



# *Arquivos Sequenciais Indexados*

Estrutura de Dados II

Aula 09

Arquivos sequencias  
indexados!

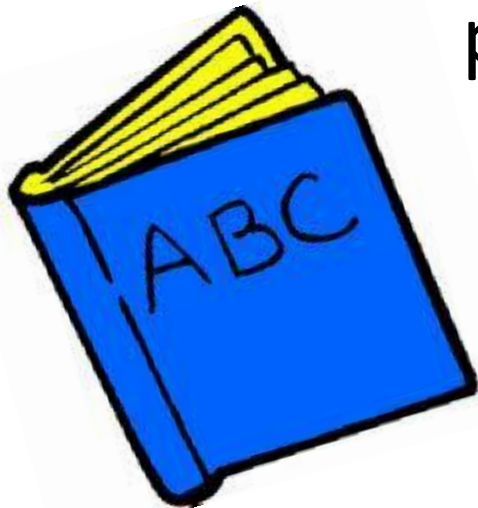


Sabem de que se trata?

Pressupõem algo?

# *Arquivos Sequenciais Indexados*

Com acesso aos dados similar ao que usualmente usamos na consulta a dicionários (de palavras, impressos).



# Arquivos Sequenciais Indexados

## ÍNDICE 1 (*Mestre*)

EXEMPLO

Chave Máxima	Índice 1.1 ( <i>de Cilindro</i> )
395	001
1028	002
1504	003
2150	004
...	

Copiar no quadro.

# Arquivos Sequenciais Indexados

## ÍNDICES 1.1 (*de Cilindro*)

EXEMPLO

001

CHAVE MAXIMA	ÍNDICE 1.1.1 ( <i>de Trilha</i> )
100	010
198	020
247	030
395	040

Copiar no quadro.

002

CHAVE MAXIMA	ÍNDICE 1.1.2 ( <i>de Trilha</i> )
552	050
749	060
933	070
1028	080

Copiar no quadro.

003

CHAVE MAXIMA	ÍNDICE 1.1.3 ( <i>de Trilha</i> )
1110	090
1320	100
1445	110
1504	120

...

# Arquivos Sequenciais Indexados

## EXEMPLO

### ÍNDICE 1 (*Mestre*)

Chave Máxima	Índice 1.1 ( <i>de Cilindro</i> )
395	001
1028	002
1504	003
2150	004
...	

### ÍNDICES 1.1 (*de Cilindro*)

001

CHAVE MAXIMA	ÍNDICE 1.1.1 ( <i>de Trilha</i> )
100	010
198	020
247	030
395	040

002

CHAVE MAXIMA	ÍNDICE 1.1.2 ( <i>de Trilha</i> )
552	050
749	060
933	070
1028	080

003

CHAVE MAXIMA	ÍNDICE 1.1.3 ( <i>de Trilha</i> )
1110	090
1320	100
1445	110
1504	120

Para representar o índice do cilindro 004, qual a chave máxima a ser disposta neste?



# Arquivos Sequenciais Indexados

EXEMPLO

## ÍNDICES 1.1.1 (*de Trilha*)

010

CHAVE MAXIMA	INDICE DE DADOS
25	011
25	-1
50	012
50	-1
75	013
75	-1
100	014
100	-1

020

CHAVE MAXIMA	INDICE DE DADOS
120	021
120	-1
142	022
142	-1
154	023
163	025
198	024
198	-1

070

CHAVE MAXIMA	INDICE DE DADOS
830	071
830	-1
865	072
865	-1
933	073
933	-1

...

...



# Arquivos Sequenciais Indexados

## EXEMPLO

### ÍNDICES 1.1.1 (*de Trilha*)

010

CHAVE MAXIMA	ÍNDICE DE DADOS
25	011
25	-1
50	012
50	-1
75	013
75	-1
100	014
100	-1

020

CHAVE MAXIMA	ÍNDICE DE DADOS
120	021
120	-1
142	022
142	-1
154	023
163	025
198	024
198	-1

...

ÍNDICES 1.1  
(*de Cilindro*)

001

CHAVE MAXIMA	ÍNDICE 1.1.1 ( <i>de Trilha</i> )
100	010
198	020
247	030
395	040

Para representar o índice de trilha 030,  
qual a chave máxima a ser disposta neste?





# Arquivos Sequenciais Indexados

EXEMPLO

## ÁREA PRIMÁRIA (*de Dados*)

011

CHAVE	DADOS
03	DADOS
06	DADOS
07	DADOS
11	DADOS
13	DADOS
15	DADOS
19	DADOS
22	DADOS

012

CHAVE	DADOS
26	DADOS
32	DADOS
33	DADOS
38	DADOS
50	DADOS

...

023

CHAVE	DADOS
143	DADOS
144	DADOS
146	DADOS
147	DADOS
149	DADOS
150	DADOS
151	DADOS
152	DADOS
154	DADOS

# Arquivos Sequenciais Indexados

EXEMPLO

## ÁREA DE EXCEDENTES (*de Dados*)

025

CHAVE	DADOS
155	DADOS
162	DADOS
163	DADOS

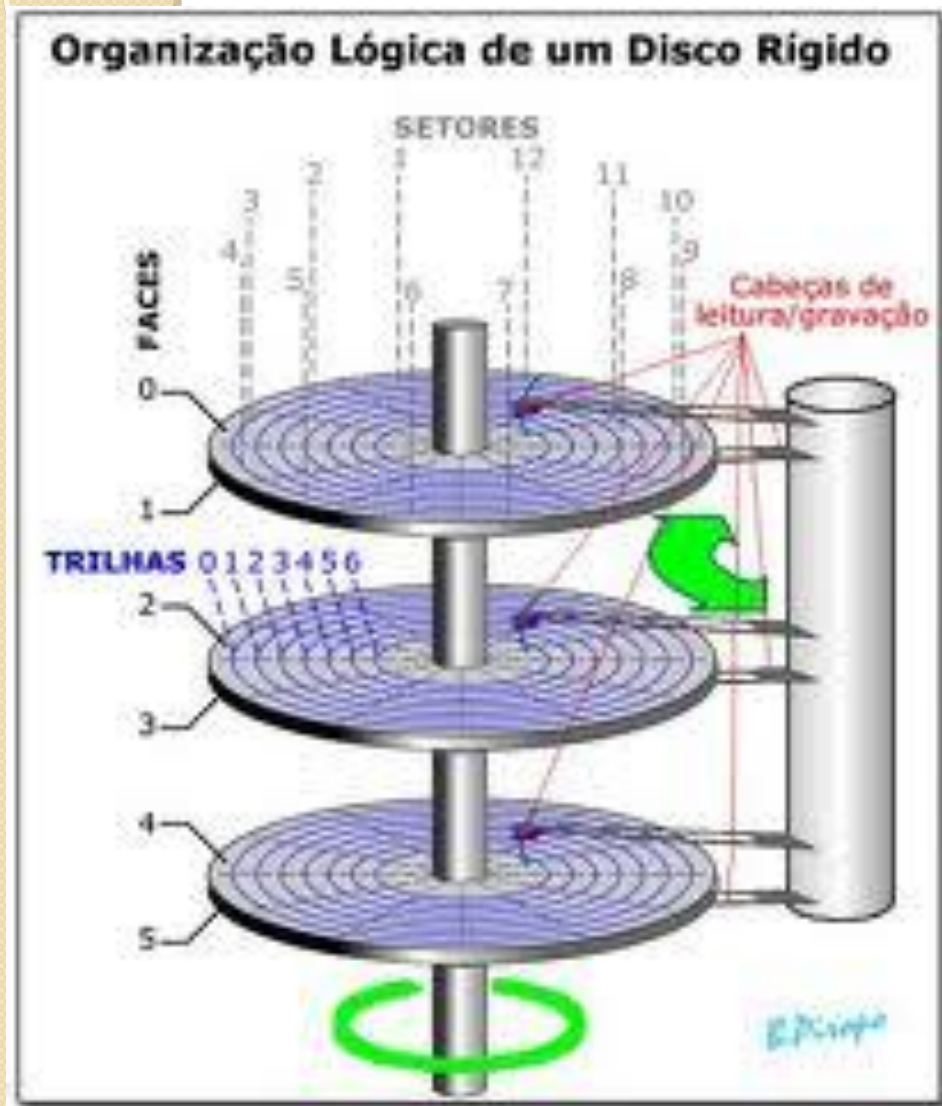
...

