

Banco de Dados

Modelo Relacional
(Projeto Lógico)

Modelo Relacional Projeto Lógico

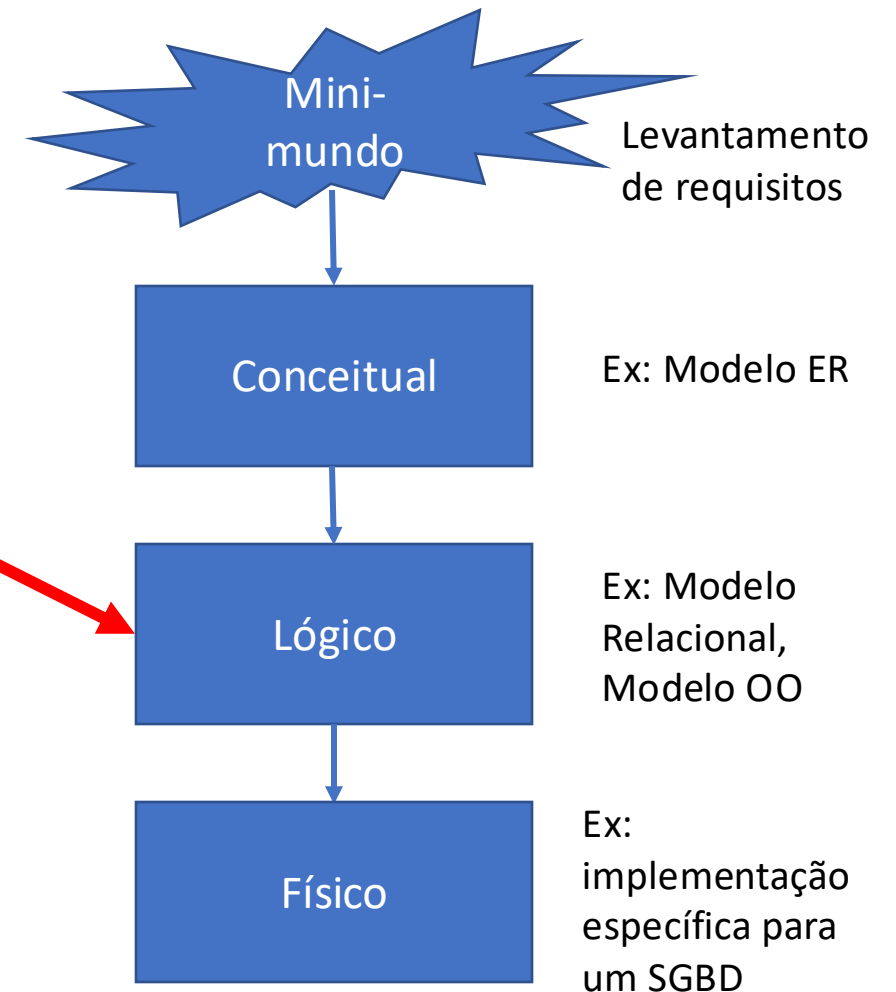
FACOM – UFMS

Vanessa Borges

vanessa.a.borges@ufms.br

Visão Geral

- Já criamos **abstração** do mundo real em um modelo conceitual de dados
- **Agora iremos descrever a estrutura de um banco de dados da forma como será manipulado pelo SGBD**
- Esse modelo é utilizado nos SGBDs comerciais tradicionais



Conceitos do Modelo Relacional

- O modelo de dados relacional é baseado no **conceito de relação matemática**
 - A força da estratégia relacional para o gerenciamento de dados vem de uma **fundamentação formal baseada na teoria de relações**
- **Uma relação é um conceito matemático baseado na ideia de conjuntos**
- O modelo foi proposto por E.F. Codd da IBM em **1970** no artigo:
 - *"A Relational Model for Large Shared Data Banks"*, Communications of the ACM, June 1970
- O artigo causou uma revolução bastante grande no campo dos SGBDs



Modelo relacional

- Um Banco de dados relacional representa uma **coleção de relações** com nomes distintos
 - Uma **relação**
 - É uma **tabela bidimensional**
 - Cada coluna possui um nome distinto
 - Cada atributo possui um domínio
 - Cada domínio possui um valor atômico
 - Todos os valores de uma coluna são valores do mesmo atributo
 - Cada linha da tabela representa um relacionamento entre um conjunto de valores

PESSOA

| COD | NOME | CIDADE |
|-----|-------|--------|
| C1 | João | POA |
| C2 | Pedro | SP |
| C3 | Paulo | SP |
| C4 | Maria | RJ |



Definição do **modelo relacional**

- No modelo formal, registros são chamados de **tuplas**
- Cada coluna tem um cabeçalho que dá uma indicação do significado do dado na coluna.
 - Os cabeçalhos são chamados de **atributos**
- Para cada atributo de uma relação, existe um conjunto de valores atômicos permitidos denominados **domínio**

PESSOA

| COD | NOME | CIDADE |
|-----|-------|--------|
| C1 | João | POA |
| C2 | Pedro | SP |
| C3 | Paulo | SP |
| C4 | Maria | RJ |



Relação

- Conjunto não ordenado de tuplas
- Não existem tuplas duplicadas

Nome de relação
↓
ALUNO

Atributos

Tuplas

| Nome | Cpf | Telefone_residencial | Endereco | Telefone_comercial | Idade | Media |
|-----------------|----------------|----------------------|-------------------------|--------------------|-------|-------|
| Bruno Braga | 305.610.243-51 | (17) 3783-1616 | Rua das Paineiras, 2918 | NULL | 19 | 3,21 |
| Carlos Kim | 361.620.124-45 | (17) 3785-4409 | Rua das Goiabeiras, 125 | NULL | 18 | 2,89 |
| Daniel Davidson | 422.111.232-70 | NULL | Avenida da Paz, 3452 | (17) 4749-1253 | 25 | 3,53 |
| Roberta Passos | 489.220.110-08 | (17) 3476-9821 | Rua da Consolação, 265 | (17) 3749-6492 | 28 | 3,93 |
| Barbara Benson | 533.690.123-80 | (17) 3239-8461 | Rua Jardim, 7384 | NULL | 19 | 3,25 |

O grau de uma relação é o número de atributos N desse esquema de relação



Atributo

- São as características da entidade
- Valores dos atributos são atômicos e monovalorados

Diagram illustrating the relationship between the relation name, attributes, and tuples.

Nome de relação → ALUNO

Atributos → (Arrows pointing to the attribute columns: Nome, Cpf, Telefone_residencial, Endereco, Telefone_comercial, Idade, Media)

Tuplas → (Arrows pointing to the rows of data)

| Nome | Cpf | Telefone_residencial | Endereco | Telefone_comercial | Idade | Media |
|-----------------|----------------|----------------------|-------------------------|--------------------|-------|-------|
| Bruno Braga | 305.610.243-51 | (17) 3783-1616 | Rua das Paineiras, 2918 | NULL | 19 | 3,21 |
| Carlos Kim | 361.620.124-45 | (17) 3785-4409 | Rua das Goiabeiras, 125 | NULL | 18 | 2,89 |
| Daniel Davidson | 422.111.232-70 | NULL | Avenida da Paz, 3452 | (17) 4749-1253 | 25 | 3,53 |
| Roberta Passos | 489.220.110-08 | (17) 3476-9821 | Rua da Consolação, 265 | (17) 3749-6492 | 28 | 3,93 |
| Barbara Benson | 533.690.123-80 | (17) 3239-8461 | Rua Jardim, 7384 | NULL | 19 | 3,25 |



