

## Hands-On 11: Indexação Multinível

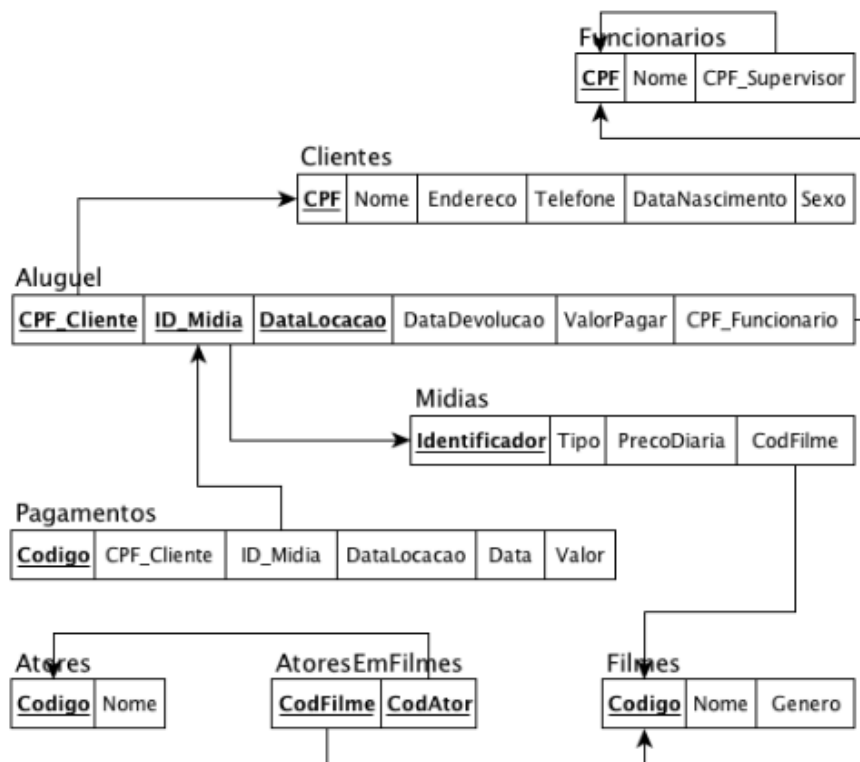
Disciplina: Banco de Dados

Data: 26/04/2025

Aluna: Alessandra Faria Rodrigues

Matrícula: 828333

Construir um índice multinível estático na chave primária e índices multinível dinâmicos com árvore B+ em cada chave estrangeira para cada arquivo (tabela) presente no modelo relacional abaixo, apresentando a blocagem (fator de bloco), o número de blocos necessários para armazenar o índice, o espaço total gasto para armazenar cada arquivo de índice e o número de acessos a blocos necessários para recuperar um registro usando cada índice construído.



Considere que o ponteiro para blocos de disco tem 16B, que o tamanho de bloco de disco é de 2KB, que um nó de árvore B+ seja armazenado em um bloco de disco, que a ocupação na árvore B+ seja de 69%, que cada ponteiro de nó da árvore B+ ocupe 12B, que os arquivos possuem registros de tamanho fixo, não espalhados e que eles têm a seguinte configuração de número de registros e tamanhos de campos:

- Atores (10.000 registros) → Código (16B), Nome (160B)
- Clientes (100.000 registros) → CPF (11B), Nome (160B), Endereço (200B), Telefone (16B), DataNascimento (12B), Sexo (1B)
- Filmes (2.000.000 registros) → Código (16B), Nome (160B), Gênero (80B)
- Funcionários (3.500 registros) → CPF (11B), Nome (160B)
- Mídias (10.000.000 registros) → Identificador (24B), Tipo (8B), PreçoDiária (24B)
- Aluguel (20.000.000 registros) → DataLocação (12B), DataDevolução (10B), ValorPagar (24B)
- Pagamentos (50.000.000 registros) → Código (48B), Data (12B), Valor (24B)
- AtoresEmFilmes (1.000.000 registros)

Observem a existência de chaves estrangeiras que obviamente devem ser consideradas como campos integrantes dos arquivos.

