

# Organização e Indexação de Dados em Memória Secundária

Disciplina Bancos de Dados II

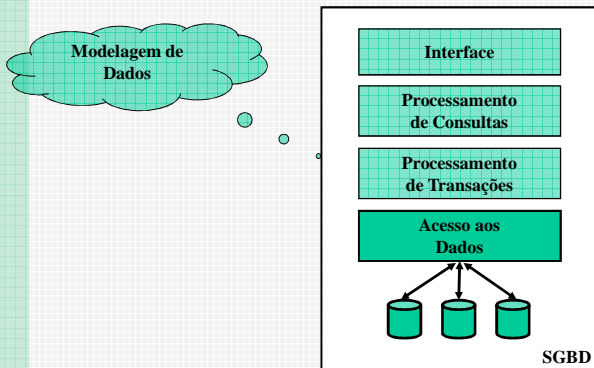
Prof. Renato Fileto

INE/CTC/UFSC

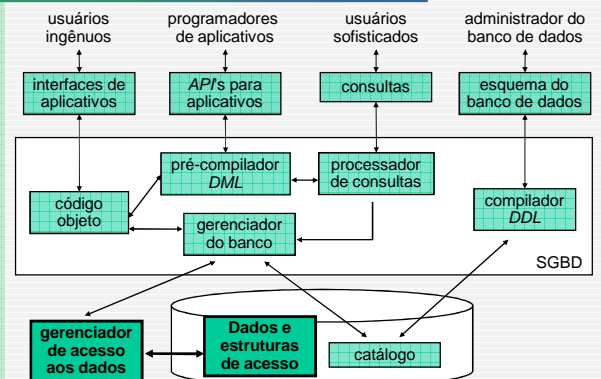
## Tópicos

- Bancos de dados e acesso a memória secundária
- Noções de organização de dados em memória secundária
- Indexação
  - Índices primários
  - Índices de agrupamento (*clustering*)
  - Índices secundários
- Índices em múltiplos níveis
  - B-Trees e B+\_Trees
- Bibliografia e leituras recomendadas
- Lista de exercícios

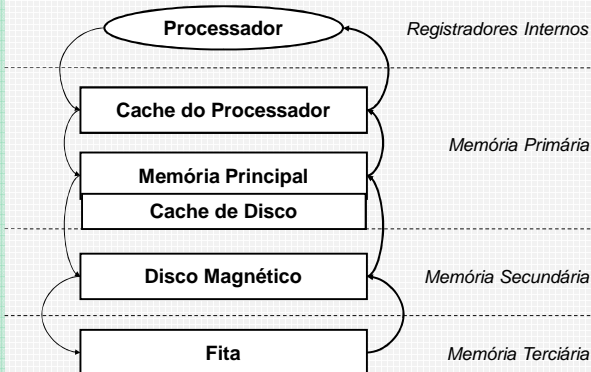
## Acesso a dados em um SGBD



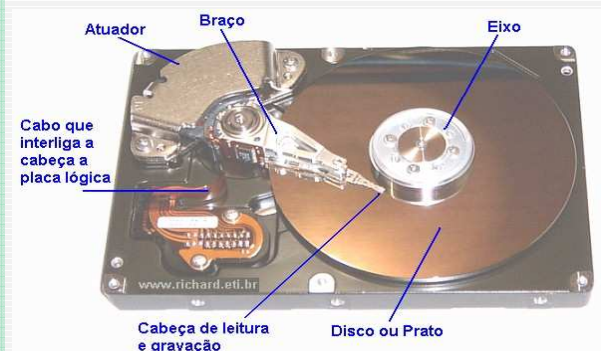
## A arquitetura interna de um SGBD (figura adaptada de Korth & Silberchatz 1994)