ÍNDICES 1.1.1  
(*de Trilha*)

020

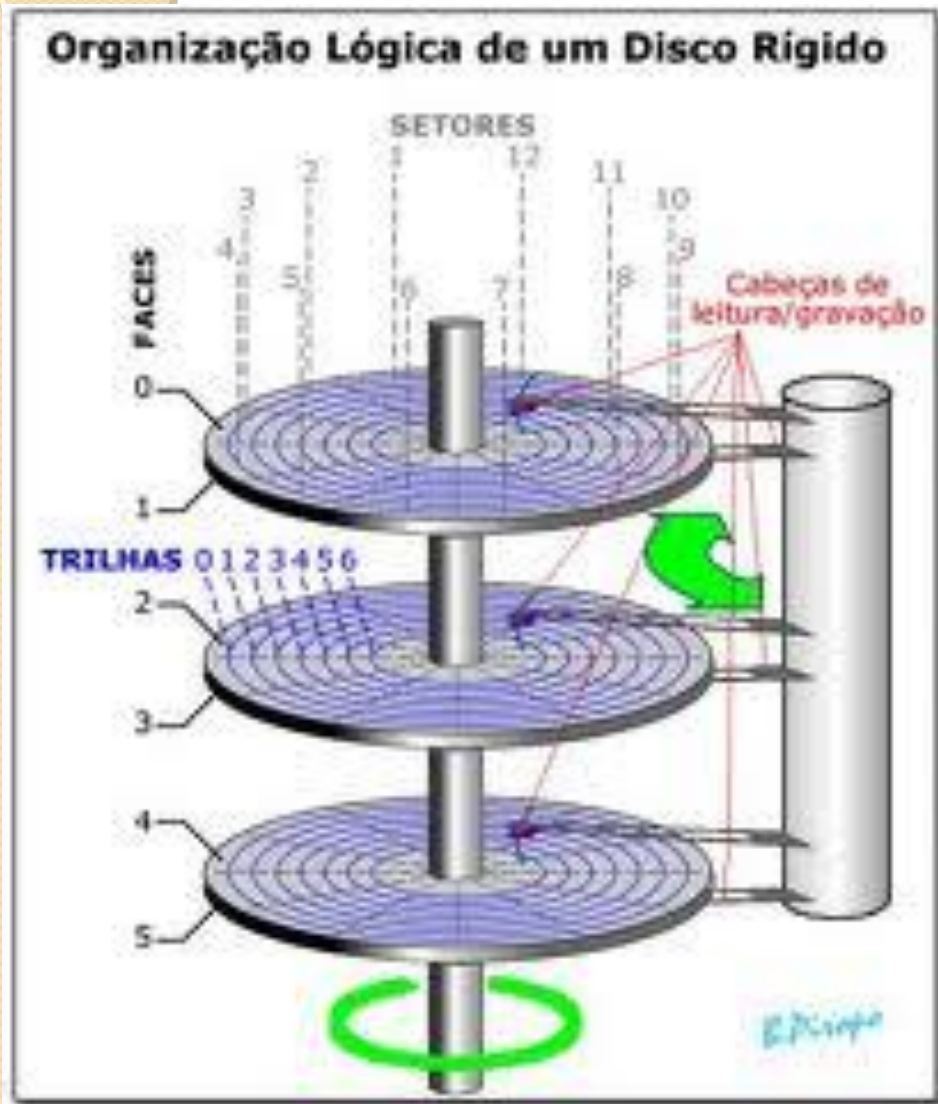
CHAVE MAXIMA	ÍNDICE DE DADOS
120	021
120	-1
142	022
142	-1
154	023
163	025
198	024
198	-1

# *Arquivos Sequenciais Indexados*



O desenvolvimento de mecanismos de armazenamento com acesso direto tornou viável transformar antigos arquivos sequenciais em arquivos que pudessem ser acessados também de forma direta (por meio de uma chave primária – de busca).

# Arquivos Sequenciais Indexados



A organização de arquivo **sequencial indexado** é o tipo de organização tornou viável transformar antigos arquivos sequenciais em arquivos que pudessem ser acessados também de forma direta.

# *Arquivos Sequenciais Indexados*

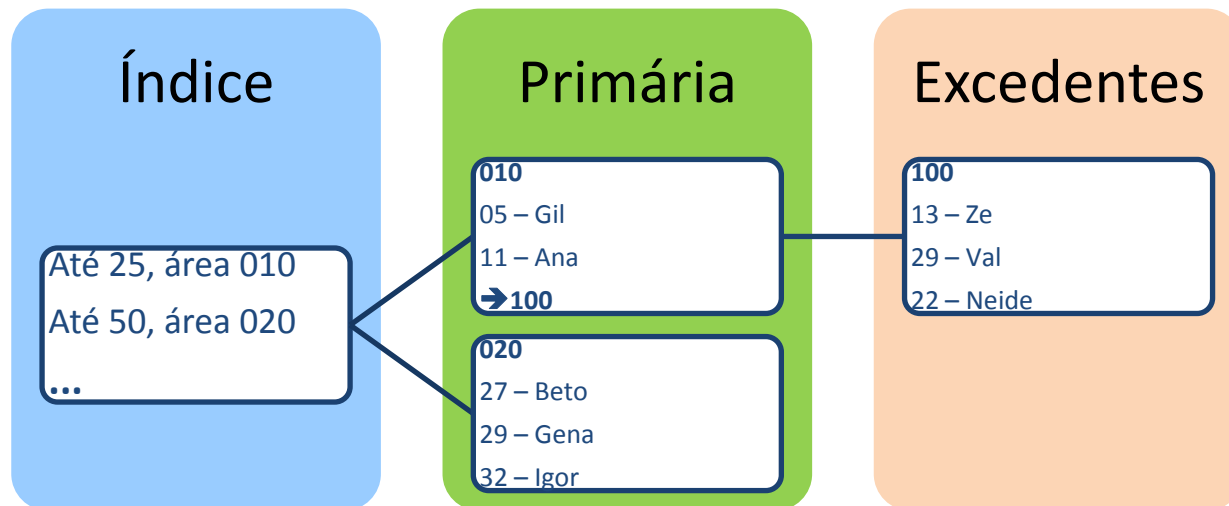
- Quanto à organização, um **arquivo sequencial indexado** equivale à **organização sequencial** com duas características adicionais:

1. um **índice** que permite um acesso direto a registro com uma dada chave, e
2. **área para registro excedentes** que proporciona um meio para adições à base de dados sem que a necessidade de cópia deste.



