Algoritmos de Pesquisa

Prof. Jefferson T. Oliva

Algoritmos e Estrutura de Dados I (AE22CP)
Engenharia de Computação
Departamento Acadêmico de Informática (Dainf)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Campus Pato Branco

DAINF
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE INFORMÁTICA
CÂMPUS PATO BRANCO

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Sumário

- Terminologia Básica
- Pesquisa Sequencial
- Pesquisa Sequencial Indexada

Introdução

- Busca é uma tarefa muito comum em computação
- Recuperação de informações
- Exemplos
  - Agenda telefônica
  - Cadastro de cliente
  - Catálogo de uma biblioteca

Introdução

- O problema da busca (ou pesquisa): Dado um conjunto de elementos, onde cada um é identificado por uma chave, o objetivo da busca é localizar, nesse conjunto, o elemento que corresponde a uma chave específica
- Várias abordagens podem ser empregadas para fazer busca
- Certos métodos de organização/ordenação de dados podem tornar o processo de busca mais eficiente
- Pesquisa em memória primária e secundária

Sumário

Terminologia Básica

- Tabela ou Arquivo
  - Chave
    - Interna
    - Externa
    - Primária
    - Secundária

Terminologia Básica

- Chave interna: contida dentro do arquivo
  - Exemplo

```
typedef struct{
   int chave;
   char desc[100];
   float valor;
}Mercadoria;
```

Chave	Produto	Valor
001	martelo	30,00
002	serrote	45,50
003	chave de fenda	15,95
004	maço de prego	20,99
...	...	...

Terminologia Básica

- Chave externa: contida em uma tabela de chaves separada
  - Exemplo

```
typedef struct{
   char desc[100];
   float valor;
}Mercadoria;
```

Chave		Produto	Valor
001	→	martelo	30,00
002	→	serrote	45,50
003	→	chave de fenda	15,95
004	→	maço de prego	20,99
...	→	...	...

Terminologia Básica

- Chave primária: cada registro possui um valor exclusivo
- Chave secundária: é usada para classificação/agrupamento
- Exemplos

```
typedef struct{
   int cod_curso;
   char desc[100];
}Curso;

typedef struct{
   int RA;
   char nome[100];
   int cod_curso;
}Estudante;
```

  - Cada curso e estudante possui uma chave primária (cod_curso e RA, respectivamente), ou seja, os valores devem ser únicos
  - Estudantes podem cursar o mesmo curso, ou seja, uma chave secundária pode ser utilizada para a respectiva identificação

Terminologia Básica

- Uma tabela pode ser:
  - Arranjo
  - Lista encadeada
  - Árvore
  - etc
- Uma tabela pode ser situada na:
  - Totalmente na memória primária
  - Totalmente na memória secundária
  - Dividida entre ambas

Terminologia Básica

- Algumas das operações básicas em TAD:
  - Inserção
  - Remoção
  - Busca (ou pesquisa)
- Algoritmo de busca

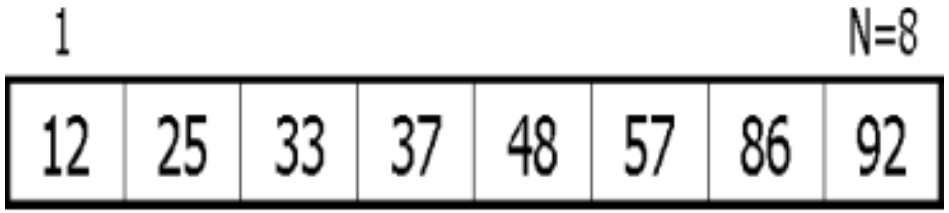
Terminologia Básica

- Tipos de busca:
  - Pesquisa sequencial
  - Pesquisa sequencial indexada
  - Pesquisa binária
  - Pesquisa por interpolação
  - Pesquisa em árvores*
  - *Hashing**
- O objetivo é encontrar um dado registro com o menor custo
- Cada técnica possui vantagens e desvantagens