Tupla

- Conjunto ordenado de atributos

Nome de relação
↓
ALUNO

Atributos

Tuplas

| Nome | Cpf | Telefone_residencial | Endereco | Telefone_comercial | Idade | Media |
|-----------------|----------------|----------------------|-------------------------|--------------------|-------|-------|
| Bruno Braga | 305.610.243-51 | (17) 3783-1616 | Rua das Paineiras, 2918 | NULL | 19 | 3,21 |
| Carlos Kim | 361.620.124-45 | (17) 3785-4409 | Rua das Goiabeiras, 125 | NULL | 18 | 2,89 |
| Daniel Davidson | 422.111.232-70 | NULL | Avenida da Paz, 3452 | (17) 4749-1253 | 25 | 3,53 |
| Roberta Passos | 489.220.110-08 | (17) 3476-9821 | Rua da Consolação, 265 | (17) 3749-6492 | 28 | 3,93 |
| Barbara Benson | 533.690.123-80 | (17) 3239-8461 | Rua Jardim, 7384 | NULL | 19 | 3,25 |



Esquema de uma relação

Esquema da relação

Nome de relação

ALUNO

Atributos

| Nome | Cpf | Telefone residencial | Endereco | Telefone comercial | Idade | Media |
|-----------------|----------------|----------------------|-------------------------|--------------------|-------|-------|
| Bruno Braga | 305.610.243-51 | (17) 3783-1616 | Rua das Paineiras, 2918 | NULL | 19 | 3,21 |
| Carlos Kim | 361.620.124-45 | (17) 3785-4409 | Rua das Goiabeiras, 125 | NULL | 18 | 2,89 |
| Daniel Davidson | 422.111.232-70 | NULL | Avenida da Paz, 3452 | (17) 4749-1253 | 25 | 3,53 |
| Roberta Passos | 489.220.110-08 | (17) 3476-9821 | Rua da Consolação, 265 | (17) 3749-6492 | 28 | 3,93 |
| Barbara Benson | 533.690.123-80 | (17) 3239-8461 | Rua Jardim, 7384 | NULL | 19 | 3,25 |

Tuplas



Definição formal do esquema de uma relação

- Um esquema de uma relação especifica o nome da relação, o nome de cada atributo e seu respectivo domínio

- O Esquema de uma Relação:

- Denotado por $R (A_1, A_2, \dots, A_n)$

- R é o nome da relação
- Os atributos da relação são A_1, A_2, \dots, A_n

- Exemplo:

CLIENTE (id, nome, endereco, telefone)

- CLIENTE é o nome da relação
- Definido sobre os atributos: **id**, **nome**, **endereco**, **telefone**
- **Nome do atributo**
 - Indica o significado dos valores do atributo
 - Designa o papel realizado por um **domínio na relação**

CLIENTE

| Id | Nome | Endereco | Telefone |
|----|---------|---------------|----------|
| 12 | Daniela | Rua das Velas | 1334222 |
| 13 | Mario | Rua Itabuna | 4223454 |



Domínio do atributo

- Determina um **conjunto de valores válidos** para um atributo
 - Por exemplo, o domínio de **id** é um número de 6 dígitos
- Dentro de cada tupla, o valor de cada atributo A deve ser **um valor atômico** $D(A)$
 - $D(A_x)$ – Domínio do atributo A_x
- **Um domínio tem uma definição lógica**
 - $D(\text{cpf})$: conjunto de 11 caracteres
- **Um domínio está associado a um tipo de dado (string, inteiro, etc)**
 - $D(\text{nome})$: string de até 100 caracteres



Definição formal do esquema de uma relação

- Notação usual de um esquema:
 - Nome da relação (atributos : tipo (ou domínio),...)
- Ex: (tipo é opcional na notação)
 - LIVRO (ISBN:String, Titulo:String, Autor: String, Ano: integer, Categoria: String)

LIVRO

| ISBN | Titulo | Autor | Ano | Categoria |
|------------|--------------|------------------|------|-----------|
| 9580471444 | Vidas Secas | Graciliano Ramos | 1938 | Romance |
| 3456677443 | Agosto | Rubem Fonseca | 1990 | Romance |
| 5633444771 | Micrographia | Robert Hooke | 1665 | Ciências |



Sumário de conceitos

| Informal | Formal |
|------------------------|--------------------|
| Tabela (bidimensional) | Relação |
| Cabeçalho da coluna | Atributo |
| Tipo de dado da coluna | Domínio |
| Linha da tabela | Tupla |
| Definição da tabela | Esquema da relação |
| Tabela Populada | Estado da relação |



Chave

- Nenhum par de tuplas de uma relação pode ter exatamente o mesmo valor para todos os seus atributos
- **Superchave:**
 - Conjunto de um ou mais atributos que, tomados coletivamente, nos permite identificar unicamente uma tupla da relação
- **Chave candidata:**
 - Superchave mínima: não podemos remover nenhum atributo e ainda mantemos uma restrição de exclusividade na condição
- **Chave primária:**
 - Notação de uma chave candidata escolhida pelo projetista como principal meio de identificar tuplas dentro de uma relação



Chave

- Uma chave é **invariável no tempo** (permanece verdadeira quando inserimos novas tuplas)
- **Muitas vezes, números sequenciais são assinalados como chave para identificar o registro na tabela.**

DISCIPLINA

| <u>id</u> | nome |
|-----------|---------------------------|
| 4620 | Fundamentos da Computação |
| 4622 | Computação Aplicada |



Superchave

CARRO

| placa | numero_chassi | marca | modelo | ano |
|---------|-------------------|------------|----------|------|
| ABC1D23 | 9BWZZZ377VT004251 | Toyota | Corolla | 2023 |
| DEF4G56 | 8AJZZZ123KT987654 | Toyota | Yaris | 2024 |
| GHI7J89 | 3FAHP0HA7AR123456 | Honda | Civic | 2022 |
| JKL0M12 | 5YJ3E1EA7KF123456 | Honda | Civic | 2023 |
| MNO3P45 | 9C6KE1230M1234567 | Ford | Mustang | 2023 |
| QRS6T78 | 3HGCM82633G123789 | Ford | EcoSport | 2024 |
| TUV9W00 | 1HGCM82633A123456 | Volkswagen | Polo | 2023 |
| WXY3Z12 | 1HGCM82633A654321 | Volkswagen | Virtus | 2024 |
| ZAB5C67 | 5YJ3E1EA7KF111111 | Tesla | Model 3 | 2023 |
| CDE8F90 | 5YJ3E1EA7KF222222 | Tesla | Model 3 | 2025 |

Superchave?



Superchave

CARRO

| placa | numero_chassi | marca | modelo | ano |
|---------|-------------------|------------|----------|------|
| ABC1D23 | 9BWZZZ377VT004251 | Toyota | Corolla | 2023 |
| DEF4G56 | 8AJZZZ123KT987654 | Toyota | Yaris | 2024 |
| GHI7J89 | 3FAHP0HA7AR123456 | Honda | Civic | 2022 |
| JKL0M12 | 5YJ3E1EA7KF123456 | Honda | Civic | 2023 |
| MNO3P45 | 9C6KE1230M1234567 | Ford | Mustang | 2023 |
| QRS6T78 | 3HGCM82633G123789 | Ford | EcoSport | 2024 |
| TUV9W00 | 1HGCM82633A123456 | Volkswagen | Polo | 2023 |
| WXY3Z12 | 1HGCM82633A654321 | Volkswagen | Virtus | 2024 |
| ZAB5C67 | 5YJ3E1EA7KF111111 | Tesla | Model 3 | 2023 |
| CDE8F90 | 5YJ3E1EA7KF222222 | Tesla | Model 3 | 2025 |

Superchave? Sim!



