



Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas e Informática

Disciplina: Banco de Dados

Atividade: HO11: Indexação Multinível

Prof.: Wladimir Cardoso Brandão

Nome: Davi Cândido de Almeida _857859

Entrega:

- Construir um Índice Multinível Estático na PK e secundário (para cada chave estrangeira) para cada arquivo (tabela)
- Fator de bloco
 - $F = \text{ piso}(t/r)$
- nº de blocos necessários para armazenar o arquivo de índice
 - $B = \text{ teto}(n/t)$
- Espaço desperdiçado por bloco em cada arquivo de índice
 - $U = t - (F \times r)$
- Espaço total gasto para armazenar cada arquivo de índice
 - $B \times 2K$
- nº de acessos a blocos necessários para recuperar um registro usando cada índice construído
 - $A = \text{ teto}(\log_2 B)$
 - +1 Acesso para recuperar o registro no arquivo indexado

Obs: Blocos de 2KB -> 2048B

Ponteiro para bloco: 16B

Ocupação da árvore B+: 69%

Ponteiro de nó: 12B

Cada cálculo de arquivo (tabela) está em uma página diferente do documento

1) Cálculos

Atores (10.000 registros)

Codigo (16B) + Nome (160B)

- **Índice Multinível Estático na PK: Código(16B) + Ponteiro(16B)**
 - Fator de bloco
 $r = 32 \text{ B}$
 $t = 2048$
Logo será : $F = \text{ piso}(2048\text{B}/32 \text{ B}) = 64$
 - N° de Blocos
 $n = 910$
 $F = 64$
Logo será: $\text{BM1} = 910/64 = \text{teto}(14,22) = 15$
 $\text{BM2} = 15/64 = \text{teto}(0,23) = 1$
 - Consumo de espaço = $(15 + 1) \times 2 \text{ kB} = 32 \text{ KB}$
 $32 \text{ KB} / 1024 = 0,031 \text{ MB}$
 - N° de acessos
 $A = \text{teto}(\log_{64} 910) = \text{teto}(1,638) = 2 + 1 = 3$

Cientes (100.000 registros)

CPF (11B) + Nome (160B) + Endereco (200B) + Telefone (16B) + DataNascimento (12B) + Sexo (1B)

- **Índice Multinível Estático na PK: CPF(11B) + **Ponteiro(16B)****
 - Fator de bloco
 $r = 27 \text{ B}$
 $t = 2048$
Logo será : $F = \text{piso}(2048 \text{ B} / 27 \text{ B}) = \text{piso}(75.85) = 75$
 - N° de Blocos
 $n = 20.000$
 $F = 75$
Logo será: $BM1 = 20.000 / 75 = \text{teto}(266,666) = 267$
 $BM2 = 267 / 75 = \text{teto}(3,56) = 4$
 $BM3 = 4 / 75 = \text{teto}(0,05) = 1$
 - Consumo de espaço = $(267 + 4 + 1) \times 2 \text{ kB} = 544 \text{ KB}$
 $544 \text{ KB} / 1024 = 0,531 \text{ MB}$
 - N° de acessos
 $A = \text{teto}(\log_{75} 20.000) = \text{teto}(2,293) = 3 + 1 = 4$

Filmes (2.000.000 registros)

Codigo (16B) + Nome (160B) + Genero (80B)

- **Índice Multinível Estático na PK: Codigo(16B) + Ponteiro(16B)**
 - Fator de bloco
 $r = 32 \text{ B}$
 $t = 2048$
Logo será : $F = \text{piso}(2048\text{B}/32 \text{ B}) = 64$
 - N° de Blocos
 $n = 250.000$
 $F = 64$
Logo será: $\text{BM1} = 250.000/64 = \text{teto}(3.906,25) = 3.907$
 $\text{BM2} = 3.907/64 = \text{teto}(61,04) = 62$
 $\text{BM3} = 62/64 = \text{teto}(0,96) = 1$
 - Consumo de espaço = $(3.907 + 62 + 1) \times 2 \text{ kB} = 7.940 \text{ KB}$
 $7.940 \text{ KB} / 1024 = 7,75 \text{ MB}$
 - N° de acessos
 $A = \text{teto}(\log_{64} 250.000) = \text{teto}(1,32) = 2 + 1 = 3$

