

Algoritmos e Estruturas de Dados II

Aula 19 – Arquivo: Alocação Sequencial (ordenada e não ordenada)

Prof. Luciano A. Digiampietri
digiampietri@usp.br
@digiampietri

2025

Alocação de Blocos na Memória Secundária

- Organização Interna de Arquivos
- Acesso à Memória por Blocos (*seeks*)
- Estratégias de alocação de blocos no disco e organização de registros pelos blocos devem considerar esse fato:
 - Sequencial não ordenado (*heap files*)
 - Sequencial ordenado (*sorted files*)
 - Por listas ligadas (ordenação pelas chaves)
 - Indexada
 - Árvores B / B+
 - *Hashing*
- Para cada estratégia analisaremos complexidadeⁱ.

ⁱ Complexidade em termos de número de *seeks*

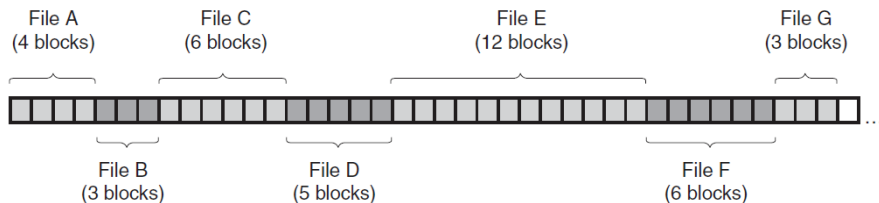
Alocação de Blocos na Memória Secundária

- Organização Interna de Arquivos
- Acesso à Memória por Blocos (*seeks*)
- Estratégias de alocação de blocos no disco e organização de registros pelos blocos devem considerar esse fato:
 - Sequencial não ordenado (*heap files*)
 - Sequencial ordenado (*sorted files*)
 - Por listas ligadas (ordenação pelas chaves)
 - Indexada
 - Árvores B / B+
 - *Hashing*
- Para cada estratégia analisaremos complexidadeⁱ.

ⁱ Complexidade em termos de número de *seeks*

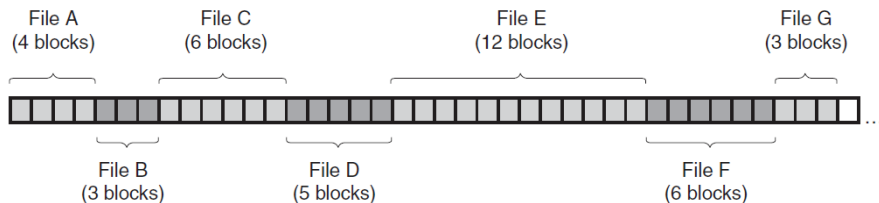
Alocação Sequencial

- Blocos alocados sequencialmente no disco



Alocação Sequencial

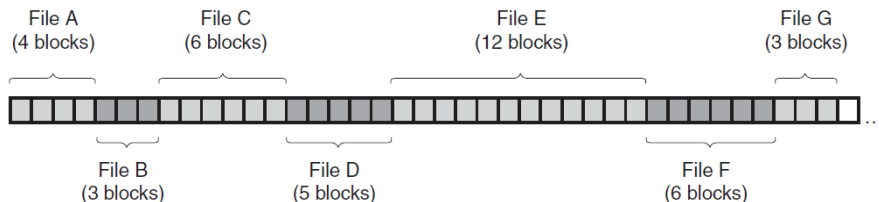
- Blocos alocados sequencialmente no disco



- **Custo x Benefício**

Alocação Sequencial

- Blocos alocados sequencialmente no disco

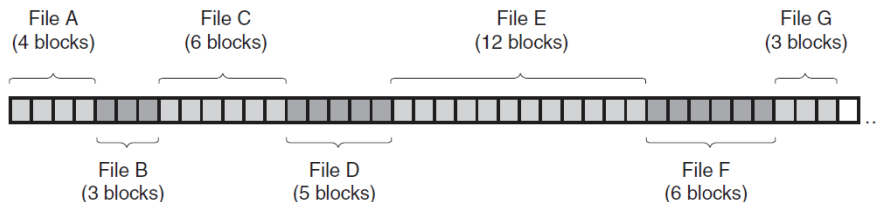


- **Custo x Benefício**

- **Leitura fácil** (leitura sequencial é ótima e na leitura aleatória depende da facilidade de localização do deslocamento do registro dentro do arquivo)

