

Pesquisa em Memória Secundária

Letícia Rodrigues Bueno

UFABC

Pesquisa em Memória Secundária

Pesquisa em Memória Secundária

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;

Pesquisa em Memória Secundária

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;
- **Aspectos importantes:**

Pesquisa em Memória Secundária

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;
- **Aspectos importantes:**
 1. **custo para acessar registro é maior:** minimizar acessos, ou seja, transferência da memória secundária para memória primária;

Pesquisa em Memória Secundária

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;
- **Aspectos importantes:**
 1. **custo para acessar registro é maior:** minimizar acessos, ou seja, transferência da memória secundária para memória primária;
 2. métodos eficientes de pesquisa dependem das características de hardware e sistema operacional;

Pesquisa em Memória Secundária

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;
- **Aspectos importantes:**
 1. **custo para acessar registro é maior:** minimizar acessos, ou seja, transferência da memória secundária para memória primária;
 2. métodos eficientes de pesquisa dependem das características de hardware e sistema operacional;
 3. somente um registro pode ser acessado por vez:

Pesquisa em Memória Secundária

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;
- **Aspectos importantes:**
 1. **custo para acessar registro é maior:** minimizar acessos, ou seja, transferência da memória secundária para memória primária;
 2. métodos eficientes de pesquisa dependem das características de hardware e sistema operacional;
 3. somente um registro pode ser acessado por vez:
 - **fitas magnéticas:** acesso de forma sequencial;

Pesquisa em Memória Secundária

- envolve mais registros do que a memória interna pode suportar;
- **Aspectos importantes:**
 1. **custo para acessar registro é maior:** minimizar acessos, ou seja, transferência da memória secundária para memória primária;
 2. métodos eficientes de pesquisa dependem das características de hardware e sistema operacional;
 3. somente um registro pode ser acessado por vez:
 - **fitas magnéticas:** acesso de forma sequencial;
 - **discos:** acesso direto, mas todo bloco deve ser trazido à memória;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Modelo de Computação para Memória Secundária

- **memória virtual:**
 - modelo de computação para memória secundária;

Modelo de Computação para Memória Secundária

- **memória virtual:**
 - modelo de computação para memória secundária;
 - implementado como função do sistema operacional;

Modelo de Computação para Memória Secundária

- **memória virtual:**
 - modelo de computação para memória secundária;
 - implementado como função do sistema operacional;
 - velocidade \times custo: pequena quantidade de memória principal com memória secundária muito maior;
- **espaço de endereçamento N :** endereços usados pelo programador;
- **espaço de memória M :** localizações de memória no computador;
- **sistema de paginação:** implementação mais utilizada;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Modelo de Computação para Memória Secundária

- **sistema de paginação:**

Modelo de Computação para Memória Secundária

- **sistema de paginação:**
 - implementação mais utilizada;

Modelo de Computação para Memória Secundária

- **sistema de paginação:**
 - implementação mais utilizada;
 - espaço de endereçamento dividido em **páginas** de igual tamanho;

Modelo de Computação para Memória Secundária

- **sistema de paginação:**
 - implementação mais utilizada;
 - espaço de endereçamento dividido em **páginas** de igual tamanho;
 - memória principal dividida em **molduras de páginas** de igual tamanho;

Modelo de Computação para Memória Secundária

- **sistema de paginação:**
 - implementação mais utilizada;
 - espaço de endereçamento dividido em **páginas** de igual tamanho;
 - memória principal dividida em **molduras de páginas** de igual tamanho;
 - molduras de páginas contêm algumas **páginas ativas**;

Modelo de Computação para Memória Secundária

- **sistema de paginação:**
 - implementação mais utilizada;
 - espaço de endereçamento dividido em **páginas** de igual tamanho;
 - memória principal dividida em **molduras de páginas** de igual tamanho;
 - molduras de páginas contêm algumas **páginas ativas**;
 - **páginas inativas** estão na memória secundária;