Sumário

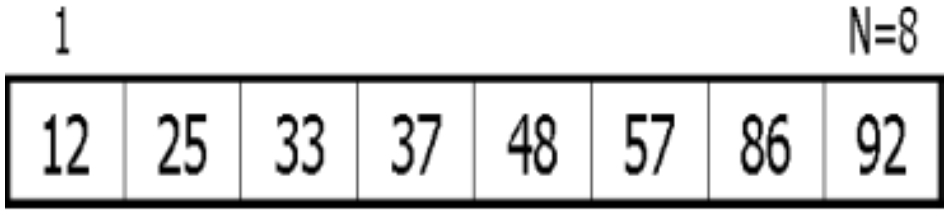
Pesquisa Sequencial

- A busca sequencial é a forma mais simples de busca
- É aplicável a uma tabela organizada como um vetor ou uma lista encadeada
- Percorre-se registro por registro em busca da chave



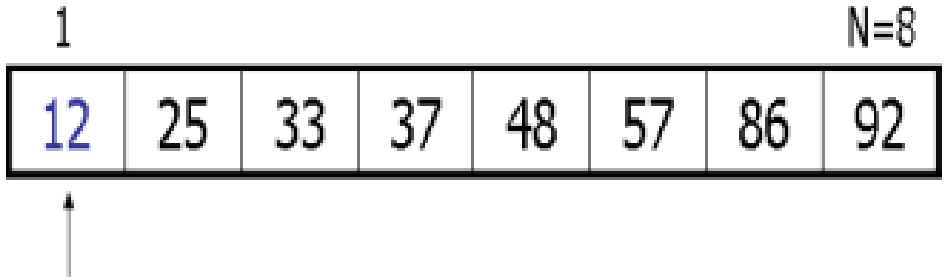
Pesquisa Sequencial

- Exemplo: busca pelo item 48



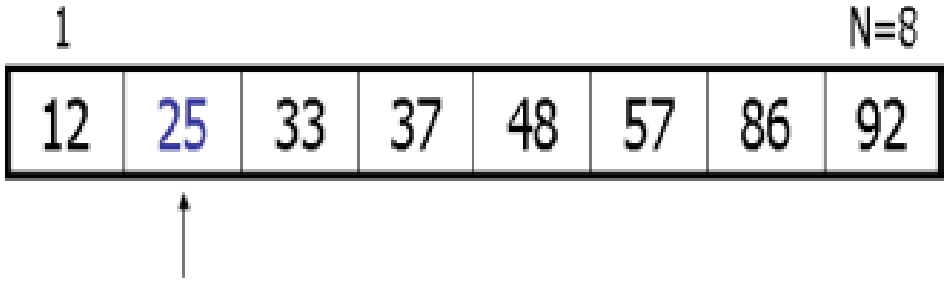
Pesquisa Sequencial

- Exemplo: busca pelo item 48



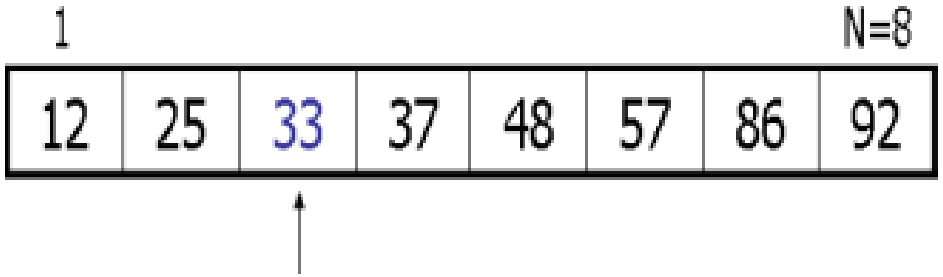
Pesquisa Sequencial

- Exemplo: busca pelo item 48



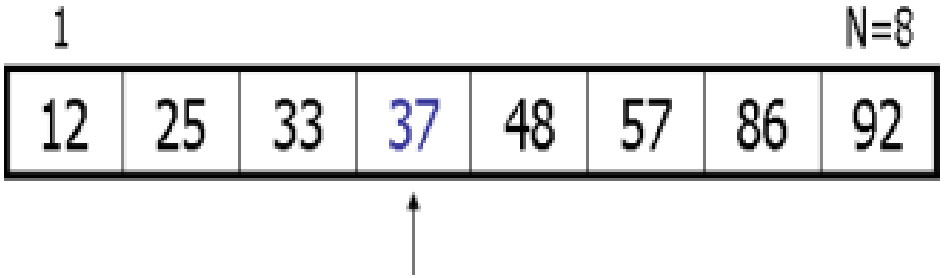
Pesquisa Sequencial

- Exemplo: busca pelo item 48



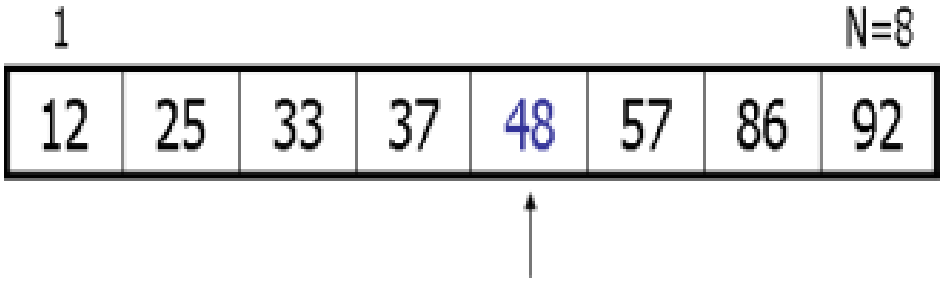
Pesquisa Sequencial

- Exemplo: busca pelo item 48



Pesquisa Sequencial

- Exemplo: busca pelo item 48



Pesquisa Sequencial

- Algoritmo de busca sequencial:

```
int busca_sequencial(int x, int v[], int n){
   int i;

   for (i = 0; i < n; i++)
     if (x == v[i])
       return i;

   return -1;
}
```

Pesquisa Sequencial

- Uma maneira de tornar o algoritmo mais "eficiente" é usar um sentinela

```
int busca_sequencial(int x, int v[], int n){
   int i;

   for (i = 0; i < n && x != v[i]; i++);

   if (i < n)
     return i;
   else;
     return -1;
}
```

Pesquisa Sequencial

- Limitação do uso de vetores: tamanho fixo
- Alternativa: listas encadeadas
- Complexidade:
  - Melhor caso: O(1)
  - Caso médio: O(n)
  - Pior caso: O(n)

Pesquisa Sequencial

- Busca sequencial em tabela ordenada
  - A eficiência da operação de busca melhora se as chaves dos registros estiverem ordenadas
  - Dificuldade do método?

```
int busca_sequencial(int x, int v[], int n){
   int i;

   for (i = 0; i < n && x < v[i]; i++);

   if ((i < n) && (x == v[i]))
     return i;
   else;
     return -1;
}
```

Pesquisa Sequencial

- Para aumentar eficiência: reordenar continuamente a tabela de modo que os registros mais acessados sejam deslocados para o início (recuperação recorrente de registros)
  1. Método mover-para-frente: sempre que uma pesquisa obtiver êxito, o registro recuperado é colocado no início da lista
  2. Método da transposição: um registro recuperado com sucesso é trocado com o registro imediatamente anterior