Superchave

CARRO

| placa | numero_chassi | marca | modelo | ano |
|---------|-------------------|------------|----------|------|
| ABC1D23 | 9BWZZZ377VT004251 | Toyota | Corolla | 2023 |
| DEF4G56 | 8AJZZZ123KT987654 | Toyota | Yaris | 2024 |
| GHI7J89 | 3FAHP0HA7AR123456 | Honda | Civic | 2022 |
| JKL0M12 | 5YJ3E1EA7KF123456 | Honda | Civic | 2023 |
| MNO3P45 | 9C6KE1230M1234567 | Ford | Mustang | 2023 |
| QRS6T78 | 3HGCM82633G123789 | Ford | EcoSport | 2024 |
| TUV9W00 | 1HGCM82633A123456 | Volkswagen | Polo | 2023 |
| WXY3Z12 | 1HGCM82633A654321 | Volkswagen | Virtus | 2024 |
| ZAB5C67 | 5YJ3E1EA7KF111111 | Tesla | Model 3 | 2023 |
| CDE8F90 | 5YJ3E1EA7KF222222 | Tesla | Model 3 | 2025 |

Superchave?



Superchave

| placa | numero_chassi | marca | modelo | ano |
|---------|-------------------|------------|----------|------|
| ABC1D23 | 9BWZZZ377VT004251 | Toyota | Corolla | 2023 |
| DEF4G56 | 8AJZZZ123KT987654 | Toyota | Yaris | 2024 |
| GHI7J89 | 3FAHP0HA7AR123456 | Honda | Civic | 2022 |
| JKL0M12 | 5YJ3E1EA7KF123456 | Honda | Civic | 2023 |
| MNO3P45 | 9C6KE1230M1234567 | Ford | Mustang | 2023 |
| QRS6T78 | 3HGCM82633G123789 | Ford | EcoSport | 2024 |
| TUV9W00 | 1HGCM82633A123456 | Volkswagen | Polo | 2023 |
| WXY3Z12 | 1HGCM82633A654321 | Volkswagen | Virtus | 2024 |
| ZAB5C67 | 5YJ3E1EA7KF111111 | Tesla | Model 3 | 2023 |
| CDE8F90 | 5YJ3E1EA7KF222222 | Tesla | Model 3 | 2025 |

Superchave? Não!



Superchave

CARRO

| placa | numero_chassi | marca | modelo | ano |
|---------|-------------------|------------|----------|------|
| ABC1D23 | 9BWZZZ377VT004251 | Toyota | Corolla | 2023 |
| DEF4G56 | 8AJZZZ123KT987654 | Toyota | Yaris | 2024 |
| GHI7J89 | 3FAHP0HA7AR123456 | Honda | Civic | 2022 |
| JKL0M12 | 5YJ3E1EA7KF123456 | Honda | Civic | 2023 |
| MNO3P45 | 9C6KE1230M1234567 | Ford | Mustang | 2023 |
| QRS6T78 | 3HGCM82633G123789 | Ford | EcoSport | 2024 |
| TUV9W00 | 1HGCM82633A123456 | Volkswagen | Polo | 2023 |
| WXY3Z12 | 1HGCM82633A654321 | Volkswagen | Virtus | 2024 |
| ZAB5C67 | 5YJ3E1EA7KF111111 | Tesla | Model 3 | 2023 |
| CDE8F90 | 5YJ3E1EA7KF222222 | Tesla | Model 3 | 2025 |

Superchave?



Superchave

CARRO

| placa | numero_chassi | marca | modelo | ano |
|---------|-------------------|------------|----------|------|
| ABC1D23 | 9BWZZZ377VT004251 | Toyota | Corolla | 2023 |
| DEF4G56 | 8AJZZZ123KT987654 | Toyota | Yaris | 2024 |
| GHI7J89 | 3FAHP0HA7AR123456 | Honda | Civic | 2022 |
| JKL0M12 | 5YJ3E1EA7KF123456 | Honda | Civic | 2023 |
| MNO3P45 | 9C6KE1230M1234567 | Ford | Mustang | 2023 |
| QRS6T78 | 3HGCM82633G123789 | Ford | EcoSport | 2024 |
| TUV9W00 | 1HGCM82633A123456 | Volkswagen | Polo | 2023 |
| WXY3Z12 | 1HGCM82633A654321 | Volkswagen | Virtus | 2024 |
| ZAB5C67 | 5YJ3E1EA7KF111111 | Tesla | Model 3 | 2023 |
| CDE8F90 | 5YJ3E1EA7KF222222 | Tesla | Model 3 | 2025 |

Superchave? Sim!



Chave candidata

CARRO

| placa | numero_chassi | marca | modelo | ano |
|---------|-------------------|------------|----------|------|
| ABC1D23 | 9BWZZZ377VT004251 | Toyota | Corolla | 2023 |
| DEF4G56 | 8AJZZZ123KT987654 | Toyota | Yaris | 2024 |
| GHI7J89 | 3FAHP0HA7AR123456 | Honda | Civic | 2022 |
| JKL0M12 | 5YJ3E1EA7KF123456 | Honda | Civic | 2023 |
| MNO3P45 | 9C6KE1230M1234567 | Ford | Mustang | 2023 |
| QRS6T78 | 3HGCM82633G123789 | Ford | EcoSport | 2024 |
| TUV9W00 | 1HGCM82633A123456 | Volkswagen | Polo | 2023 |
| WXY3Z12 | 1HGCM82633A654321 | Volkswagen | Virtus | 2024 |
| ZAB5C67 | 5YJ3E1EA7KF111111 | Tesla | Model 3 | 2023 |
| CDE8F90 | 5YJ3E1EA7KF222222 | Tesla | Model 3 | 2025 |

Chave candidata?



Chave candidata

CARRO

| placa | numero_chassi | marca | modelo | ano |
|---------|-------------------|------------|----------|------|
| ABC1D23 | 9BWZZZ377VT004251 | Toyota | Corolla | 2023 |
| DEF4G56 | 8AJZZZ123KT987654 | Toyota | Yaris | 2024 |
| GHI7J89 | 3FAHP0HA7AR123456 | Honda | Civic | 2022 |
| JKL0M12 | 5YJ3E1EA7KF123456 | Honda | Civic | 2023 |
| MNO3P45 | 9C6KE1230M1234567 | Ford | Mustang | 2023 |
| QRS6T78 | 3HGCM82633G123789 | Ford | EcoSport | 2024 |
| TUV9W00 | 1HGCM82633A123456 | Volkswagen | Polo | 2023 |
| WXY3Z12 | 1HGCM82633A654321 | Volkswagen | Virtus | 2024 |
| ZAB5C67 | 5YJ3E1EA7KF111111 | Tesla | Model 3 | 2023 |
| CDE8F90 | 5YJ3E1EA7KF222222 | Tesla | Model 3 | 2025 |

Chave candidata? Não!