Modelo de Computação para Memória Secundária

- **sistema de paginação:**
 - implementação mais utilizada;
 - espaço de endereçamento dividido em **páginas** de igual tamanho;
 - memória principal dividida em **molduras de páginas** de igual tamanho;
 - molduras de páginas contêm algumas **páginas ativas**;
 - **páginas inativas** estão na memória secundária;
- **Mecanismo de paginação tem duas funções:**

Modelo de Computação para Memória Secundária

- **sistema de paginação:**
 - implementação mais utilizada;
 - espaço de endereçamento dividido em **páginas** de igual tamanho;
 - memória principal dividida em **molduras de páginas** de igual tamanho;
 - molduras de páginas contêm algumas **páginas ativas**;
 - **páginas inativas** estão na memória secundária;
- **Mecanismo de paginação tem duas funções:**
 1. **mapeamento dos endereços:** determinar qual página está sendo usada e encontrar a moldura (se existir);

Modelo de Computação para Memória Secundária

- **sistema de paginação:**
 - implementação mais utilizada;
 - espaço de endereçamento dividido em **páginas** de igual tamanho;
 - memória principal dividida em **molduras de páginas** de igual tamanho;
 - molduras de páginas contêm algumas **páginas ativas**;
 - **páginas inativas** estão na memória secundária;
- **Mecanismo de paginação tem duas funções:**
 1. **mapeamento dos endereços:** determinar qual página está sendo usada e encontrar a moldura (se existir);
 2. **transferência das páginas** entre memória primária e secundária;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Menos recentemente utilizada (LRU- “*Least recently used*”);**

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- Menos recentemente utilizada (LRU- "*Least recently used*");
- Menos frequentemente utilizada (LFU- "*Least frequently used*");

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- Menos recentemente utilizada (LRU- "*Least recently used*");
- Menos frequentemente utilizada (LFU- "*Least frequently used*");
- Ordem de chegada (FIFO- "*First in first out*");

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- Menos recentemente utilizada (LRU-“*Least recently used*”):

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Menos recentemente utilizada (LRU-“*Least recently used*”):**
 - mais utilizado;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Menos recentemente utilizada (LRU-“*Least recently used*”):**
 - mais utilizado;
 - assume que comportamento futuro deve seguir passado recente e, por isso...

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Menos recentemente utilizada (LRU-“*Least recently used*”):**
 - mais utilizado;
 - assume que comportamento futuro deve seguir passado recente e, por isso...
 - remove a página menos recentemente utilizada;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Menos recentemente utilizada (LRU-“*Least recently used*”):**
 - mais utilizado;
 - assume que comportamento futuro deve seguir passado recente e, por isso...
 - remove a página menos recentemente utilizada;
 - necessário registrar sequência de acesso às páginas;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Menos recentemente utilizada (LRU-“*Least recently used*”):**
 - mais utilizado;
 - assume que comportamento futuro deve seguir passado recente e, por isso...
 - remove a página menos recentemente utilizada;
 - necessário registrar sequência de acesso às páginas;
 - **pode ser implementada com uma fila de molduras de páginas:** quando uma página é utilizada, é removida para o fim da fila;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Menos frequentemente utilizada (LFU-“*Least frequently used*”):**

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Menos frequentemente utilizada (LFU-“*Least frequently used*”):**
 - assume que comportamento futuro deve seguir passado recente e, por isso...

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Menos frequentemente utilizada (LFU-“*Least frequently used*”):**
 - assume que comportamento futuro deve seguir passado recente e, por isso...
 - remove a página menos frequentemente utilizada;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Menos frequentemente utilizada (LFU-“Least frequently used”):**
 - assume que comportamento futuro deve seguir passado recente e, por isso...
 - remove a página menos frequentemente utilizada;
 - **custo:** registrar número de acessos a cada página;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Menos frequentemente utilizada (LFU-“Least frequently used”):**
 - assume que comportamento futuro deve seguir passado recente e, por isso...
 - remove a página menos frequentemente utilizada;
 - **custo:** registrar número de acessos a cada página;
 - **inconveniente:** uma página recentemente trazida da memória secundária tem baixo número de acessos e, portanto, pode ser removida;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Ordem de chegada (FIFO-*“First in first out”*):**

