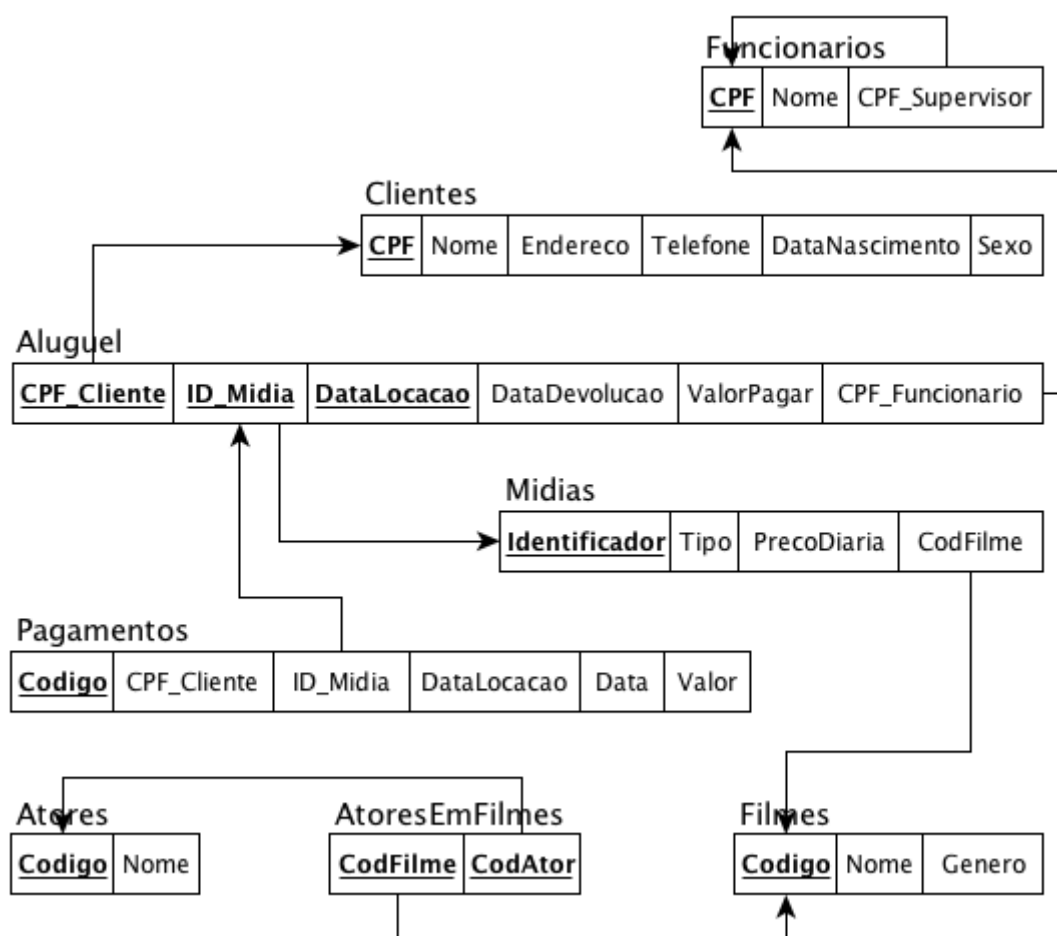


HO10

Enunciado:

Construir um índice primário e índices secundários (para 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 arquivo de índice, o espaço desperdiçado por bloco em cada arquivo de 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 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) → Codigo (16B), Nome (160B)
- Clientes (100.000 registros) → CPF (11B), Nome (160B), Endereco (200B), Telefone (16B), DataNascimento (12B), Sexo (1B)
- Filmes (2.000.000 registros) → Codigo (16B), Nome (160B), Genero (80B)
- Funcionarios (3.500 registros) → CPF (11B), Nome (160B)
- Midias (10.000.000 registros) → Identificador (24B), Tipo (8B), PrecoDiaria (24B)
- Aluguel (20.000.000 registros) → DataLocacao (12B), DataDevolucao (10B), ValorPagar (24B)
- Pagamentos (50.000.000 registros) → Codigo (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.

