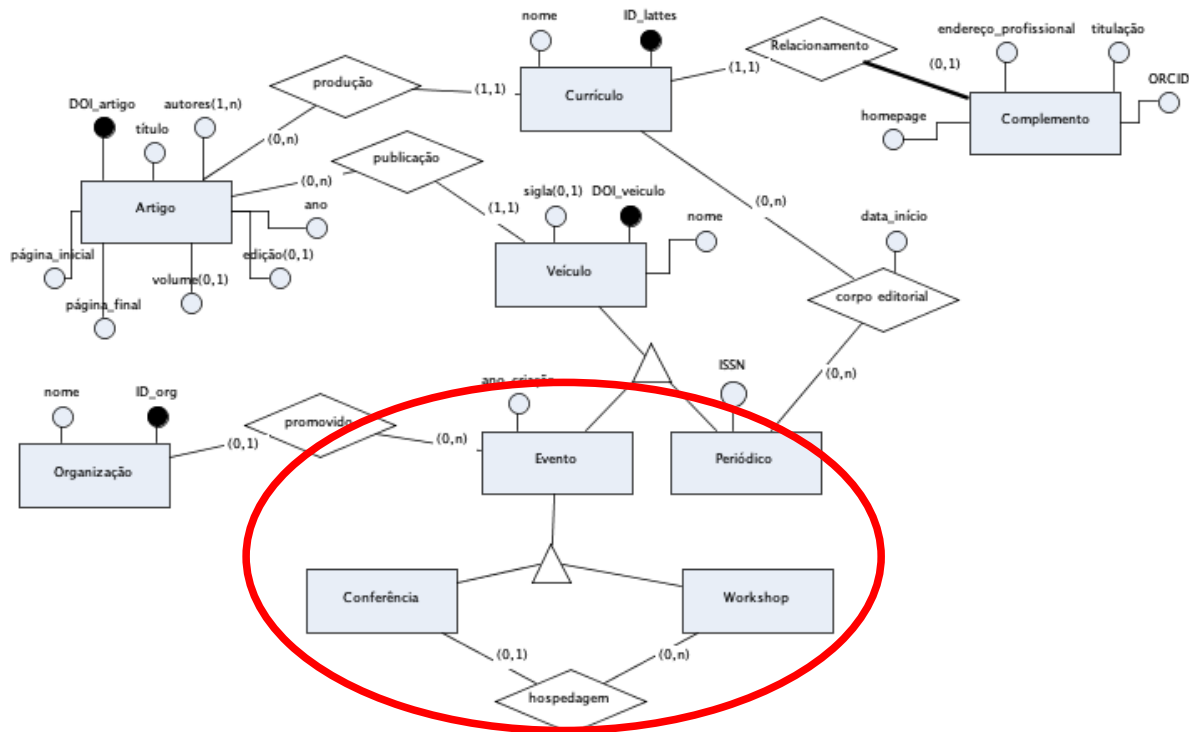
cardinalidade	fusão	aninhamento	referência
(1,1)-(1,1)	✓		
(1,1)-(0,1)	✓	✓	
(0,1)-(0,1)	✓	✓	✓
(1,1)-(1,n) / (1,1)-(0,n)		✓	✓
(0,1)-(0,n)		✓	✓
(1,n)-(1,n)/(1,n)-(0,n)/(0,n)-(0,n)			✓

- iniciar a conversão pelos casos 1-1, seguido de 1-n e depois m-n

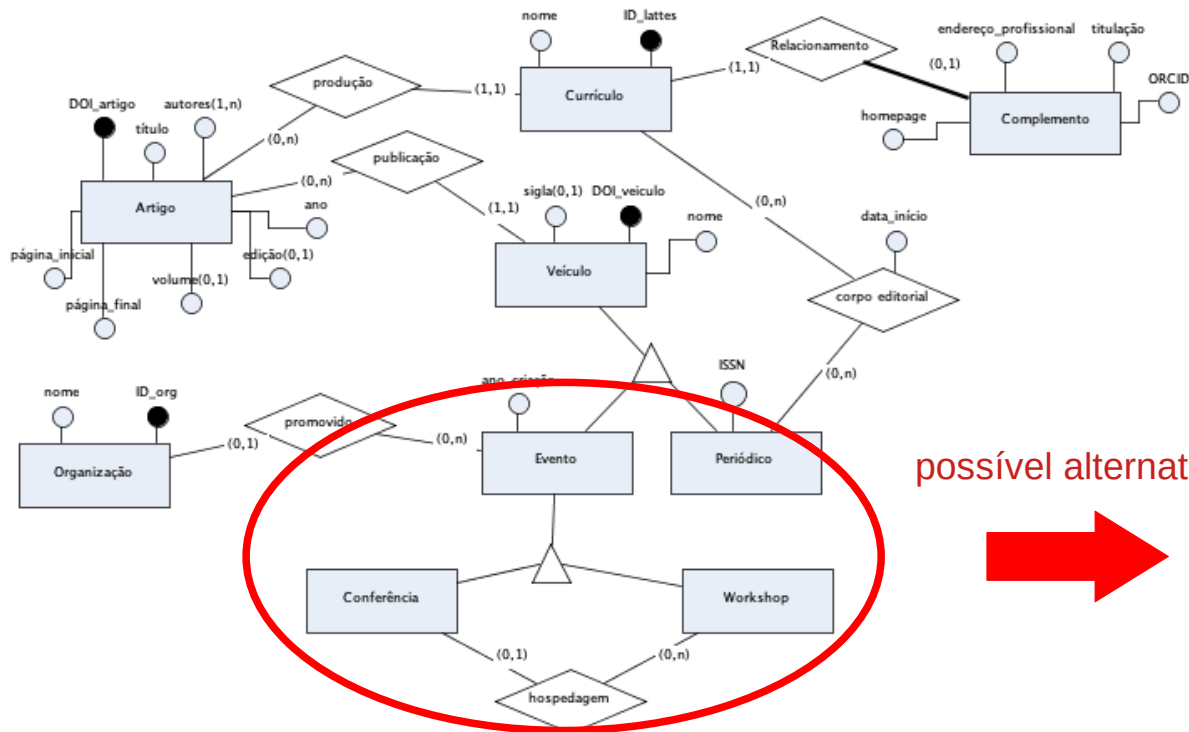
# Estudo de Caso – CV Lattes (simplificado)



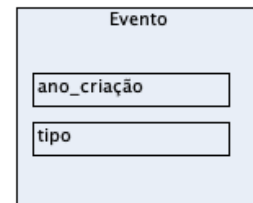
# Passo 1 – Conversão de Hierarquias



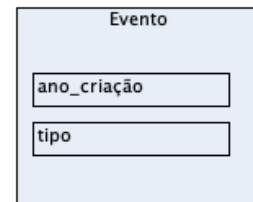
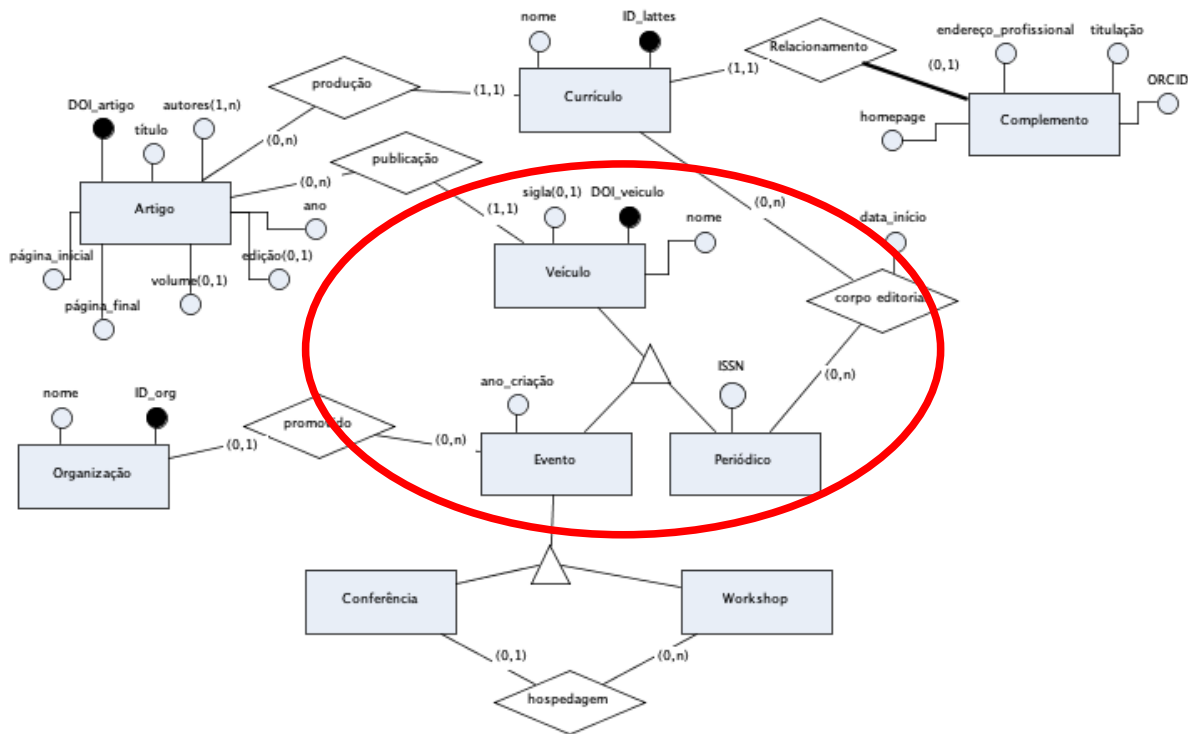
# Passo 1 – Conversão de Hierarquias