Funcionarios (3.500 registros)

CPF (11B) + Nome (160B) + CPF_Supervisor (11B)

- Índice Multinível Estático na PK e Secundário: CPF(11B) + **Ponteiro(16B)**
CPF_Supervisor(11B) + **Ponteiro(16B)**
 - Fator de bloco
 $r = 27 \text{ B}$
 $t = 2048$
Logo será : $F = \text{ piso}(2048 \text{ B} / 27 \text{ B}) = \text{ piso}(75.85) = 75$
 - Nº de Blocos
 $n = 319$
 $F = 75$
Logo será: $\text{BM1} = 319 / 75 = \text{ teto}(4,25) = 5$
 $\text{BM2} = 5 / 75 = \text{ teto}(0.06) = 1$
 - Consumo de espaço = $(5 + 1) \times 2 \text{ kB} = 12 \text{ KB}$
 $12 \text{ KB} / 1024 = 0,01 \text{ MB}$
 - Nº de acessos
 $A = \text{ teto}(\log_{75} 319) = \text{ teto}(1,335) = 2 + 1 = 3$

Midias (10.000.000 registros)

Identificador (24B) + Tipo (8B) + PreçoDiaria (24B) + **cofFilme (16B)**

- **Índice Multinível Estático na PK e Secundário: Identificador(24B) + Ponteiro(16B)**

- Fator de bloco

$$r = 40 \text{ B}$$

$$t = 2048$$

$$\text{Logo será : } F = \text{piso}(2048 \text{ B} / 40 \text{ B}) = \text{piso}(51,2) = 51$$

- N° de Blocos

$$n = 357.148$$

$$F = 51$$

$$\text{Logo será: } BM1 = 357.148 / 51 = \text{teto}(7.002,90) = 7003$$

$$BM2 = 7003 / 51 = \text{teto}(137,31) = 138$$

$$BM3 = 138 / 51 = \text{teto}(2,705) = 3$$

$$BM4 = 3 / 51 = \text{teto}(0,05) = 1$$

- Consumo de espaço = $(7003 + 138 + 3 + 1) \times 2 \text{ kB} = 14.290 \text{ KB}$

$$14.290 \text{ KB} / 1024 = 13,95 \text{ MB}$$

- N° de acessos

$$A = \text{teto}(\log_{51} 357.148) = \text{teto}(3,251) = 4 + 1 = 5$$

- **Índice Multinível Dinâmicos (B+ Tree) na FK: cofFilme (16B) + Ponteiro(16B)**

- Fator de bloco

$$r = 32 \text{ B}$$

$$t = 2048$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto}(2048 \text{ B} - 12 / 32 \text{ B}) = \text{teto}(63,62) = 64$$

$$\text{Logo será : } F = \text{piso}(64 \times 0,69) = \text{piso}(44,16) = 44$$

- N° de Blocos

$$n = 10.000.000$$

$$F = 44$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto}(2048 \text{ B} - 12 / 16 + 12 \text{ B}) = \text{piso}(72,71) = 72$$

$$\text{Logo será blocos: } Bb+ = 10.000.000 / 44 = \text{teto}(227.272,72) = 227.273$$

$$h = \text{teto}(\log_{72} 10.000.000) = \text{teto}(3,76) = 4$$

$$\text{Nos blocos} = \text{teto}(227.273 / \text{teto}(72 \times 0,69 + 4)) = \text{teto}(4233,84) = 4234$$

- Consumo de espaço = $227.273 + 4.234 \times 2 \text{ kB} = 463.014 \text{ KB}$

$$463.014 \text{ KB} / 1024 = 452,162 \text{ MB}$$

- N° de acessos

$$A = h + 1 = 4 + 1 = 5$$

Aluguel (20.000.000 registros)

CPF_Cliente (11B) + ID_Midia(24B) + DataLocacao (12B) + DataDevolucao (10B),
ValorPagar (24B) + CPF_Funcionario (11B)

- **Índice Multinível Estático na PK:** CPF_Cliente (11B) + ID_Midia(24B) + DataLocacao (12B) + **Ponteiro(16B)**