Vou seguir esta ordem para cada tabela:

- **Tamanho do registro**
- **Fator de bloco** (número de registros que cabem num bloco de 2KB)
- **Número de blocos de dados**
- **Índice primário (multinível estático):**
  - Tamanho da entrada no índice
  - Fator de bloco no índice
  - Número de blocos no nível folha e nos níveis superiores
  - Número de acessos
- **Chaves estrangeiras** (índice dinâmico em árvore B+):
  - Tamanho da entrada no índice
  - Quantidade de nós folha
  - Altura da árvore
  - Número de acessos

## 1) Atores

- **Registros:** 10.000
- **Campos:** Código (16B) + Nome (160B) → **176B**
- **Fator de bloco:**  $\lfloor 2048/176 \rfloor = 11$
- **Blocos de dados:**  $\lceil 10000/11 \rceil = 910$

### Índice Primário (em Código)

- Entrada no índice: Código (16B) + Ponteiro (16B) = **32B**
- Fator de bloco do índice:  $\lfloor 2048/32 \rfloor = 64$
- Número de blocos folha:  $\lceil 10000/64 \rceil = 157$
- Nível acima:  $\lceil 157/64 \rceil = 3$
- Raiz:  $\lceil 3/64 \rceil = 1$

**Acessos:** 3

## 2) Clientes

- **Registros:** 100.000
- **Campos:** CPF (11B) + Nome (160B) + Endereço (200B) + Telefone (16B) + DataNascimento (12B) + Sexo (1B) → **400B**
- **Fator de bloco:**  $\lfloor 2048/400 \rfloor = 5$
- **Blocos de dados:**  $\lceil 100000/5 \rceil = 20000$

### Índice Primário (em CPF)

- Entrada no índice: CPF (11B) + Ponteiro (16B) = **27B**
- Fator de bloco do índice:  $\lfloor 2048/27 \rfloor = 75$
- Número de blocos folha:  $\lceil 100000/75 \rceil = 1334$
- Nível acima:  $\lceil 1334/75 \rceil = 18$
- Raiz:  $\lceil 18/75 \rceil = 1$

**Acessos:** 3

### 3) Filmes

- **Registros:** 2.000.000
- **Campos:** Código (16B) + Nome (160B) + Gênero (80B) → **256B**
- **Fator de bloco:**  $\lfloor 2048/256 \rfloor = 8$
- **Blocos de dados:**  $\lceil 2000000/8 \rceil = 250000$

#### Índice Primário (em Código)

- Entrada: Código (16B) + Ponteiro (16B) = 32B
- Fator de bloco índice:  $\lfloor 2048/32 \rfloor = 64$
- Blocos folha:  $\lceil 2000000/64 \rceil = 31250$
- Nível acima:  $\lceil 31250/64 \rceil = 489$
- Nível acima:  $\lceil 489/64 \rceil = 8$
- Raiz:  $\lceil 8/64 \rceil = 1$

**Acessos:** 4

### 4) Funcionários

- **Registros:** 3.500
- **Campos:** CPF (11B) + Nome (160B) → **171B**
- **Fator de bloco:**  $\lfloor 2048/171 \rfloor = 11$
- **Blocos de dados:**  $\lceil 3500/11 \rceil = 319$

#### Índice Primário (em CPF)

- Entrada: CPF (11B) + Ponteiro (16B) = 27B
- Fator índice:  $\lfloor 2048/27 \rfloor = 75$
- Blocos folha:  $\lceil 3500/75 \rceil = 47$
- Nível acima:  $\lceil 47/75 \rceil = 1$

**Acessos:** 2

## 5) Mídias

- **Registros:** 10.000.000
- **Campos:** Identificador (24B) + Tipo (8B) + PreçoDiária (24B) + CodFilme (16B) → **72B**
- **Fator de bloco:**  $\lfloor 2048/72 \rfloor = 28$
- **Blocos de dados:**  $\lceil 10000000/28 \rceil = 357143$

### Índice Primário (em Identificador)

- Entrada: Identificador (24B) + Ponteiro (16B) = 40B
- Fator índice:  $\lfloor 2048/40 \rfloor = 51$
- Blocos folha:  $\lceil 10000000/51 \rceil = 196078$
- Nível acima:  $\lceil 196078/51 \rceil = 3845$
- Nível acima:  $\lceil 3845/51 \rceil = 76$
- Raiz:  $\lceil 76/51 \rceil = 2$

