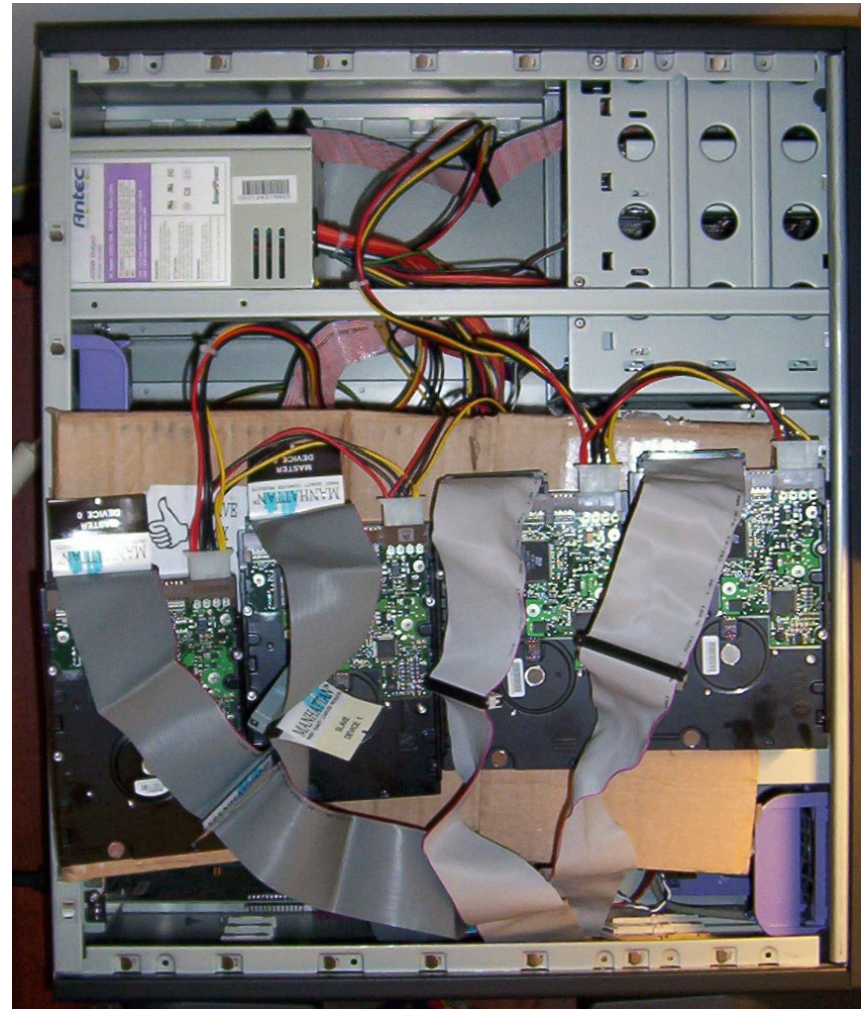




RAID

O que é um RAID?



RAID

- ▶ RAID (Redundant Array of Independent Disks)
 - Matriz Redundante de Discos Independentes
 - ▶ Propõe o aumento da confiabilidade e desempenho do armazenamento em disco.



RAID

- ▶ Surgiu na Universidade de Berkeley, Califórnia (EUA)
- ▶ Combina vários discos rígidos (dependendo do nível), em duas ou mais unidades lógicas.
- ▶ Estratégia do RAID:
 - ▶ Acesso simultâneo aos dados
 - ▶ Maior desempenho (I/O) no armazenamento secundário (Paralelismo)
 - Aumenta a probabilidade de falha
 - ▶ Recuperação de dados em caso de falhas (Redundância)



Tipos de RAID

- ▶ **Baseado em hardware**
 - ▶ Independe do S.O.
 - ▶ Bastante rápido
- ▶ **Baseado em software**
 - ▶ Depende do S.O.
 - ▶ Maior a dificuldade de configuração
 - ▶ Mais barato
 - ▶ Overhead maior