Alocação Sequencial

- Blocos alocados sequencialmente no disco

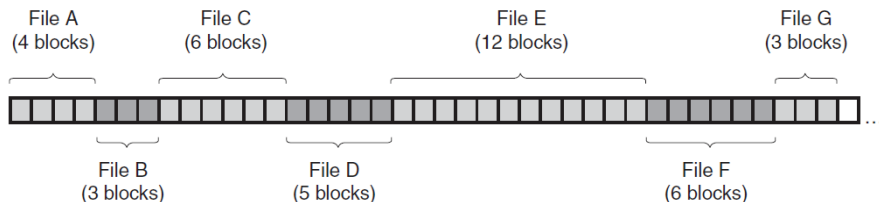


- **Custo x Benefício**

- **Leitura fácil** (leitura sequencial é ótima e na leitura aleatória depende da facilidade de localização do deslocamento do registro dentro do arquivo)
- **Expansão complicada**: se não houver espaço disponível até o próximo arquivo tem que ser realocado

Alocação Sequencial

- Blocos alocados sequencialmente no disco

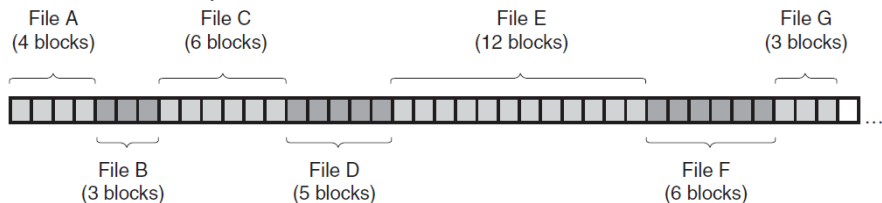


- **Custo x Benefício**

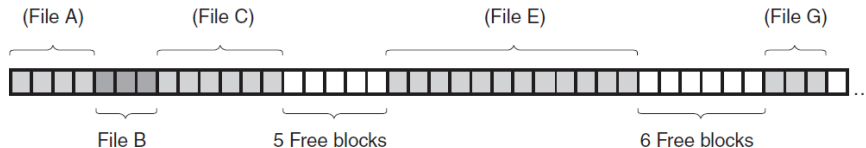
- **Leitura fácil** (leitura sequencial é ótima e na leitura aleatória depende da facilidade de localização do deslocamento do registro dentro do arquivo)
- **Expansão complicada**: se não houver espaço disponível até o próximo arquivo tem que ser realocado
- **Fragmentação externa** (buracos entre os arquivos): maior ou menor dependendo da política de alocação

Alocação Sequencial

- Blocos alocados sequencialmente no disco (pelos cilindros)



- Após algumas remoções:



(TANEMBAUM, 2015)

Alocação Sequencial

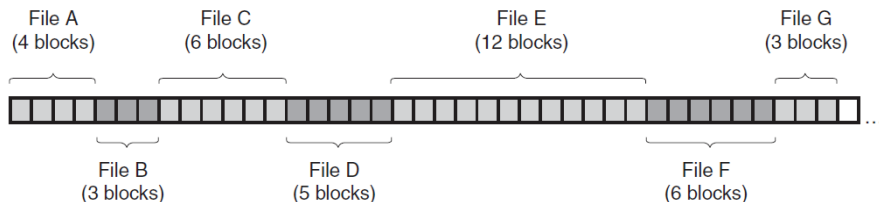
Fragmentação Externa:

- Com o tempo (após alocações/desalocações sucessivas), o disco pode ficar fragmentado, isto é, com vários trechos disponíveis intercortados por trechos utilizados



Alocação Sequencial

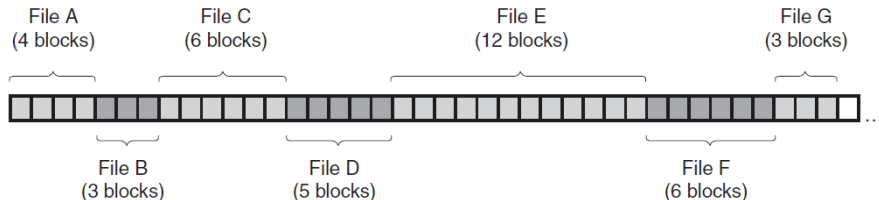
- Blocos alocados sequencialmente no disco



- E como os registros são organizados pelos blocos?