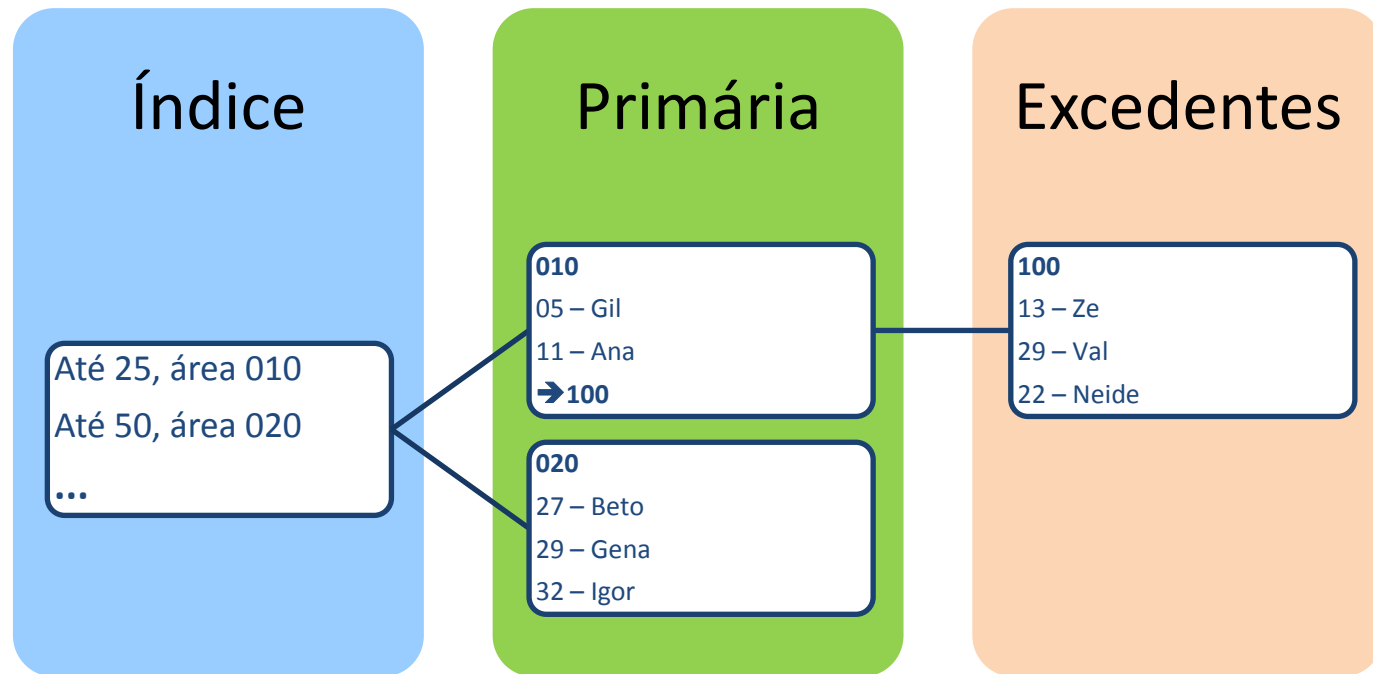
# Arquivos Sequenciais Indexados

- Assim, um arquivo com ISAM (**M**étodo de **A**cesso **S**equencial **I**ndexado) é composto por três áreas:
  1. área de índice
  2. área primária
  3. área de registros excedentes



# Arquivos Sequenciais Indexados

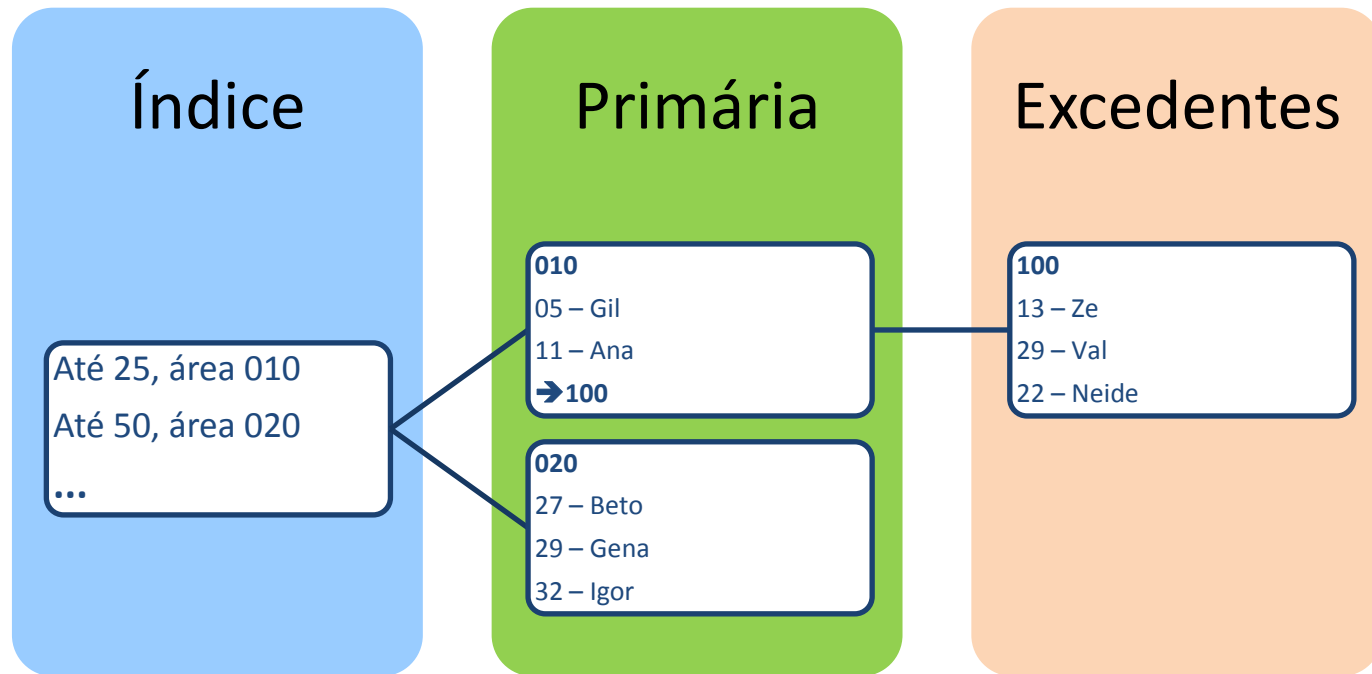
Na **área primária**, também denominada área residente, é onde encontramos os registros de dados.





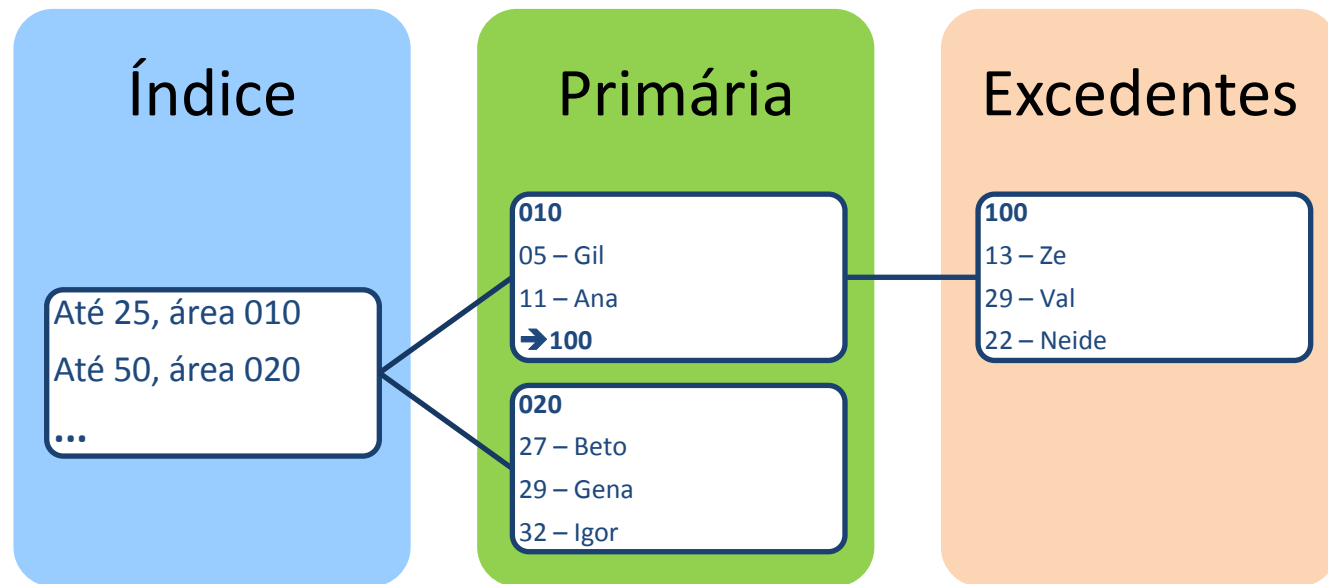
# *Arquivos Sequenciais Indexados*

A **área de índice** permite acesso direto aos registros do arquivo.