possível alternativa

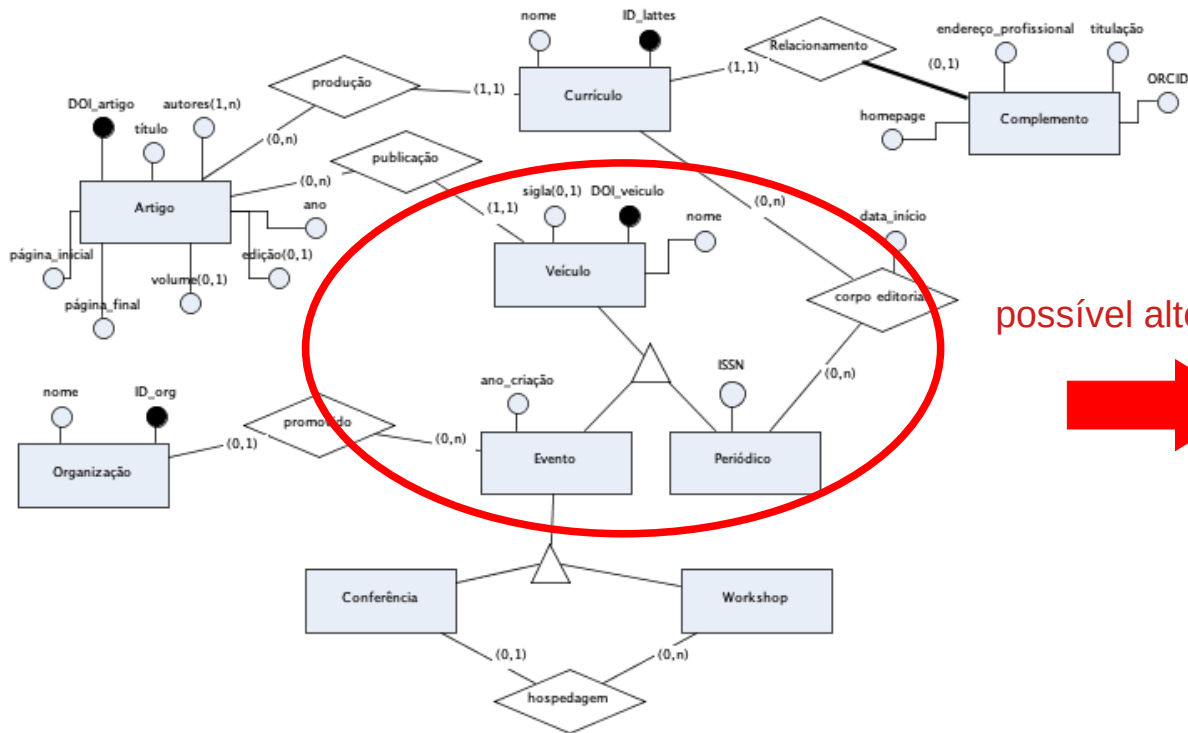


# Passo 1 – Conversão de Hierarquias

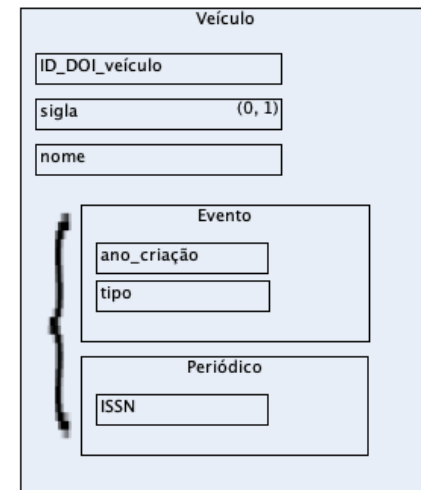




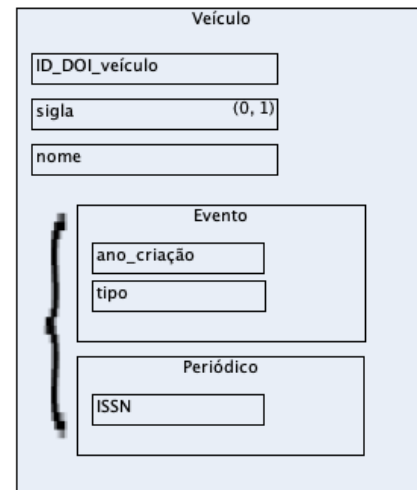
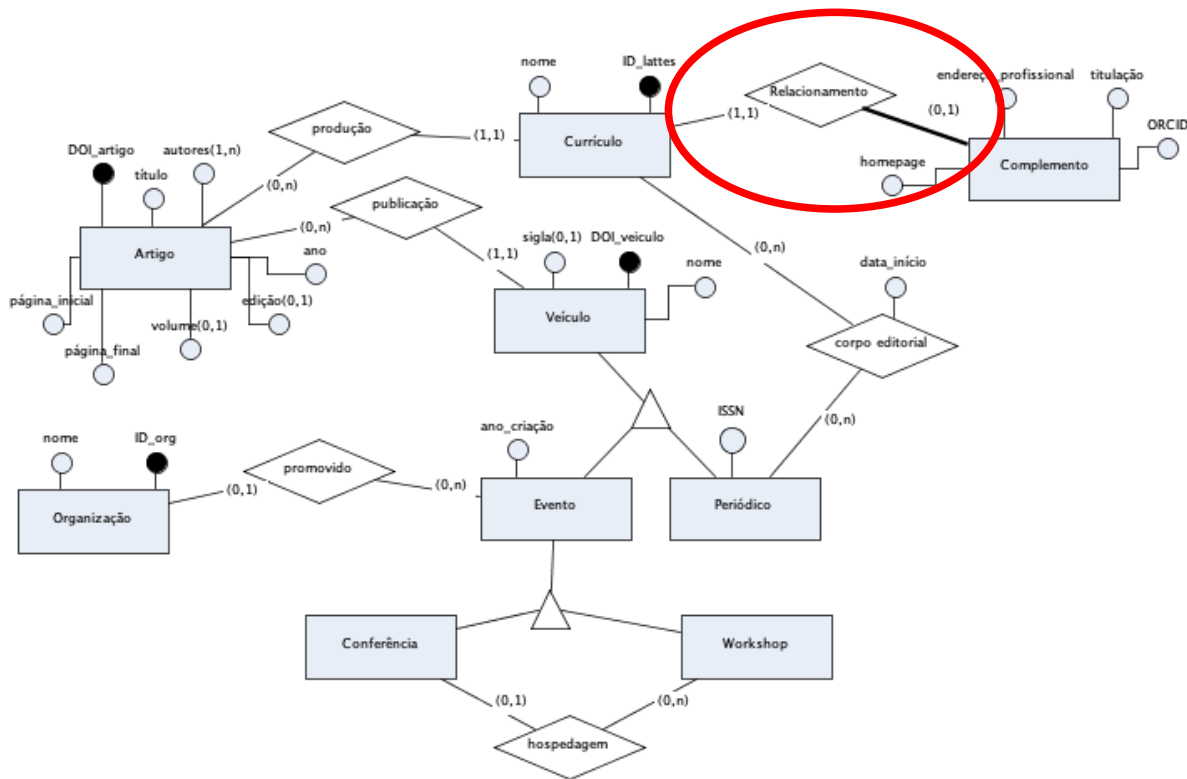
# Passo 1 – Conversão de Hierarquias



