

Curso de

Sistemas Operacionais

Gerenciamento de Arquivos Parte 3

Prof. Dr. Robson Siscoutto

e-mail: robson@unoeste.br

Otimização do Desempenho do Disco

Sumário

- 12.1 Introdução
- 12.2 Evolução do armazenamento secundário
- 12.3 Características do armazenamento em disco de cabeçote móvel
- 12.4 Por que o escalonamento do disco é necessário
- 12.5 Estratégias de escalonamento de disco
 - 12.5.1 Escalonamento de disco do tipo primeira a chegar, primeira a ser atendida (FCFS)
 - 12.5.2 Escalonamento de disco do tipo tempo de busca mais curto primeiro (SSTF)
 - 12.5.3 Escalonamento de disco SCAN
 - 12.5.4 Escalonamento de disco C-SCAN
 - 12.5.5 Escalonamento de disco FSCAN e SCAN de N -fases
 - 12.5.6 Escalonamento de disco LOOK e C-LOOK
- 12.6 Otimização rotacional
 - 12.6.1 Escalonamento SLTF
 - 12.6.2 Escalonamento SPTF e SATF
- 12.7 Considerações de sistemas
- 12.8 Utilização de caches e buffers
- 12.9 Outras técnicas de desempenho de disco

12.1 Introdução

- **O armazenamento secundário é um local comum de gargalo.**
- Melhorias de desempenho do armazenamento secundário elevaram significativamente o desempenho do sistema como um todo.
- As soluções para isso podem ser feitas no software e no hardware.

12.2 Evolução do armazenamento secundário

- **A maioria dos dispositivos de armazenamento secundário consiste em mídias magnéticas**
 - Os dados são acessados por um cabeçote de leitura-escrita.
 - As primeiras tecnologias usavam o armazenamento sequencial.
 - Os registros tinham de ser acessados um por um, sequencialmente.
 - Não era eficaz para aplicações de acesso direto.
 - Armazenamento de acesso aleatório
 - Também chamado de armazenamento de acesso direto.
 - Os registros podem ser acessados em qualquer sequência.

12.3 Características do armazenamento em disco de cabeçote móvel

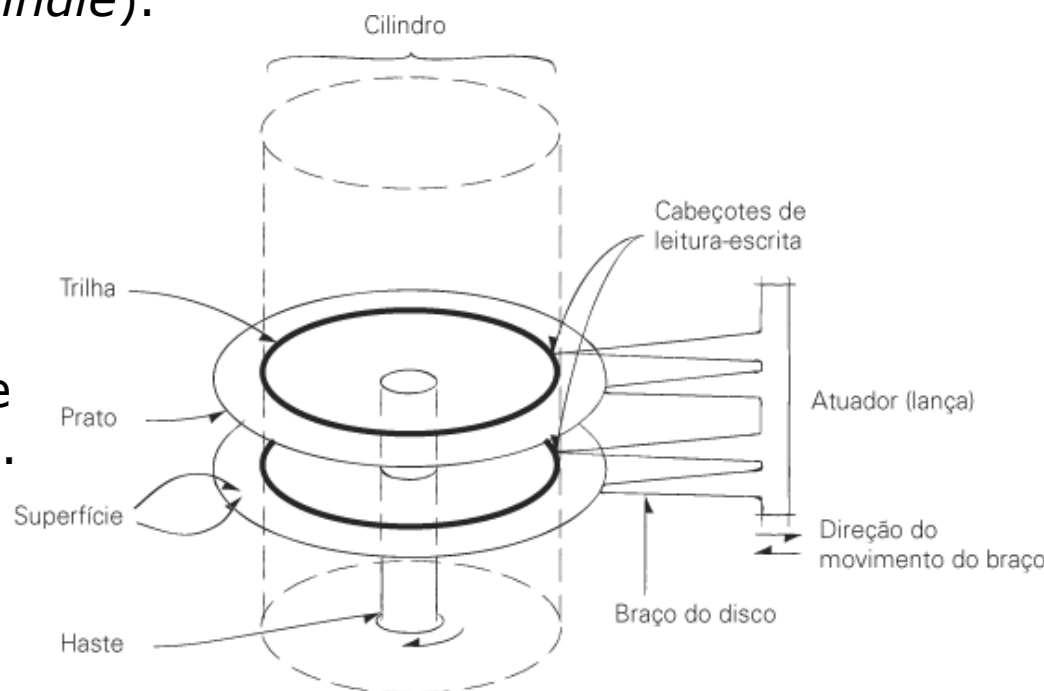
■ Layout físico das unidades de disco

■ Conjunto de pratos (*platters*) magnéticos:

- Giram em uma haste (*spindle*).

- Compõem-se de trilhas, que, por sua vez, contêm setores.

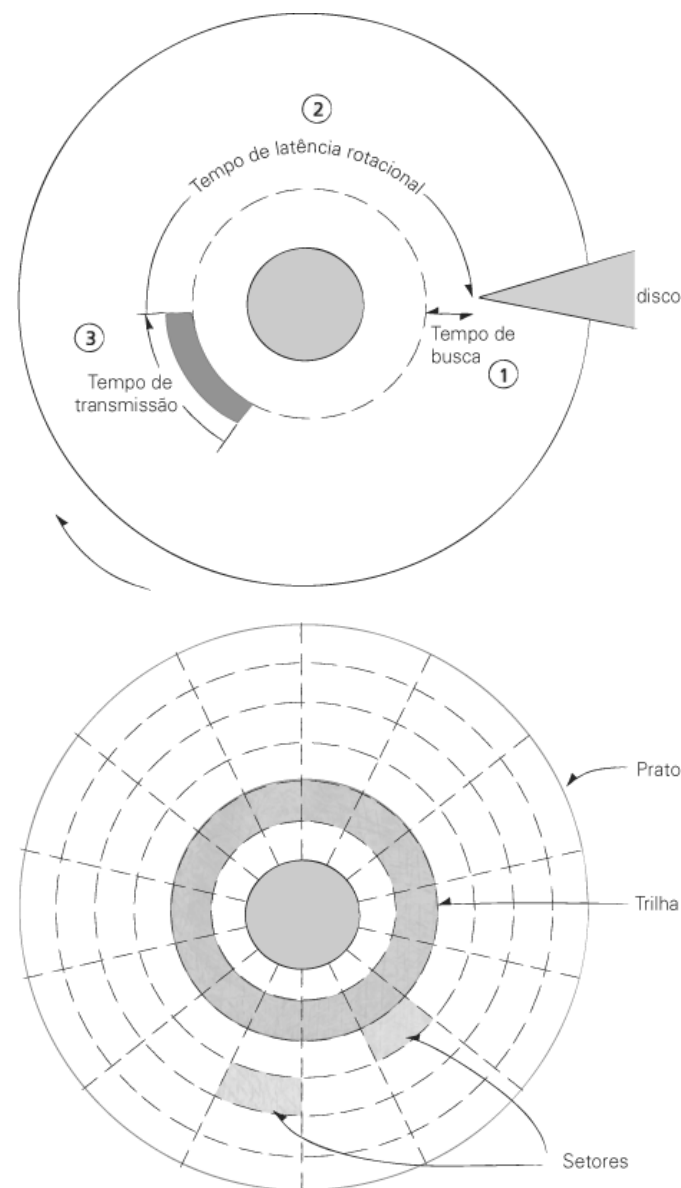
- Os conjuntos verticais de trilhas formam os cilindros.