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Ordem de chegada (FIFO-“*First in first out*”):**
 - remove a página que está na memória principal há mais tempo;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Ordem de chegada (FIFO-“*First in first out*”):**
 - remove a página que está na memória principal há mais tempo;
 - FIFO é o algoritmo mais simples e mais barato de manter;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Algoritmos para escolha da página a ser removida:

- **Ordem de chegada (FIFO-“*First in first out*”):**
 - remove a página que está na memória principal há mais tempo;
 - FIFO é o algoritmo mais simples e mais barato de manter;
 - **desvantagem:** ignora que a página mais antiga pode ser a mais referenciada;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Sistema de memória virtual:

Modelo de Computação para Memória Secundária

Sistema de memória virtual:

- serve muito bem para **algoritmos que possuem localidade de referência pequena**;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Sistema de memória virtual:

- serve muito bem para **algoritmos que possuem localidade de referência pequena**;
- **localidade de referência pequena**: cada referência a uma localidade de memória tem grande chance de ocorrer em uma área que é relativamente próxima de outras áreas que foram recentemente referenciadas;

Modelo de Computação para Memória Secundária

Sistema de memória virtual:

- serve muito bem para **algoritmos que possuem localidade de referência pequena**;
- **localidade de referência pequena**: cada referência a uma localidade de memória tem grande chance de ocorrer em uma área que é relativamente próxima de outras áreas que foram recentemente referenciadas;
- localidade de referência pequena diminui muito transferências entre memórias principal e secundária;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso Sequencial Indexado

- utiliza princípio da pesquisa sequencial;

Acesso Sequencial Indexado

- utiliza princípio da pesquisa sequencial;
- a partir do primeiro, cada registro é lido sequencialmente até encontrar chave maior ou igual à chave procurada;

Acesso Sequencial Indexado

- utiliza princípio da pesquisa sequencial;
- a partir do primeiro, cada registro é lido sequencialmente até encontrar chave maior ou igual à chave procurada;
- **para aumentar eficiência:**

Acesso Sequencial Indexado

- utiliza princípio da pesquisa sequencial;
- a partir do primeiro, cada registro é lido sequencialmente até encontrar chave maior ou igual à chave procurada;
- **para aumentar eficiência:**
 - arquivo mantido ordenado pelo campo chave;

Acesso Sequencial Indexado

- utiliza princípio da pesquisa sequencial;
- a partir do primeiro, cada registro é lido sequencialmente até encontrar chave maior ou igual à chave procurada;
- **para aumentar eficiência:**
 - arquivo mantido ordenado pelo campo chave;
 - criação de arquivo de índices;

Acesso Sequencial Indexado

- utiliza princípio da pesquisa sequencial;
- a partir do primeiro, cada registro é lido sequencialmente até encontrar chave maior ou igual à chave procurada;
- **para aumentar eficiência:**
 - arquivo mantido ordenado pelo campo chave;
 - criação de arquivo de índices;

Exemplo:

Acesso Sequencial Indexado

- utiliza princípio da pesquisa sequencial;
- a partir do primeiro, cada registro é lido sequencialmente até encontrar chave maior ou igual à chave procurada;
- **para aumentar eficiência:**
 - arquivo mantido ordenado pelo campo chave;
 - criação de arquivo de índices;

Exemplo:

1

3	5	7	11
---	---	---	----

Acesso Sequencial Indexado

- utiliza princípio da pesquisa sequencial;
- a partir do primeiro, cada registro é lido sequencialmente até encontrar chave maior ou igual à chave procurada;
- **para aumentar eficiência:**
 - arquivo mantido ordenado pelo campo chave;
 - criação de arquivo de índices;

Exemplo:

1

3	5	7	11
---	---	---	----

2

14	17	20	21
----	----	----	----

Acesso Sequencial Indexado

- utiliza princípio da pesquisa sequencial;
- a partir do primeiro, cada registro é lido sequencialmente até encontrar chave maior ou igual à chave procurada;
- **para aumentar eficiência:**
 - arquivo mantido ordenado pelo campo chave;
 - criação de arquivo de índices;