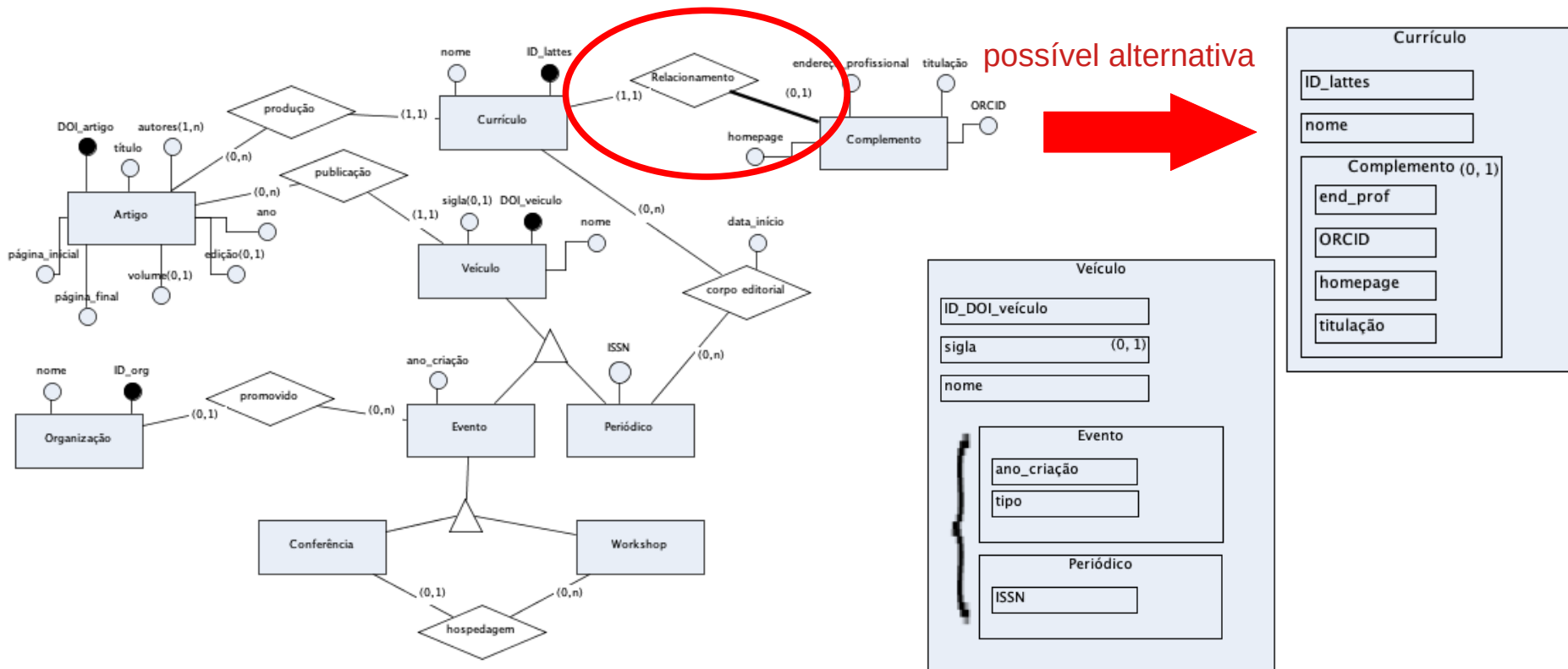
possível alternativa



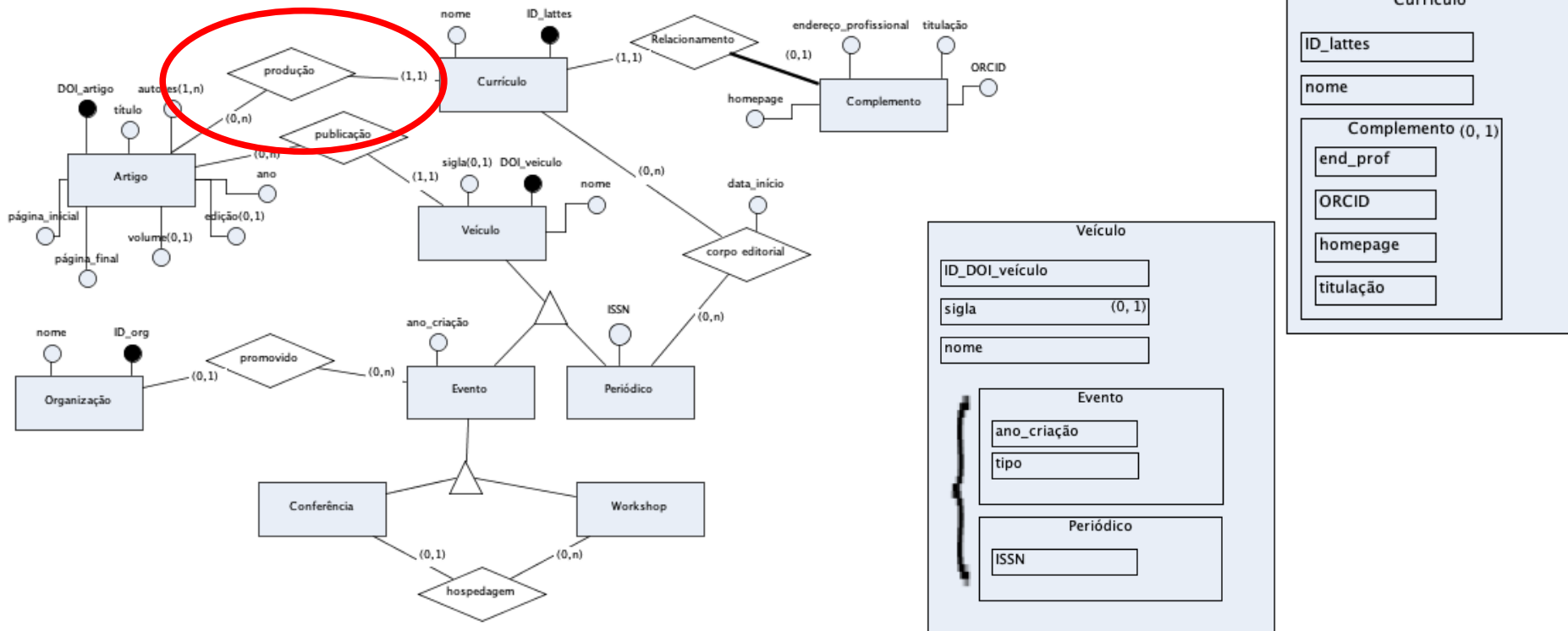
## Passo 2 – Conversão de Relacionamentos



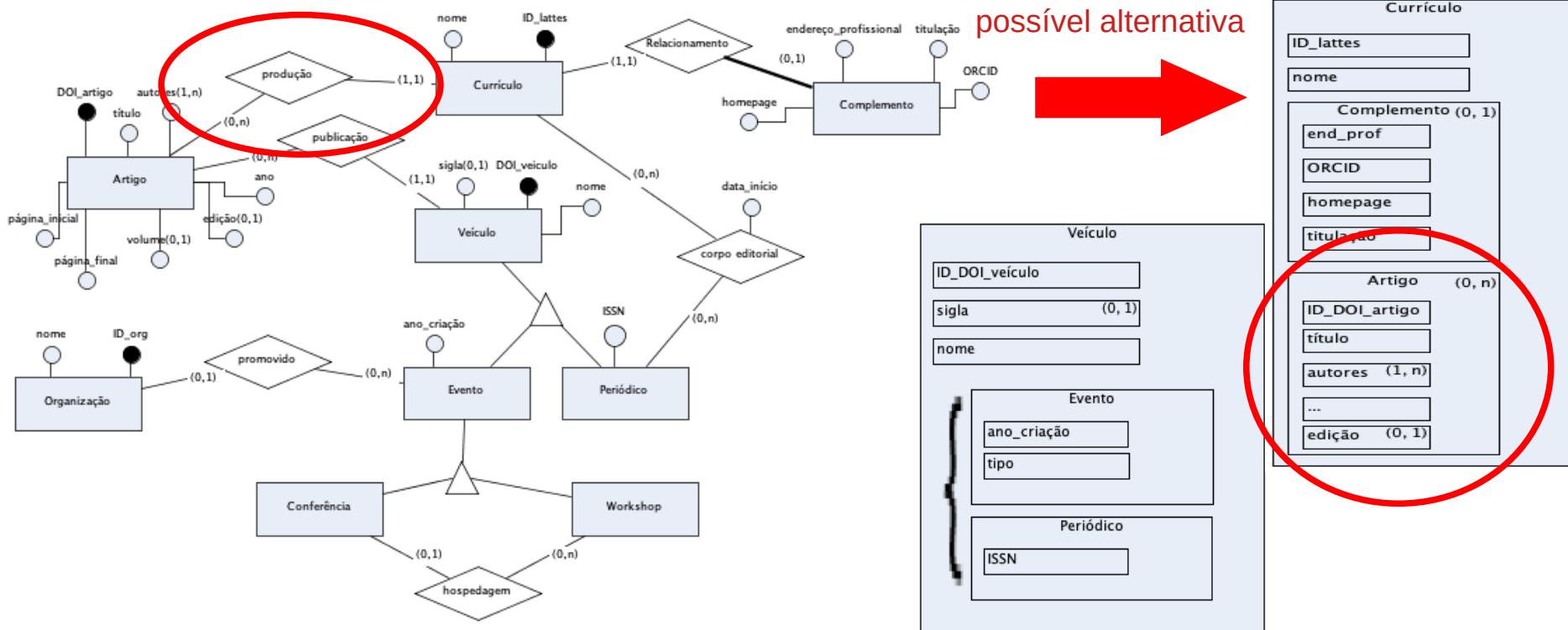
## Passo 2 – Conversão de Relacionamentos



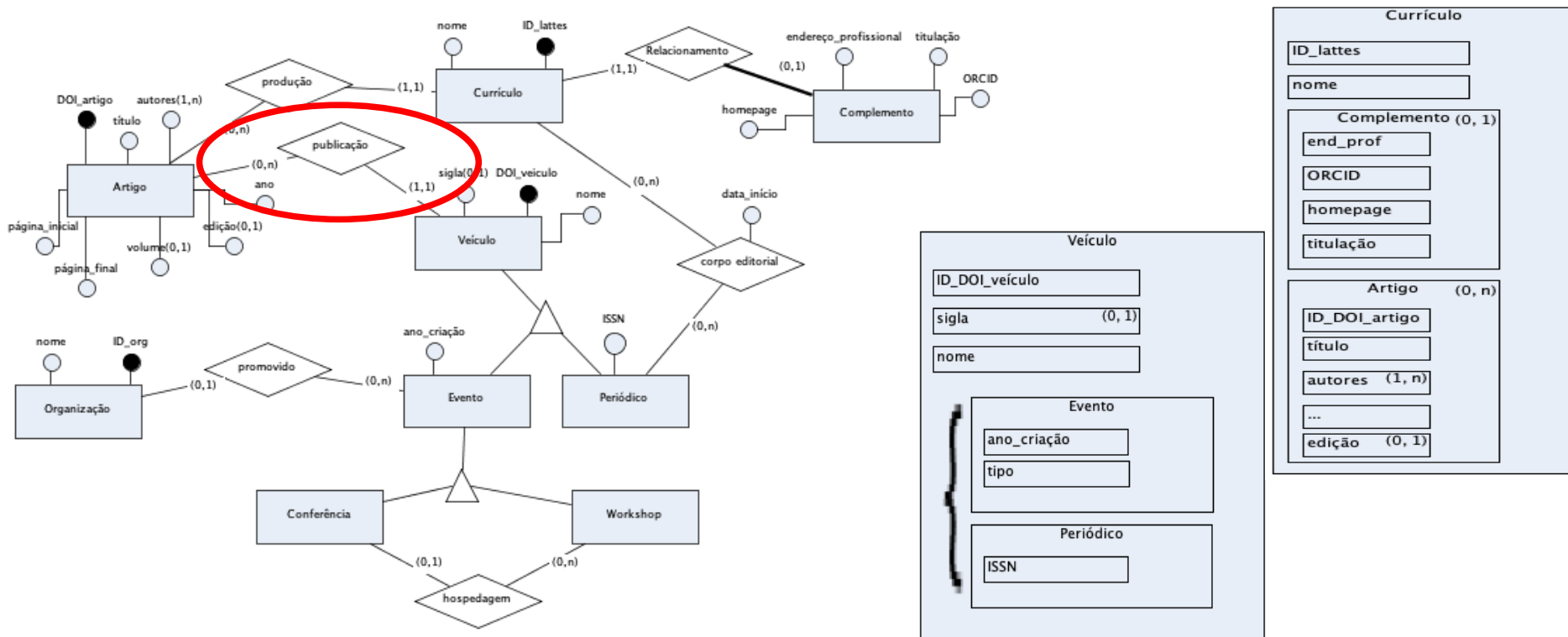
## Passo 2 – Conversão de Relacionamentos