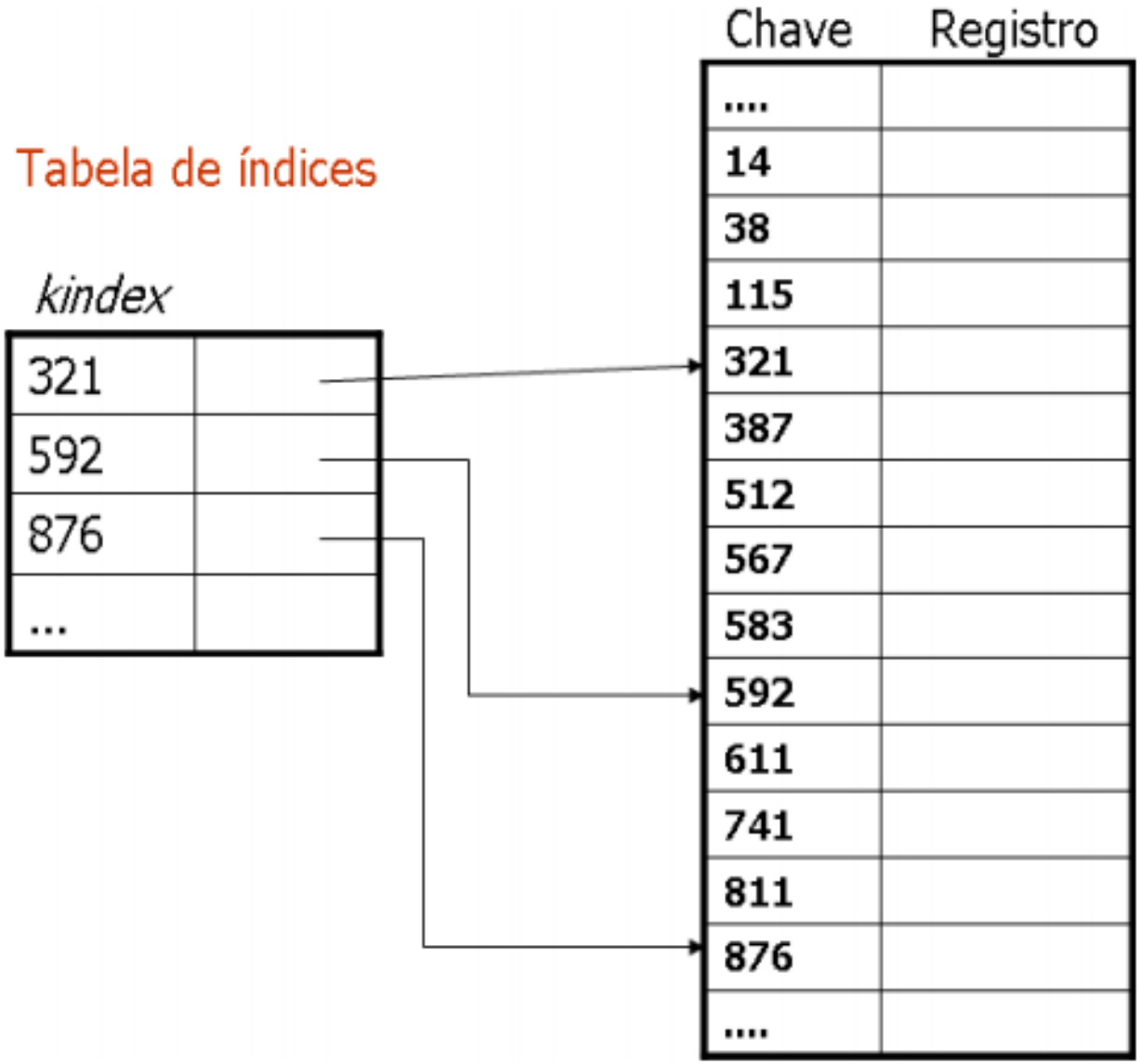
Pesquisa Sequencial

- Desvantagens do método mover-para-frente:
  - Uma única recuperação não implica que o registro será frequentemente recuperado
  - O método é mais custoso para arranjos em comparação com listas encadeadas
- Principal vantagem do método mover-para-frente: possui resultados melhores para quantidades pequena e média de buscas
- Para uma grande quantidade de buscas, o método transposição é mais vantajoso