Alocação Sequencial

- Blocos alocados sequencialmente no disco



- E como os registros são organizados pelos blocos?
 - Não ordenados (sequencial não ordenado – *heap files*)
 - Ordenados por um campo chave (sequencial ordenado – *sorted files*)

Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

- **Inserção:**

Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

- **Inserção:** no final do arquivo.

Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

- **Inserção:** no final do arquivo. Há espaço disponível (dentro do último bloco ou após ele até o próximo arquivo)?

Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

- **Inserção:** no final do arquivo. Há espaço disponível (dentro do último bloco ou após ele até o próximo arquivo)?
 - **Sim:** eficiente $O(1)$ *seeks*

Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

- **Inserção:** no final do arquivo. Há espaço disponível (dentro do último bloco ou após ele até o próximo arquivo)?
 - **Sim:** eficiente $O(1)$ *seeks*
 - Copia último bloco (ou próximo) no buffer de memória (localização está no cabeçalho) – 1 *seek*
 - Insere registro
 - Reescreve bloco no disco – 1 *seek*

Alocação Sequencial - Não Ordenado

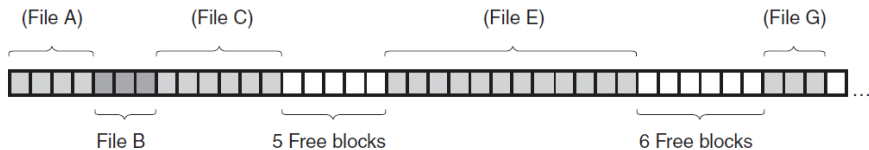
O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

- **Inserção:** no final do arquivo. Há espaço disponível (dentro do último bloco ou após ele até o próximo arquivo)?
 - **Sim:** eficiente $O(1)$ seeks
 - Copia último bloco (ou próximo) no buffer de memória (localização está no cabeçalho) – 1 seek
 - Insere registro
 - Reescreve bloco no disco – 1 seek
 - **NÃO:** ineficiente $O(b)$ seeks – tem que realocar todo o arquivo em outro lugar no disco

Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

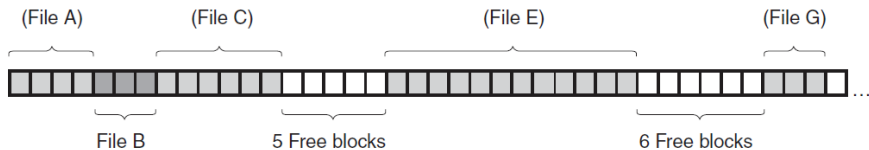
- **Busca:**



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

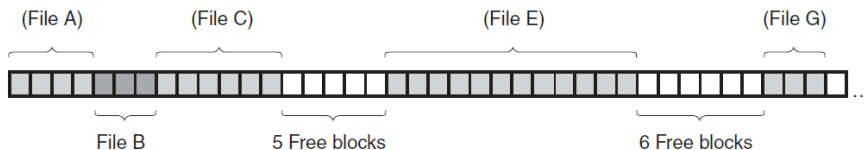
- **Busca:** sequencial não ordenada



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

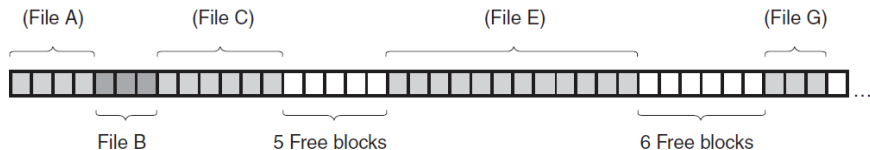
- **Busca:** sequencial não ordenada
 - Tenho que olhar todos os blocos – $O(b)$ seeks
 - Lembrando que a busca é por registros, não por blocos