## Níveis de armazenamento de dados



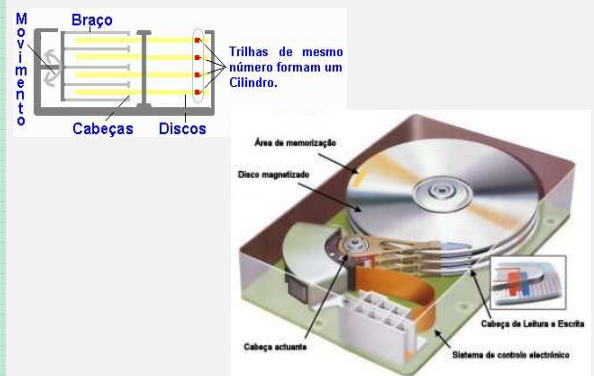
## Um disco simples



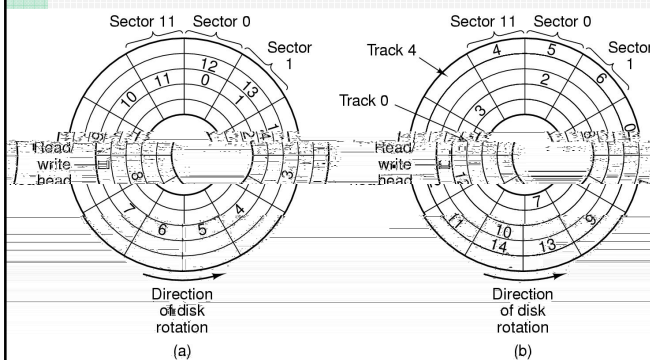
## Trilhas e setores



## Pilha de discos



## Alocação de disco



## Regs. de tabela em páginas de disco

record_id	campno	maketxt	...	cor_action
42009	02E009000	NXT	...	Next will remove the...
13621	02E018000	CATERPILLAR	...	The Dealer will inspect...
42010	02E010000	NEXL	...	Next will notify its custom...
35966	99E039000	APC	...	APS will replace these...
42011	02E010000	NEXL	...	Next will notify its custom...
12927	01T008000	HERCULES	...	These will be replaced...
42012	02E010000	NEXL	...	Next will notify its custom...
35974	99E039000	APC	...	APS will replace these...

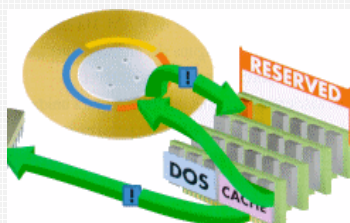
  

record_id	campno	maketxt	...	cor_action
42013	02E010000	NEXT	...	Next will notify its custom...
13654	02T014000	GOODYEAR	...	The Dealer will replace all...
42014	02E010000	NXT	...	Next will notify its custom...
35153	99E019000	D	...	Dealers will inspect their...
42009	02E009000	NEXL	...	Next will remove the...
12924	01T008000	NANKANG	...	Defective tires will be...
41467	01X003000	BRITAX	...	Customers will receive a...
35131	99E017000	MERITOR	...	Meritor will inspect and...

record_id	campno	maketxt	...	cor_action
42054	02V074000	PONTIAC	...	Dealers will properly tight...
41863	02V044000	HYUNDAI	...	Dealers will inspect the...
42139	02V055000	INTERNATIONAL	...	Dealers will inspect the...
41162	02V055000	COUNTRY COACH	...	Dealers will replace the...
42138	02V055000	INTERNATIONAL	...	Dealers will inspect the...
41927	02V055000	COUNTRY COACH	...	Dealers will replace the...
42140	02V055000	INTERNATIONAL	...	Dealers will inspect the...
41930	02V055000	COUNTRY COACH	...	Dealers will replace the...

## Cache de disco



- Páginas disponíveis em cache não precisam ser acessadas em disco
- Mas seus valores são perdidos se não gravados em disco antes de ocorrer uma falha

## Análises de tempo de acesso

- Consideram somente o número de páginas recuperadas para atender uma requisição
- Ignoram ganho no acesso a blocos previamente capturados e mantidos na cache de disco
- Fatores relevantes:
  - Número e tamanho dos registros de dados
  - Número de registros armazenados por página de disco
  - Número de páginas de disco ocupadas pelos dados e estruturas de acesso aos mesmos
  - Tempo médio para ler ou escrever uma página

## Exempo de análise

Sejam:

- NroRegs = 30.000
- TamReg = 100 bytes
- TamPag = 1 Kbyte = 1024 bytes

Pode-se calcular:

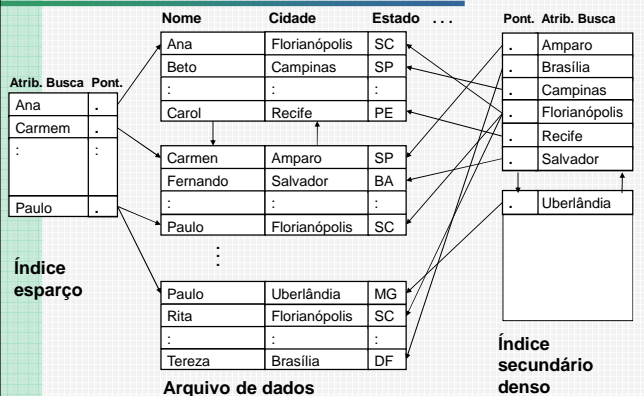
- NroRegsPorPag =  $1024 / 100 = 10$  registros  
(24 bytes inutilizados por página)
- NroPagsOcupadas =  $30.000 / 10 = 3.000$  páginas