Chave candidata:

Superchave mínima: não podemos remover nenhum atributo e ainda mantemos uma restrição de exclusividade na condição



Chave candidata

- O esquema da relação pode possuir **mais de uma chave**. Nesse caso cada uma das chaves é chamada chave candidata

CARRO

| placa | numero_chassi | marca | modelo | ano |
|---------|-------------------|------------|----------|------|
| ABC1D23 | 9BWZZZ377VT004251 | Toyota | Corolla | 2023 |
| DEF4G56 | 8AJZZZ123KT987654 | Toyota | Yaris | 2024 |
| GHI7J89 | 3FAHP0HA7AR123456 | Honda | Civic | 2022 |
| JKL0M12 | 5YJ3E1EA7KF123456 | Honda | Civic | 2023 |
| MNO3P45 | 9C6KE1230M1234567 | Ford | Mustang | 2023 |
| QRS6T78 | 3HGCM82633G123789 | Ford | EcoSport | 2024 |
| TUV9W00 | 1HGCM82633A123456 | Volkswagen | Polo | 2023 |
| WXY3Z12 | 1HGCM82633A654321 | Volkswagen | Virtus | 2024 |
| ZAB5C67 | 5YJ3E1EA7KF111111 | Tesla | Model 3 | 2023 |
| CDE8F90 | 5YJ3E1EA7KF222222 | Tesla | Model 3 | 2025 |



Chave primária

- É comum designar uma das chaves candidatas como chave primária.

CARRO

| placa | numero_chassi | marca | modelo | ano |
|---------|-------------------|------------|----------|------|
| ABC1D23 | 9BWZZZ377VT004251 | Toyota | Corolla | 2023 |
| DEF4G56 | 8AJZZZ123KT987654 | Toyota | Yaris | 2024 |
| GHI7J89 | 3FAHP0HA7AR123456 | Honda | Civic | 2022 |
| JKL0M12 | 5YJ3E1EA7KF123456 | Honda | Civic | 2023 |
| MNO3P45 | 9C6KE1230M1234567 | Ford | Mustang | 2023 |
| QRS6T78 | 3HGCM82633G123789 | Ford | EcoSport | 2024 |
| TUV9W00 | 1HGCM82633A123456 | Volkswagen | Polo | 2023 |
| WXY3Z12 | 1HGCM82633A654321 | Volkswagen | Virtus | 2024 |
| ZAB5C67 | 5YJ3E1EA7KF111111 | Tesla | Model 3 | 2023 |
| CDE8F90 | 5YJ3E1EA7KF222222 | Tesla | Model 3 | 2025 |

Chave primária?



Chave primária

CARRO

| placa | numero_chassi | marca | modelo | ano |
|---------|-------------------|------------|----------|------|
| ABC1D23 | 9BWZZZ377VT004251 | Toyota | Corolla | 2023 |
| DEF4G56 | 8AJZZZ123KT987654 | Toyota | Yaris | 2024 |
| GHI7J89 | 3FAHP0HA7AR123456 | Honda | Civic | 2022 |
| JKL0M12 | 5YJ3E1EA7KF123456 | Honda | Civic | 2023 |
| MNO3P45 | 9C6KE1230M1234567 | Ford | Mustang | 2023 |
| QRS6T78 | 3HGCM82633G123789 | Ford | EcoSport | 2024 |
| TUV9W00 | 1HGCM82633A123456 | Volkswagen | Polo | 2023 |
| WXY3Z12 | 1HGCM82633A654321 | Volkswagen | Virtus | 2024 |
| ZAB5C67 | 5YJ3E1EA7KF111111 | Tesla | Model 3 | 2023 |
| CDE8F90 | 5YJ3E1EA7KF222222 | Tesla | Model 3 | 2025 |

Chave primária? Sim!



Chave primária

- Chave cujos valores **distinguem uma tupla das demais dentro de uma relação.**
- **Identifica a tupla de forma única**
- Usada como referência a partir de outra tupla
- Atributos da chave primaria recebem sublinhado:
 - **CARRO (placa, numero_chassi, marca, modelo, ano)**



Restrições em modelo relacional

- **Restrições são condições que devem ser mantidas por todos os estados válidos da relação**
- Restrições
 - de chave e sobre o valor NULL
 - de domínio
 - Integridade referencial
 - Outros tipos de restrições
- Restrições de integridade:
 - Devem ser verdadeiras para cada instância do banco de dados



Integridade Existencial - chave

- Uma **restrição de chave** é uma declaração de que **certo subconjunto mínimo dos campos** de uma relação é **um identificador único para uma tupla**
- **Integridade existencial**
 - O atributo chave primária **PK** (*primary key*) de cada esquema de relação R no S não pode conter valores **NULL** nas tuplas de $r(R)$.
 - $t[PK] \neq \text{null}$ para toda tupla t em $r(R)$
 - Se PK tiver vários atributos, null não é permitido para nenhum destes atributos
- Nota: Outros atributos de R podem conter valores nulos, desde que não sejam membros da chave primária.



Restrições de domínio do atributo

- **Valores dos atributos devem ser atômicos**
- Valor do atributo:
 - tem que ser do domínio do atributo
 - pode ser nulo (se permitido pelo atributo)
- Os **tipos de dados** associados aos **domínios** incluem:
 - Inteiros(inteiro curto, inteiro e inteiro longo)
 - Número reais (ponto flutuante e flutuante de precisão dupla)
 - Caracteres booleanos
 - Cadeias de caracteres (data, hora, timestamp), etc.



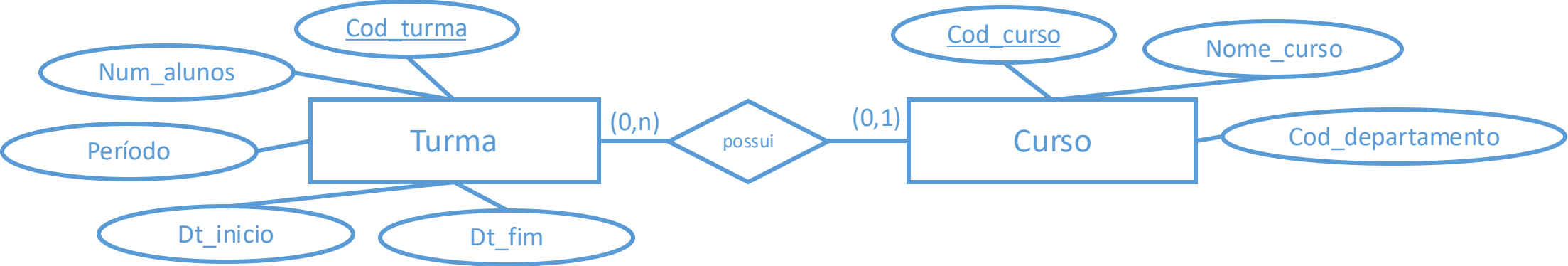
Integridade referencial

chave estrangeira (*foreign key* - FK)

- Conjunto de campos em uma **relação que é usado para fazer referência à chave primária** da segunda relação.
- Valor de cada chave estrangeira deve corresponder à chave primária existente da relação referenciada.
 - Os atributos da FK deve possuir o mesmo domínio dos atributos da PK
 - Os valores da FK em uma tupla ou são os mesmos de alguma PK, ou possuem valor NULL
 - $t_1[FK] = t_2[PK]$
- Funciona como um **”ponteiro lógico”**.