12.3 Características do armazenamento em disco de cabeçote móvel

■ Avaliação de desempenho

- Latência rotacional
 - Tempo para os dados girarem da posição em que estão até o cabeçote de leitura-escrita.
- Tempo de busca
 - Tempo para o cabeçote de leitura-escrita mover-se/ir do cilindro corrente até o cilindro apropriado.
- Tempo de transmissão
 - Tempo para todos os dados desejados girarem por meio do cabeçote de leitura-escrita.



12.4 Por que o escalonamento do disco é necessário

- **O escalonamento primeira a chegar, primeira a ser atendida (FCFS) apresenta desvantagens significativas.**
 - O tempo de espera da busca de locais distribuídos aleatoriamente é longo.
 - Sob taxas de requisição (cargas) pesadas, o sistema fica sobrecarregado.
- **As requisições devem ser atendidas de acordo com uma sequência lógica para diminuir os atrasos.**
 - De modo que as requisições de serviço sejam atendidas com uma quantidade mínima de movimento mecânico.
- **Os primeiros algoritmos de escalonamento de disco procuravam principalmente diminuir os tempos de busca, componente de acesso a disco que tinha a maior latência.**
- **Os sistemas modernos também executam otimização rotacional.**

12.5 Estratégias de Escalonamento de Disco

■ Três critérios para avaliar estratégias:

- Rendimento
 - Número de requisições atendidas por unidade de tempo.
- Tempo médio de resposta
 - Tempo médio à espera do atendimento de uma requisição.
- Variância dos tempos de resposta
 - Medida da previsibilidade dos tempos de resposta.
 - Cada requisição deve ser atendida dentro de um período aceitável

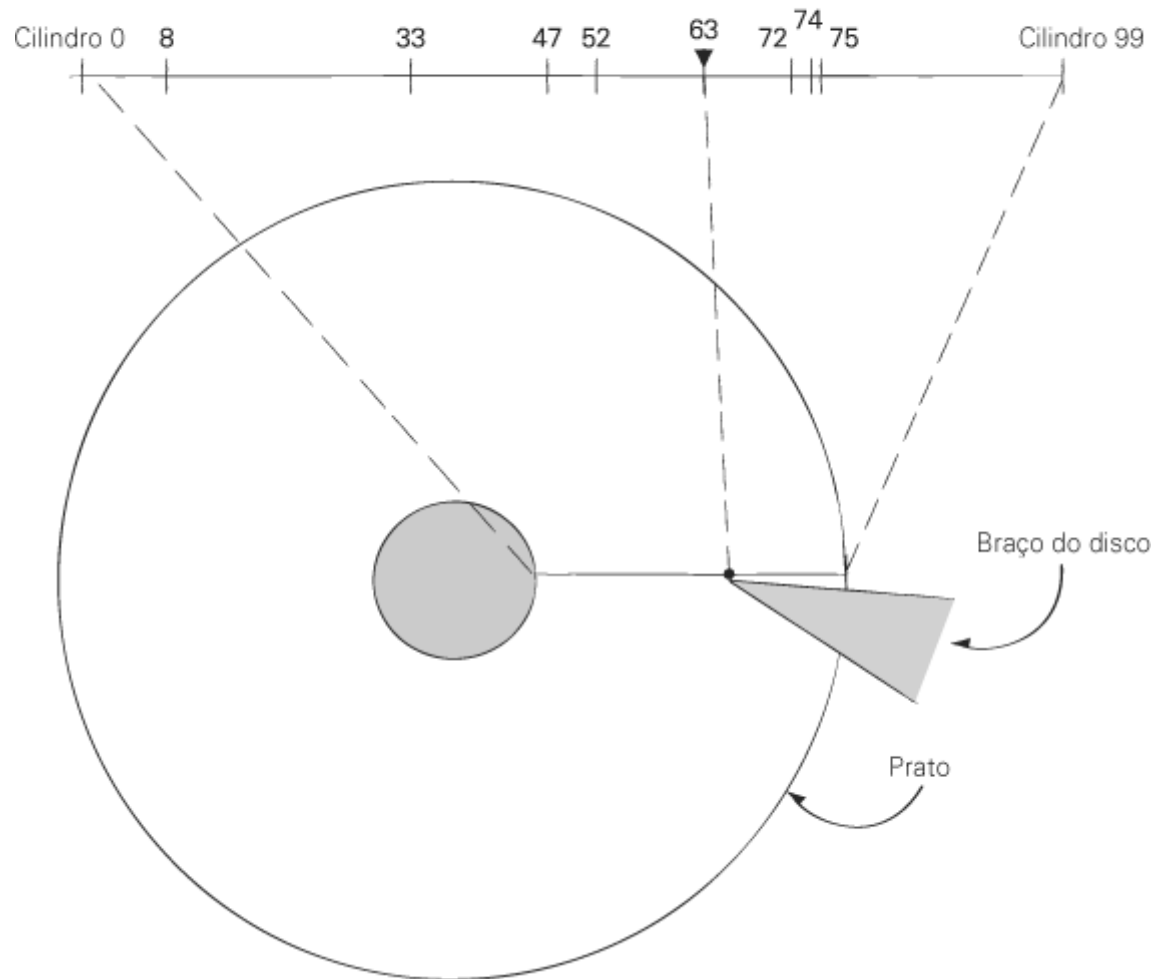
■ Metas gerais

- Maximizar o rendimento.
- Diminuir o tempo de resposta e sua variância.

12.5 Estratégias de escalonamento de disco

Conjunto de Requisições para Demonstrar o Resultado das Políticas

Fila de requisição do cilindro (ordenação FIFO): 33, 72, 47, 8, 99, 74, 52, 75
Posição do cabeçote do disco: Cilindro 63



12.5.1 Escalonamento de disco do tipo 'primeira a chegar, primeira a ser atendida' (FCFS)

■ O escalonamento FCFS: requisições atendidas em ordem de chegada.