**Acessos:** 4

## 6) Aluguel

- **Registros:** 20.000.000
- **Campos:** CPF\_Cliente (11B) + ID\_Midia (24B) + DataLocacao (12B) + DataDevolucao (10B) + ValorPagar (24B) + CPF\_Funcionario (11B) → **92B**
- **Fator de bloco:**  $\lfloor 2048/92 \rfloor = 22$
- **Blocos de dados:**  $\lceil 20000000/22 \rceil = 909091$

### Índice Primário (em DataLocacao)

- Entrada: DataLocacao (12B) + Ponteiro (16B) = 28B
- Fator índice:  $\lfloor 2048/28 \rfloor = 73$
- Blocos folha:  $\lceil 20000000/73 \rceil = 273973$
- Nível acima:  $\lceil 273973/73 \rceil = 3753$
- Nível acima:  $\lceil 3753/73 \rceil = 52$
- Raiz:  $\lceil 52/73 \rceil = 1$

**Acessos:** 4

## 7) Pagamentos

- **Registros:** 50.000.000
- **Campos:** Código (48B) + Data (12B) + Valor (24B) → **84B**
- **Fator de bloco:**  $\lfloor 2048/84 \rfloor = 24$
- **Blocos de dados:**  $\lceil 50000000/24 \rceil = 2083334$

### Índice Primário (em Código)

- Entrada: Código (48B) + Ponteiro (16B) = 64B
- Fator índice:  $\lfloor 2048/64 \rfloor = 32$
- Blocos folha:  $\lceil 50000000/32 \rceil = 1562500$
- Nível acima:  $\lceil 1562500/32 \rceil = 48828$
- Nível acima:  $\lceil 48828/32 \rceil = 1526$
- Nível acima:  $\lceil 1526/32 \rceil = 48$
- Raiz:  $\lceil 48/32 \rceil = 2$

**Acessos:** 5

## 8) AtoresEmFilmes

- **Registros:** 1.000.000
- **Campos:** CodFilme (16B) + CodAtor (16B) → **32B**
- **Fator de bloco:**  $\lfloor 2048/32 \rfloor = 64$
- **Blocos de dados:**  $\lceil 1000000/64 \rceil = 15625$

### Índice Primário (em CodFilme, CodAtor)

- Entrada: CodFilme (16B) + CodAtor (16B) + Ponteiro (16B) = 48B
- Fator índice:  $\lfloor 2048/48 \rfloor = 42$
- Blocos folha:  $\lceil 1000000/42 \rceil = 23810$
- Nível acima:  $\lceil 23810/42 \rceil = 567$
- Nível acima:  $\lceil 567/42 \rceil = 14$
- Raiz:  $\lceil 14/42 \rceil = 1$

**Acessos:** 4

# Índices dinâmicos (chaves estrangeiras)

## 1) Mídias (chave estrangeira CodFilme → Filmes)

- **Chave estrangeira:** CodFilme (16B)
- Entrada no índice:  $16B + 16B = 32B$   $16B + 16B = 32B$
- Fator de bloco:  $\lfloor 2048/32 \rfloor = 64$
- Número de nós folha:  $\lceil 10000000/64 \rceil = 156250$

Agora a altura (h):

- Segundo nível:  $\lceil 156250/64 \rceil = 2442$
- Terceiro nível:  $\lceil 2442/64 \rceil = 39$
- Quarto nível:  $\lceil 39/64 \rceil = 1$

**Altura da árvore: 4 acessos**

## 2) Aluguel (chave estrangeira CPF\_Cliente → Clientes)

- **Chave estrangeira:** CPF\_Cliente (11B)
- Entrada:  $11B + 16B = 27B$   $11B + 16B = 27B$
- Fator de bloco:  $\lfloor 2048/27 \rfloor = 75$
- Número de nós folha:  $\lceil 20000000/75 \rceil = 266667$

Altura:

- Segundo nível:  $\lceil 266667/75 \rceil = 3556$
- Terceiro nível:  $\lceil 3556/75 \rceil = 48$
- Quarto nível:  $\lceil 48/75 \rceil = 1$