Exemplo:

1

3	5	7	11
---	---	---	----

2

14	17	20	21
----	----	----	----

3

25	29	32	36
----	----	----	----

Acesso Sequencial Indexado

- utiliza princípio da pesquisa sequencial;
- a partir do primeiro, cada registro é lido sequencialmente até encontrar chave maior ou igual à chave procurada;
- **para aumentar eficiência:**
 - arquivo mantido ordenado pelo campo chave;
 - criação de arquivo de índices;

Exemplo:

1

3	5	7	11
---	---	---	----

2

14	17	20	21
----	----	----	----

3

25	29	32	36
----	----	----	----

4

41	44	48
----	----	----

Acesso Sequencial Indexado

- utiliza princípio da pesquisa sequencial;
- a partir do primeiro, cada registro é lido sequencialmente até encontrar chave maior ou igual à chave procurada;
- **para aumentar eficiência:**
 - arquivo mantido ordenado pelo campo chave;
 - criação de arquivo de índices;

Exemplo:



Acesso Sequencial Indexado

- utiliza princípio da pesquisa sequencial;
- a partir do primeiro, cada registro é lido sequencialmente até encontrar chave maior ou igual à chave procurada;
- **para aumentar eficiência:**
 - arquivo mantido ordenado pelo campo chave;
 - criação de arquivo de índices;

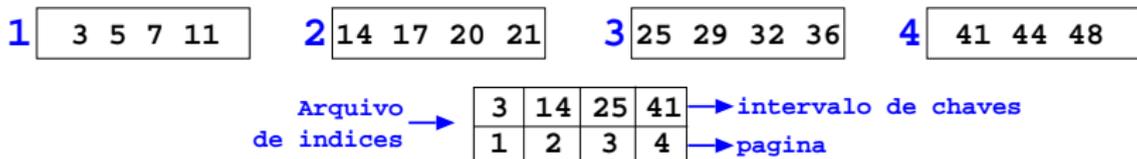
Exemplo:



Acesso Sequencial Indexado

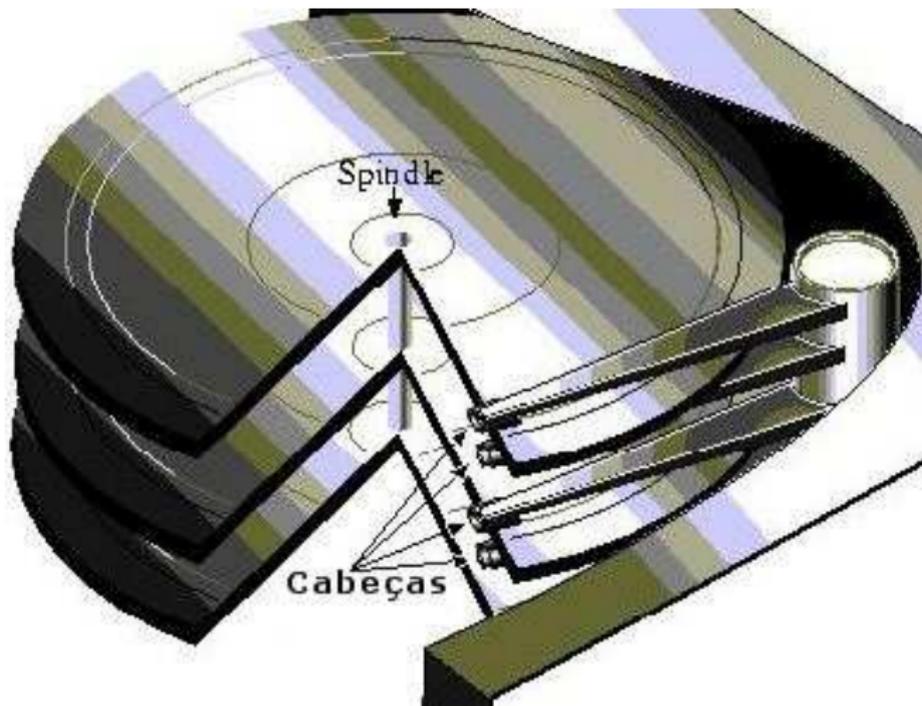
- utiliza princípio da pesquisa sequencial;
- a partir do primeiro, cada registro é lido sequencialmente até encontrar chave maior ou igual à chave procurada;
- **para aumentar eficiência:**
 - arquivo mantido ordenado pelo campo chave;
 - criação de arquivo de índices;