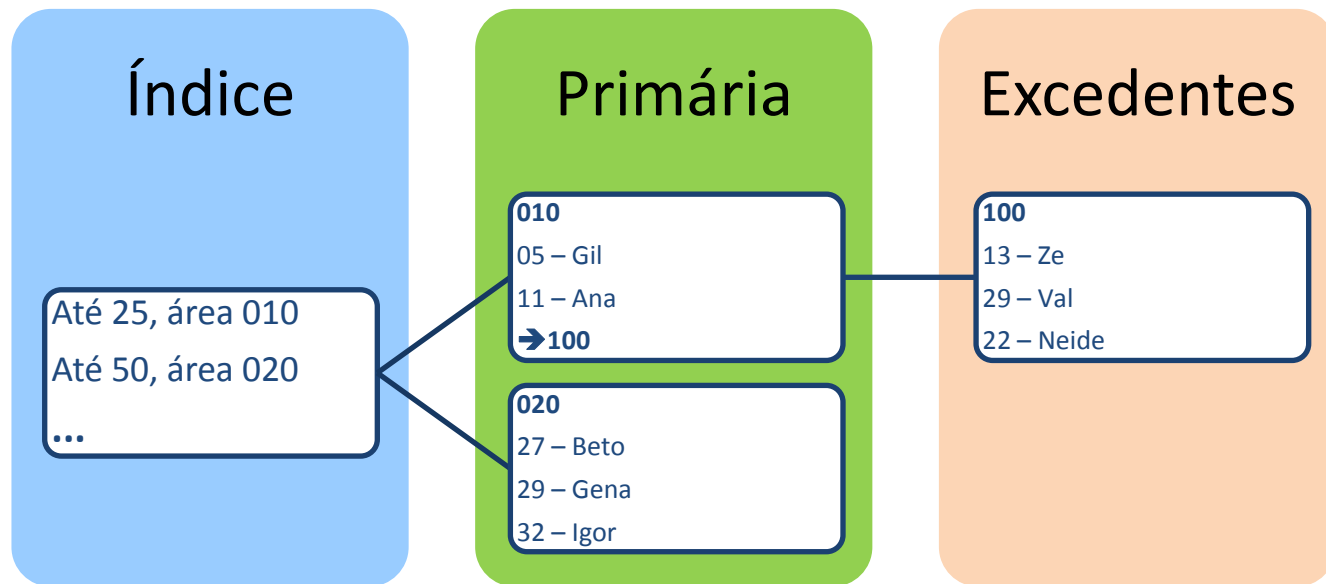
# Arquivos Sequenciais Indexados

- Vários níveis de índices podem existir. A proposta usada no exemplo inicial foi: (a) Mestre; (b) Cilindro; (c) Trilha e (d) Arquivo; entretanto, nada impede que a definição dos índices obedeça a outros critérios de organização.



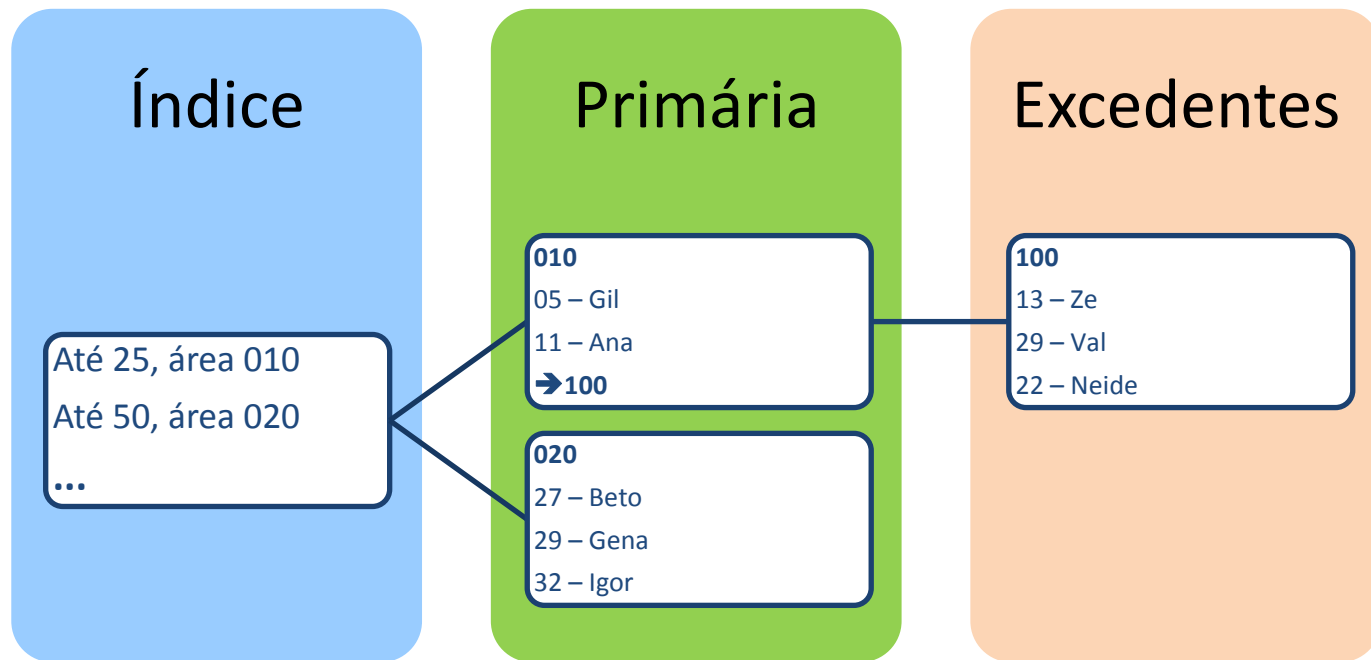
# Arquivos Sequenciais Indexados

- Os índices relacionam chave máxima CMax e endereço (de índice ou de grupo de dados) que refere-se a intervalo de chaves existentes entre a entrada (de índice) anterior e a CMax.