Respostas:

- **Dados do problema:**
 - Tamanho do Ponteiro: 16B
 - Tamanho do Bloco de Disco: 2KB (ou seja, 2048 Bytes)
- **Formulas que serão usadas:**
 - Tamanho do Registro de Dados (R): Soma dos tamanhos dos campos da tabela.
 - Fator de Bloco do Arquivo de Dados (F): $F = \lfloor \frac{\text{Tamanho do Bloco}}{R} \rfloor$
 - Número de Blocos do Arquivo de Dados (B\$): $B = \lceil \frac{\text{Número de Registros}}{F} \rceil$
 - Tamanho do Registro de Índice ($R_{\text{índice}}$): $R_{\text{índice}} = \text{Tamanho do Campo Indexado} + \text{Tamanho do Ponteiro}$
 - Fator de Bloco do Arquivo de Índice ($F_{\text{índice}}$): $F_{\text{índice}} = \lfloor \frac{\text{Tamanho do Bloco}}{R_{\text{índice}}} \rfloor$
 - Número de Registros do Índice ($r_{\text{índice}}$):
 - Para Índice Primário: $r_{\text{índice}} = B$ (esparso)
 - Para Índice Secundário: $r_{\text{índice}} = \text{Número de Registros da Tabela}$ (denso)
 - Número de Blocos do Arquivo de Índice ($B_{\text{índice}}$): $B_{\text{índice}} = \lceil \frac{r_{\text{índice}}}{F_{\text{índice}}} \rceil$
 - Espaço Desperdiçado por Bloco (em blocos cheios): $\text{Tamanho do Bloco} - (F_{\text{índice}} \times R_{\text{índice}})$
 - Espaço Total do Índice: $B_{\text{índice}} \times \text{Tamanho do Bloco}$
 - Número de Acessos a Bloco: $A = \lceil \log_2(B_{\text{índice}}) \rceil + 1$ (o +1 é para acessar o bloco de dados final). Log de 2 na calculadora -> $\log x / \log 2$

1. Tabela **ATORES**

- DADOS: 10.000 registros. PK: Codigo (16B). Campos: Codigo (16B), Nome (160B).
- **Cálculos do Arquivo de Dados:**
 - $R = 16 + 160 = 176B$
 - $F = \lfloor \frac{2048}{176} \rfloor = 11$
 - $B = \lceil \frac{10000}{11} \rceil = 910$ blocos
- **Índice Primário em **Codigo****
 - $R_{\text{índice}} = 16 + 16 = 32B$
 - $F_{\text{índice}} = \lfloor \frac{2048}{32} \rfloor = 64$
 - $r_{\text{índice}} = 910$
 - $B_{\text{índice}} = \lceil \frac{910}{64} \rceil = 15$ blocos
 - **Blocagem (Fator de Bloco):** 64
 - **Número de Blocos do Índice:** 15
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $2048 - (64 \times 32) = 0B$
 - **Espaço Total do Índice:** $15 \times 2048B = 30.720B$ (30KB)
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(15) \rceil + 1 = 4 + 1 = 5$

2. Tabela **CLIENTES**

- DADOS: 100.000 registros. PK: CPF (11B). Campos: CPF (11B), Nome (160B), Endereco (200B), Telefone (16B), DataNascimento (12B), Sexo (1B).
- **Cálculos do Arquivo de Dados:**
 - $R = 11 + 160 + 200 + 16 + 12 + 1 = 400B$
 - $F = \lfloor \frac{2048}{400} \rfloor = 5$
 - $B = \lceil \frac{100000}{5} \rceil = 20.000$ blocos
- **Índice Primário em CPF**
 - $R_{\text{índice}} = 11 + 16 = 27B$
 - $F_{\text{índice}} = \lfloor \frac{2048}{27} \rfloor = 75$
 - $R_{\text{índice}} = 20.000$
 - $B_{\text{índice}} = \lceil \frac{20000}{75} \rceil = 267$ blocos
 - **Blocagem (Fator de Bloco):** 75
 - **Número de Blocos do Índice:** 267
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $2048 - (75 \times 27) = 23B$
 - **Espaço Total do Índice:** $267 \times 2048B = 546.816B$ (534KB)
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(267) \rceil + 1 = 9 + 1 = 10$