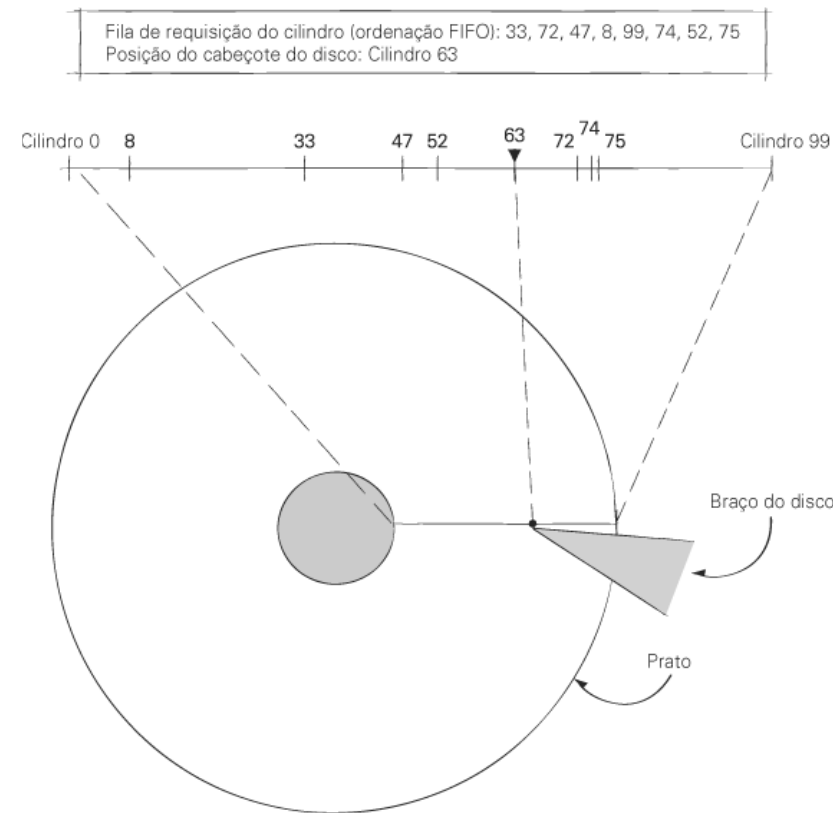
■ Vantagens

- É satisfatório
- Evita adiamento indefinido:
 - atente todas as requisições da fila de espera
- Baixa sobrecarga.

■ Desvantagens

- Possibilidade de rendimento extremamente baixo.
 - O escalonamento FCFS em geral produz um padrão de busca aleatório porque não reordena as requisições a fim de diminuir a demora no atendimento.
- Esse padrão aleatório resulta em baixa variância pois as requisições que chegam não podem passar à frente das requisições à espera;

Figura 12.6 Padrão de busca sob a estratégia FCFS.

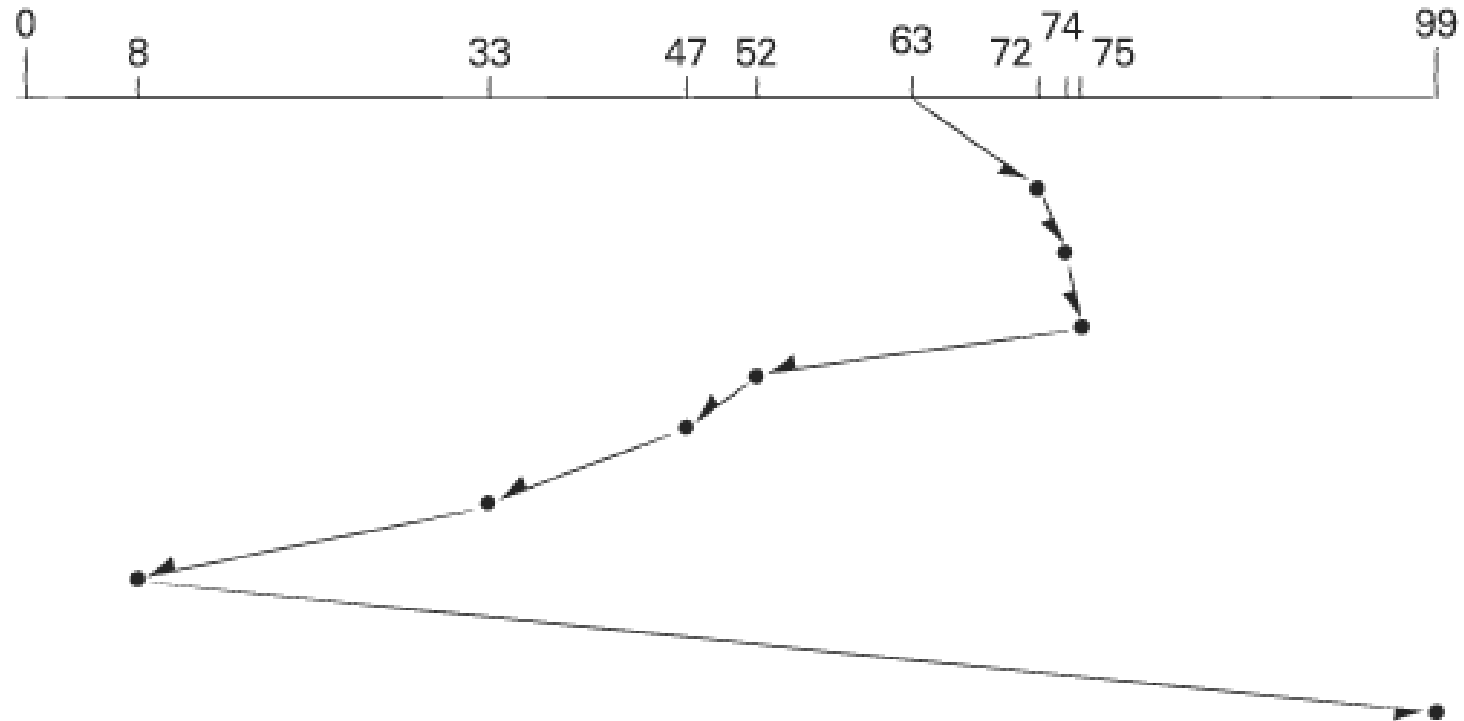


12.5.2 Escalonamento de disco do tipo 'tempo de busca mais curto primeiro' (SSTF)

- **SSTF: requisição de serviço que estiver mais próxima do cabeçote de leitura-escrita.**
- Vantagens
 - Maior rendimento e tempos de resposta menores que no FCFS.
 - Soluções razoáveis para sistemas de processamento em lote.
 - Rendimento e tempos médios de resposta são metas mais importantes;
- Desvantagens
 - Não garante imparcialidade.
 - Possibilidade de adiamento indefinido:
 - uma requisição pode nunca se atendida devido a sua distância;
 - Alta variância dos tempos de resposta.
 - O tempo de resposta em geral é inaceitável para sistemas interativos.