Relacionando entidade no modelo relacional



| Turma | | |
|-------|------------|-----------|
| PK | Cod_Turma | Inteiro |
| FK | Cod_Curso | Inteiro |
| | Periodo | Caractere |
| | Num_alunos | Inteiro |
| | Dt_inicio | Data |
| | Dt_fim | Data |

| Curso | | |
|-------|------------------|-----------|
| PK | Cod_Curso | Inteiro |
| | Nome_Curso | Caractere |
| | Cod_departamento | Inteiro |



Relacionando entidade no modelo relacional

| Turma | | |
|--------|------------|-----------|
| P K | Cod_Turma | Inteiro |
| F K | Cod_Curso | Inteiro |
| | Periodo | Caractere |
| | Num_alunos | Inteiro |
| | Dt_inicio | Data |
| | Dt_fim | Data |

| Curso | | |
|-------|------------------|-----------|
| PK | Cod_Curso | Inteiro |
| | Nome_Curso | Caractere |
| | Cod_departamento | Inteiro |

TURMA

| <u>Cod_Turma</u> | Cod_Curso | Período | Num_alunos | Dt_inicio | Dt_fim |
|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | Matutino | 50 | 01/10/2015 | 01/10/2020 |
| 2 | 1 | Vespertino | 20 | 01/08/2018 | 01/08/2022 |
| 3 | 2 | Matutino | 40 | ... | ... |
| 4 | 2 | Noturno | 80 | ... | ... |
| 5 | NULL | Noturno | 60 | ... | ... |

CURSO

| <u>Cod_Curso</u> | Nome_Curso | Cod_departamento |
|------------------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ciência da Computação | 2 |
| 2 | Engenharia de Software | 2 |
| 3 | Engenharia de Computação | 2 |



Integridade referencial – chave estrangeira

| Departamento | |
|---------------|---------------------------|
| <u>Código</u> | Nome |
| 4620 | Fundamentos da Computação |
| 4622 | Computação Aplicada |

Primary Key = Código

PK = Código

FK = Depto

Foreign Keys:

Depto → Departamento.Código

CodSupervisor → Funcionario.Código

| Funcionário | | | |
|---------------|-----------|----------|---------------|
| <u>Código</u> | Nome | CodDepto | CodSupervisor |
| 1 | Ana Carla | NULL | NULL |
| 2 | Avelino | 4620 | 1 |
| 3 | Rodrigo | 4622 | 2 |

PK = Código

FK = Superior

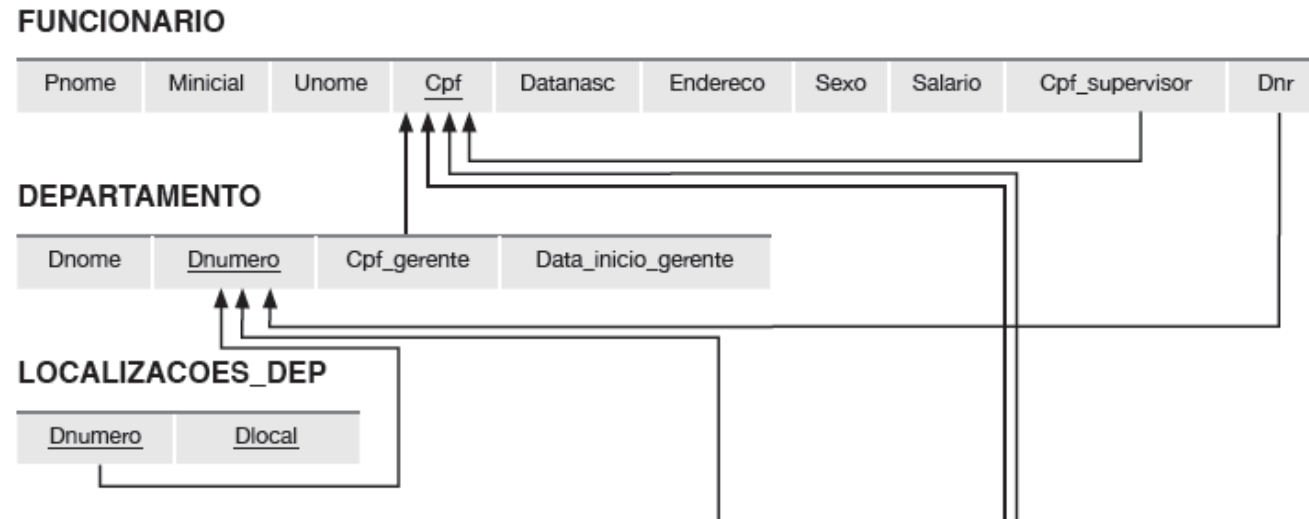


Representação de um BD relacional e suas restrições

- Cada esquema de relação pode ser representado como um registro de nome de atributos
- O nome da relação é escrito sobre o nome dos atributos
- A PK deve ser sublinhada
- A FK é representada por um seta do atributo FK para a tabela referenciada
 - Pode também apontar para a PK da relação referenciada



Representação de um BD relacional e suas restrições



OU

FUNCIONARIO (pnome, minicial, unome, cpf, datanasc, endereço, sexo, salario, cpf_supervisor (FK funcionario.cpf), dnr (FK departamento.dnumero))

DEPARTAMENTO (dnome, dnumero, cpf_gerente (FK funcionario.cpf), data_inicio_gerente)

DEP_LOCAL (dnumero (FK), dlocal)





Exemplo de aplicação de chave estrangeira

FUNCIONARIO

| <u>cpf</u> | nome |
|-------------|-----------------------|
| 01111111111 | Carlos Eduardo Russo |
| 02222222222 | Chico Bento Gonçalves |
| 03333333333 | Maria Fernanda Moura |

DEPENDENTE

| <u>id</u> | nome | filiação | cpf |
|-----------|----------------|----------|-------------|
| 1 | Roberto Carlos | Filho | 01111111111 |
| 2 | Ana Carolina | Conjuje | 01111111111 |
| 3 | Rebeca Ribeiro | Filho | 02222222222 |



Vamos supor que você vai fazer uma busca de um funcionário pela PK

- Exemplo: GET <http://seusistema:3000/funcionarios/01111111111>



Exemplo de aplicação de chave estrangeira

FUNCIONARIO

| <u>id</u> | <u>cpf</u> | nome |
|-----------|-------------|-----------------------|
| 1 | 01111111111 | Carlos Eduardo Russo |
| 2 | 02222222222 | Chico Bento Gonçalves |
| 3 | 03333333333 | Maria Fernanda Moura |

DEPENDENTE

| <u>id</u> | nome | filiação | id |
|-----------|----------------|----------|----|
| 1 | Roberto Carlos | Filho | 1 |
| 2 | Ana Carolina | Conjuje | 1 |
| 3 | Rebeca Ribeiro | Filho | 2 |

Ficou bom?



Exemplo de aplicação de chave estrangeira

FUNCIONARIO

| <u>id</u> | <u>cpf</u> | nome |
|-----------|-------------|-----------------------|
| 1 | 01111111111 | Carlos Eduardo Russo |
| 2 | 02222222222 | Chico Bento Gonçalves |
| 3 | 03333333333 | Maria Fernanda Moura |
| 1 | 04444444444 | Osvaldo José da Silva |

DEPENDENTE

| <u>id</u> | nome | filiação | id_funcionario |
|-----------|----------------|----------|----------------|
| 1 | Roberto Carlos | Filho | 1 |
| 2 | Ana Carolina | Conjuje | 1 |
| 3 | Rebeca Ribeiro | Filho | 2 |



Roberto Carlos é filho de Carlos ou Osvaldo?

A chave estrangeira precisa conter a totalidade da chave primaria



Exemplo de aplicação de chave estrangeira

FUNCIONARIO

| <u>id</u> | <u>cpf</u> | nome |
|-----------|-------------|-----------------------|
| 1 | 01111111111 | Carlos Eduardo Russo |
| 2 | 02222222222 | Chico Bento Gonçalves |
| 3 | 03333333333 | Maria Fernanda Moura |
| 1 | 04444444444 | Osvaldo José da Silva |



DEPENDENTE

| <u>id</u> | nome | filiação | id_funcionario | cpf |
|-----------|----------------|----------|----------------|-------------|
| 1 | Roberto Carlos | Filho | 1 | 01111111111 |
| 2 | Ana Carolina | Conjuje | 1 | 01111111111 |
| 3 | Rebeca Ribeiro | Filho | 2 | 02222222222 |



Ficou bom?