Pesquisa Sequencial Indexada

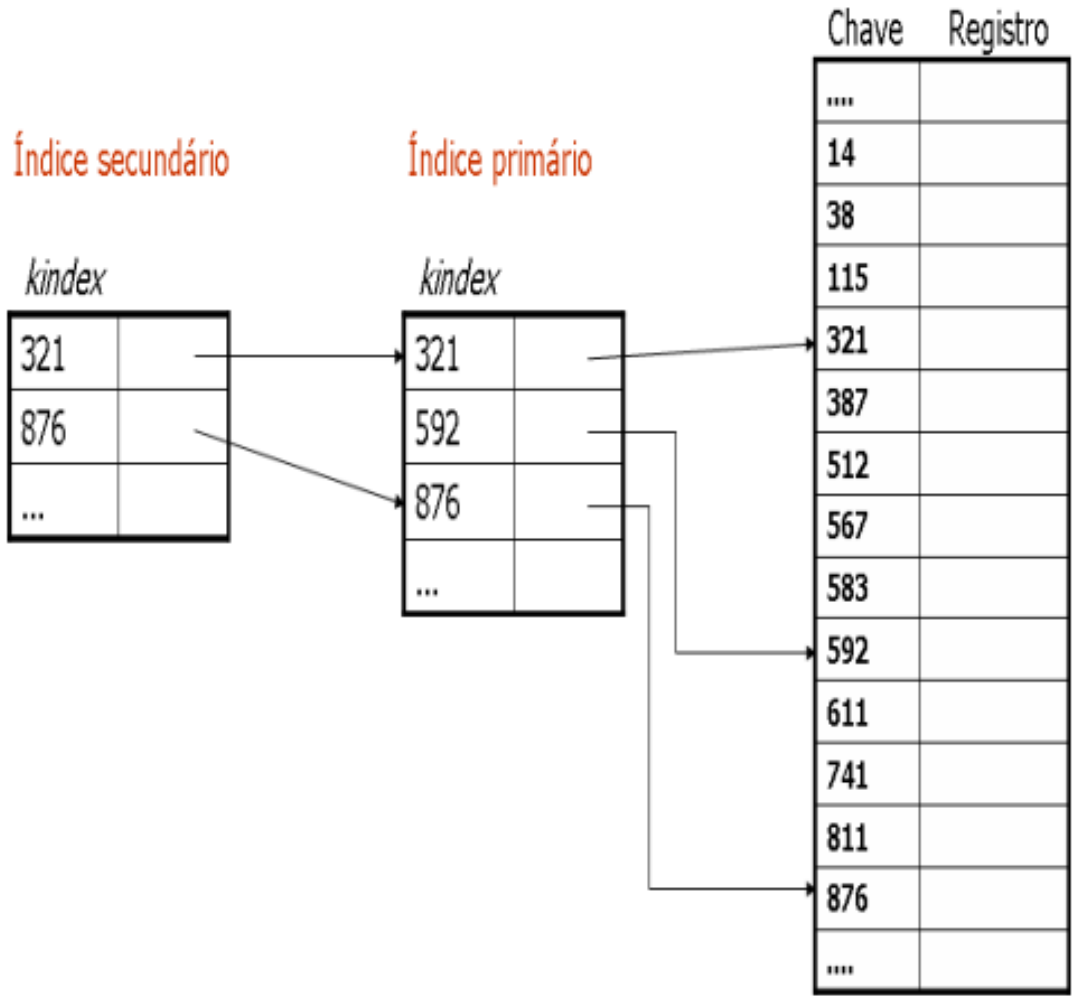
- Existe uma tabela auxiliar, chamada tabela de índices, além do próprio arquivo ordenado
- Cada elemento na tabela de índices contém uma chave (*kindex*) e um indicador do registro no arquivo que corresponde a esse índice
- A busca é feita a partir do ponto indicado na tabela
- Pode ser implementada como um vetor ou como uma lista encadeada

Pesquisa Sequencial Indexada



Pesquisa Sequencial Indexada

- Se a tabela for muito grande, pode-se ainda usar a tabela de índices secundária:



Pesquisa Sequencial Indexada

- Vantagem: os itens na tabela poderão ser examinados sequencialmente sem que todos os registros precisem ser acessados