Níveis de RAID

- ▶ RAID 0
- ▶ RAID 1
- ▶ RAID 2
- ▶ RAID 3
- ▶ RAID 4
- ▶ RAID 5
- ▶ RAID 6



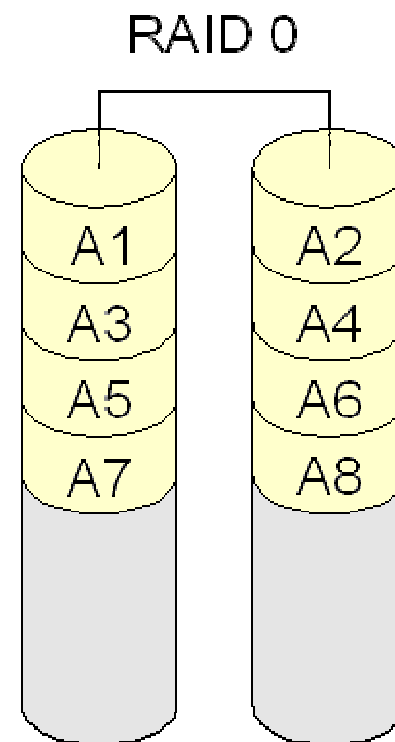
Níveis de RAID

- ▶ RAID Híbrido
 - ▶ RAID 01
 - ▶ RAID 10
 - ▶ RAID 30
 - ▶ RAID 50



RAID 0

- ▶ Concatena discos em uma grande partição virtual.
- ▶ Não há confiabilidade.
- ▶ Stripping
 - ▶ Subdivide os dados em segmentos consecutivos ou *strips* que são escritos seqüencialmente em cada um dos discos de um array.
 - ▶ Um arquivo de 128 Kbytes utilizando RAID 0 com 2 discos e sabendo que cada segmento tem um tamanho de 64 Kbytes. O primeiro segmento será gravado no primeiro disco e o segundo segmento no segundo disco. Como ocorre paralelamente, a velocidade de gravação será duplicada.



RAID 0

- ▶ Para pequenos registros de dados ou muitos pedidos de I/O:
 - ▶ É mais vantajoso ter segmentos grandes, se esse segmento é grande o suficiente para conter todo o registro, os discos podem responder simultaneamente à outras requisições.
- ▶ Grandes registros de dados
 - ▶ É mais vantajoso ter segmentos pequenos, se o registro é gravado em vários discos do array, o conteúdo pode ser lido em paralelo, aumentando o desempenho do sistema.

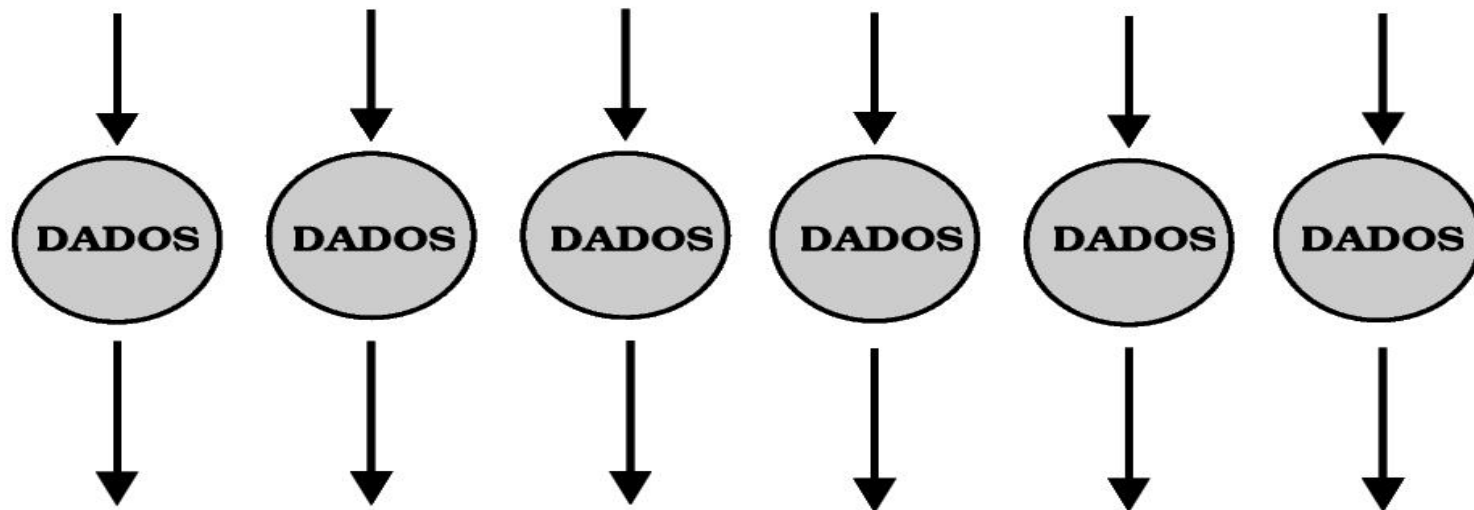
Obs.: RAID 0 não terá o desempenho desejado com sistemas operacionais que não oferecem suporte de busca combinada de setores, no caso do RAID ser via hardware.