12.5.2 Escalonamento de disco do tipo 'tempo de busca mais curto primeiro' (SSTF)

Figura 12.7 Padrão de busca sob a estratégia SSTF.



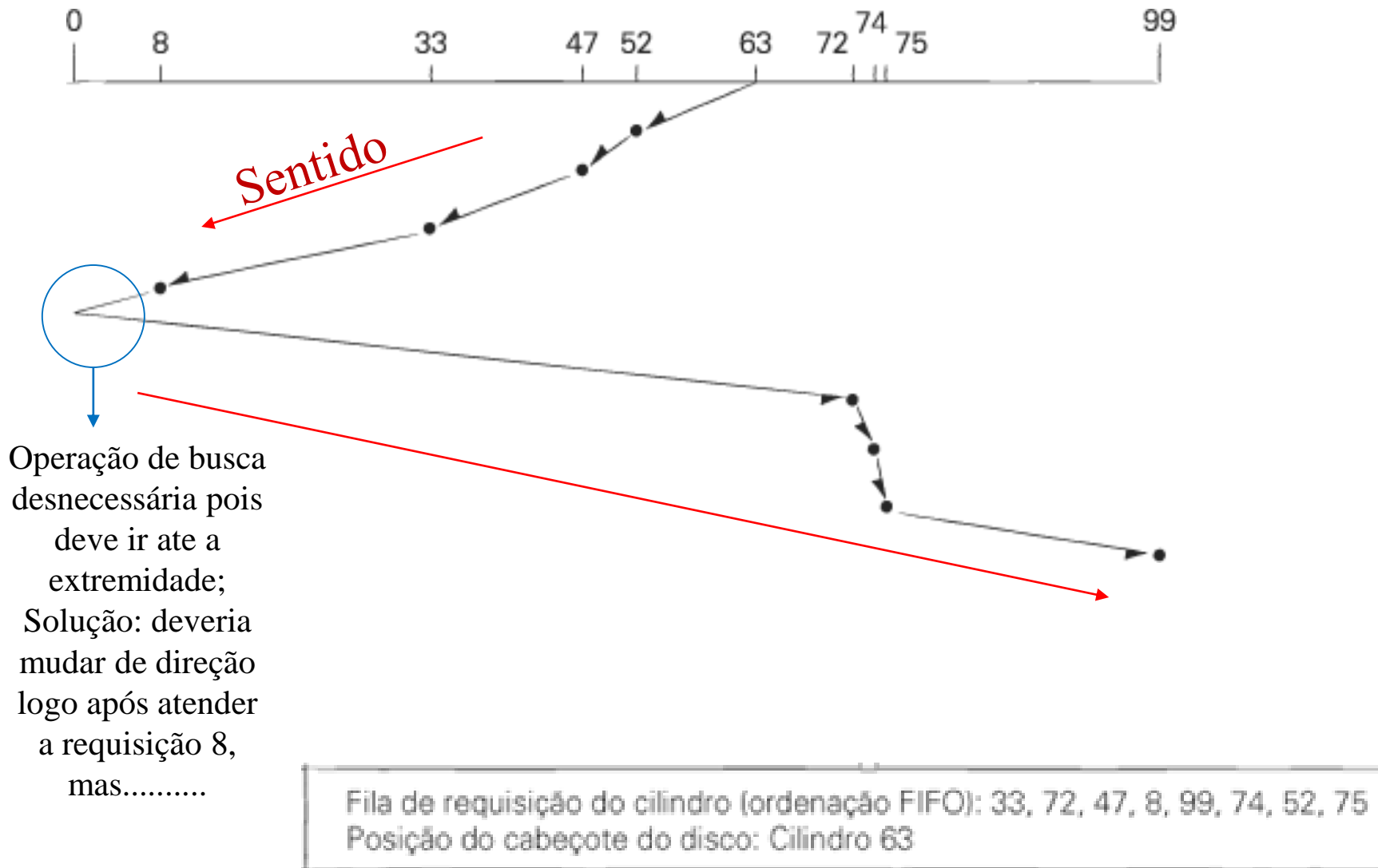
Fila de requisição do cilindro (ordenação FIFO): 33, 72, 47, 8, 99, 74, 52, 75
Posição do cabeçote do disco: Cilindro 63

12.5.3 Escalonamento de disco SCAN

- **SCAN: tempo de busca menor na direção preferida.**
 - Também conhecido como algoritmo do elevador
 - Não muda a direção até que atinja a extremidade do disco.
 - Definida uma direção escolhe a requisição que requer a menor distância de busca na direção definida;
 - Características semelhantes às do SSTF.
 - Também existe a possibilidade de adiamento indefinido.
 - Requisições novas podem ser atendidas antes das em fila de espera;
 - A variância dos tempos de resposta é melhor.
 - Porque atende as requisições em uma dada direção

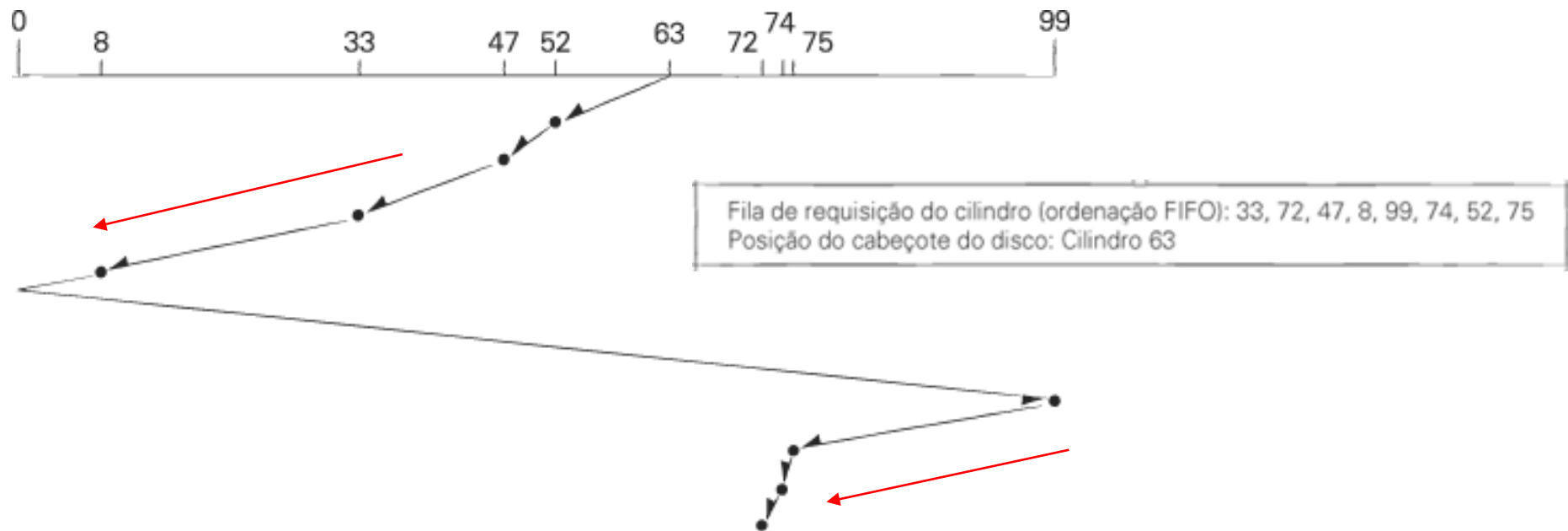
12.5.3 Escalonamento de disco SCAN

Figura 12.8 Padrão de busca sob a estratégia SCAN.