Exemplo de aplicação de chave estrangeira

FUNCIONARIO

| <u>id</u> | cpf | nome |
|-----------|-------------|-----------------------|
| 1 | 01111111111 | Carlos Eduardo Russo |
| 2 | 02222222222 | Chico Bento Gonçalves |
| 3 | 03333333333 | Maria Fernanda Moura |
| 4 | 04444444444 | Osvaldo José da Silva |

UNIQUE
NOT NULL

DEPENDENTE

| <u>id</u> | nome | filiação | id_funcionario |
|-----------|----------------|----------|----------------|
| 1 | Roberto Carlos | Filho | 1 |
| 2 | Ana Carolina | Conjuje | 1 |
| 3 | Rebeca Ribeiro | Filho | 2 |

Ficou bom?



Exemplo de aplicação de chave estrangeira

FUNCIONARIO

| <u>id</u> | cpf | nome |
|-----------|-------------|-----------------------|
| 1 | 01111111111 | Carlos Eduardo Russo |
| 2 | 02222222222 | Chico Bento Gonçalves |
| 3 | 03333333333 | Maria Fernanda Moura |
| 4 | 04444444444 | Osvaldo José da Silva |

UNIQUE
NOT NULL

DEPENDENTE

| <u>id</u> | nome | filiação | id_funcionario |
|-----------|----------------|----------|----------------|
| 1 | Roberto Carlos | Filho | 1 |
| 2 | Ana Carolina | Conjuje | 1 |
| 3 | Rebeca Ribeiro | Filho | 2 |

SIM!

- Exemplo: GET <http://seusistema:3000/funcionarios/1>



Exemplo

Chave primário que também é chave estrangeira

FUNCIONARIO

| <u>id</u> | nome |
|-----------|-----------------------|
| 1 | Carlos Eduardo Russo |
| 2 | Chico Bento Gonçalves |
| 3 | Maria Fernanda Moura |

TRABALHA_EM

| <u>id_funcionario</u> | <u>id_projeto</u> | horas |
|-----------------------|-------------------|-------|
| 1 | 1 | 20 |
| 1 | 2 | 10 |
| 3 | 1 | 40 |

PROJETO

| <u>id</u> | nome |
|-----------|----------------|
| 1 | Tecnologia |
| 2 | Administracao |
| 3 | Rebeca Ribeiro |



BD Povoado

- Cada relação terá várias tuplas no estado corrente da relação
 - O estado do BD relacional é a união dos estados correntes de todas as relações
 - Quando um BD é alterado, um novo estado é criado
- **Operações básicas para alterar um BD:**
 - **INSERT:** inserir uma nova tupla na relação
 - **DELETE:** apagar uma tupla existente na relação
 - **MODIFY/UPDATE:** alterar uma tupla existente na relação
- A **restrição de integridade não pode ser violada** pelas operações de atualização
- Várias **operações de atualização podem ser realizadas** em uma mesma transação
- Atualizações **podem ser propagadas** para causar outras atualizações automaticamente



Operações de **atualização** das relações

- No caso, **se acontecer uma violação de integridade**, várias ações podem ser realizadas a fim de recuperar o estado de consistência do BD:
 - **Cancelar** a operação que causou a violação
 - Realizar a operação mas informar o usuário da violação
 - Trigger pode corrigir violação através de funções, procedimentos ou cascata
 - Executa-se uma rotina específica para corrigir o erro



Possíveis violações para cada operação

- **INSERT pode violar várias restrições:**

- Chave:

- Se o **valor de um atributo chave já existir** em uma outra tupla da relação.
 - Exemplo: tentar inserir na tabela CURSO a tupla t1=(**1**,"Sistemas de Informação", 1)
- Se o valor da PK da nova tupla for **NULL** (integridade de entidade)
 - Exemplo: tentar inserir na tabela CURSO a tupla t2=(**NULL**,"Sistemas de Informação", 1)

TURMA

| <u>Cod_Turma</u> | Cod_Curso | Período | Num_alunos | Dt_inicio | Dt_fim |
|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | Matutino | 50 | 01/10/2015 | 01/10/2020 |
| 2 | 1 | Vespertino | 20 | 01/08/2018 | 01/08/2022 |
| 3 | 2 | Matutino | 40 | ... | ... |
| 4 | 3 | Noturno | 80 | ... | ... |
| 5 | 3 | Noturno | 60 | ... | ... |

CURSO

| <u>Cod_Curso</u> | Nome_Curso | Cod_departamento |
|------------------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ciência da Computação | 2 |
| 2 | Engenharia de Software | 2 |
| 3 | Engenharia de Computação | 2 |



Possíveis violações para cada operação

- **INSERT pode violar várias restrições:**

- Integridade referencial:

- Se o **valor da chave estrangeira** na nova tupla não existir como chave primária da relação referenciada

- Exemplo: tentar inserir na tabela TURMA a tupla $t=(6, 4, \text{"Noturno"}, 35, 10/10/2010, 10/10/2015)$

TURMA

| <u>Cod_Turma</u> | Cod_Curso | Período | Num_alunos | Dt_inicio | Dt_fim |
|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | Matutino | 50 | 01/10/2015 | 01/10/2020 |
| 2 | 1 | Vespertino | 20 | 01/08/2018 | 01/08/2022 |
| 3 | 2 | Matutino | 40 | ... | ... |
| 4 | 3 | Noturno | 80 | ... | ... |
| 5 | 3 | Noturno | 60 | ... | ... |

CURSO

| <u>Cod_Curso</u> | Nome_Curso | Cod_departamento |
|------------------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ciência da Computação | 2 |
| 2 | Engenharia de Software | 2 |
| 3 | Engenharia de Computação | 2 |



Possíveis violações para cada operação

- **DELETE pode violar somente a restrição de integridade referencial:**
 - Se o valor da **chave primária da tupla que está sendo excluída estiver sendo referenciada por uma tupla de outra relação no BD.**
 - Pode ser contornado por várias ações: RESTRICT, CASCADE, SET NULL
 - RESTRICT: rejeita a ação de DELETE
 - Exemplo: ao tentar apagar na tabela CURSO a tupla t=(1, “Ciência da Computação”, 2) o BD rejeita a operação pois há referência na tabela TURMA

TURMA

| <u>Cod_Turma</u> | Cod_Curso | Período | Num_alunos | Dt_inicio | Dt_fim |
|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | Matutino | 50 | 01/10/2015 | 01/10/2020 |
| 2 | 1 | Vespertino | 20 | 01/08/2018 | 01/08/2022 |
| 3 | 2 | Matutino | 40 | ... | ... |
| 4 | 3 | Noturno | 80 | ... | ... |
| 5 | 3 | Noturno | 60 | ... | ... |

CURSO

| <u>Cod_Curso</u> | Nome_Curso | Cod_departamento |
|------------------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ciência da Computação | 2 |
| 2 | Engenharia de Software | 2 |
| 3 | Engenharia de Computação | 2 |



Possíveis violações para cada operação

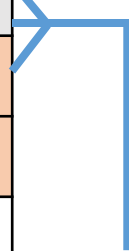
- Pode ser contornado por várias ações: RESTRICT, CASCADE, SET NULL
 - CASCADE: Propaga para as tuplas referenciadas
 - Exemplo: ao tentar apagar na tabela CURSO a tupla t=(1, “Ciência da Computação”, 2) o BD apagará as tuplas referenciadas na tabela TURMA