RAID 0

RAID 0

Escritas podem ocorrer simultaneamente em cada unidade.

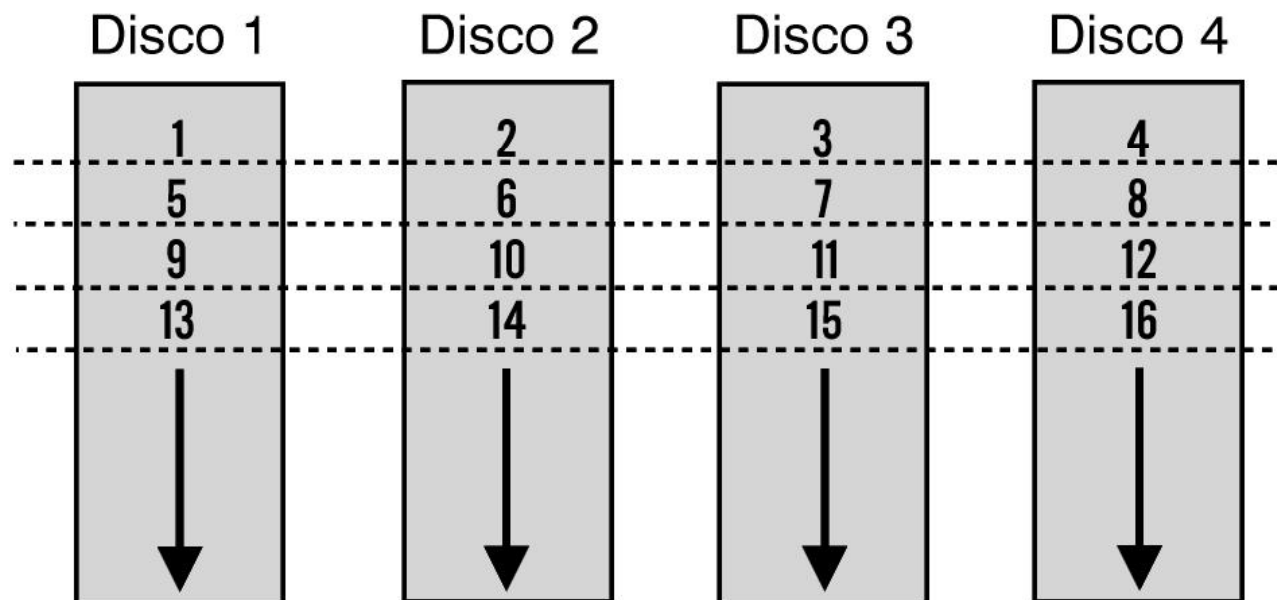


Leituras podem ocorrer simultaneamente em cada unidade.