12.5.4 Escalonamento de disco C-SCAN (Scan Circular)

- **C-SCAN:** semelhante ao SCAN, mas ao fim de uma varredura para dentro o braço do disco pula (sem atender às requisições) para o cilindro mais externo.
- Diminui ainda mais a variância dos tempos de resposta, bem como o prejuízo de rendimento e o tempo de resposta médio.
- Pode haver adiamento indefinido se chegarem requisições ao mesmo cilindro continuamente;

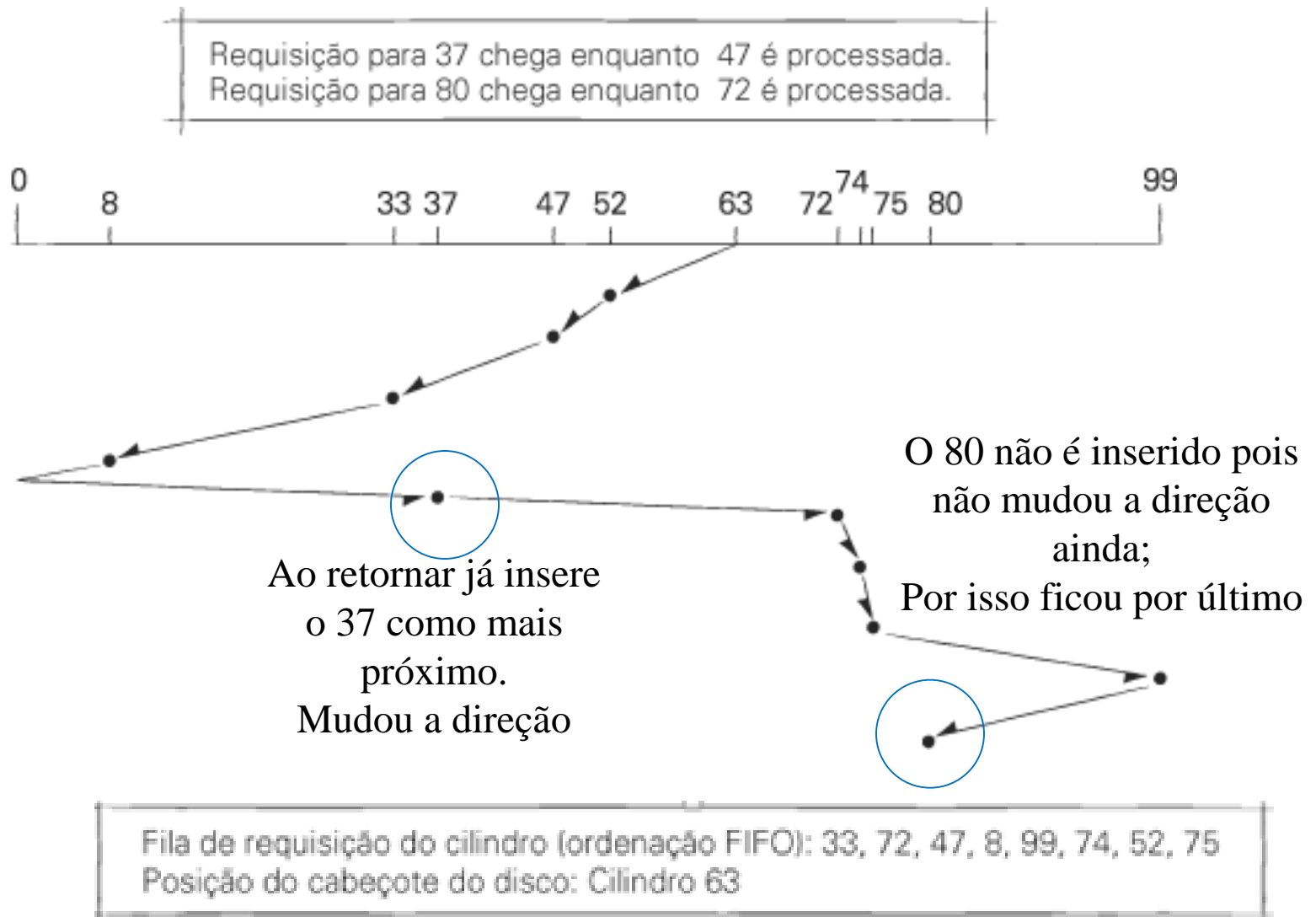


12.5.5 Escalonamento de disco FSCAN (freezing Scan) e SCAN de N -fases

- **Agrupar as requisições dentro de lotes.**
- **FSCAN: “congela” a fila de requisições do disco periodicamente e atende apenas às que estiverem na fila no momento.**
 - Requisições que chegarem durante a varredura são agrupadas e ordenadas para serviço ótimo durante o retorno da varredura
- **SCAN de N -fases: atende apenas às primeiras n requisições na fila no momento usando SCAN.**
 - Novas requisições vão para o final da fila.
 - Quando as primeiras n requisições forem concluídas, as n requisições seguintes serão atendidas;
 - Divide a fila de requisições em filas de tamanho N ;
- Ambas as estratégias evitam o adiamento indefinido.
- Ambas reduzem a variância dos tempos de resposta, em comparação ao SCAN.