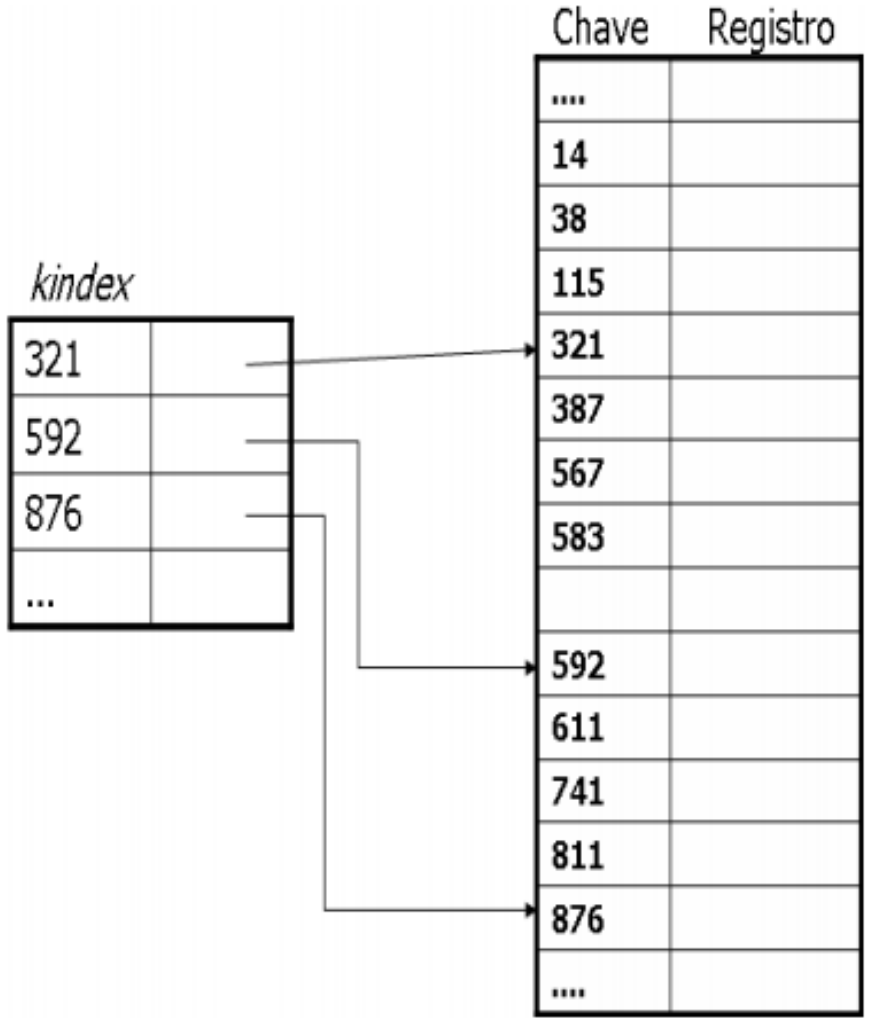
- Desvantagens:
  - A tabela tem que estar ordenada
  - Exige espaço adicional para armazenar a(s) tabela(s) de índices

Pesquisa Sequencial Indexada

- Remoção
  - Remove-se o elemento e rearranja-se os elementos localmente
  - Pode haver atualização da tabela de índice
  - Marca-se a posição do elemento removido, indicando que ela pode ser ocupada por um outro elemento futuramente
- Inserção
  - Se houver espaço vago na tabela, rearranjam-se os elementos localmente
  - Caso contrário, rearranjar a tabela a partir do ponto apropriado e reconstruir o(s) índice(s)