TURMA

| <u>Cod_Turma</u> | Cod_Curso | Período | Num_alunos | Dt_inicio | Dt_fim |
|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | Matutino | 50 | 01/10/2015 | 01/10/2020 |
| 2 | 1 | Vespertino | 20 | 01/08/2018 | 01/08/2022 |
| 3 | 2 | Matutino | 40 | ... | ... |
| 4 | 3 | Noturno | 80 | ... | ... |
| 5 | 3 | Noturno | 60 | ... | ... |

CURSO

| <u>Cod_Curso</u> | Nome_Curso | Cod_departamento |
|------------------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ciência da Computação | 2 |
| 2 | Engenharia de Software | 2 |
| 3 | Engenharia de Computação | 2 |



Possíveis violações para cada operação

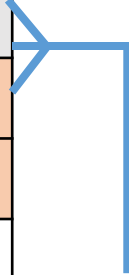
- Pode ser contornado por várias ações: RESTRICT, CASCADE, SET NULL
 - SET NULL: Seta NULL para as tuplas que referenciam-na (quando possível)
 - Exemplo: ao tentar apagar a tupla t=(1, “Ciência da Computação”, 2) o BD seta para NULL as referências e apaga a tupla desejada

TURMA

| <u>Cod_Turma</u> | Cod_Curso | Período | Num_alunos | Dt_inicio | Dt_fim |
|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | NULL | Matutino | 50 | 01/10/2015 | 01/10/2020 |
| 2 | NULL | Vespertino | 20 | 01/08/2018 | 01/08/2022 |
| 3 | 2 | Matutino | 40 | ... | ... |
| 4 | 3 | Noturno | 80 | ... | ... |
| 5 | 3 | Noturno | 60 | ... | ... |

CURSO

| <u>Cod_Curso</u> | Nome_Curso | Cod_departamento |
|------------------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ciência da Computação | 2 |
| 2 | Engenharia de Software | 2 |
| 3 | Engenharia de Computação | 2 |



Possíveis violações para cada operação

- **DELETE pode violar somente a restrição de integridade referencial:**
 - CASCADE, RESTRICT e SET NULL
 - Deve ser especificada durante o projeto do BD para cada restrição de integridade referencial

(Modelagem Física)



Possíveis violações para cada operação

- **UPDATE pode violar a restrição de domínio e NOT NULL sobre um atributo modificado**

- **Domínio**

- Exemplo: ao tentar atualizar na tabela CURSO com o valor **Cod_departamento="FACOM"** para o **Cod_curso=1**

- **NOT NULL**

- Exemplo: considerando que o Cod_departamento na tabela CURSO foi definido pelo projetista como **NOT NULL**
 - Exemplo: ao tentar atualizar na tabela CURSO com o valor **Cod_departamento="NULL"** para o **Cod_curso=1**

TURMA

| <u>Cod_Turma</u> | Cod_Curso | Período | Num_alunos | Dt_inicio | Dt_fim |
|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | Matutino | 50 | 01/10/2015 | 01/10/2020 |
| 2 | 1 | Vespertino | 20 | 01/08/2018 | 01/08/2022 |
| 3 | 2 | Matutino | 40 | ... | ... |
| 4 | 3 | Noturno | 80 | ... | ... |
| 5 | 3 | Noturno | 60 | ... | ... |

CURSO

| <u>Cod_Curso</u> | Nome_Curso | Cod_departamento |
|------------------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ciência da Computação | 2 |
| 2 | Engenharia de Software | 2 |
| 3 | Engenharia de Computação | 2 |











Notação – modelo lógico

Charles Willian Bachman

•Setas

- A notação de Bachman teve uma derivação gráfica que ficou conhecida como notação de setas.



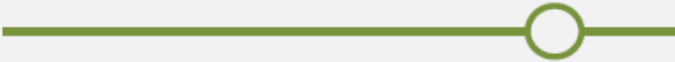
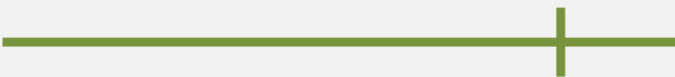
| Cardinalidade | Notação original de Bachman | Notação de Setas |
|---------------|--|---|
| 1 : 1 |  |  |
| 1 : N |  |  |
| N : 1 |  |  |
| M : N |  |  |



Notação – modelo lógico

James Martin

• Notação Pé de Galinha





| Cardinalidade | Representação |
|---------------|---|
| N |  |
| 1 |  |
| Opcional |  |
| Obrigatório |  |



Notação – modelo lógico

James Martin

• Notação Pé de Galinha

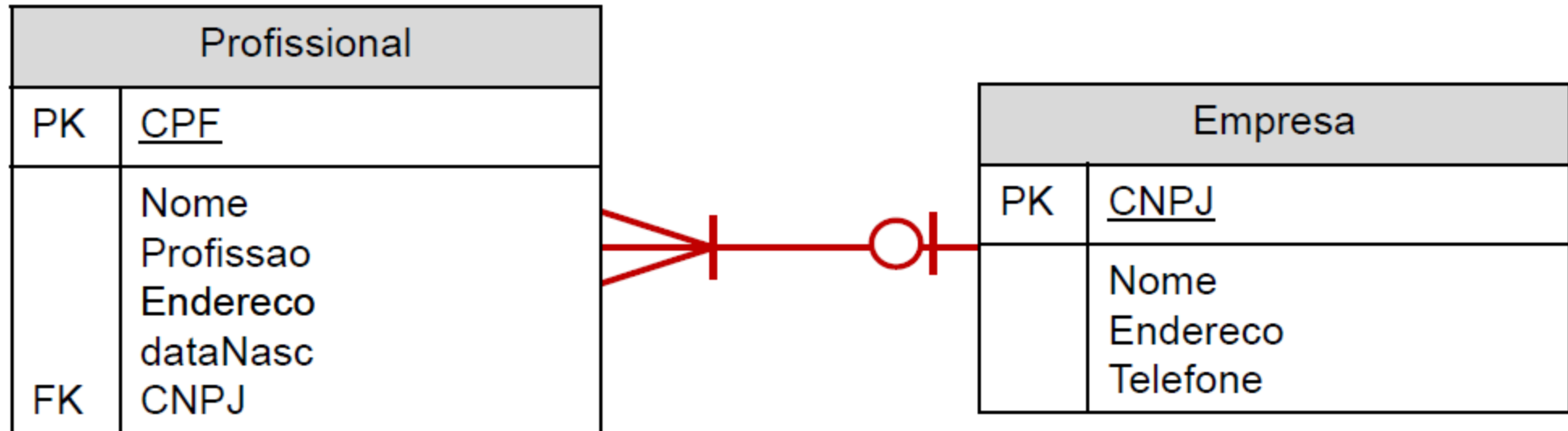
| Restrições | Representação |
|------------|---|
| (1,1) |  |
| (1,N) |  |
| (0,1) |  |
| (0,N) |  |