Exemplo:



Acesso Sequencial Indexado

Disco magnético:



Acesso Sequencial Indexado

Disco magnético:



Acesso Sequencial Indexado

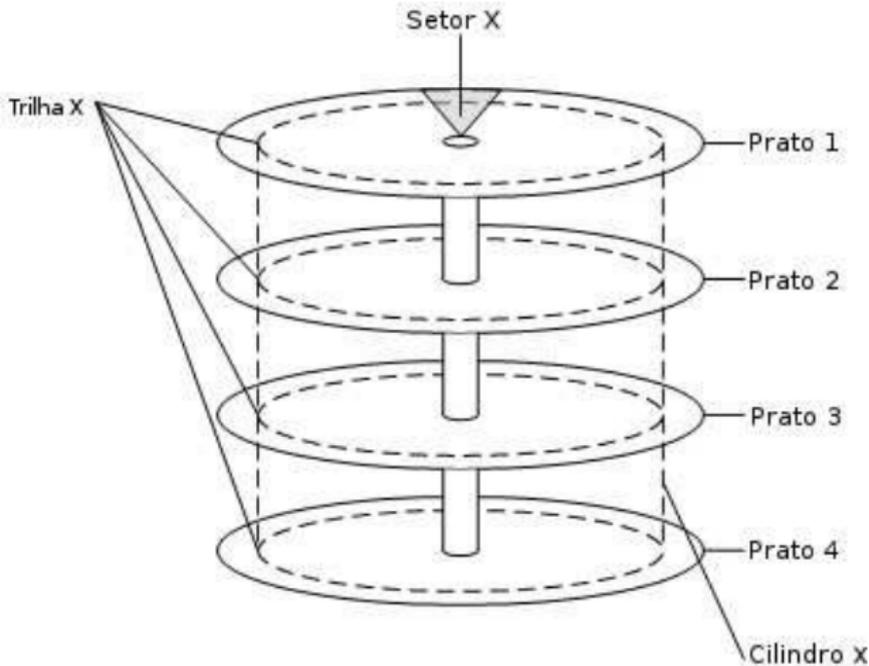
Disco magnético (funcionamento):

<http://www.youtube.com/watch?v=4sz4VHCj2Ho>

Acesso Sequencial Indexado

Disco magnético (funcionamento):

<http://www.youtube.com/watch?v=4sz4VHCj2Ho>



Acesso Sequencial Indexado

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético considera:

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético considera:

- **latência rotacional:**

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético considera:

- **latência rotacional:**
 - cabeça de gravação na trilha da página a ser lida;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético considera:

- **latência rotacional:**
 - cabeça de gravação na trilha da página a ser lida;
 - só aguarda o giro do disco para a posição certa;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético considera:

- **latência rotacional:**
 - cabeça de gravação na trilha da página a ser lida;
 - só aguarda o giro do disco para a posição certa;
- **tempo de busca (*seek time*):**

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético considera:

- **latência rotacional:**
 - cabeça de gravação na trilha da página a ser lida;
 - só aguarda o giro do disco para a posição certa;
- **tempo de busca (*seek time*):**
 - deslocamento da cabeça de gravação para outra trilha;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético considera:

- **latência rotacional:**
 - cabeça de gravação na trilha da página a ser lida;
 - só aguarda o giro do disco para a posição certa;
- **tempo de busca (*seek time*):**
 - deslocamento da cabeça de gravação para outra trilha;
 - responsável pela maior parte do custo para acessar dados;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético considera:

- **latência rotacional:**
 - cabeça de gravação na trilha da página a ser lida;
 - só aguarda o giro do disco para a posição certa;
- **tempo de busca (*seek time*):**
 - deslocamento da cabeça de gravação para outra trilha;
 - responsável pela maior parte do custo para acessar dados;