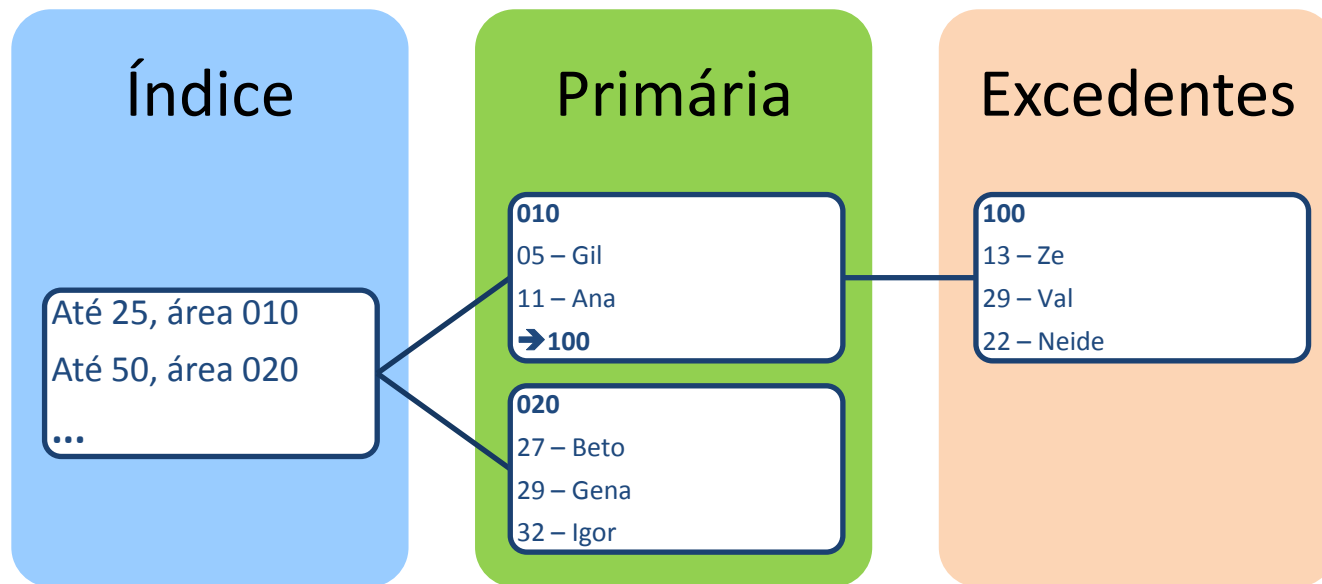
# Arquivos Sequenciais Indexados

Um único Índice de um nível refere-se a vários Índices (ou blocos de dados) de nível subsequente.



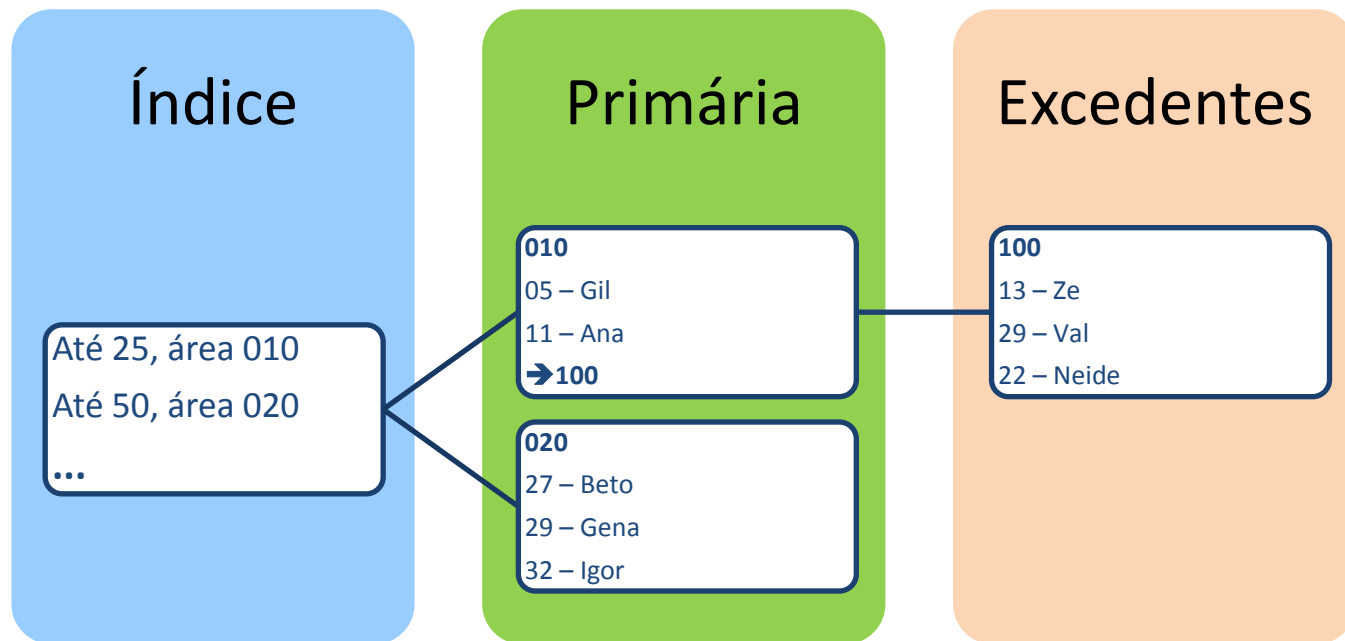
# Arquivos Sequenciais Indexados

Estes (índices) são projetados (planejados) antes do uso efetivo do arquivo, e conforme a situação problema e as condições disponíveis para execução do sistema.



# Arquivos Sequenciais Indexados

- ° O número de chaves distribuídas em cada índice de mesmo tipo pode ou não ser constante, dependendo do critério usado para defini-los, os quais, por sua vez dependem das situações problemas a que se referem.



# Arquivos Sequenciais Indexados

## EXEMPLO

### ÍNDICES 1.1.1 (*de Trilha*)

010

CHAVE MAXIMA	INDICE DE DADOS
25	011
25	-1
50	012
50	-1
75	013
75	-1
100	014
100	-1

020

CHAVE MAXIMA	INDICE DE DADOS
120	021
120	-1
142	022
142	-1
154	023
163	025
198	024
198	-1

...

ÍNDICES 1.1  
(*de Cilindro*)

001

CHAVE MAXIMA	INDICE 1.1.1 ( <i>de Trilha</i> )
100	010
198	020
247	030
395	040

Por que neste índice (imediatamente anterior a área primária) há duas entradas referentes às CMax?





# Arquivos Sequenciais Indexados

## ÁREA DE EXCEDENTES

025 (de Dados)

CHAVE	DADOS
155	DADOS
162	DADOS
163	DADOS

...ÍNDICES 1.1.1.1  
(de Trilha)

020

CHAVE MÁXIMA	ÍNDICE DE DADOS
120	021
120	-1
142	022
142	-1
154	023
163	025
198	024
198	-1

No índice imediatamente anterior à área primária (**índice de Trilha, neste exemplo**), para cada chave máxima deve haver duas entradas:

- uma relaciona o endereço da respectiva área residente de dados
- outra para endereço de possível área de excedentes.

# Arquivos Sequenciais Indexados

## ÁREA DE EXCEDENTES

025 (de Dados)

CHAVE	DADOS
155	DADOS
162	DADOS
163	DADOS

...ÍNDICES 1.1.1.1  
(de Trilha)

020

CHAVE MAXIMA	INDICE DE DADOS
120	021
120	-1
142	022
142	-1
154	023
163	025
198	024
198	-1

Quando uma chave máxima ainda não ocupou área de excedentes, a entrada referente a este é definida como -1.

O maior valor da chave, fixado no projeto do arquivo, é mantido, inicialmente na entrada principal e, *a posteriori*, na de excedentes.

# Arquivos Sequenciais Indexados

EXEMPLO

## ÍNDICES 1.1.1 (*de Trilha*)

010		020		070	
CHAVE MAXIMA	INDICE DE DADOS	CHAVE MAXIMA	INDICE DE DADOS	CHAVE MAXIMA	INDICE DE DADOS
25	011	120	021	830	071
25	-1	← área de excedentes não usada		830	-1
50	012	142	022	865	072
50	-1	142	-1	865	-1
75	013	154	023	← área de excedentes usada	
75	-1	163	025		
100	014	198	024	...	
100	-1	198	-1		
				933	-1
				...	



Que estrutura(s)  
usariam para  
implementar os  
índices?