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

- **Remoção:**

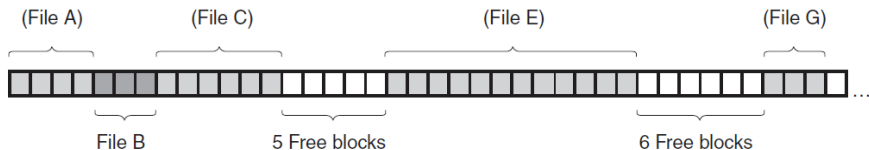


Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

- **Remoção:**

- Precisa achar onde está o registro – $O(b)$ seeks

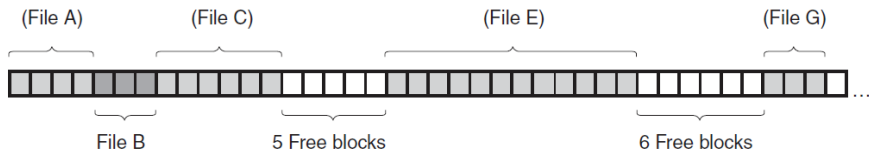


Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

- **Remoção:**

- Precisa achar onde está o registro – $O(b)$ seeks
- Exclui registro do bloco (que está no *buffer*): marcar registro como inválido

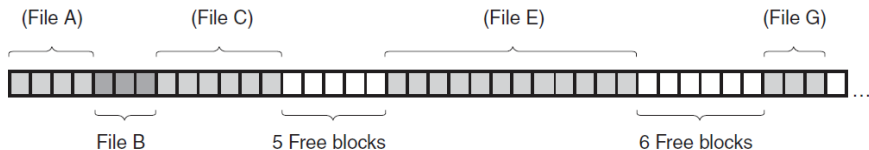


Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

- **Remoção:**

- Precisa achar onde está o registro – $O(b)$ seeks
- Exclui registro do bloco (que está no *buffer*): marcar registro como inválido
- Reescrever bloco de volta ao disco (com um espaço vazio) – $O(1)$
 - Demanda uma reorganização periódica

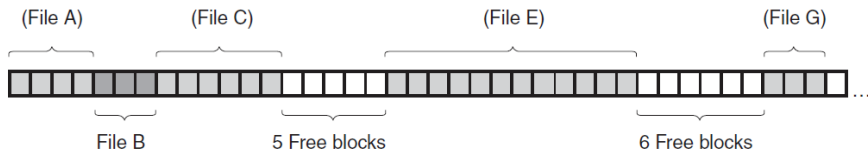


Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

- **Remoção:**

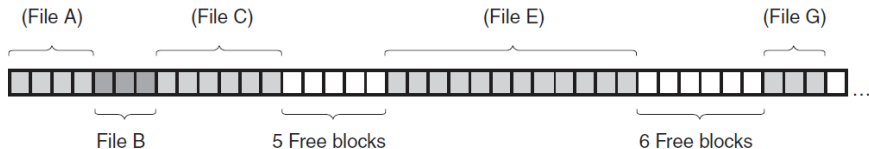
- Precisa achar onde está o registro – $O(b)$ seeks
- Exclui registro do bloco (que está no *buffer*): marcar registro como inválido
- Reescrever bloco de volta ao disco (com um espaço vazio) – $O(1)$
 - Demanda uma reorganização periódica
- Complexidade total: $O(b)$ seeks



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

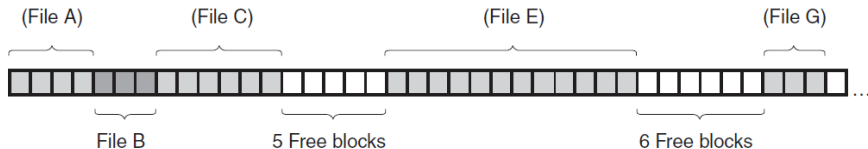
- **Leitura ordenada:**



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

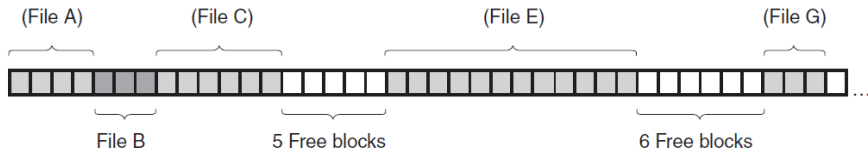
- **Leitura ordenada:** Muito Ineficiente!!!