- Fator de bloco

$$r = 63 \text{ B}$$

$$t = 2048$$

$$\text{Logo será : } F = \text{piso}(2048 \text{ B} / 63 \text{ B}) = \text{piso}(32,50) = 32$$

- N° de Blocos

$$n = 909.091$$

$$F = 32$$

$$\text{Logo será: } BM1 = 909.091 / 32 = \text{teto}(28.409,09) = 28.410$$

$$BM2 = 28.410 / 32 = \text{teto}(887,81) = 888$$

$$BM3 = 888 / 32 = \text{teto}(27,75) = 28$$

$$BM4 = 28 / 32 = \text{teto}(0,875) = 1$$

- Consumo de espaço = $(28.410 + 888 + 28 + 1) \times 2 \text{ kB} = 58.654 \text{ KB}$
 $58.654 \text{ KB} / 1024 = 57,28 \text{ MB}$

- N° de acessos

$$A = \text{teto}(\log_{32} 909.091) = \text{teto}(3,959) = 4 + 1 = 5$$

- **Índice Multinível Dinâmicos (B+ Tree) na FK:** CPF_Cliente (11B) + **Ponteiro(16B)**

- Fator de bloco

$$r = 27 \text{ B}$$

$$t = 2048$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto}((2048 \text{ B} - 12) / 27 \text{ B}) = \text{teto}(75,40) = 76$$

$$\text{Logo será : } F = \text{piso}(76 \times 0.69) = \text{piso}(52,44) = 52$$

- N° de Blocos

$$n = 20.000.000$$

$$F = 75$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto}((2048 \text{ B} - 12) / 11 + 12 \text{ B}) = \text{piso}(88,52) = 88$$

$$\text{Logo será blocos: } Bb+ = 20.000.000 / 88 = \text{teto}(227.272,72) = 227.273$$

$$h = \text{teto}(\log_{88} 20.000.000) = \text{teto}(3.75) = 5$$

$$\text{Nos blocos} = \text{teto}(227.273 / \text{teto}(88 \times 0.69 + 5)) = \text{teto}(3458,201) = 3458$$

- Consumo de espaço = $(227.273 + 3458) \times 2 \text{ kB} = 230.731 \text{ KB}$
 $230.731 \text{ KB} / 1024 = 225,32 \text{ MB}$

- N° de acessos

$$A = h + 1 = 5 + 1 = 6$$

- **Índice Multinível Dinâmicos (B+ Tree) na FK: ID_Midia (24B) + Ponteiro(16B)**

- Fator de bloco

$$r = 40 \text{ B}$$

$$t = 2048$$

$$\text{Logo será : } F = \text{piso}(2048 \text{ B} / 40 \text{ B}) = \text{piso}(51.2) = 51$$

- N° de Blocos

$$n = 20.000.000$$

$$F = 51$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto}((2048 \text{ B} - 12) / 24 + 12 \text{ B}) = \text{piso}(56,55) = 56$$

$$\text{Logo será blocos: } Bb+ = 20.000.000 / 56 = \text{teto}(357.142,85) = 357.143$$

$$h = \text{teto}(\log_{56} 20.000.000) = \text{teto}(4.17) = 5$$

$$\text{Nos blocos} = \text{teto}(357.143 / \text{teto}(56 \times 0.69 + 5)) = \text{teto}(8183,84) = 8184$$

- Consumo de espaço = $(357.143 + 8184) \times 2 \text{ kB} = 365.327 \text{ KB}$

$$365.327 \text{ KB} / 1024 = 356,76 \text{ MB}$$

- N° de acessos

$$A = h + 1 = 5 + 1 = 6$$

- **Índice Multinível Dinâmicos (B+ Tree) na FK: CPF_Funcionario (11B) + Ponteiro(16B)**

- Fator de bloco

$$r = 27 \text{ B}$$

$$t = 2048$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto}(2048 \text{ B} - 12 / 27 \text{ B}) = \text{teto}(75,40) = 76$$

$$\text{Logo será : } F = \text{piso}(76 \times 0.69) = \text{piso}(52,44) = 52$$