Portanto,

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético considera:

- **latência rotacional:**
 - cabeça de gravação na trilha da página a ser lida;
 - só aguarda o giro do disco para a posição certa;
- **tempo de busca (*seek time*):**
 - deslocamento da cabeça de gravação para outra trilha;
 - responsável pela maior parte do custo para acessar dados;

Portanto, procura minimizar deslocamentos da cabeça de gravação

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético considera:

- **latência rotacional:**
 - cabeça de gravação na trilha da página a ser lida;
 - só aguarda o giro do disco para a posição certa;
- **tempo de busca (*seek time*):**
 - deslocamento da cabeça de gravação para outra trilha;
 - responsável pela maior parte do custo para acessar dados;

Portanto, procura minimizar deslocamentos da cabeça de gravação utilizando esquema de índices de cilindros e páginas.

Acesso Sequencial Indexado

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético consiste em:

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético consiste em:

- localizar cilindro correspondente no índice de cilindros;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético consiste em:

- localizar cilindro correspondente no índice de cilindros;
- deslocar cabeça de gravação até o cilindro;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético consiste em:

- localizar cilindro correspondente no índice de cilindros;
- deslocar cabeça de gravação até o cilindro;
- ler página que contém índice de páginas;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético consiste em:

- localizar cilindro correspondente no índice de cilindros;
- deslocar cabeça de gravação até o cilindro;
- ler página que contém índice de páginas;
- ler página de dados com a chave procurada;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético:

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético:

- possibilita acesso sequencial ou randômico;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético:

- possibilita acesso sequencial ou randômico;
- adequado apenas para aplicações com baixa frequência de inserção e remoção;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético:

- possibilita acesso sequencial ou randômico;
- adequado apenas para aplicações com baixa frequência de inserção e remoção;
- **vantagem:** garantia de acesso com apenas um deslocamento da cabeça de gravação;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético:

- possibilita acesso sequencial ou randômico;
- adequado apenas para aplicações com baixa frequência de inserção e remoção;
- **vantagem:** garantia de acesso com apenas um deslocamento da cabeça de gravação;
- **desvantagem:** inflexibilidade

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético:

- possibilita acesso sequencial ou randômico;
- adequado apenas para aplicações com baixa frequência de inserção e remoção;
- **vantagem:** garantia de acesso com apenas um deslocamento da cabeça de gravação;
- **desvantagem:** inflexibilidade \Rightarrow se há muita inserção e remoção, dados tem que ser reorganizados;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético:

- possibilita acesso sequencial ou randômico;
- adequado apenas para aplicações com baixa frequência de inserção e remoção;
- **vantagem:** garantia de acesso com apenas um deslocamento da cabeça de gravação;
- **desvantagem:** inflexibilidade \Rightarrow se há muita inserção e remoção, dados tem que ser reorganizados;
- **solução:** reserva de áreas de armazenamento para registros adicionais em cada cilindro;

Acesso Sequencial Indexado

Acesso sequencial indexado em disco magnético:

- possibilita acesso sequencial ou randômico;
- adequado apenas para aplicações com baixa frequência de inserção e remoção;
- **vantagem:** garantia de acesso com apenas um deslocamento da cabeça de gravação;
- **desvantagem:** inflexibilidade \Rightarrow se há muita inserção e remoção, dados tem que ser reorganizados;
- **solução:** reserva de áreas de armazenamento para registros adicionais em cada cilindro;
- eficiente e adequado para discos *only-read* (como CD-ROMs);

Árvores Binárias de Busca

Árvores Binárias de Busca

Árvores binárias de busca para recuperar informação da memória secundária:

Árvores Binárias de Busca

Árvores binárias de busca para recuperar informação da memória secundária:

- suponha disco magnético como memória secundária;

Árvores Binárias de Busca

Árvores binárias de busca para recuperar informação da memória secundária:

- suponha disco magnético como memória secundária;
- armazena nós da árvore no disco;