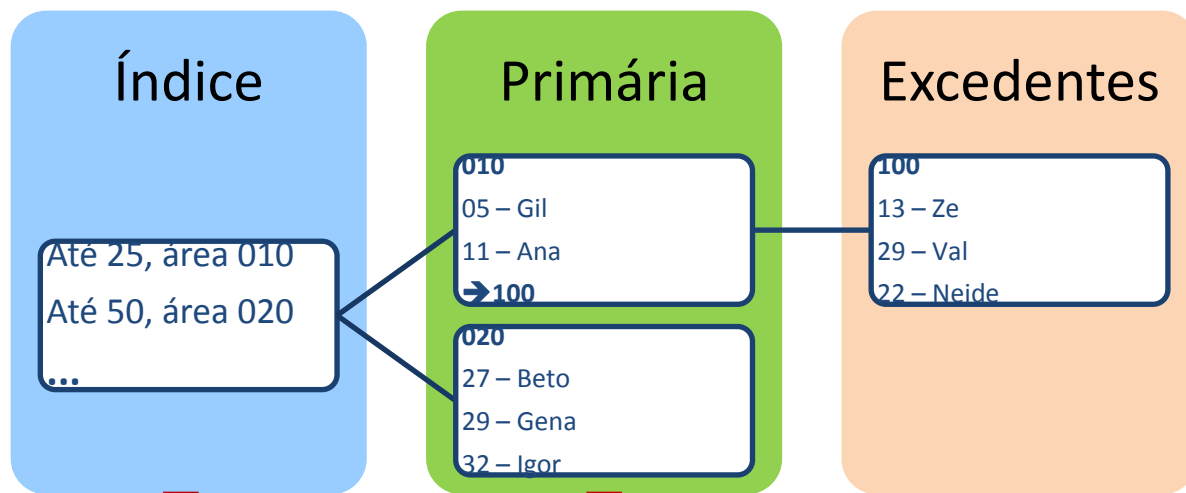


Considerando a necessidade de manutenção de base nacional de doadores de sangue, a estrutura inicial poderia ser indexada obtendo arquivo ISAM ?

	PACIENTE 🔑	SANGUE	RH	DOAÇÃO	CONTATO	PESO
1	Beto	B	-	12/10/02	(79)8801.2017	70
2	Clô	O	+	11/09/04	(79)9941.1388	72
3	Gil	AB	-	02/02/05	(81)2212.6711	95
4	Sara	A	-	10/01/04	(11)2213.0909	73
5	Zé	A	+	12/12/03	(79)223.1542	80



Considerando a necessidade de manutenção de base nacional de doadores de sangue, a estrutura inicial poderia ser indexada obtendo arquivo ISAM .



**Estrutura(s)  
Auxiliar(es)**

	PACIENTE 🔑	SANGUE	RH	DOAÇÃO	CONTATO	PESO
1	Beto	B	-	12/10/02	(79)8801.2017	70
2	Clô	O	+	11/09/04	(79)9941.1388	72
3	Gil	AB	-	02/02/05	(81)2212.6711	95
4	Sara	A	-	10/01/04	(11)2213.0909	73
5	Zé	A	+	12/12/03	(79)223.1542	80





Qual dos campos é o ideal para ser usado na indexação?

	PACIENTE 🔑	SANGUE	RH	DOAÇÃO	CONTATO	PESO
1	Beto	B	-	12/10/02	(79)8801.2017	70
2	Clô	O	+	11/09/04	(79)9941.1388	72
3	Gil	AB	-	02/02/05	(81)2212.6711	95
4	Sara	A	-	10/01/04	(11)2213.0909	73
5	Zé	A	+	12/12/03	(79)223.1542	80





Que buscas podem ser efetuadas em arquivos sequenciais indexados?



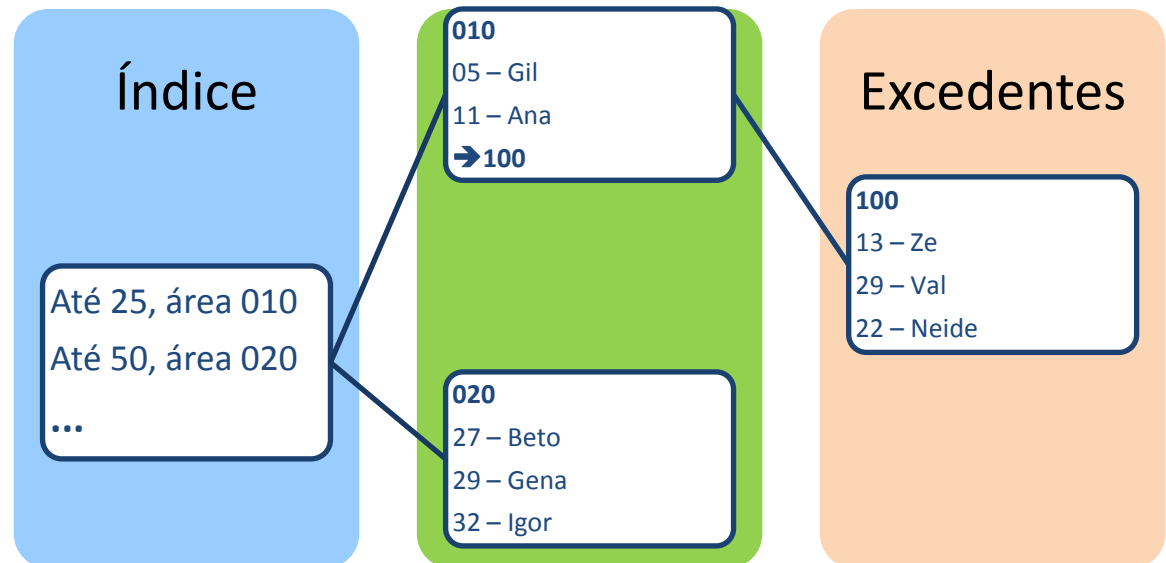
Como realizar a  
operação de  
busca/consulta em  
arquivos sequenciais  
indexados?



# Consulta em Arquivos Sequenciais Indexados

O acesso a um arquivo ISAM pode ser feito de forma sequencial ou da forma direta. Quando a forma de acesso é sequencial, os registros são recuperados basicamente da mesma forma como o são nos arquivos sequenciais. Com somente duas diferenças:

1. se total, este é efetuado estritamente sobre a área primária

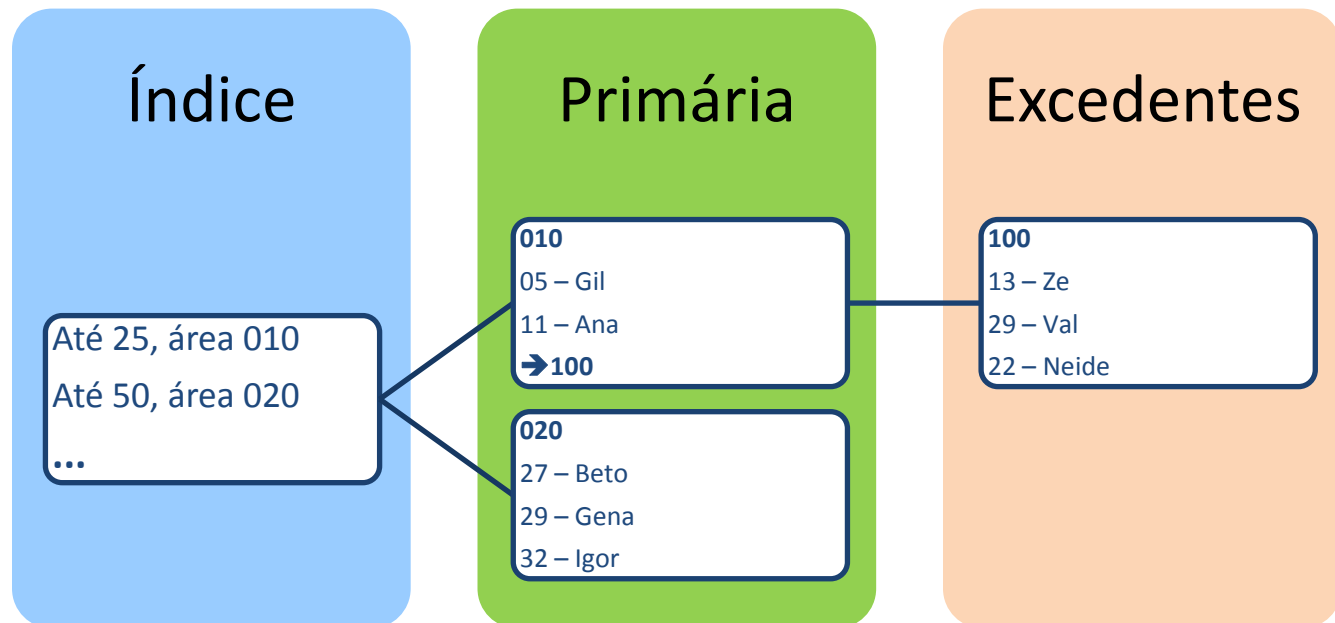




# Consulta em Arquivos Sequenciais Indexados

**CONTINUA:** O acesso a um arquivo ISAM pode ser feito de forma sequencial ou da forma direta. Quando a forma de acesso é sequencial, os registros são recuperados basicamente da mesma forma como o são nos arquivos sequenciais. Com somente duas diferenças:

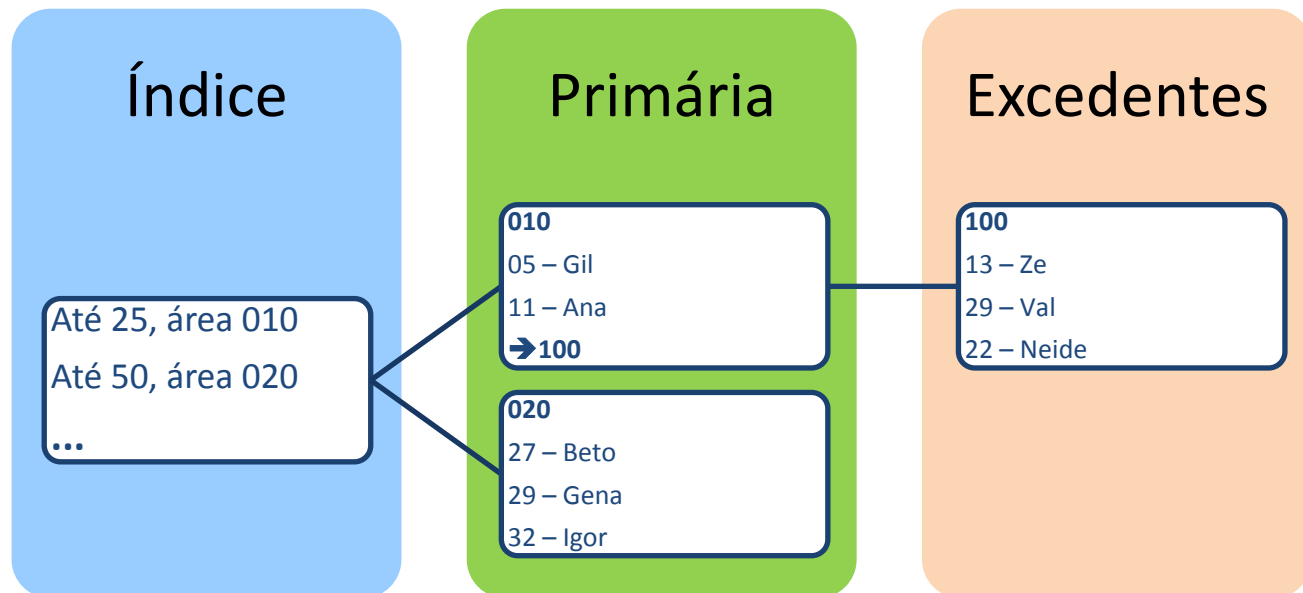
2. o processo de varredura pode ter início em qualquer registro, o qual, por sua vez é acessado de forma direta, a partir da área de índice





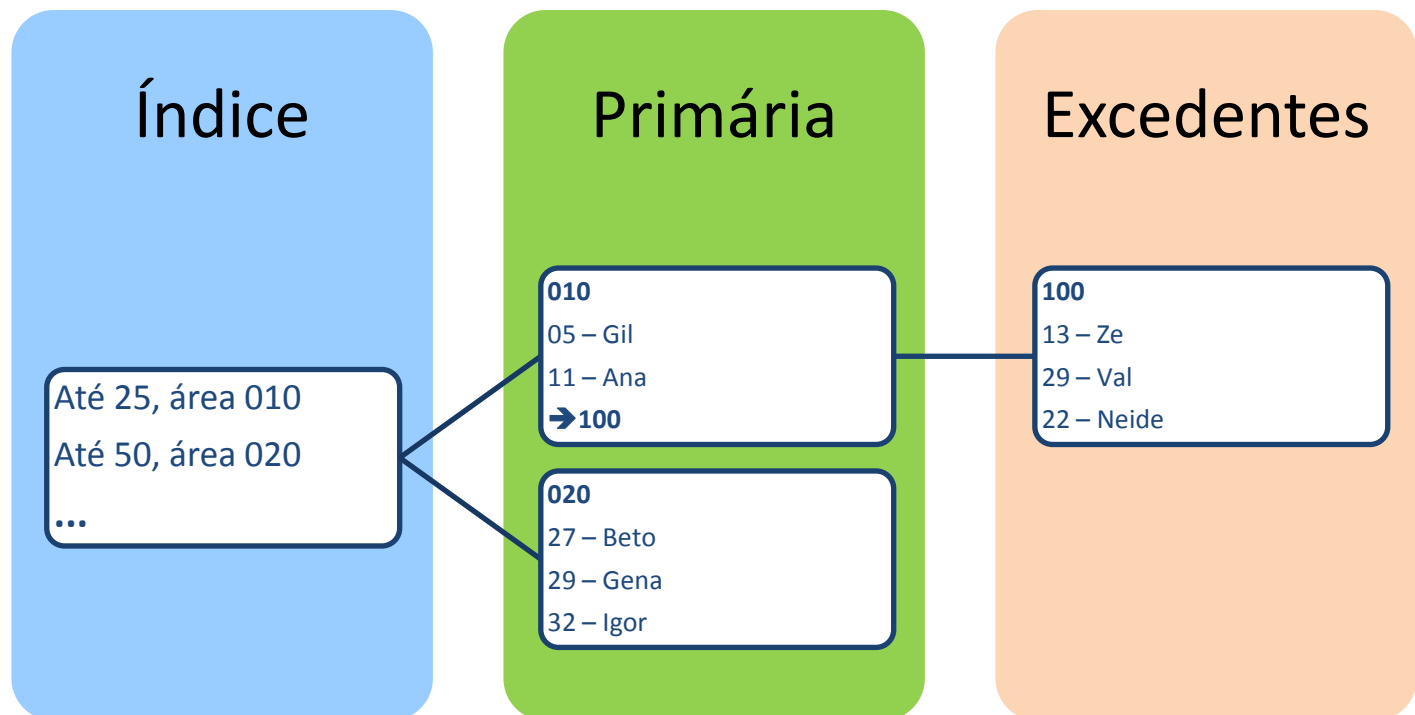
# *Consulta em Arquivos Sequenciais Indexados*

Quando o modo de acesso é direto, o valor da chave primária é fornecido ao sistema e, então, esta é traduzida para uma “classe de endereços”, onde esta pode ser “rapidamente” encontrada; ou até no próprio endereço de localização da chave dada, neste caso o último índice assemelha-se a um “dicionário de dados”.