**O tempo de acesso depende do tipo de requisição e da estrutura utilizada para a organização e o acesso às páginas de dados**

## Alternativas para organização dos dados em memória secundária

- **Arquivos Heap:** Melhor opção quando o acesso típico é um busca sequencial, sem ordem, recuperando todos registros.
  - Exemplo: um simples arquivo de registros de dados.
- **Arquivos Ordenados:** Melhor opção se os registros devem ser recuperados em alguma ordem, ou quando somente uma porção contígua dos registros ordenados é necessária.
  - Ex.: Arquivo de dados, possivelmente ordenado, além de vários índices.
- **Arquivos Hashed:** Melhor para seleções de igualdade.
  - O arquivo de dados é uma coleção de *buckets*.
  - *Bucket* = uma página primária e possíveis páginas de *overflow*.
  - Função de Hashing:  $h(K)$  = endereço do *bucket* contendo o(s) registro(s) com o valor de busca  $K$ .
  - Não é adequado para acesso sequencial ordenado.

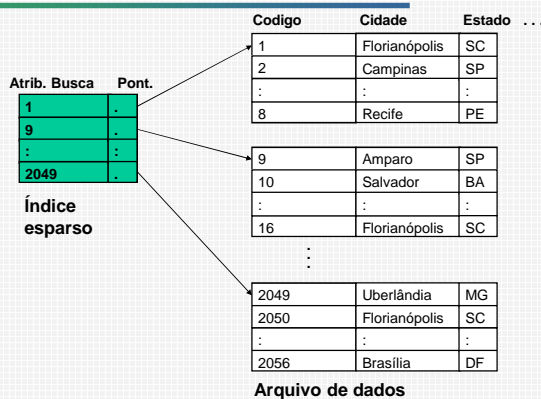
## Indexação



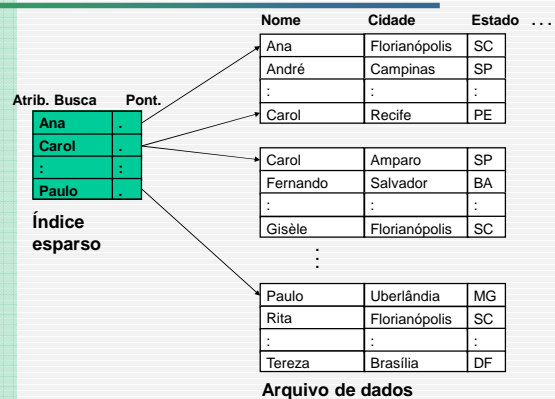
## Tipos de índices

- **Índice primário:** ordenação, inclusive dos dados, pela chave primária
  - Esparso
  - Máxima eficiência
- **Índice de agrupamento (*clustering index*):** ordenação, inclusive dos dados, por atributo(s) não chave (que pode(m) ter valores repetidos)
  - Esparso
  - Eficiência próxima à do índice primário
- **Índices secundários:** ordenações distintas (auxiliares)
  - Densos
  - Menos eficientes que os anteriores, porém muito mais eficientes que busca sequencial

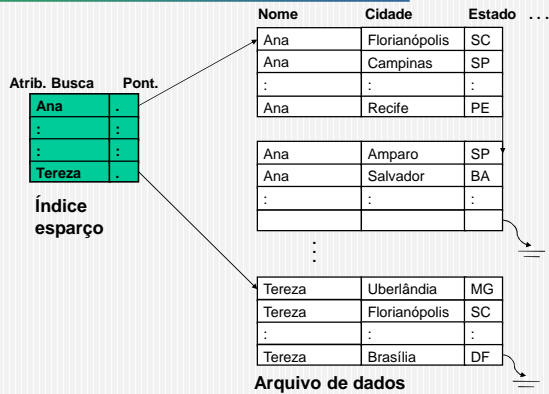
## Índice primário



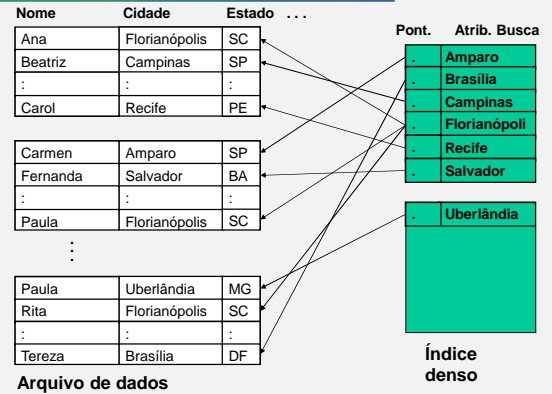
## Índice de agrupamento (*clustering index*)