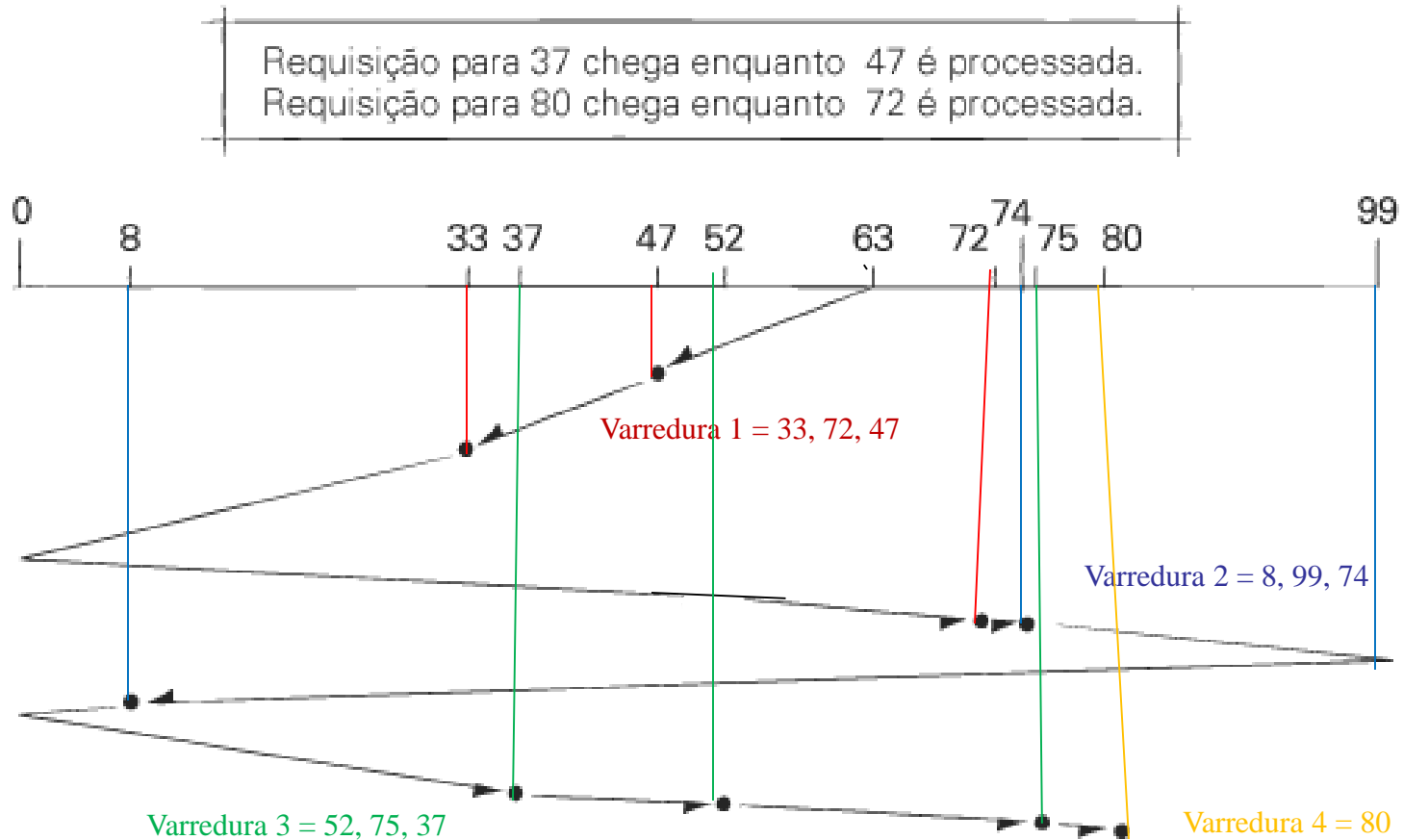
12.5.5 Escalonamento de disco FSCAN e SCAN de N-fases

Padrão de busca sob a estratégia FSCAN - “congela” a fila .



Escalonamento de disco FSCAN e SCAN de N -fases

Padrão de busca sob a estratégia SCAN de N -fases ($n = 3$) - apenas às primeiras n requisições



Fila de requisição do cilindro (ordenação FIFO): 33, 72, 47, 8, 99, 74, 52, 75
Posição do cabeçote do disco: Cilindro 63

12.5.6 Escalonamento de disco LOOK e C-LOOK

■ **LOOK: aperfeiçoamento do escalonamento SCAN.**

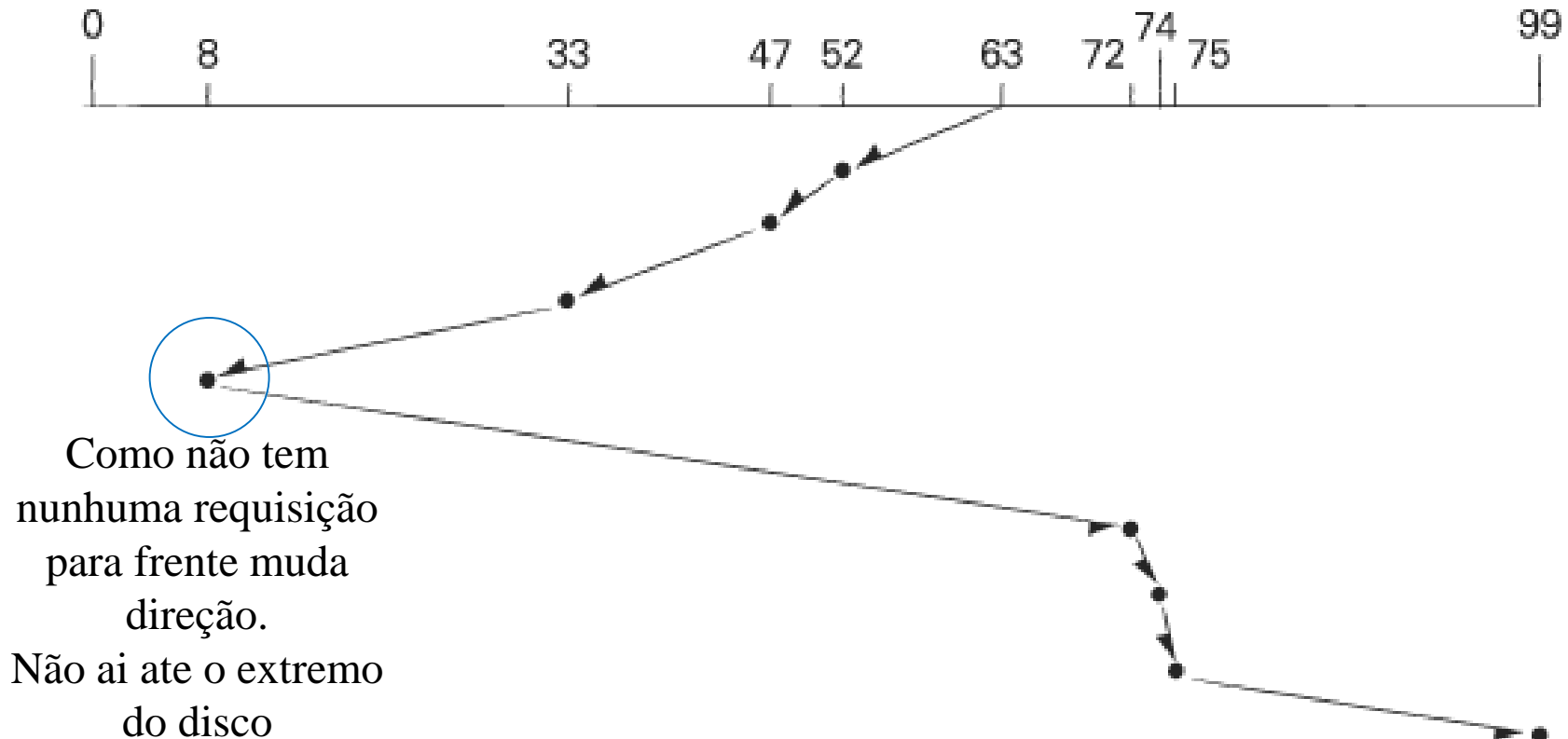
- Executa apenas varreduras grandes o suficiente para atender a todas as requisições.
 - Move o braço do disco para a extremidade externa do disco, se não houver nenhuma requisição pendente para essas regiões.
 - Melhora a eficácia evitando operações de busca desnecessárias.
 - Alto rendimento.