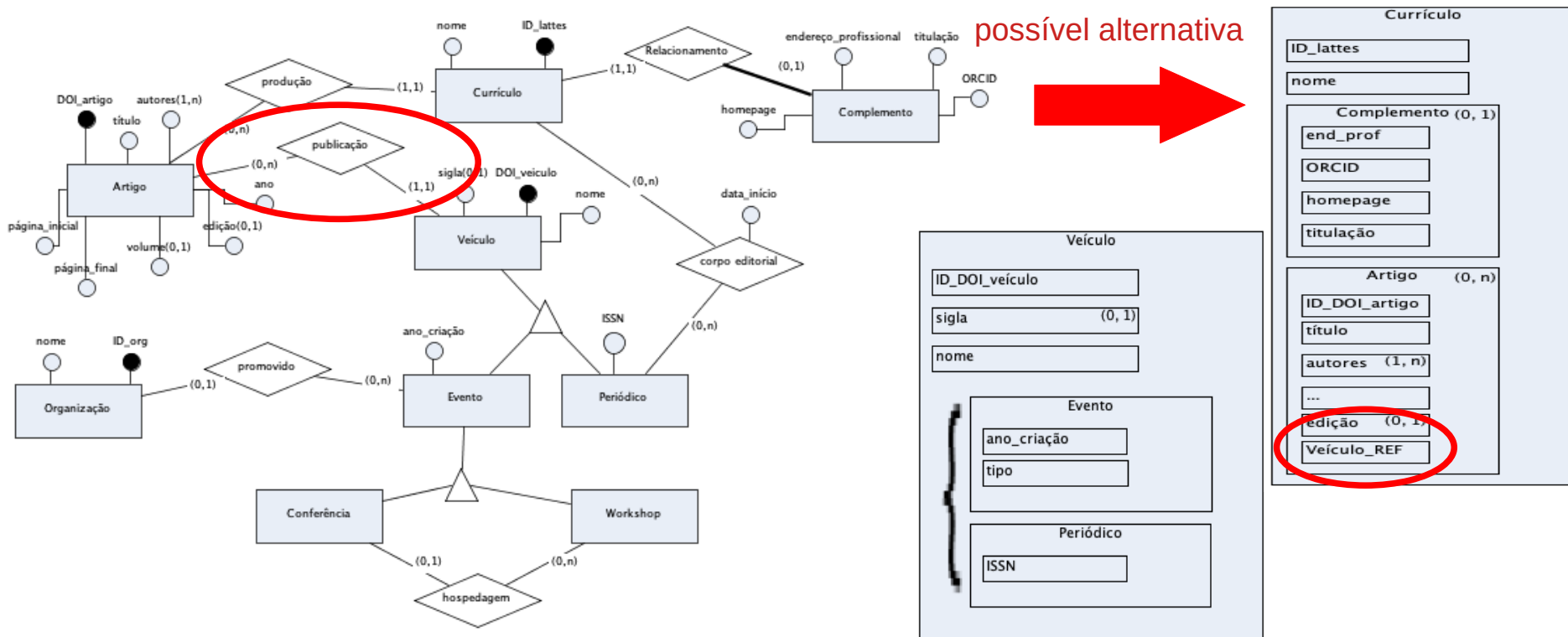
## Passo 2 – Conversão de Relacionamentos



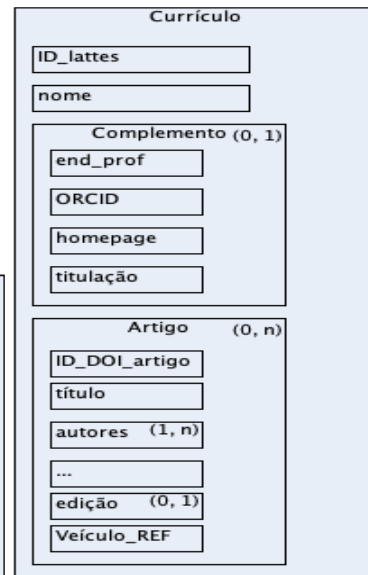
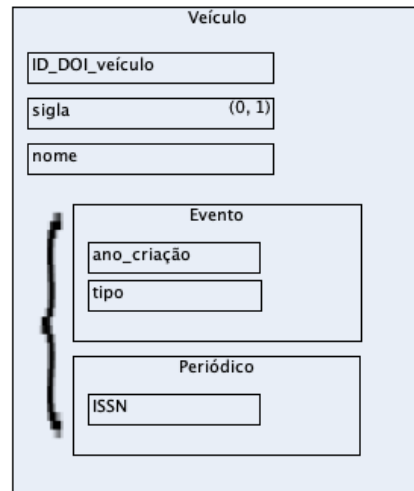
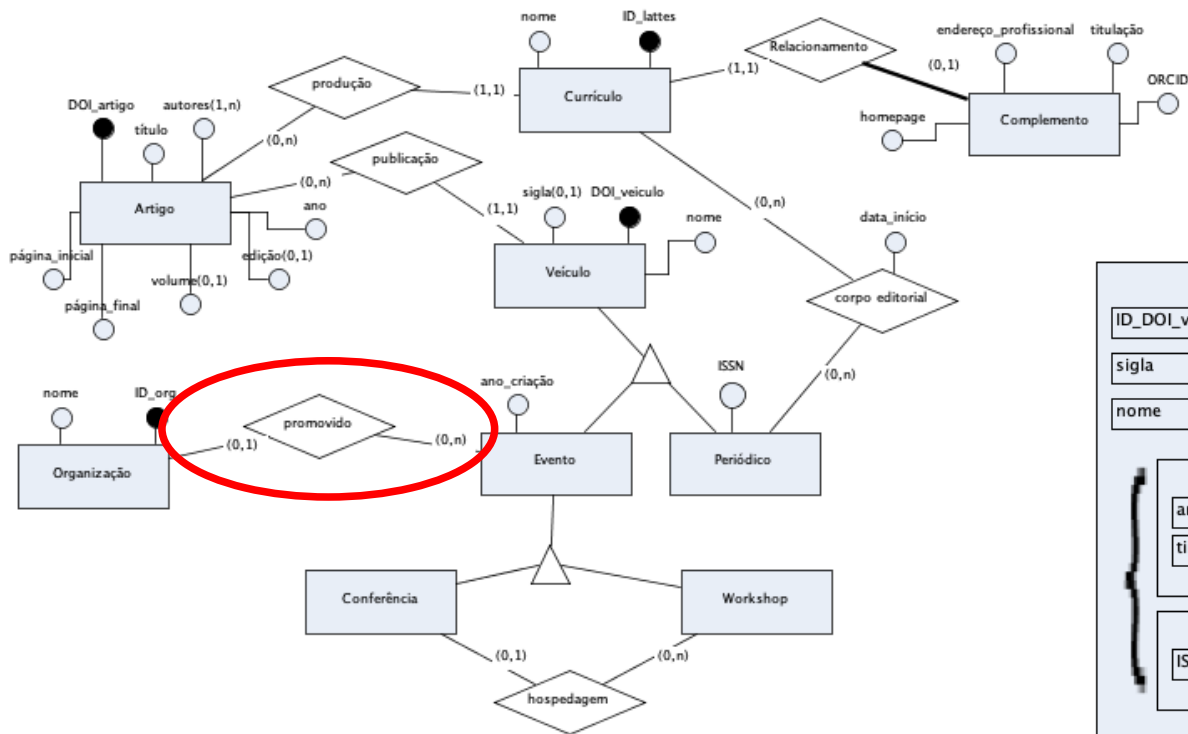
## Passo 2 – Conversão de Relacionamentos