Notação – modelo lógico

James Martin

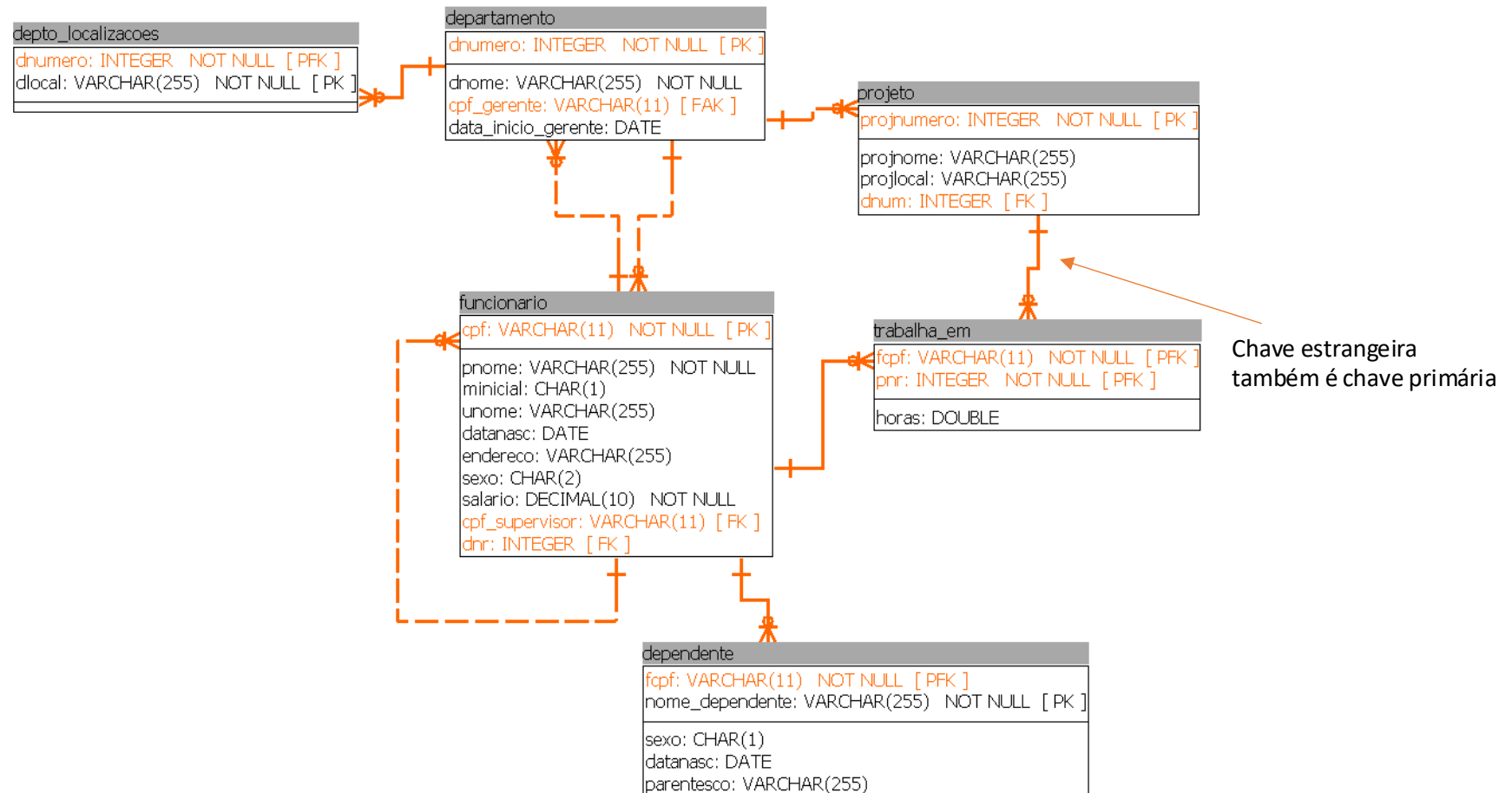
- **Notação Pé de Galinha**



Notação – modelo lógico

James Martin

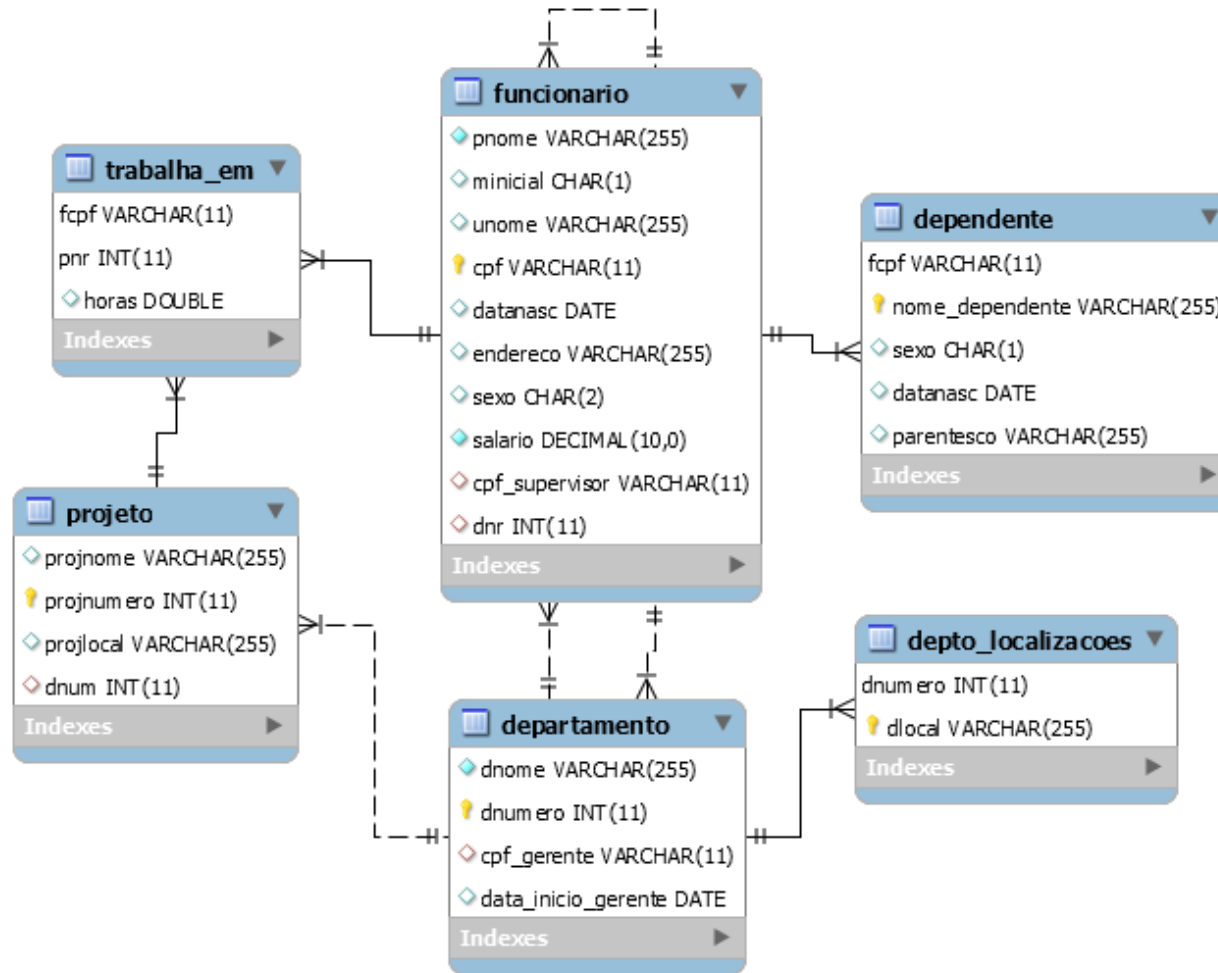
• Notação Pé de Galinha – Empresa



Notação – modelo lógico

James Martin

• Notação Pé de Galinha – Empresa



Resumo