■ **C-LOOK aperfeiçoa o escalonamento C-SCAN.**

- Uma combinação do LOOK e do C-SCAN.
- Menor variância dos tempos de resposta que no Look, à custa do rendimento.

12.5.6 Escalonamento de disco LOOK e C-LOOK

Figura 12.12 Padrão de busca sob a estratégia LOOK.



Fila de requisição do cilindro (ordenação FIFO): 33, 72, 47, 8, 99, 74, 52, 75
Posição do cabeçote do disco: Cilindro 63

12.5.6 Escalonamento de disco LOOK e C-LOOK

Figura 12.13 Resumo de estratégias de otimização de busca.

<i>Estratégia</i>	<i>Descrição</i>
FCFS	Atende a requisições na ordem em que chegam.
SSTF	Atende primeiro à requisição que resultar em distância de busca mais curta.
SCAN	O cabeçote faz varreduras para trás e para a frente em todo o disco, atendendo a requisições segundo a SSTF em uma direção preferida.
C-SCAN	O cabeçote faz varredura para dentro por todo o disco, atendendo a requisições segundo SSTF na direção preferida (para dentro). Ao chegar à trilha mais interna, o cabeçote pula para a trilha mais externa e retoma o atendimento às requisições na próxima passagem para dentro.
FSCAN	Requisições são atendidas do mesmo modo que na SCAN, exceto que as requisições recém-chegadas são adiadas até a próxima varredura. Impede adiamento indefinido.
SCAN de <i>N</i> -fases	Atende a requisições como na FSCAN, mas somente <i>n</i> requisições por varredura. Impede adiamento indefinido.
LOOK	Semelhante à SCAN, exceto que o cabeçote muda de direção ao alcançar a última requisição na direção preferida.
C-LOOK	Semelhante à C-SCAN, exceto que o cabeçote pára após atender à última requisição na direção preferida, e atende à requisição do cilindro mais próximo do lado oposto do disco.

12.6 Otimização rotacional

- **O tempo de busca antes era a principal preocupação em relação ao desempenho.**
 - Hoje, o tempo de **busca** e a latência rotacional têm a mesma magnitude.
 - Estratégias recém-desenvolvidas tentam otimizar o desempenho do disco reduzindo a latência rotacional.
 - Importante para acessar pequenas quantidades de dados espalhadas na superfície dos discos.

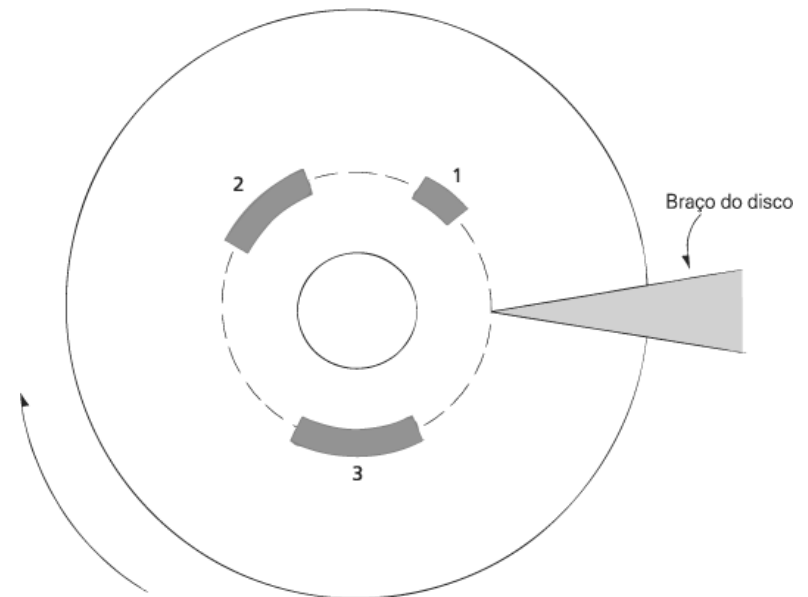
12.6.1 Escalonamento SLTF Short Latency Time First

■ Escalonamento tempo de latência mais curto primeiro

- Examine todas as requisições e atende primeiro à que tiver o atraso rotacional mais curto
- Em um determinado cilindro, atende primeiro à requisição de serviço cuja **latência rotacional for a mais curta**.
- É fácil de implementar.
- Alcança um desempenho quase ideal em relação à latência rotacional.

Figura 12.14 Escalonamento SLTF. As requisições serão atendidas na ordem indicada, independentemente da ordem em que chegaram.

Atende primeiro o cilindro 1, depois o 2 e por fim a 3.



12.6.2 Escalonamento SPTF e SATF

■ **SPTF - Escalonamento tempo de posicionamento mais curto primeiro**

- SPTF – Shortest Positioning Time First
- SPTF primeiro atende à requisição com o menor tempo de posicionamento.
 - Tempo de posicionamento: soma do tempo de busca e da latência rotacional.
- Seu desempenho é bom.
- Pode adiar as requisições indefinidamente.
 - Requisições maiores podem ficar pendentes;

12.6.2 Escalonamento SPTF e SATF

■ **SATF - Escalonamento tempo de acesso mais curto primeiro**

- SATF – Shortest Access Time First
- Atende a próxima requisição que requer o tempo de acesso mais curto;
 - Tempo de acesso: tempo de posicionamento + tempo de transmissão.
- Alto rendimento.
 - Novamente, possibilidade de as requisições serem adiadas indefinidamente.