# Passo 2 – Conversão de Relacionamentos

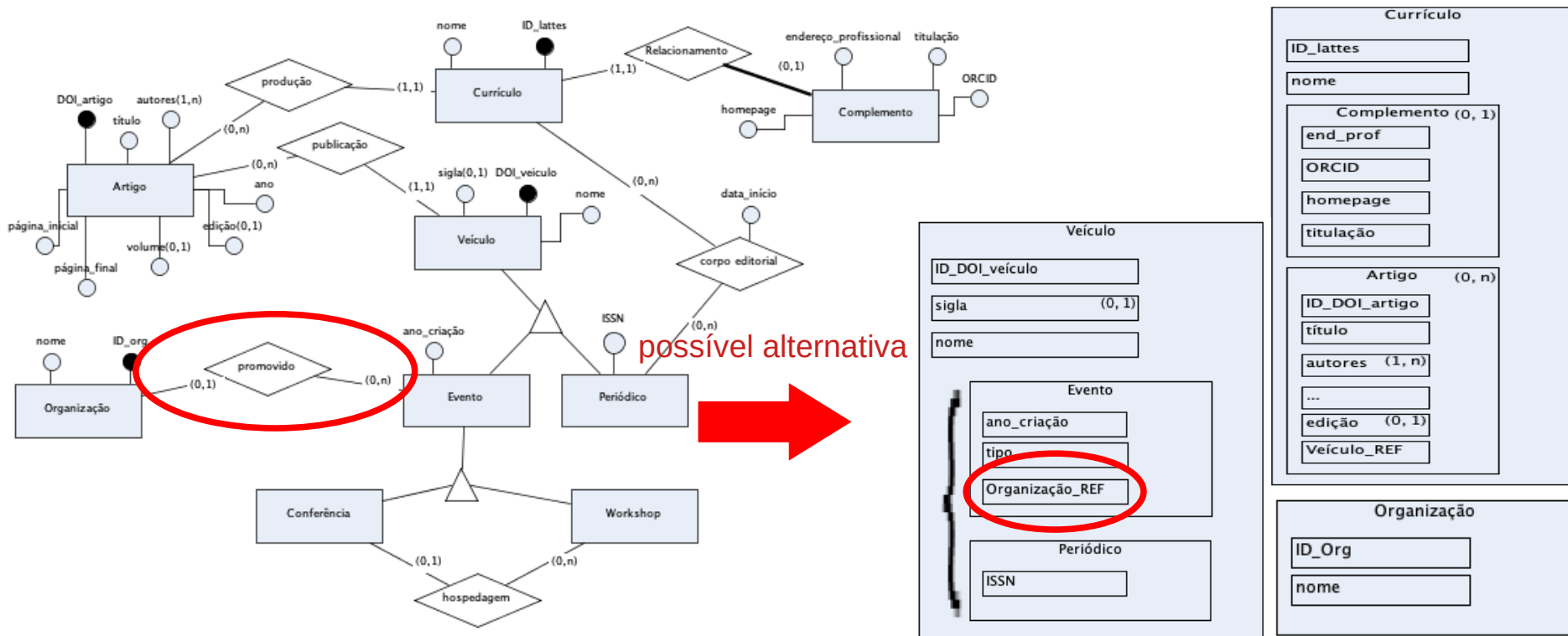


# Passo 2 – Conversão de Relacionamentos

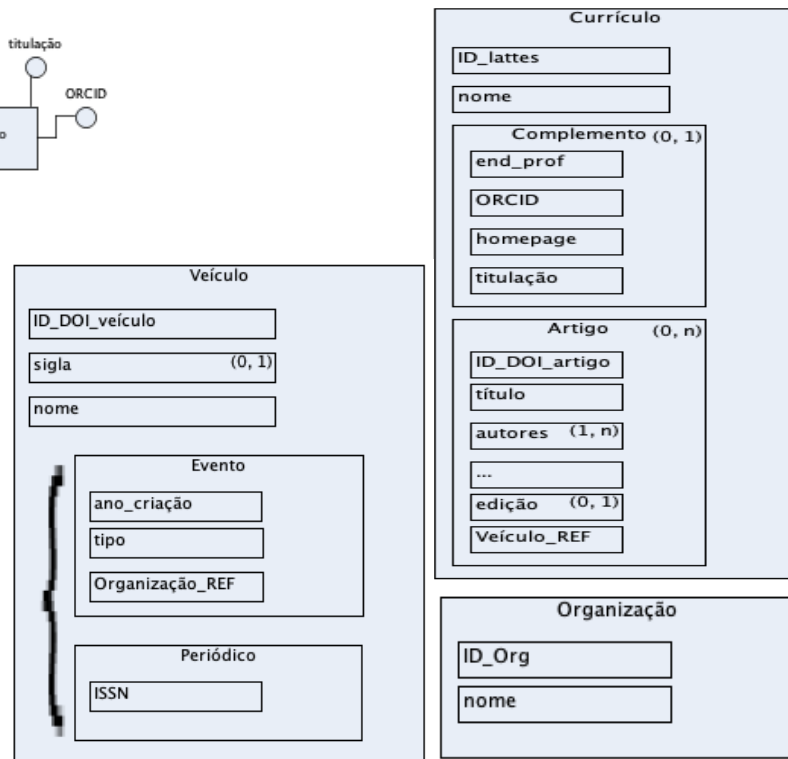
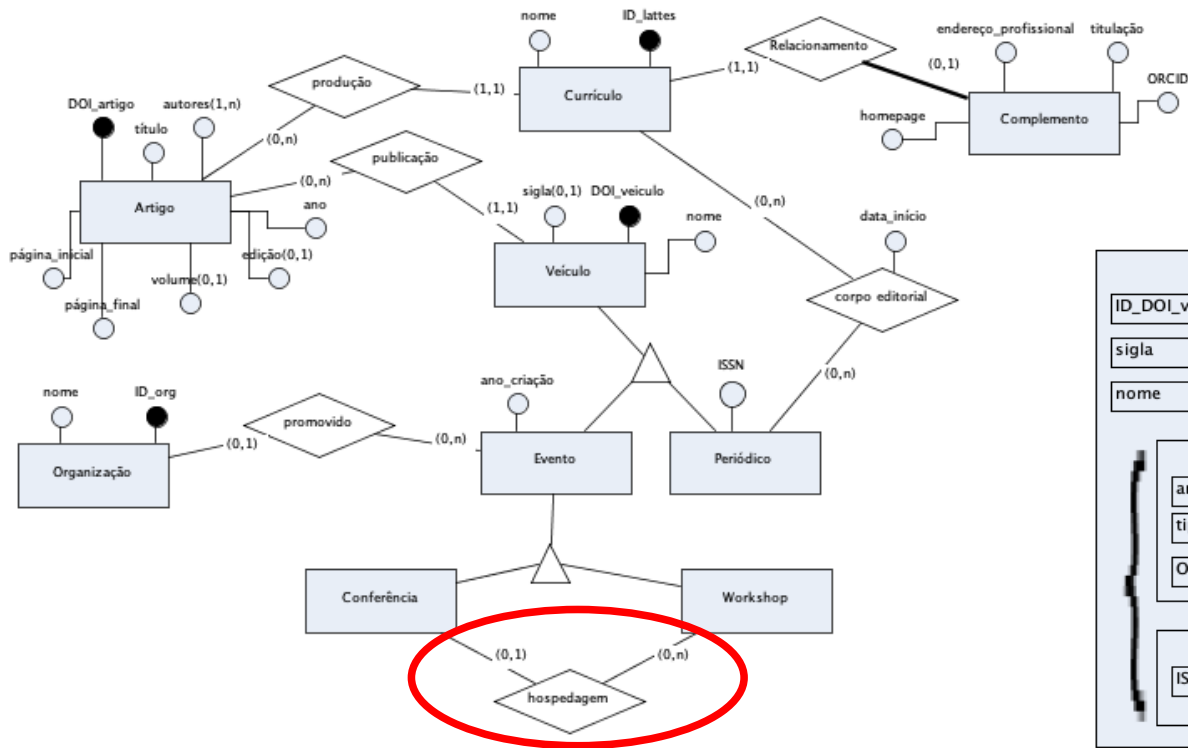




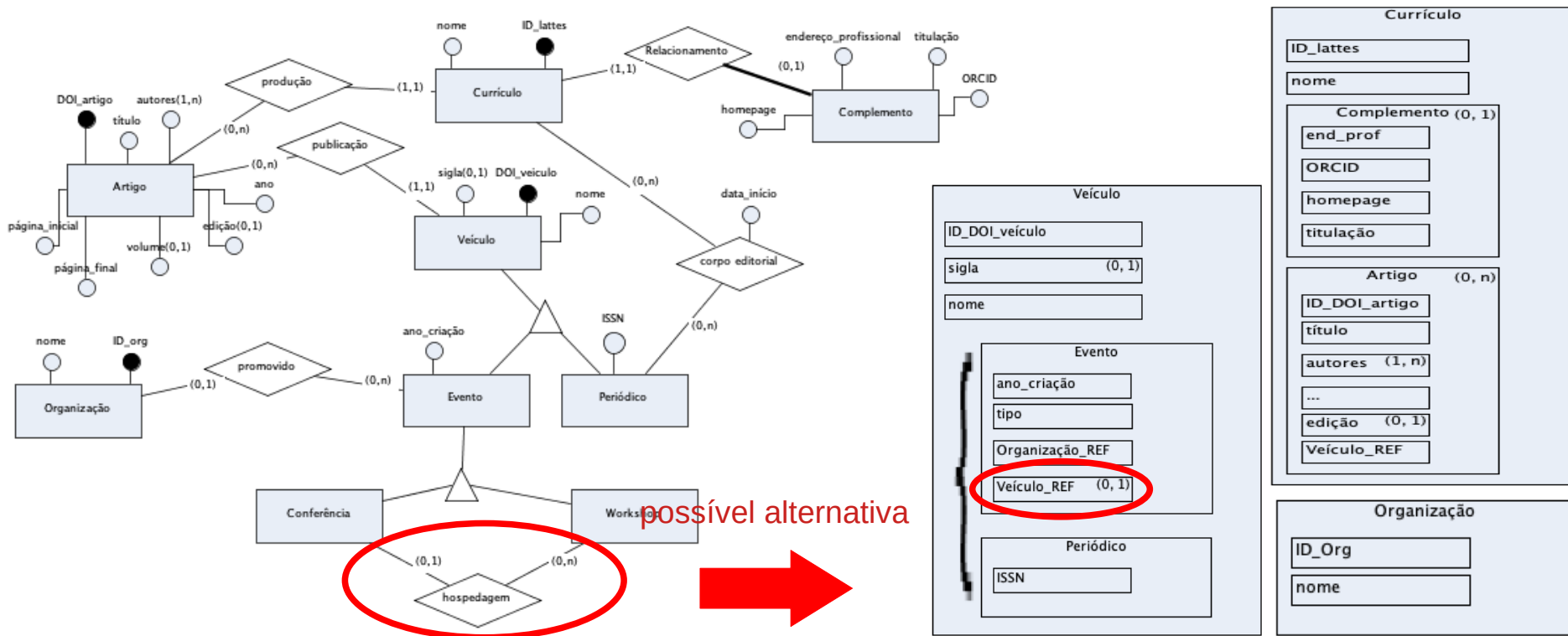
## Passo 2 – Conversão de Relacionamentos