- N° de Blocos

$$n = 20.000.000$$

$$F = 75$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto}((2048 \text{ B} - 12) / 11 + 12 \text{ B}) = \text{piso}(88,52) = 88$$

$$\text{Logo será blocos: } Bb+ = 20.000.000 / 88 = \text{teto}(227.272,72) = 227.273$$

$$h = \text{teto}(\log_{88} 20.000.000) = \text{teto}(3.75) = 5$$

$$\text{Nos blocos} = \text{teto}(227.273 / \text{teto}(88 \times 0.69 + 5)) = \text{teto}(3458,201) = 3458$$

- Consumo de espaço = $(227.273 + 3458) \times 2 \text{ kB} = 230731 \text{ KB}$

$$230731 \text{ KB} / 1024 = 225,32 \text{ MB}$$

- N° de acessos

$$A = h + 1 = 5 + 1 = 6$$

Pagamentos (50.000.000 registros)

Codigo (48B) + CPF_Cliente (11B) + ID_Midia (24B) + DataLocacao (12B) + Data (12B), Valor (24B)

- **Índice Multinível Estático na PK: Codigo (48B) + Ponteiro(16B)**
 - Fator de bloco
 $r = 64 \text{ B}$
 $t = 2048$
Logo será : $F = \text{piso}(2048 \text{ B} / 64 \text{ B}) = \text{piso}(32) = 32$
 - N° de Blocos
 $n = 15.625$
 $F = 32$
Logo será: $BM1 = 15.625 / 32 = \text{teto}(488,28) = 499$
 $BM2 = 499 / 32 = \text{teto}(15,59) = 16$
 $BM3 = 16 / 32 = \text{teto}(0,5) = 1$
 - Consumo de espaço = $(499 + 16 + 1) \times 2 \text{ kB} = 1032 \text{ KB}$
 $1032 \text{ KB} / 1024 = 1,00 \text{ MB}$
 - N° de acessos
 $A = \log_{32} 15.625 = \text{teto}(2,786) = 3 + 1 = 4$
- **Índice Multinível Dinâmicos (B+ Tree) na FK: CPF_Cliente (11B) + Ponteiro(16B)**
 - Fator de bloco
 $r = 27 \text{ B}$
 $t = 2048$
Elementos por nó = $\text{teto}(2048 \text{ B} - 12 / 27 \text{ B}) = \text{teto}(75,40) = 76$
Logo será : $F = \text{piso}(76 \times 0.69) = \text{piso}(52,44) = 52$
 - N° de Blocos
 $n = 50.000.000$
 $F = 75$
Elementos por nó = $\text{teto}((2048 \text{ B} - 12) / 11 + 12 \text{ B}) = \text{piso}(88,52) = 88$
Logo será blocos: $Bb+ = 50.000.000 / 88 = \text{teto}(568181,81) = 568182$
 $h = \text{teto}(\log_{88} 50.000.000) = \text{teto}(3.95) = 4$
Nos blocos = $\text{teto}(568182 / \text{teto}(88 \times 0.69 + 4)) = \text{teto}(8.779,079) = 8.780$
 - Consumo de espaço = $(568182 + 8.780) \times 2 \text{ kB} = 576962 \text{ KB}$
 $576962 \text{ KB} / 1024 = 563,43 \text{ MB}$
 - N° de acessos
 $A = h + 1 = 4 + 1 = 5$

- Índice Multinível Dinâmicos (B+ Tree) na FK: ID_Midia (24B) + Ponteiro(16B)

- Fator de bloco

$$r = 40 \text{ B}$$

$$t = 2048$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto} (2048 \text{ B} - 12 / 40 \text{ B}) = \text{teto} (50,9) = 51$$

$$\text{Logo será : } F = \text{piso}(51 \times 0.69) = \text{piso}(35,19) = 35$$

- N° de Blocos

$$n = 50.000.000$$

$$F = 51$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto} ((2048 \text{ B} - 12) / 24 + 12 \text{ B}) = \text{piso}(56,55) = 57$$

$$\text{Logo será blocos: } Bb+ = 50.000.000 / 57 = \text{teto}(877.192,98) =$$

$$877.193$$

$$h = \text{teto}(\log_{57} 50.000.000) = \text{teto} (4.38) = 5$$

$$\text{Nos blocos} = \text{teto}(877.193 / \text{teto} (88 \times 0.69 + 5)) = \text{teto} (13.347,42) = 13.348$$