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

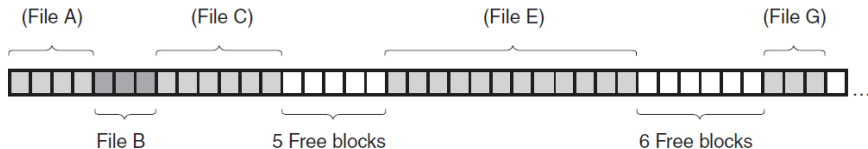
- **Leitura ordenada:** Muito Ineficiente!!!
 - Exige uma ordenação primeiro! (exigirá ordenação externa se o arquivo inteiro não couber na memória)



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

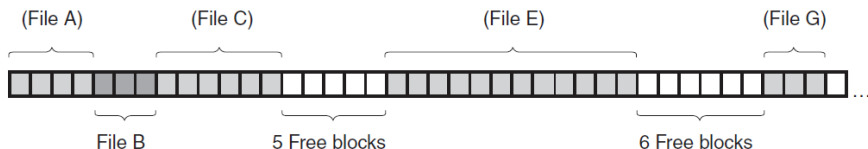
- **Leitura ordenada:** Muito Ineficiente!!!
 - Exige uma ordenação primeiro! (exigirá ordenação externa se o arquivo inteiro não couber na memória)
 - Mesmo se couber na memória, exigirá a leitura do arquivo inteiro ($O(b)$)



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

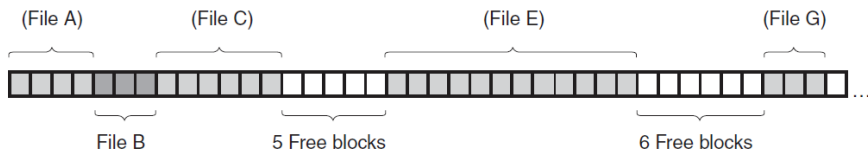
- **Mínimo** (menor chave) / **Máximo** (maior chave):



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

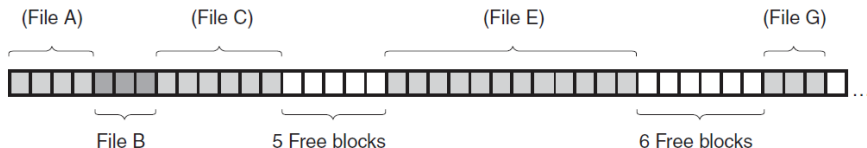
- **Mínimo** (menor chave) / **Máximo** (maior chave):
 $O(b)$



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

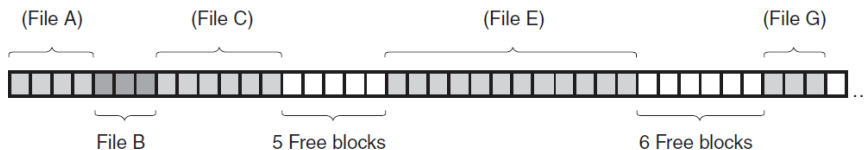
- **Mínimo** (menor chave) / **Máximo** (maior chave): $O(b)$
 - Mas pode-se guardar esses valores no cabeçalho: $O(1)$



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

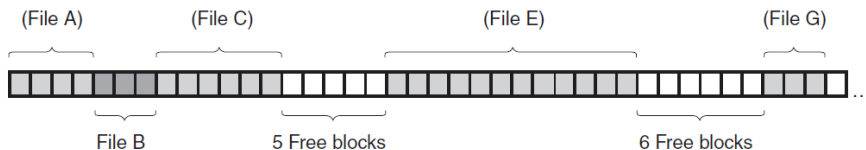
- **Modificação** de um campo:



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

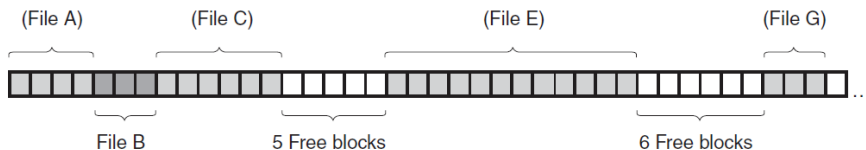
- **Modificação** de um campo:
 - Para salvar um campo modificado: $O(1)$



Alocação Sequencial - Não Ordenado

O arquivo, de r registros espalhados em b blocos, não está ordenado nem indexado

- **Modificação** de um campo:
 - Para salvar um campo modificado: $O(1)$
 - Se precisar buscar o registro primeiro: $O(b)$



Alocação Sequencial - Não Ordenado

Complexidade	Arquivo Não Ordenado
Busca	$O(b)$
Inserção	$O(1)$ se houver espaço, ou $O(b)$
Remoção ⁱⁱ	$O(b)$ (custo da busca)
Leitura Ordenada	$\omega(b)$ ⁱⁱⁱ
Mínimo/Máximo	$O(b)$, ou $O(1)$ se as chaves estiverem no cabeçalho
Modificação	$O(1)$, ou $O(b)$ se precisar buscar

ⁱⁱConsiderando o uso de um bit de validade

ⁱⁱⁱDepende do algoritmo de ordenação [externa]

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

O arquivo, de r registros distribuídos em b blocos, está ordenado por um campo específico: a **chave**

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- Leitura Ordenada:

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Leitura Ordenada:**
 - Eficiente - sequencial
 $O(b)$ seeks

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Leitura Ordenada:**

- Eficiente - sequencial
 $O(b)$ seeks
- Se fizer a leitura do arquivo inteiro de uma vez, precisará de apenas $O(1)$ seeks (considerando que os blocos estão sequencialmente dispostos nos cilindros)

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Mínimo** (menor chave) / **Máximo** (maior chave):

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Mínimo** (menor chave) / **Máximo** (maior chave): pelo menos os endereços do primeiro e do último bloco estão no cabeçalho do arquivo – $O(1)$
 - Podemos ter o endereço desses dois blocos no cabeçalho em todos os tipos de alocação

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- Busca:

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Busca:** Busca Binária baseada nos blocos – $O(\log(b))$

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Busca:** Busca Binária baseada nos blocos – $O(\log(b))$
 - Dentro de cada bloco podemos fazer a busca binária (registros de tamanho fixo) ou sequencial (qualquer organização de registros).

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Inserção:**

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Inserção:** cara – $O(b)$

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Inserção:** cara – $O(b)$
 - Tem que achar o local correto ($O(\log(b))$)

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Inserção:** cara – $O(b)$
 - Tem que achar o local correto ($O(\log(b))$)
 - Abrir espaço para o registro (deslocar todos os registros “necessários*” com chave maior para frente): $O(b)$

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Inserção:** cara – $O(b)$
 - Tem que achar o local correto ($O(\log(b))$)
 - Abrir espaço para o registro (deslocar todos os registros “necessários*” com chave maior para frente): $O(b)$
 - Trazer o respectivo bloco para o *buffer*

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Inserção:** cara – $O(b)$
 - Tem que achar o local correto ($O(\log(b))$)
 - Abrir espaço para o registro (deslocar todos os registros “necessários*” com chave maior para frente): $O(b)$
 - Trazer o respectivo bloco para o *buffer*
 - Deslocar os registros (o último registro vai para o próximo bloco e assim por diante)
 - Salvar cada bloco modificado no disco

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Inserção:** cara – $O(b)$

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Inserção:** cara – $O(b)$
 - Pode ter seu custo atenuado, na média, de diferentes formas

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Inserção:** cara – $O(b)$
 - Pode ter seu custo atenuado, na média, de diferentes formas
 - Havendo registros apagados (marcados como inválidos), o deslocamento só precisará ocorrer até encontrar um deles.