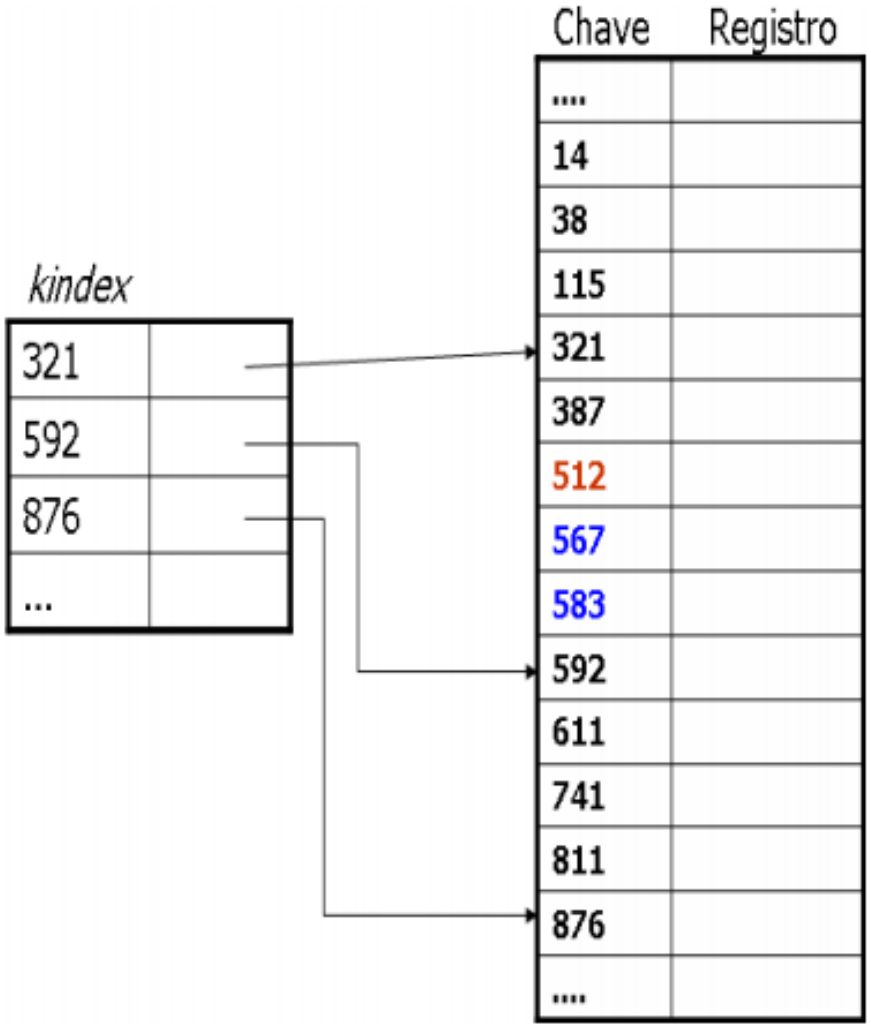
Pesquisa Sequencial Indexada

- Inserção do elemento 512 com espaço vago:



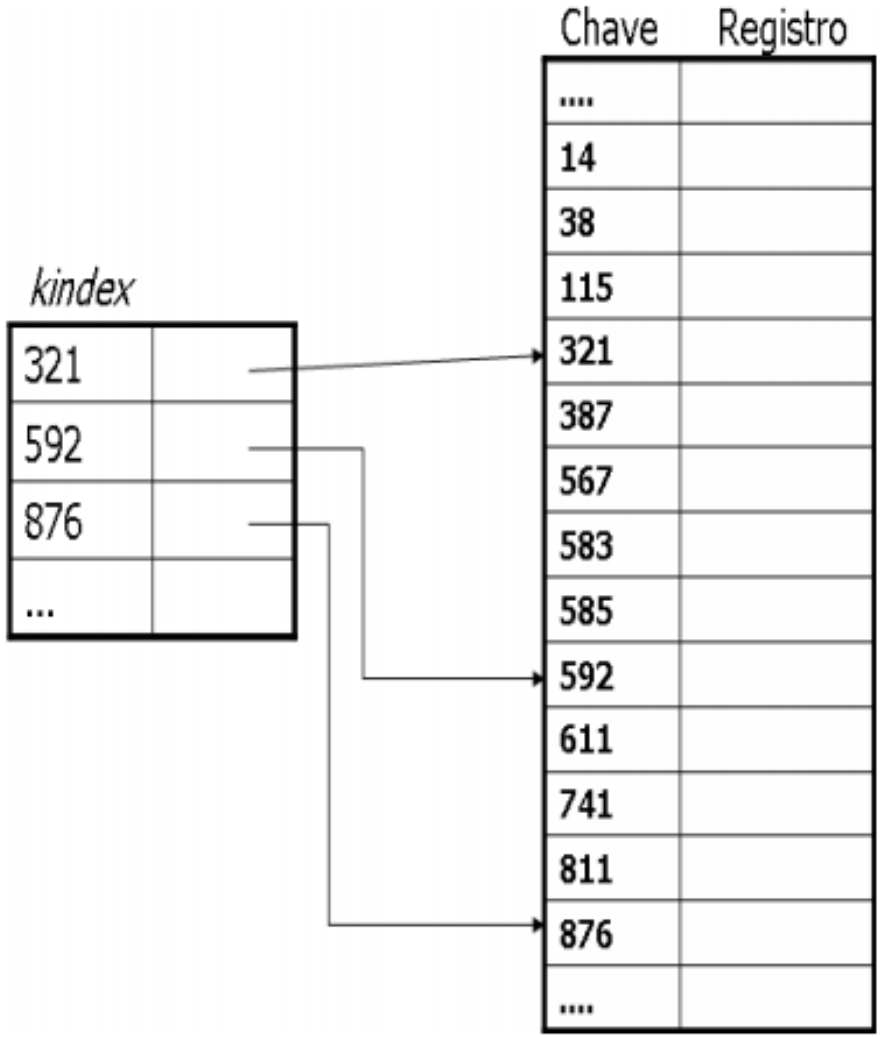
Pesquisa Sequencial Indexada

- Inserção do elemento 512 com espaço vago:



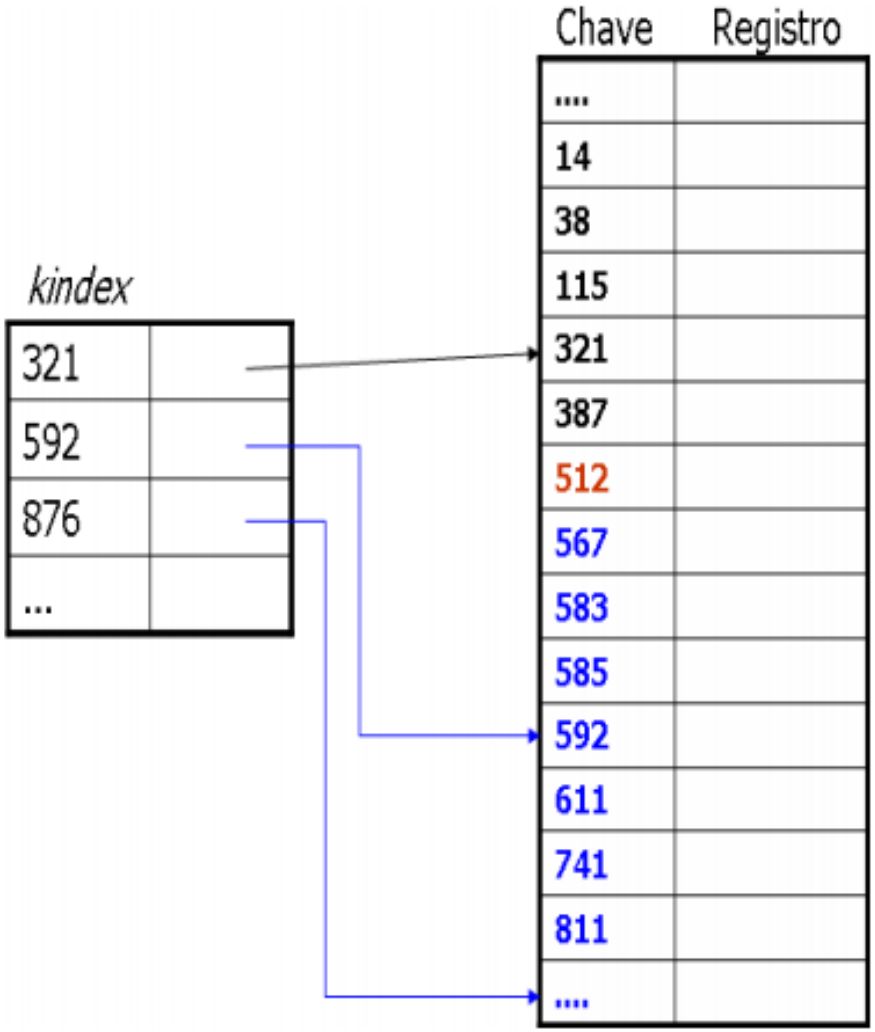
Pesquisa Sequencial Indexada

- Inserção do elemento 512 sem espaço vago:



Pesquisa Sequencial Indexada

- Inserção do elemento 512 sem espaço vago:



Pesquisa Sequencial Indexada

- Passos para montar a tabela de índice:
  - Se a tabela não estiver ordenada, ordene-a
  - Divida o número de elementos da tabela pelo tamanho do índice desejado: n/m, onde n é o tamanho da tabela e m o tamanho do índice
  - Para montar o índice, recuperam-se da tabela os elementos 0, $0 + n/m$, $0 + 2 * (n/m)$, ...
  - Cada elemento do índice representa n/m elementos da tabela
- Para montar um índice secundário, aplica-se raciocínio similar sobre o índice primário
- Em geral, não são necessários mais do que 2 índices

Referências I


Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., Stein, C.
Introduction to Algorithms.
Third edition, The MIT Press, 2009.


Horowitz, E., Sahni, S. Rajasekaran, S.
Computer Algorithms.
Computer Science Press, 1998.


Rosa, J. L. G.
Métodos de Busca. SCE-181 – Introdução à Ciência da Computação II.
Slides. Ciência de Computação. ICMC/USP, 2018.


Ziviani, N.
Projeto de Algoritmos - com implementações em Java e C++.
Thomson, 2007.