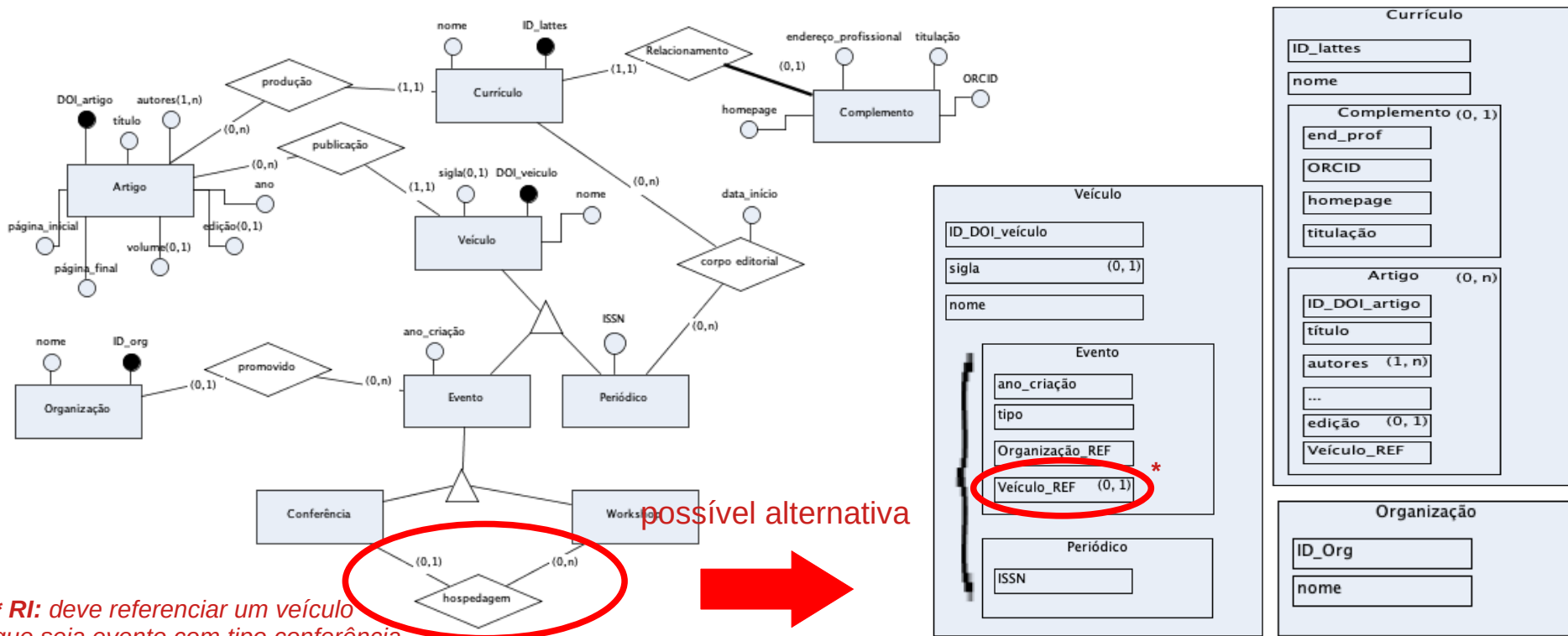
# Passo 2 – Conversão de Relacionamentos



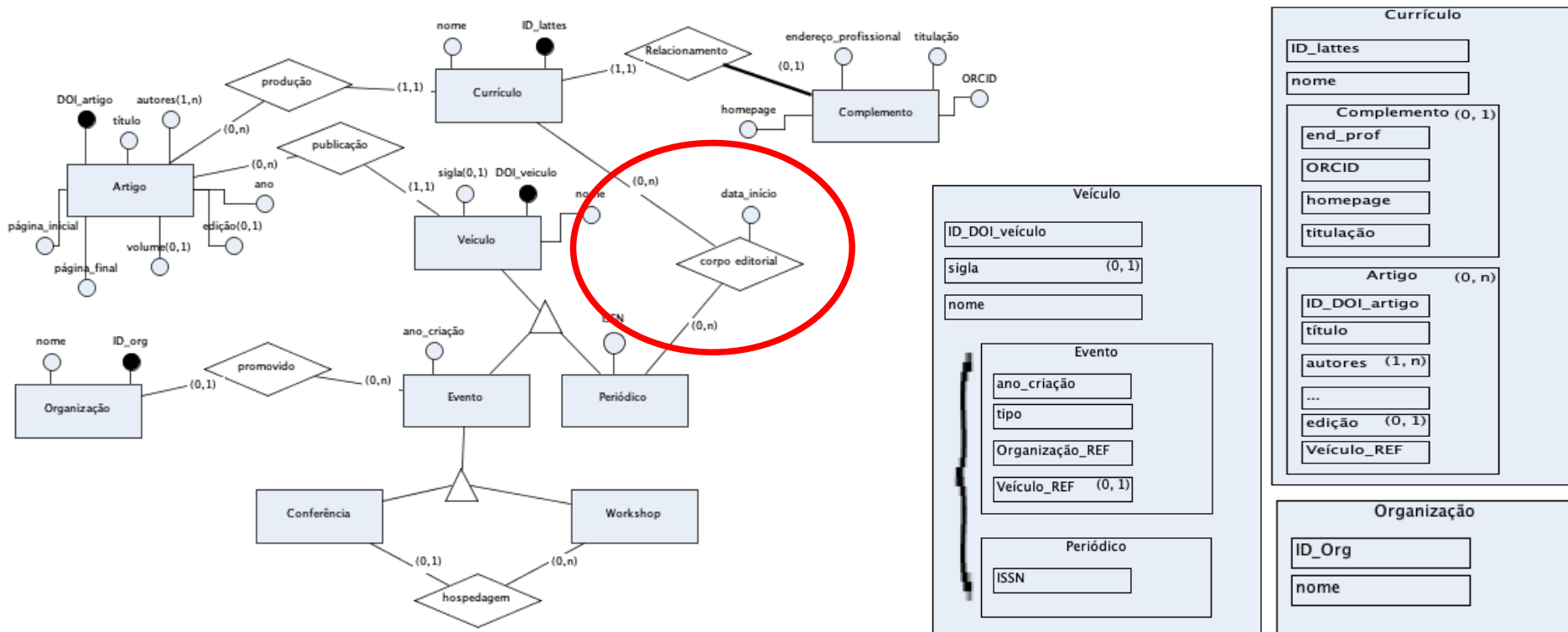
# Passo 2 – Conversão de Relacionamentos



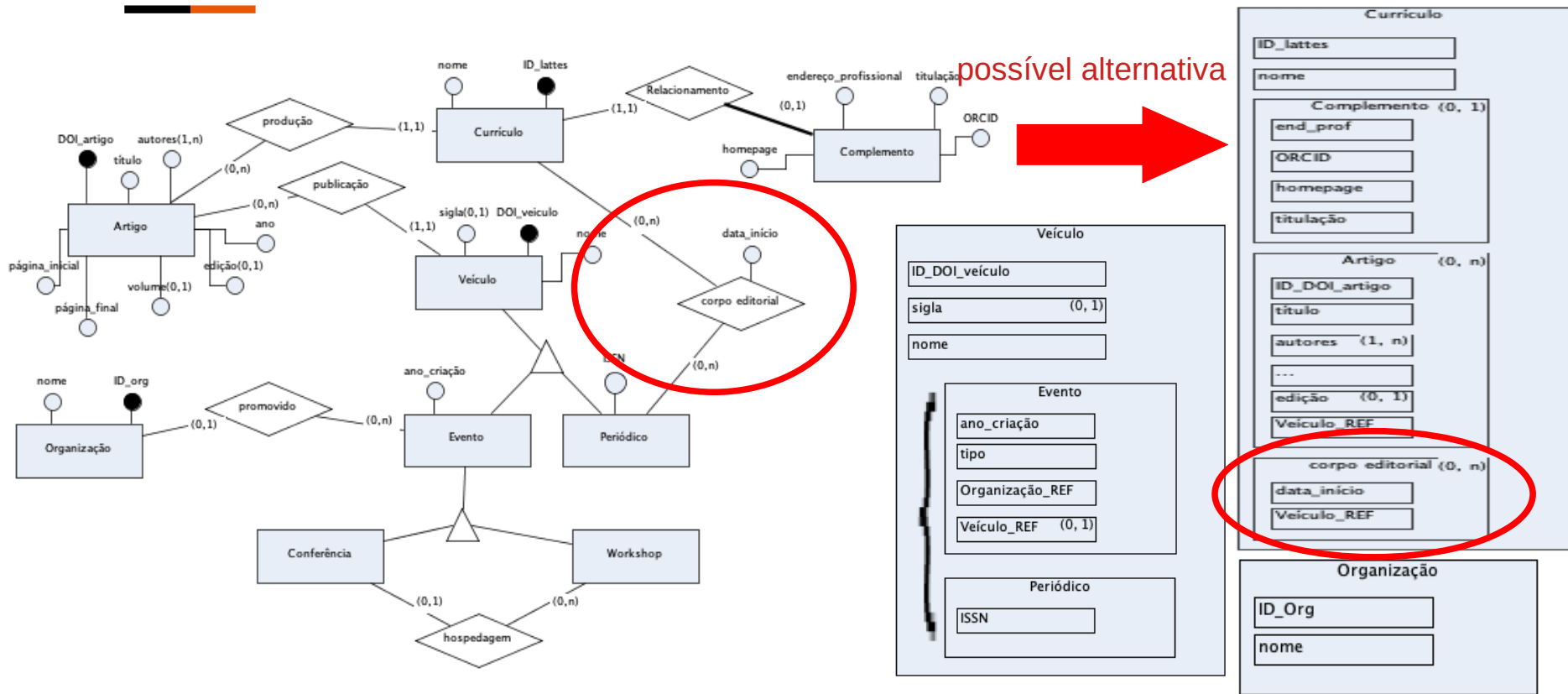
# Passo 2 – Conversão de Relacionamentos