3. Tabela FILMES

- DADOS: 2.000.000 registros. PK: Codigo (16B). Campos: Codigo (16B), Nome (160B), Genero (80B).
- **Cálculos do Arquivo de Dados:**
 - $R = 16 + 160 + 80 = 256B$
 - $F = \lfloor \frac{2048}{256} \rfloor = 8$
 - $B = \lceil \frac{2000000}{8} \rceil = 250.000$ blocos
- **Índice Primário em Código**
 - $R_{\text{índice}} = 16 + 16 = 32B$
 - $F_{\text{índice}} = \lfloor \frac{2048}{32} \rfloor = 64$
 - $R_{\text{índice}} = 250.000$
 - $B_{\text{índice}} = \lceil \frac{250000}{64} \rceil = 3.907$ blocos
 - **Blocagem (Fator de Bloco):** 64
 - **Número de Blocos do Índice:** 3.907
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $2048 - (64 \times 32) = 0B$
 - **Espaço Total do Índice:** $3.907 \times 2048B = 8.001.536B$ (7.63MB)
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(3907) \rceil + 1 = 12 + 1 = 13$

4. Tabela FUNCIONARIOS

- DADOS: 3.500 registros. PK: CPF (11B). FK: CPF_Supervisor (11B). Campos: CPF (11B), Nome (160B), CPF_Supervisor (11B).
- **Cálculos do Arquivo de Dados:**
 - $R = 11 + 160 + 11 = 182B$
 - $F = \lfloor \frac{2048}{182} \rfloor = 11$
 - $B = \lceil \frac{3500}{11} \rceil = 319$ blocos
- **Índice Primário em CPF**
 - $R_{\text{índice}} = 11 + 16 = 27B$
 - $F_{\text{índice}} = \lfloor \frac{2048}{27} \rfloor = 75$
 - $R_{\text{índice}} = 319$
 - $B_{\text{índice}} = \lceil \frac{319}{75} \rceil = 5$ blocos

- **Blocagem (Fator de Bloco):** 75
- **Número de Blocos do Índice:** 5
- **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $\$2048 - (75 \times 27) = 23B\$$
- **Espaço Total do Índice:** $\$5 \times 2048B = 10.240B\$$ (10KB)
- **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(5) \rceil + 1 = 3 + 1 = 4\$$
- **Índice Secundário em CPF_Supervisor**
 - $R_{\text{índice}} = 11 + 16 = 27B\$$
 - $F_{\text{índice}} = \lfloor \frac{2048}{27} \rfloor = 75\$$
 - $r_{\text{índice}} = 3.500\$$
 - $B_{\text{índice}} = \lceil \frac{3500}{75} \rceil = 47\$$ blocos
 - **Blocagem (Fator de Bloco):** 75
 - **Número de Blocos do Índice:** 47
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $\$2048 - (75 \times 27) = 23B\$$
 - **Espaço Total do Índice:** $\$47 \times 2048B = 96.256B\$$ (94KB)
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(47) \rceil + 1 = 6 + 1 = 7\$$

5. Tabela **MIDIAS**

- DADOS: 10.000.000 registros. PK: Identificador (24B). FK: CodFilme (16B). Campos: Identificador (24B), Tipo (8B), PreçoDiaria (24B), CodFilme (16B).
- **Cálculos do Arquivo de Dados:**
 - $R = 24 + 8 + 24 + 16 = 72B\$$
 - $F = \lfloor \frac{2048}{72} \rfloor = 28\$$
 - $B = \lceil \frac{10000000}{28} \rceil = 357.143\$$ blocos
- **Índice Primário em Identificador**
 - $R_{\text{índice}} = 24 + 16 = 40B\$$
 - $F_{\text{índice}} = \lfloor \frac{2048}{40} \rfloor = 51\$$
 - $r_{\text{índice}} = 357.143\$$
 - $B_{\text{índice}} = \lceil \frac{357143}{51} \rceil = 7.003\$$ blocos
 - **Blocagem (Fator de Bloco):** 51
 - **Número de Blocos do Índice:** 7.003
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $\$2048 - (51 \times 40) = 8B\$$
 - **Espaço Total do Índice:** $\$7.003 \times 2048B = 14.342.144B\$$ (13.68MB)
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(7003) \rceil + 1 = 13 + 1 = 14\$$
- **Índice Secundário em CodFilme**
 - $R_{\text{índice}} = 16 + 16 = 32B\$$
 - $F_{\text{índice}} = \lfloor \frac{2048}{32} \rfloor = 64\$$
 - $r_{\text{índice}} = 10.000.000\$$
 - $B_{\text{índice}} = \lceil \frac{10000000}{64} \rceil = 156.250\$$ blocos
 - **Blocagem (Fator de Bloco):** 64
 - **Número de Blocos do Índice:** 156.250
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $\$2048 - (64 \times 32) = 0B\$$
 - **Espaço Total do Índice:** $\$156.250 \times 2048B = 320.000.000B\$$ (305.18MB)
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(156250) \rceil + 1 = 18 + 1 = 19\$$