- Consumo de espaço = $(877.193 + 13.348) \times 2 \text{ kB} = 890541 \text{ KB}$
 $890541 \text{ KB} / 1024 = 869,66 \text{ MB}$

- N° de acessos

$$A = h + 1 = 5 + 1 = 6$$

AtoresEmFilmes (1.000.000 registros)

Codfilme (16B) + CodAtor (16B)

- Índice Multinível Estático na PK: CodFilme (16B) + CodAtor (16B) + **Ponteiro(16B)**

- Fator de bloco

$$r = 48 \text{ B}$$

$$t = 2048$$

$$\text{Logo será o piso de: } F = 2048\text{B}/48\text{B} = 42,666 = 42$$

- Nº de Blocos

$$n = 1.000.000$$

$$F = 42$$

$$\text{Logo será o teto de: } B = 1.000.000/42 = 23.809,523 = 23.810$$

- Consumo de espaço = $23.810 \times 2\text{k} = 47.620 \text{ KB}$

$$47.620 \text{ KB} / 1024 = 46,50 \text{ MB}$$

- Nº de acessos

$$A = \log_2 23.810 = \text{teto}(14.539) = 15 + 1 = 16$$

- Índice Multinível Dinâmicos (B+ Tree) na FK: CodFilme (16B) + **Ponteiro(16B)**

- Fator de bloco

$$r = 32 \text{ B}$$

$$t = 2048$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto} (2048 \text{ B} - 12 / 32 \text{ B}) = \text{teto} (63,62) = 64$$

$$\text{Logo será : } F = \text{piso} (64 \times 0.69) = \text{piso} (44,16) = 44$$

- Nº de Blocos

$$n = 1.000.000$$

$$F = 64$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto} (2048 \text{ B} - 12 / 16 + 12 \text{ B}) = \text{piso} (72,71) = 72$$

$$\text{Logo será blocos: } B_{b+} = 1.000.000/44 = \text{teto} (227.27,372) = 22.728$$

$$h = \text{teto} (\log_{72} 1.000.000) = \text{teto} (3,23) = 4$$

$$\text{Nos blocos} = \text{teto} (22.728 / \text{teto} (72 \times 0.69 + 4)) = \text{teto} (423,39) = 424$$

- Consumo de espaço = $(22.728 + 424) \times 2 \text{ kB} = 23152 \text{ KB}$

$$31.250 \text{ KB} / 1024 = 22,60 \text{ MB}$$

- Nº de acessos

$$A = h + 1 = 4 + 1 = 5$$

- Índice Multinível Dinâmicos (B+ Tree) na FK: **CodAtor (16B) + Ponteiro(16B)**

- Fator de bloco

$$r = 32 \text{ B}$$

$$t = 2048$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto} (2048 \text{ B} - 12 / 32 \text{ B}) = \text{teto} (63,62) = 64$$

$$\text{Logo será : } F = \text{piso}(64 \times 0.69) = \text{piso}(44,16) = 44$$

- N° de Blocos

$$n = 1.000.000$$

$$F = 64$$

$$\text{Elementos por nó} = \text{teto} (2048 \text{ B} - 12 / 16 + 12 \text{ B}) = \text{piso} (72,71) = 72$$

$$\text{Logo será blocos: } B_{b+} = 1.000.000 / 44 = \text{teto}(227.27,372) = 227.28$$

$$h = \text{teto}(\log_{72} 1.000.000) = \text{teto} (3,23) = 4$$

$$\text{Nos blocos} = \text{teto}(22.728 / \text{teto} (72 \times 0.69 + 4)) = \text{teto} (423,39) = 424$$

- Consumo de espaço = (22.728 + 424) x 2 kB = 23152 KB

$$31.250 \text{ KB} / 1024 = 22,60 \text{ MB}$$

- N° de acessos

$$A = h + 1 = 4 + 1 = 5$$