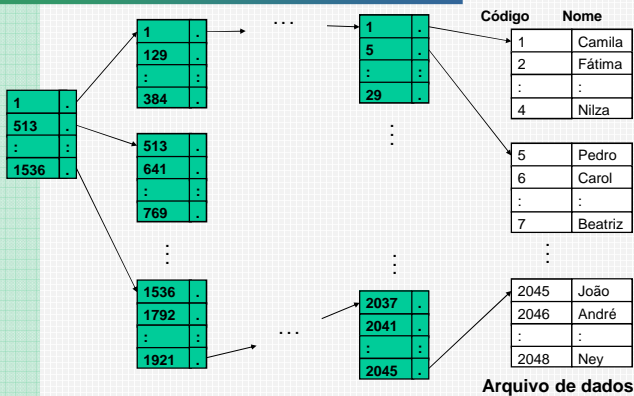
## Índice de agrupamento com blocos para cada valor de busca



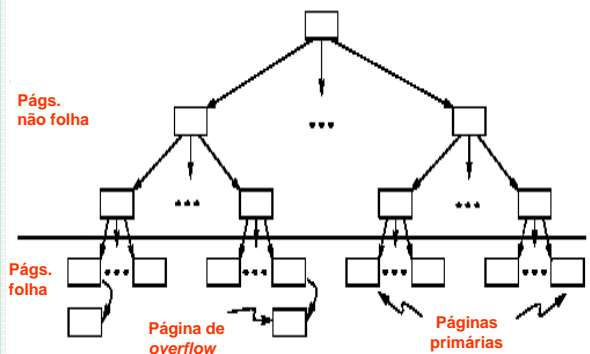
## Índice secundário



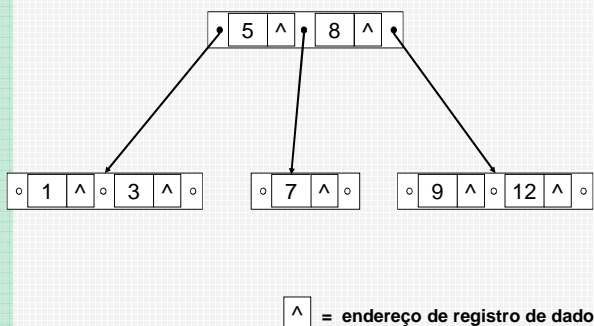
## Índices com múltiplos níveis



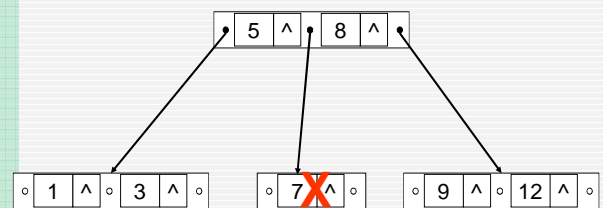
## Estrutura de índice em árvore (figura extraída de Ramakrishnan 1998)



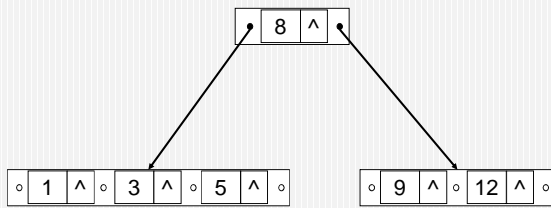
## B-Tree de ordem 3



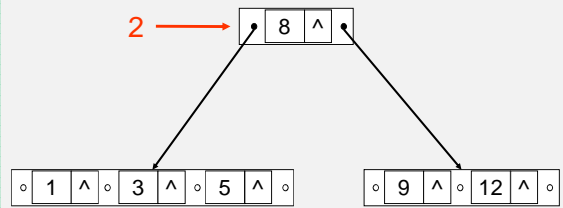
## Remoção na B-Tree



### Possível resultado da remoção



### Inserção na B-Tree



### Possível resultado da inserção