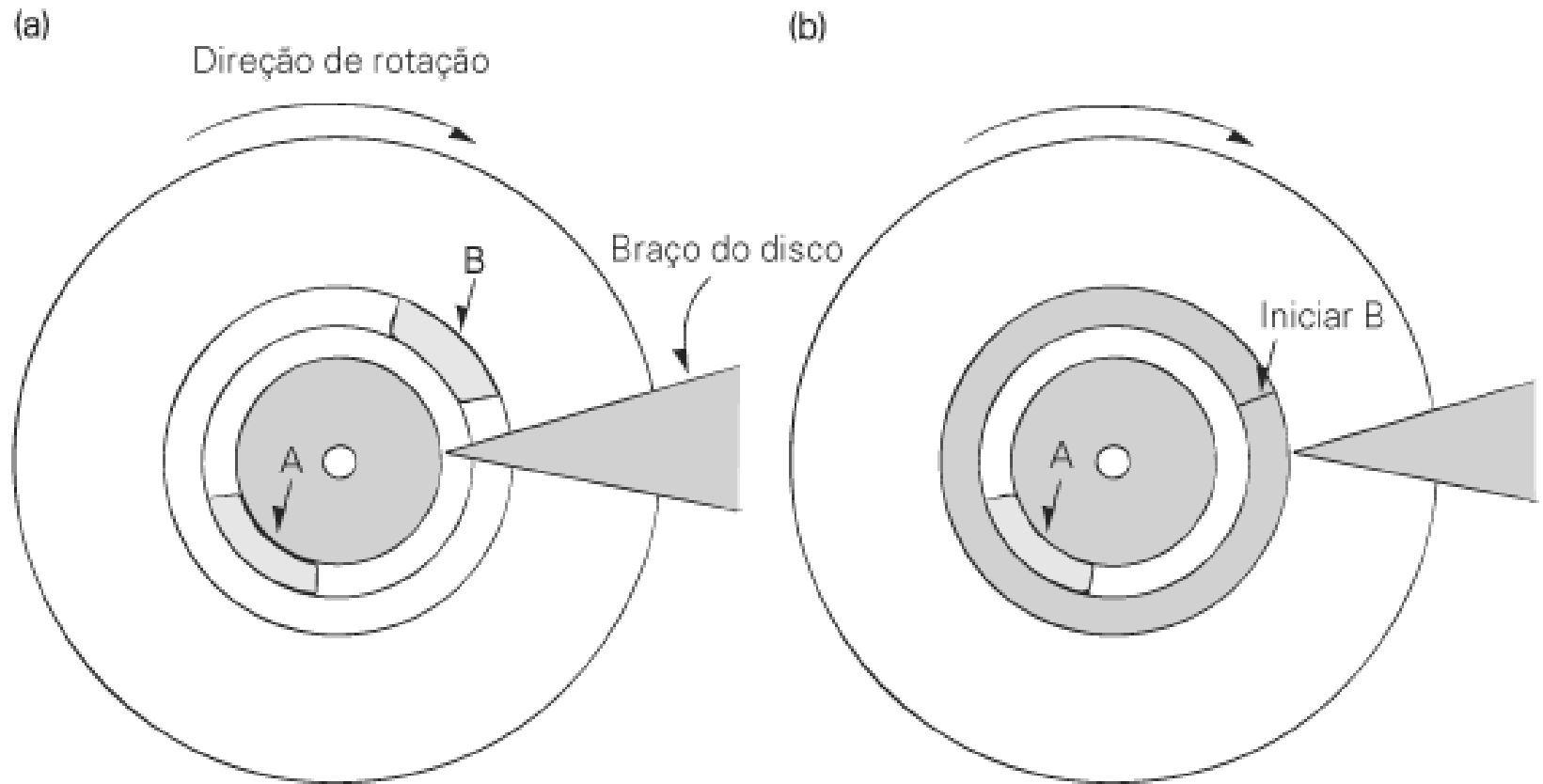
■ **Tanto o SPTF quanto o SATF podem implementar o LOOK para melhorar o desempenho.**

■ **Deficiência**

- Tanto o SPTF quanto o SATF exigem que se conheçam as características de desempenho do disco, o que pode não ser imediatamente possível em decorrência dos dados de correção de erros e da reatribuição transparente de setores defeituosos.

12.6.2 Escalonamento SPTF e SATF

Figura 12.15 Exemplos de escalonamento de disco SPTF (a) and SATF (b).



12.7 Considerações de sistemas

- **O escalonamento de disco em geral é útil, mas nem sempre.**
 - Não ajudará muito em sistemas orientados a processador.
 - Cargas altas de pequenas transações para locais distribuídos aleatoriamente beneficiam-se desse escalonamento.
 - Em distribuições razoavelmente uniformes e não aleatórias, a sobrecarga do escalonamento pode prejudicar o desempenho.
 - As técnicas de organização de arquivo às vezes neutralizam os algoritmos de escalonamento.

12.8 Utilização de caches e buffers

- **Buffer de cache: armazena uma cópia dos dados do disco na memória mais rápida.**
 - Localiza-se na memória principal, no cache embutido ou no controlador de disco.
 - O tempo de acesso é imensamente mais rápido que o acesso a disco.
 - Pode ser usado como buffer para atrasar a escrita de dados até que a carga do disco fique leve.

- **Possibilidade de inconsistência.**
 - O conteúdo da memória principal pode ser perdido se houver interrupção no fornecimento de energia elétrica ou falha no sistema.
 - Cache write-back
 - Os dados não são gravados imediatamente no disco.
 - São esvaziados periodicamente.
 - Cache de escrita direta
 - Grava no disco e no cache simultaneamente.
 - Reduz o desempenho em comparação ao write-back, mas garante consistência.

12.9 Outras técnicas de desempenho de disco

■ Outras formas de otimizar o desempenho do disco

■ Desfragmentação

- Coloca os dados que têm relação entre si em setores contíguos.
- Diminui o número de operações busca necessárias.
- A partição pode ajudar a reduzir a fragmentação.

■ Compressão

- Os dados consomem menos espaço do disco.
- Melhora os tempos de transferência e acesso.
- Maior sobrecarga em tempo de execução para realizar a compressão/descompressão.

12.9 Outras técnicas de desempenho de disco

■ Outras formas de otimizar o desempenho do disco (*continuação*)

- Diversas cópias dos dados acessados freqüentemente
 - Acessa a cópia mais próxima do cabeçote de leitura-escrita.
 - Pode ocorrer uma sobrecarga de armazenamento significativa.
- Blocagem de registros
 - Lê/grava vários registros como um bloco de dados único.
- Antecipação de braço de disco
 - Quando ocioso, move o braço do disco para um lugar que tem maior probabilidade de ser acessado em seguida.
 - Se o braço do disco prevê incorretamente o acesso seguinte ao disco, o desempenho pode ser prejudicado de modo significativo.