Árvores Binárias de Busca

Árvores binárias de busca para recuperar informação da memória secundária:

- suponha disco magnético como memória secundária;
- armazena nós da árvore no disco;
- apontadores para filhos esquerdo e direito se tornam endereços no disco;

Árvores Binárias de Busca

Árvores binárias de busca para recuperar informação da memória secundária:

- suponha disco magnético como memória secundária;
- armazena nós da árvore no disco;
- apontadores para filhos esquerdo e direito se tornam endereços no disco;
- **custo da busca:** $O(\log_2 n)$ acessos ao disco;

Árvores Binárias de Busca

Árvores binárias de busca para recuperar informação da memória secundária:

- suponha disco magnético como memória secundária;
- armazena nós da árvore no disco;
- apontadores para filhos esquerdo e direito se tornam endereços no disco;
- **custo da busca:** $O(\log_2 n)$ acessos ao disco;
- **diminuindo número de acessos ao disco:** nós agrupados em páginas;

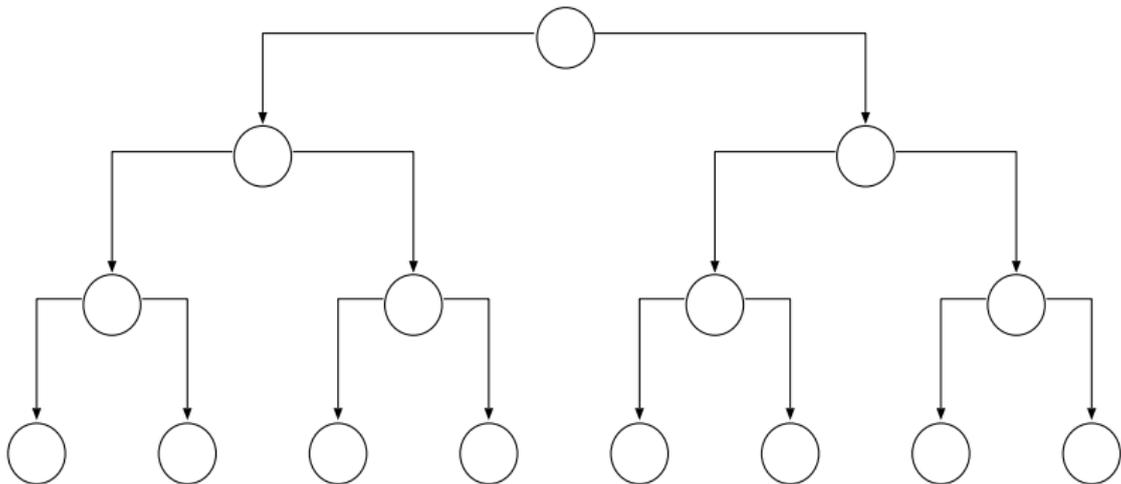
Árvores Binárias de Busca

Árvores Binárias de Busca

Formato da árvore de binário para quaternário (número de acessos cai pela metade):

Árvores Binárias de Busca

Formato da árvore de binário para quaternário (número de acessos cai pela metade):



Árvores Binárias de Busca

Árvores Binárias de Busca

Problemas:

Árvores Binárias de Busca

Problemas:

- Como agrupar os nós em páginas?

Árvores Binárias de Busca

Problemas:

- Como agrupar os nós em páginas?
- Como manter equilibrado o crescimento da árvore?

Árvores Binárias de Busca

Problemas:

- Como agrupar os nós em páginas?
- Como manter equilibrado o crescimento da árvore?
- Como permitir inserções e remoções à vontade?

Árvores Binárias de Busca

Problemas:

- Como agrupar os nós em páginas?
- Como manter equilibrado o crescimento da árvore?
- Como permitir inserções e remoções à vontade?

A proposta de **Árvores B** é resolver estes problemas!

Bibliografia Utilizada

FOLK, M.; ZOELLICK B. File Structures, 2^a edição, Addison-Wesley, 1992.

ZIVIANI, N. Projeto de Algoritmos: com implementações em Pascal e C, 2^a edição, Cengage Learning, 2009.