6. Tabela **ALUGUEL**

- DADOS: 20.000.000 registros. PK: CPF_Cliente (11B), ID_Midia (24B), DataLocacao (12B). FKs: CPF_Cliente, ID_Midia, CPF_Funcionario (11B).
- **Cálculos do Arquivo de Dados:**
 - $\$R = 11 + 24 + 12 + 10 + 24 + 11 = 92B\$$
 - $\$F = \lfloor \frac{2048}{92} \rfloor = 22\$$
 - $\$B = \lceil \frac{20000000}{22} \rceil = 909.091\$ \text{ blocos}$
- **Índice Primário em (CPF_Cliente, ID_Midia, DataLocacao)**
 - $\$R_{\{indice\}} = (11 + 24 + 12) + 16 = 63B\$$
 - $\$F_{\{indice\}} = \lfloor \frac{2048}{63} \rfloor = 32\$$
 - $\$r_{\{indice\}} = 909.091\$$
 - $\$B_{\{indice\}} = \lceil \frac{909091}{32} \rceil = 28.410\$ \text{ blocos}$
 - **Blocagem (Fator de Bloco): 32**
 - **Número de Blocos do Índice: 28.410**
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $\$2048 - (32 \times 63) = 32B\$$
 - **Espaço Total do Índice:** $\$28.410 \times 2048B = 58.183.680B\$ (55.49MB)$
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(28410) \rceil + 1 = 15 + 1 = 16\$$
- **Índice Secundário em CPF_Cliente**
 - $\$R_{\{indice\}} = 11 + 16 = 27B\$$
 - $\$F_{\{indice\}} = \lfloor \frac{2048}{27} \rfloor = 75\$$
 - $\$r_{\{indice\}} = 20.000.000\$$
 - $\$B_{\{indice\}} = \lceil \frac{20000000}{75} \rceil = 266.667\$ \text{ blocos}$
 - **Blocagem (Fator de Bloco): 75**
 - **Número de Blocos do Índice: 266.667**
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $\$2048 - (75 \times 27) = 23B\$$
 - **Espaço Total do Índice:** $\$266.667 \times 2048B = 546.134.016B\$ (520.83MB)$
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(266667) \rceil + 1 = 19 + 1 = 20\$$
- **Índice Secundário em ID_Midia**
 - $\$R_{\{indice\}} = 24 + 16 = 40B\$$
 - $\$F_{\{indice\}} = \lfloor \frac{2048}{40} \rfloor = 51\$$
 - $\$r_{\{indice\}} = 20.000.000\$$
 - $\$B_{\{indice\}} = \lceil \frac{20000000}{51} \rceil = 392.157\$ \text{ blocos}$
 - **Blocagem (Fator de Bloco): 51**
 - **Número de Blocos do Índice: 392.157**
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $\$2048 - (51 \times 40) = 8B\$$
 - **Espaço Total do Índice:** $\$392.157 \times 2048B = 803.137.536B\$ (765.93MB)$
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(392157) \rceil + 1 = 19 + 1 = 20\$$
- **Índice Secundário em CPF_Funcionario**
 - $\$R_{\{indice\}} = 11 + 16 = 27B\$$
 - $\$F_{\{indice\}} = \lfloor \frac{2048}{27} \rfloor = 75\$$
 - $\$r_{\{indice\}} = 20.000.000\$$
 - $\$B_{\{indice\}} = \lceil \frac{20000000}{75} \rceil = 266.667\$ \text{ blocos}$
 - **Blocagem (Fator de Bloco): 75**
 - **Número de Blocos do Índice: 266.667**
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $\$2048 - (75 \times 27) = 23B\$$
 - **Espaço Total do Índice:** $\$266.667 \times 2048B = 546.134.016B\$ (520.83MB)$
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(266667) \rceil + 1 = 19 + 1 = 20\$$