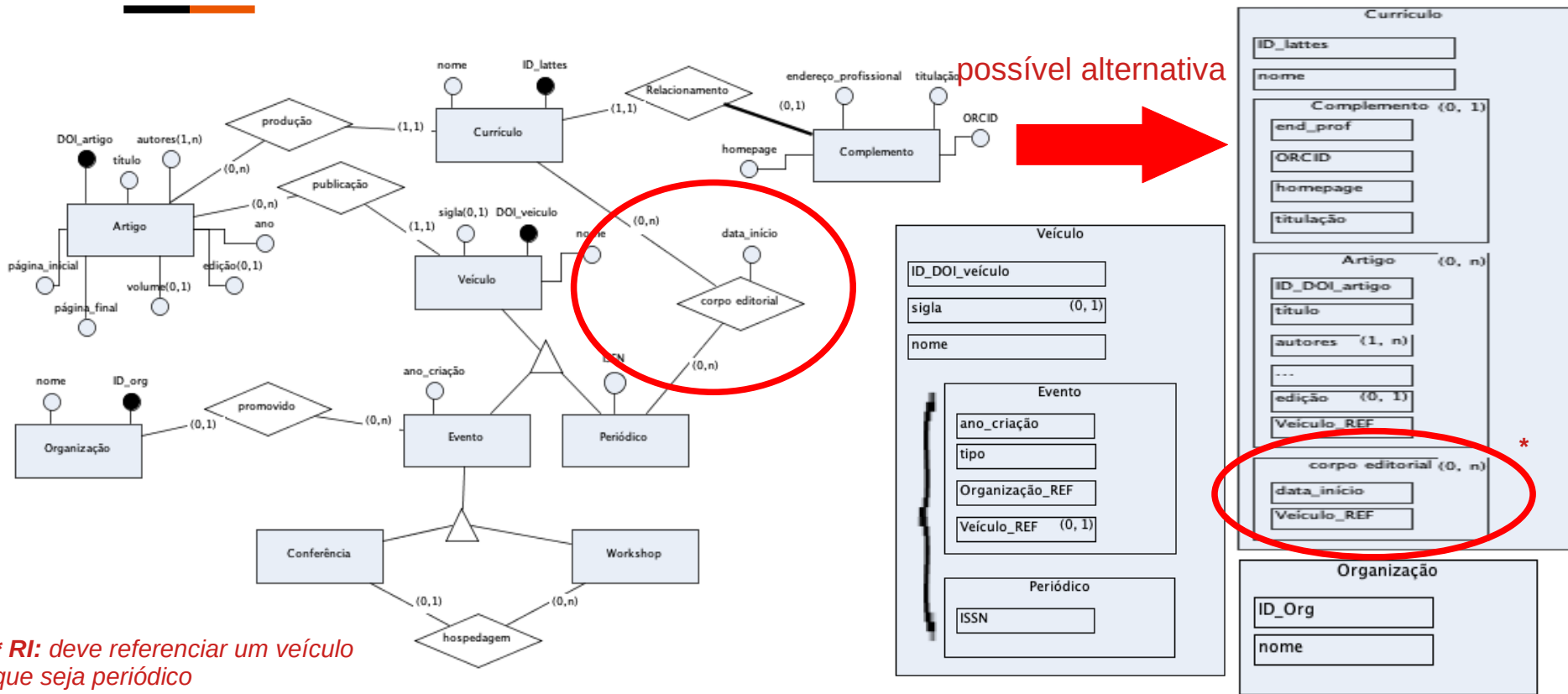
## Passo 2 – Conversão de Relacionamentos



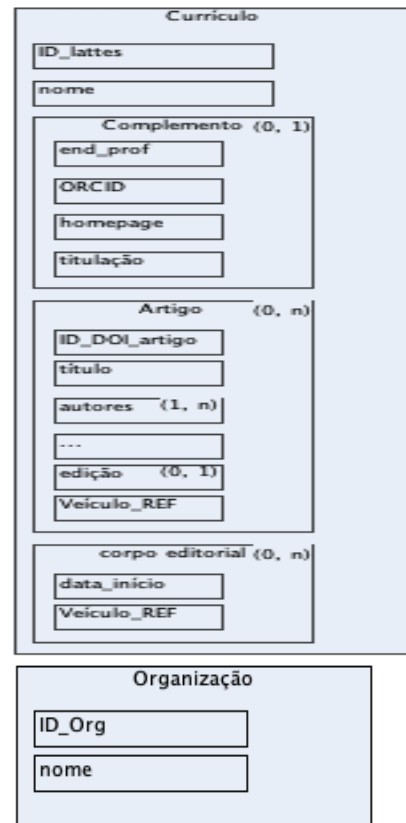
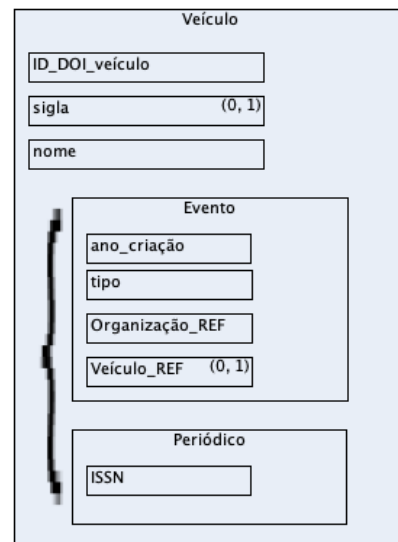
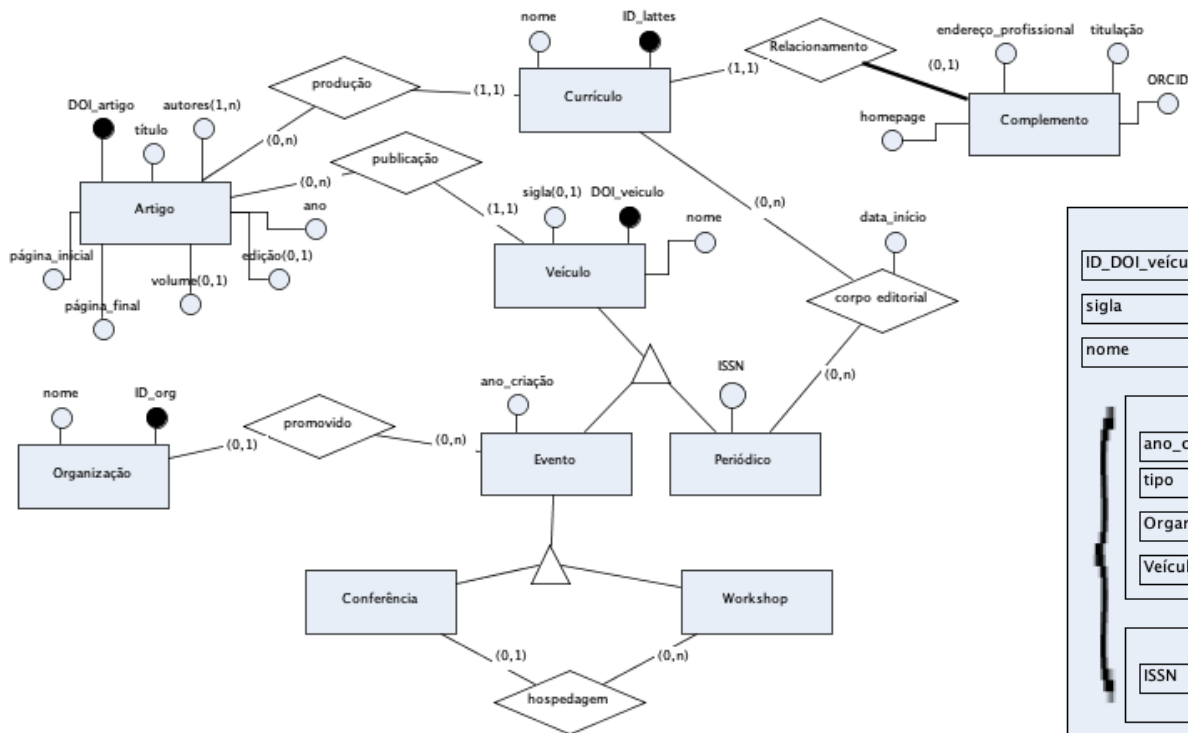
## Passo 2 – Conversão de Relacionamentos



## Passo 2 – Conversão de Relacionamentos



# (possível) Conversão Concluída!





# Agenda

---

1. Projeto de BD
2. Projeto Lógico de Alto Nível para BD NoSQL Orientado a Agregados
- 3. Projeto Lógico de Baixo Nível para BD NoSQL Orientado a Agregados**
4. Projeto Lógico para BD NoSQL Orientado a Grafos

# Projeto Lógico de Baixo Nível

---

- **Objetivo**

- Conversão do **esquema lógico de alto nível baseado em agregados** para **esquemas representados nos modelos chave-valor, orientado a colunas e orientado a documentos**

- **Esses 3 modelos de dados NoSQL**

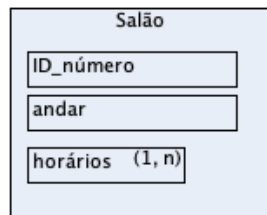
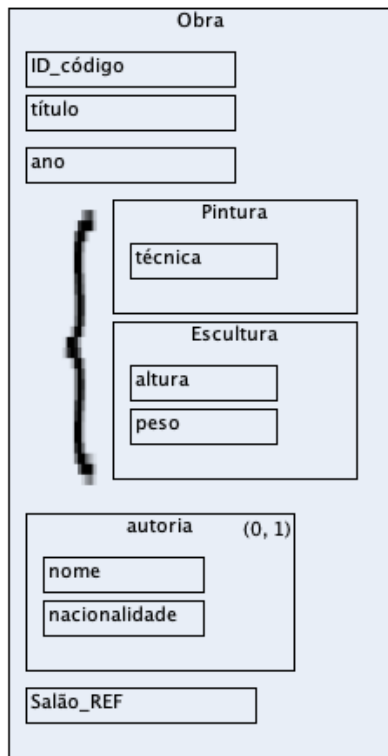
- São centrados em acesso via chave
- Podem suportar um conteúdo com estruturas aninhadas

# Projeto Lógico - **BD Chave-Valor**

Modelo de agregados	Modelo chave-valor
coleção	esquema chave-valor
ID da coleção	chave
conteúdo da coleção	valor *

\* conteúdos estruturados devem ser desaninhados e serializados

# Exemplo



**Chave:** O145

**Valor:** {título: 'Abaporu'; ...; autoria.nome: 'Tarsila do Amaral'; ...; Salão\_REF: S2}

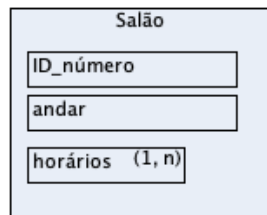
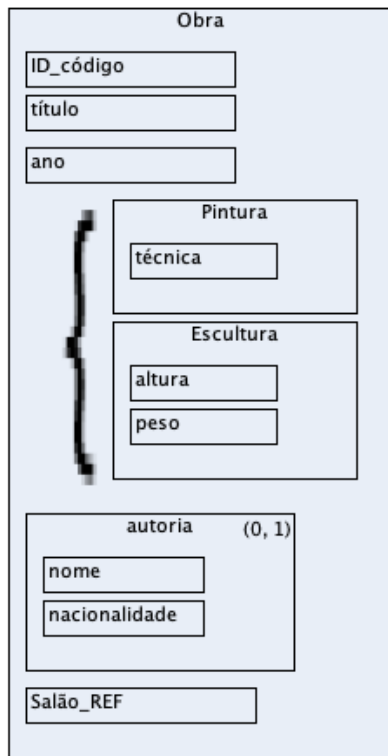
**Chave:** S2