# Arquivos Sequenciais Indexados

- Durante o processo de busca, os índices podem ser trazidos para a memória principal para otimizar o processo.







Como realizar o  
processo de busca à  
chave 147 no arquivo  
sequencial indexado  
dado como exemplo?





# *Consulta em Arquivos Sequenciais Indexados*

° Para estudo da operação de busca de dados em arquivos ISAM, tomemos como exemplo a necessidade de alteração dos dados do registro de chave 147.

1. O Índice Mestre é pesquisado. Como a chave pesquisada 147 é inferior a 395, a busca continua seguindo para o endereço 001 onde há um Índice de Cilindro. Já caso a chave procurada fosse 1315, o processo de busca seria conduzido ao endereço 003.
2. Pesquisando o Índice de Cilindro IC, percebe-se que o processo de busca deve ter continuidade no endereço 020, já que a chave procurada 147 é superior a 100 que corresponde à chave máxima da primeira entrada de IC, mas é inferior a 198 (2ª entrada de IT) a qual seta para o endereço 020.
3. No endereço 020 há um Índice de Trilha, onde o processo de busca é efetuado segundo os mesmos critérios acima descritos, e localiza-se o endereço 023.
4. No endereço 023, Área Primária, após busca, localiza-se a chave procurada 147 e seus respectivos dados.



Além da consulta, que outras operações são necessárias para manutenção de dados mantidos em arquivos sequenciais indexados?

# *Operações sobre Arquivos ISAM*

1. Inserção
2. Remoção
3. Consulta
4. Alteração





Como realizar a  
operação de inserção  
em arquivos  
sequenciais indexados?

# *Inclusão em Arquivos*

## *Sequenciais Indexados*



- ❑ Quando um registro é adicionado a um arquivo ISAM, a área primária na qual este deve residir é definida pelo método de acesso ISAM (descrito na consulta, efetuado sobre os índices).
- ❑ A adição pode ser realizada: **(1)** na própria área primária indicada pelo método supracitado; ou, havendo estouro desta, **(2)** em área de excedentes, quando deve haver ajuste do Índice de Trilha correspondente.
- ❑ Qualquer adição, seja em área residente, ou de excedentes, deve preservar a ordem dos registros.



Inserir chaves 20, 16 e 153





Como realizar a  
operação de exclusão  
em arquivos  
sequenciais indexados?



# *Exclusão em Arquivos*



## • *Sequenciais Indexados*

- ❑ Os **registros excluídos não são removidos fisicamente** do arquivo ISAM, em vez disto, eles são marcados. Posteriormente, os espaços livres gerados por estes são **sobrescritos quando há necessidade de deslocamento de registros para preservação da ordem dos dados**, em remoções ou inserções.
- ❑ Vale esclarecer que: **(1)** se um registro marcado (excluído) é forçado a sair da sua trilha primária durante uma atualização, este não é gravado na área de registro excedentes, é simplesmente ignorado; **(2)** a remoção física também pode ser efetuada pela reorganização do arquivo a qual pode ser conseguida copiando-se sequencialmente os registros do arquivo, com exceção de todos os registros marcados.

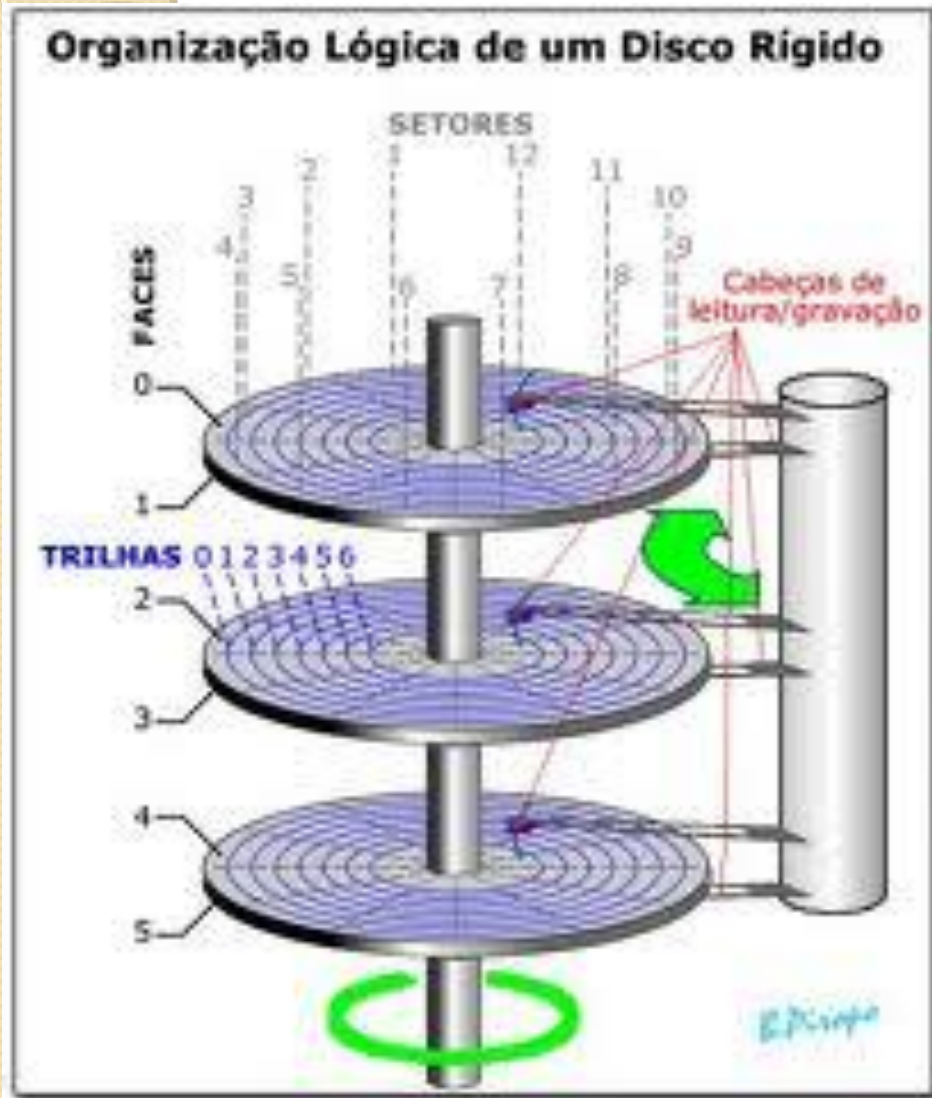


Remover chaves 19, 154 e 163. Inserir 14 e 148



Como realizar o  
processo de alteração  
em arquivos  
sequenciais indexados?

# Arquivos Sequenciais Indexados



- Vale lembrar que a organização de arquivos do tipo sequencial indexado foi criado para ser um método de acesso e não uma estrutura de dados.
- Este método é estudado para despertar inspirações acerca das múltiplas formas de acesso a uma mesma base de dados.

# Exercício

Considerando a base de dados apresentada neste, esquematize um possível Índice de Trilha residente no endereço 40:

# Exercício

Partindo da base de dados apresentada como exemplo inicial, esquematize, em ordem, as seguintes operações:

1. inserção dos registros de chave 22, 24 e 155
2. remoção dos registros de chave 19 e 163
3. inclusão dos registros de chave 14 e 152



# Exercício

Descreva processo de consulta a múltiplos registros em que o processo deve ter início numa dada chave  $C$  dada:



# Complementar Estudos...



**File Organization and Processing**

*Allan L Tharp*

## **Capítulo 4**

**Indexed Sequential  
File Organization**

*Próximo passo...*



## **Arquivos Diretos**

Recuperação de Chave  
Secundária – Multilista