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Inserção:** cara – $O(b)$

- Pode ter seu custo atenuado, na média, de diferentes formas
- Havendo registros apagados (marcados como inválidos), o deslocamento só precisará ocorrer até encontrar um deles.
- É possível deixar espaços vazios nos blocos (demanda reorganização periódica, é mais complicado para calcular localização dos registros e 'desperdiça' espaço)

	Nome	Sector	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- Exclusão:

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Exclusão:** cara – $O(b)$
 - Mesmo custo da inserção (pelos mesmos motivos)

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Exclusão:** cara – $O(b)$
 - Mesmo custo da inserção (pelos mesmos motivos)
 - Porém, se usarmos a marcação de registros inválidos/excluídos o custo vai para $O(\log(b))$ (custo da busca)

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Exclusão:** cara – $O(b)$
 - Mesmo custo da inserção (pelos mesmos motivos)
 - Porém, se usarmos a marcação de registros inválidos/excluídos o custo vai para $O(\log(b))$ (custo da busca)
 - Requer reorganizações periódicas

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Modificação:**

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Modificação:** busca + atualização

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Modificação:** busca + atualização
 - Apenas modificar um campo (não chave):
 $O(\log(b))$

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Modificação:** busca + atualização
 - Apenas modificar um campo (não chave):
 $O(\log(b))$
 - Se modificar o tamanho de um registro (no caso de tamanhos variáveis) e não couber mais no bloco: **mesmo custo da inserção**

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial - Arquivo Ordenado

- **Modificação:** busca + atualização
 - Apenas modificar um campo (não chave):
 $O(\log(b))$
 - Se modificar o tamanho de um registro (no caso de tamanhos variáveis) e não couber mais no bloco: **mesmo custo da inserção**
 - Se modificar a chave: **custo de remoção + inserção** (no pior caso)

	Nome	Setor	...	Ingr.
Bloco 1	Ana Amélia Benedito Silva			
	Andre Cavalcanti Rocha ...			
	...			
	Clodoaldo Aparecido de ...			
Bloco 2	Daniel de Angelis Cordeiro			
	Edmir Parada Vasques ...			
	...			
	Flávio Luiz Coutinho			
Bloco 3	Gisele da Silva Craveiro			
	Helton Hideraldo Biscaro			
	...			
	Karina Valdivia Delgado			
...				
Bloco n-1	Masayuki Oka Hase			
	Norton Trevisan Roman			
	...			
	Renan Cerqueira Afonso ...			
Bloco n	Sarajane Marques Peres			
	Valdinei Freire da Silva			
	...			
	Violeta Sun			

Alocação Sequencial

Complexidade	Não Ordenado	Arquivo Ordenado
Busca	$O(b)$	$O(\log(b))$
Inserção	$O(1)$ se houver espaço, ou $O(b)$	$O(b)$
Remoção ^{iv}	$O(b)$ (custo da busca)	$O(\log(b))$
Leitura Ordenada	$\omega(b)$ ^v	$O(b)$, $O(1)$ (leitura toda de uma vez)
Mínimo/Máximo	$O(b)$, ou $O(1)$ se as chaves estiverem no cabeçalho	$O(1)$
Modificação	$O(1)$, ou $O(b)$ se precisar buscar	$O(1)$, $O(\log(n))$ (buscar), ou $O(b)$ (modificação de chave)

^{iv}Considerando o uso de um bit de validade

^vDepende do algoritmo de ordenação [externa]

Referência

- Slides baseados no material da profa. Ariane Machado Lima - ACH2024
- Slides da Profa. Graça (ICMC) - [http://wiki.icmc.usp.br/index.php/SCC-203_\(gracan\)](http://wiki.icmc.usp.br/index.php/SCC-203_(gracan)) (Arquivos 8, 9 e 12)
- GOODRICH et al, Data Structures and Algorithms in C++. Ed. John Wiley & Sons, Inc. 2nd ed. 2011. Seção 14.2
- ELMARIS, R.; NAVATHE, S. B. Fundamentals of Database Systems. 4 ed. Ed. Pearson-Addison Wesley. Cap 13 (até a seção 13.7).
- TANEMBAUM, A. S. & BOS, H. Modern Operating Systems. Pearson, 4th ed. 2015

Algoritmos e Estruturas de Dados II

Aula 19 – Arquivo: Alocação Sequencial (ordenada e não ordenada)

Prof. Luciano A. Digiampietri
digiampietri@usp.br
@digiampietri

2025