**Valor:** {andar: 1; horários: 8:00, 14:00, 17:00}

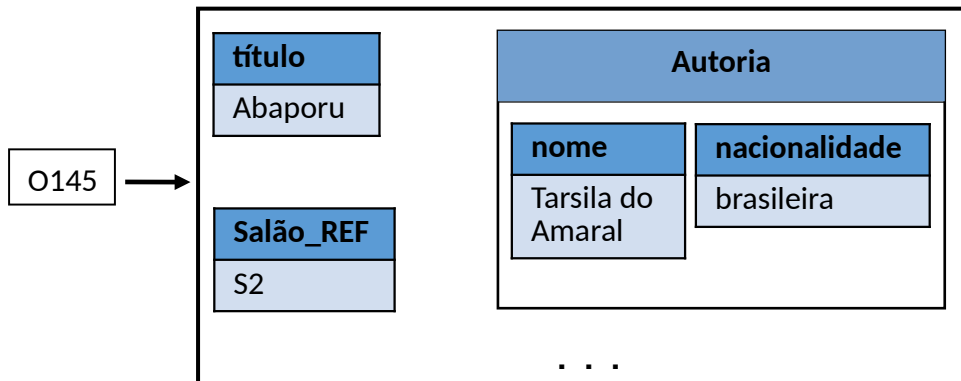
# Projeto Lógico - **BD Orientado a Colunas**

Modelo de agregados	Modelo de colunas
coleção	família de colunas
ID da coleção	chave da família de colunas
atributo simples	coluna
atributo de referência	coluna
atributo multivalorado	coluna multivalorada ou coluna com conteúdo serializado
bloco	supercoluna ou conteúdo desaninhado e serializado

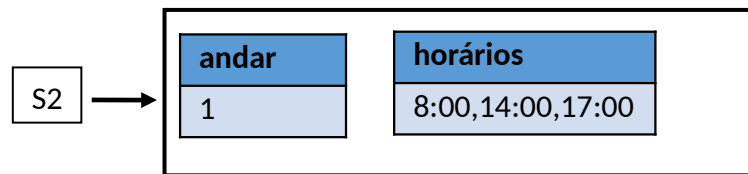
# Exemplo



## família de colunas Obra



## família de colunas Salão



# Projeto Lógico - **BD Orientado a Documentos**

Modelo de agregados	Modelo de documento
coleção	documento
ID da coleção	chave do documento
atributo simples	atributo simples
atributo de referência	atributo simples
atributo multivalorado	atributo do tipo lista
bloco	atributo do tipo objeto

# Exemplo

**Obra**

ID\_código

título

ano

**Pintura**

técnica

**Escultura**

altura

peso

**autoria (0, 1)**

nome

nacionalidade

Salão\_REF

**Salão**

ID\_número

andar

horários (1, n)



## Documento Obra

```
{ "_id": "O145",
  "título": "Abaporu", ...
  "autoria": {
    "nome": "Tarsila do Amaral",
    "nacionalidade": "brasileira",
    "Salão_REF": "S2"
  }
}
```

## Documento Salão

```
{ "_id": "S2",
  "andar": "1",
  "horários": ["8:00", "14:00", "17:00"]
}
```



# Agenda

---

1. Projeto de BD
2. Projeto Lógico de Alto Nível para BD NoSQL Orientado a Agregados
3. Projeto Lógico de Baixo Nível para BD NoSQL Orientado a Agregados
- 4. Projeto Lógico para BD NoSQL Orientado a Grafos**

# Projeto Lógico – **BD Orientado a Grafo**

---

- **Modelo orientado a grafos**
  - buscas centradas em relacionamentos ao invés de acessos via chave
- **Esquema conceitual é uma estrutura de grafo**
  - mapeamento direto ER → grafo é mais intuitivo

# Processo de Projeto Lógico

---

- **Carência de uma metodologia detalhada na literatura**
- **Sugestões**
  - adotar a mesma metodologia vista anteriormente
    - 1) conversão de hierarquias
    - 2) conversão de relacionamentos
  - é possível **fundir** entidades conectadas em uma hierarquia ou relacionadas com cardinalidade 1-1

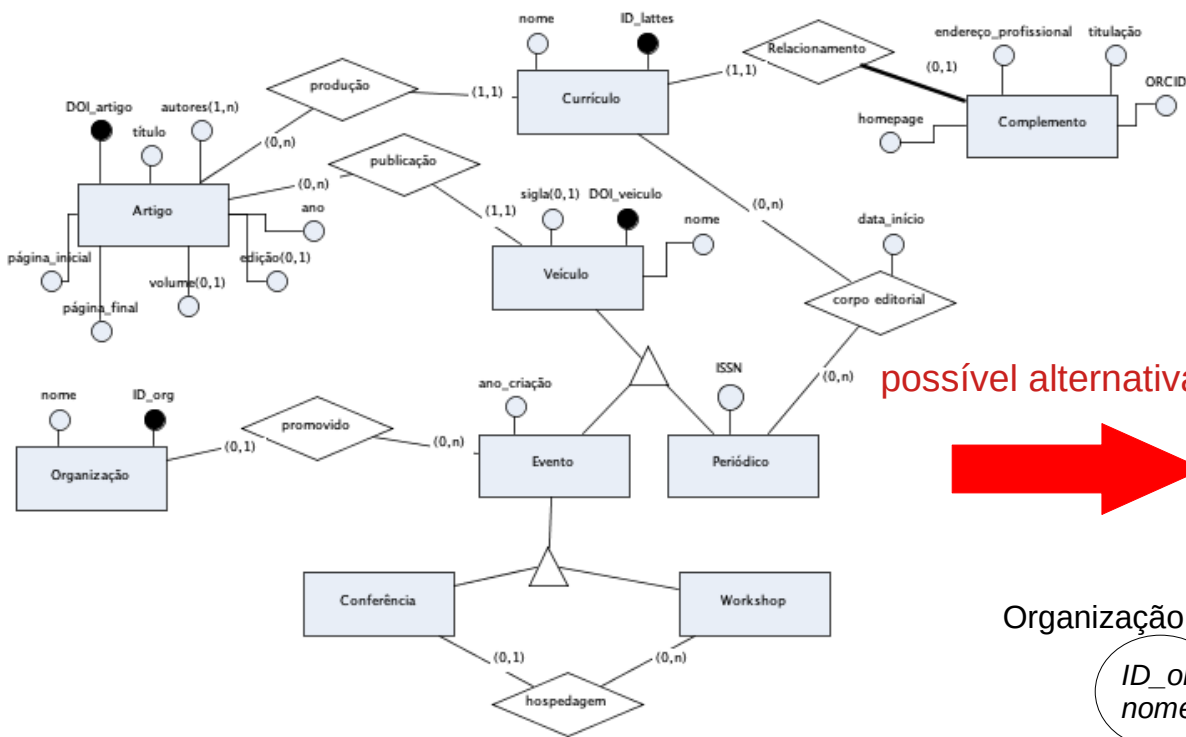
# Regras de Conversão

ER	Modelo de Grafo
entidade	vértice
atributo simples	propriedade
atributo composto	vértice
atributo multivalorado	propriedade <i>array</i> ou vértice
relacionamento	aresta *
relacionamento n-ário	vértice

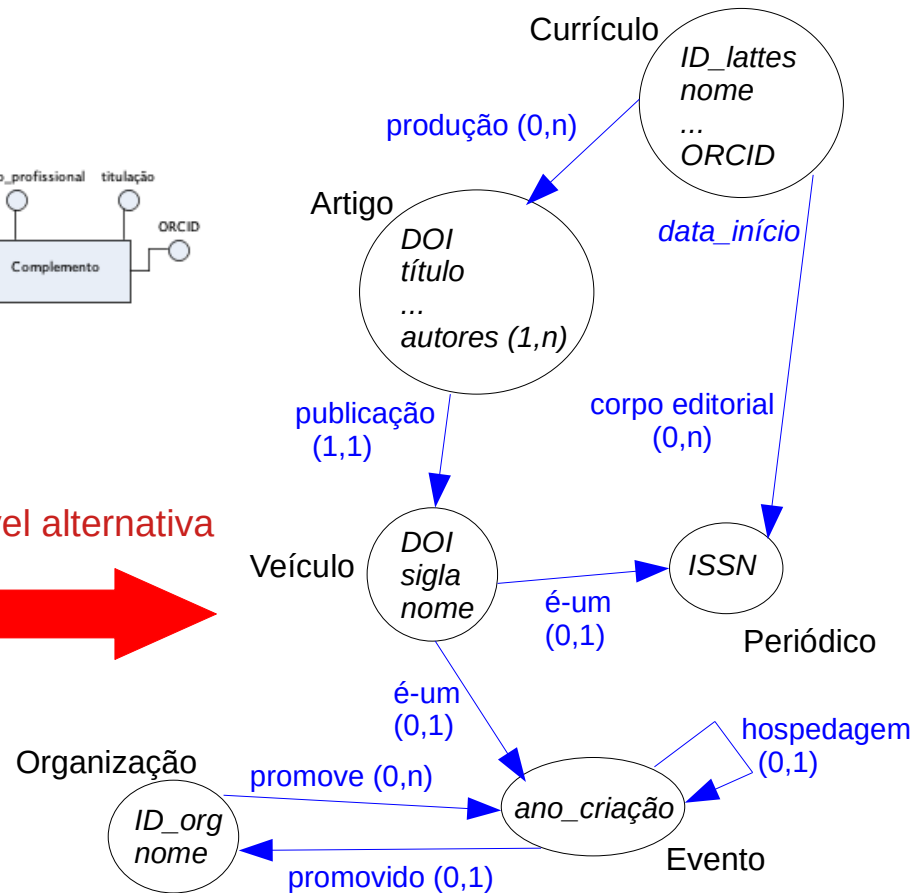
\* pode ser bidirecional dependendo do *workload* típico

\* possui uma cardinalidade associada

# Estudo de Caso



possível alternativa





# Minicurso: Projeto de Bancos de Dados NoSQL (parte 2)

**Angelo Augusto Frozza  
Geomar André Schreiner  
Ronaldo dos Santos Mello**

**GBD/INE/CTC/UFSC**