7. Tabela **PAGAMENTOS**

- DADOS: 50.000.000 registros. PK: Codigo (48B). FK: (CPF_Cliente, ID_Midia, DataLocacao).
- **Cálculos do Arquivo de Dados:**
 - $R = 48 + 11 + 24 + 12 + 12 + 24 = 131B$
 - $F = \lfloor \frac{2048}{131} \rfloor = 15$
 - $B = \lceil \frac{50000000}{15} \rceil = 3.333.334$ blocos
- **Índice Primário em **Codigo****
 - $R_{\text{índice}} = 48 + 16 = 64B$
 - $F_{\text{índice}} = \lfloor \frac{2048}{64} \rfloor = 32$
 - $r_{\text{índice}} = 3.333.334$
 - $B_{\text{índice}} = \lceil \frac{3333334}{32} \rceil = 104.167$ blocos
 - **Blocagem (Fator de Bloco): 32**
 - **Número de Blocos do Índice: 104.167**
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $2048 - (32 \times 64) = 0B$
 - **Espaço Total do Índice:** $104.167 \times 2048B = 213.334.016B$ (203.45MB)
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(104167) \rceil + 1 = 17 + 1 = 18$
- **Índice Secundário em **(CPF_Cliente, ID_Midia, DataLocacao)****
 - $R_{\text{índice}} = (11 + 24 + 12) + 16 = 63B$
 - $F_{\text{índice}} = \lfloor \frac{2048}{63} \rfloor = 32$
 - $r_{\text{índice}} = 50.000.000$
 - $B_{\text{índice}} = \lceil \frac{50000000}{32} \rceil = 1.562.500$ blocos
 - **Blocagem (Fator de Bloco): 32**
 - **Número de Blocos do Índice: 1.562.500**
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $2048 - (32 \times 63) = 32B$
 - **Espaço Total do Índice:** $1.562.500 \times 2048B = 3.200.000.000B$ (3.05GB)
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(1562500) \rceil + 1 = 21 + 1 = 22$

8. Tabela **ATORESEMFILMES**

- DADOS: 1.000.000 registros. PK: CodFilme (16B), CodAtor (16B). FKs: CodFilme, CodAtor.
- **Cálculos do Arquivo de Dados:**
 - $R = 16 + 16 = 32B$
 - $F = \lfloor \frac{2048}{32} \rfloor = 64$
 - $B = \lceil \frac{1000000}{64} \rceil = 15.625$ blocos
- **Índice Primário em **(CodFilme, CodAtor)****
 - $R_{\text{índice}} = (16 + 16) + 16 = 48B$
 - $F_{\text{índice}} = \lfloor \frac{2048}{48} \rfloor = 42$
 - $r_{\text{índice}} = 15.625$
 - $B_{\text{índice}} = \lceil \frac{15625}{42} \rceil = 373$ blocos
 - **Blocagem (Fator de Bloco): 42**
 - **Número de Blocos do Índice: 373**
 - **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $2048 - (42 \times 48) = 32B$
 - **Espaço Total do Índice:** $373 \times 2048B = 763.904B$ (746KB)
 - **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(373) \rceil + 1 = 9 + 1 = 10$
- **Índice Secundário em **CodAtor****
 - (Necessário pois o índice primário não otimiza buscas apenas por **CodAtor**)

- $R_{\text{índice}} = 16 + 16 = 32\text{B}$
- $F_{\text{índice}} = \lfloor \frac{2048}{32} \rfloor = 64$
- $r_{\text{índice}} = 1.000.000$
- $B_{\text{índice}} = \lceil \frac{1000000}{64} \rceil = 15.625$ blocos
- **Blocagem (Fator de Bloco):** 64
- **Número de Blocos do Índice:** 15.625
- **Espaço Desperdiçado por Bloco:** $2048 - (64 \times 32) = 0\text{B}$
- **Espaço Total do Índice:** $15.625 \times 2048\text{B} = 32.000.000\text{B}$ (30.52MB)
- **Acessos a Bloco:** $\lceil \log_2(15625) \rceil + 1 = 14 + 1 = 15$