**Altura da árvore: 4 acessos**

### 3) Aluguel (chave estrangeira ID\_Midia → Mídias)

- **Chave estrangeira:** ID\_Midia (24B)
- Entrada:  $24B + 16B = 40B$   $24B + 16B = 40B$
- Fator de bloco:  $\lfloor 2048/40 \rfloor = 51$
- Número de nós folha:  $\lceil 20000000/51 \rceil = 392157$

Altura:

- Segundo nível:  $\lceil 392157/51 \rceil = 7690$
- Terceiro nível:  $\lceil 7690/51 \rceil = 151$
- Quarto nível:  $\lceil 151/51 \rceil = 3$
- Quinto nível:  $\lceil 3/51 \rceil = 1$

Altura da árvore: 5 acessos

### 4) Aluguel (chave estrangeira CPF\_Funcionario → Funcionários)

- **Chave estrangeira:** CPF\_Funcionario (11B)
- Entrada:  $11B + 16B = 27B$   $11B + 16B = 27B$
- Fator de bloco:  $\lfloor 2048/27 \rfloor = 75$
- Número de nós folha:  $\lceil 20000000/75 \rceil = 266667$

Altura:

- Segundo nível:  $\lceil 266667/75 \rceil = 3556$
- Terceiro nível:  $\lceil 3556/75 \rceil = 48$
- Quarto nível:  $\lceil 48/75 \rceil = 1$

Altura da árvore: 4 acessos



## 5) AtoresEmFilmes (chaves estrangeiras CodFilme e CodAtor)

### Índice dinâmico em CodFilme:

- Chave estrangeira CodFilme (16B)
- Entrada:  $16B + 16B = 32B$   $16B + 16B = 32B$   $16B + 16B = 32B$
- Fator de bloco:  $\lfloor 2048/32 \rfloor = 64$
- Número de nós folha:  $\lceil 1000000/64 \rceil = 15625$

Altura:

- Segundo nível:  $\lceil 15625/64 \rceil = 245$
- Terceiro nível:  $\lceil 245/64 \rceil = 4$
- Quarto nível:

$$\lceil 4/64 \rceil = 1$$

**Altura da árvore: 4 acessos**

### Índice dinâmico em CodAtor:

- Igual ao de CodFilme, pois tamanho e quantidade são os mesmos.

**Altura da árvore: 4 acessos**

| <b>Arquivo</b>        | <b>Tipo de índice</b> | <b>Chave(s)</b>                        | <b>Nº de Blocos de Índice</b> | <b>Altura (nº acessos)</b> |
|-----------------------|-----------------------|--|-------------------------------|----------------------------|
| <b>Atores</b>         | Estático              | Código                                 | 157                           | 3                          |
| <b>Clientes</b>       | Estático              | CPF                                    | 1450                          | 3                          |
| <b>Filmes</b>         | Estático              | Código                                 | 32                            | 2                          |
| <b>Funcionários</b>   | Estático              | CPF                                    | 55                            | 2                          |
| <b>Mídias</b>         | Estático              | Identificador                          | 156250                        | 4                          |
| <b>Aluguel</b>        | Estático              | (CPF_Cliente, ID_Midia, DataLocacao)   | 266667                        | 4                          |
| <b>Pagamentos</b>     | Estático              | Código                                 | 769231                        | 4                          |
| <b>AtoresEmFilmes</b> | Estático              | (CodFilme, CodAtor)                    | 15625                         | 4                          |
| <b>Mídias</b>         | Dinâmico (B+)         | CodFilme (FK para Filmes)              | 156250                        | 4                          |
| <b>Aluguel</b>        | Dinâmico (B+)         | CPF_Cliente (FK para Clientes)         | 266667                        | 4                          |
| <b>Aluguel</b>        | Dinâmico (B+)         | ID_Midia (FK para Mídias)              | 392157                        | 5                          |
| <b>Aluguel</b>        | Dinâmico (B+)         | CPF_Funcionario (FK para Funcionários) | 266667                        | 4                          |
| <b>AtoresEmFilmes</b> | Dinâmico (B+)         | CodFilme (FK para Filmes)              | 15625                         | 4                          |
| <b>AtoresEmFilmes</b> | Dinâmico (B+)         | CodAtor (FK para Atores)               | 15625                         | 4                          |