RAID 0

DIVIDINDO UNIDADES DE DISCO



As faixas de dados de cada unidade são intercaladas para criar uma unidade lógica.



RAID 1

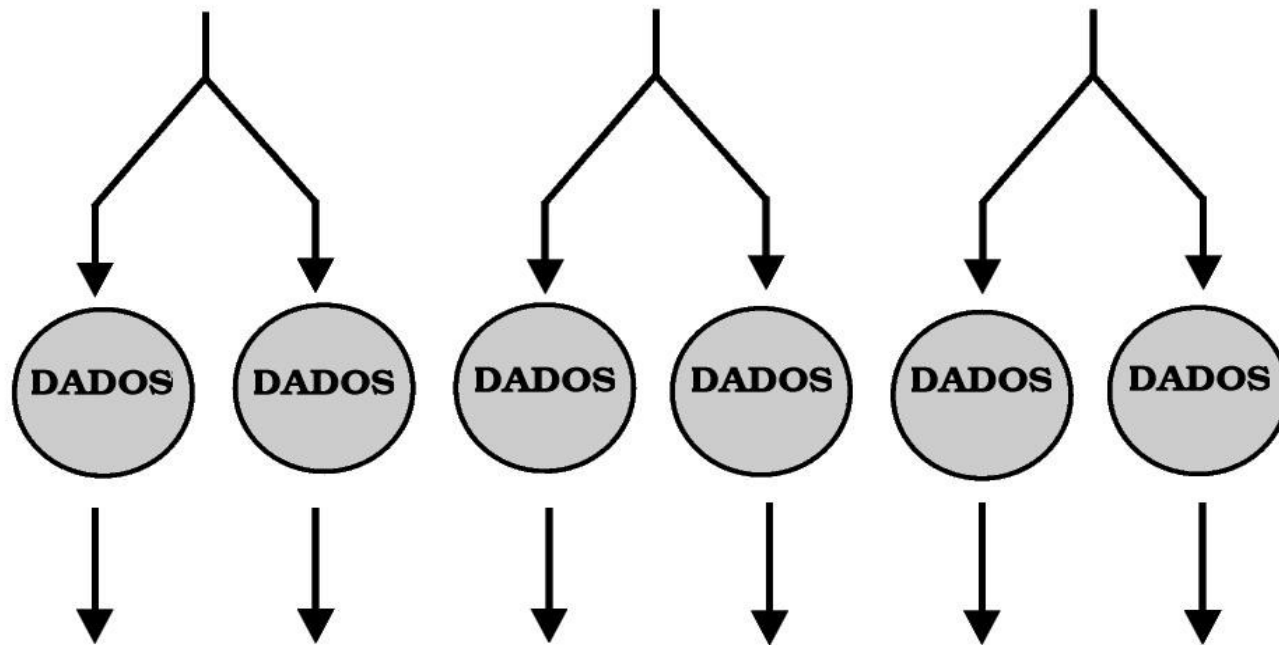
- ▶ **Mirroring ou Shadowing**
 - ▶ O RAID 1 efetua o espelhamento de discos.
- ▶ **Confiabilidade**
 - ▶ Em caso de falha em um dos discos lógicos, é possível colocar o seu espelho em funcionamento automaticamente.



RAID 1

RAID 1

Dados duplicados são escritos em pares de unidades.



Leituras podem ocorrer simultaneamente em todas as unidades.



RAID 1

- ▶ **Leitura em disco:**
 - ▶ Pode ser feita em qualquer um dos discos, onde será analisado, qual dos discos possibilita um menor tempo de resposta.
- ▶ **Escrita em disco:**
 - ▶ Como os dados são gravados em paralelo não ocorrerá atraso na gravação dos arquivos em disco.
- ▶ **Desvantagem:**
 - ▶ O sistemas que utilizam RAID 1 tem um custo mais elevado pois necessita de um disco só para backup.
- ▶ **Vantagem:**
 - ▶ Backup em tempo real, permitindo a reposição dos dados em caso de falha.



RAID 2

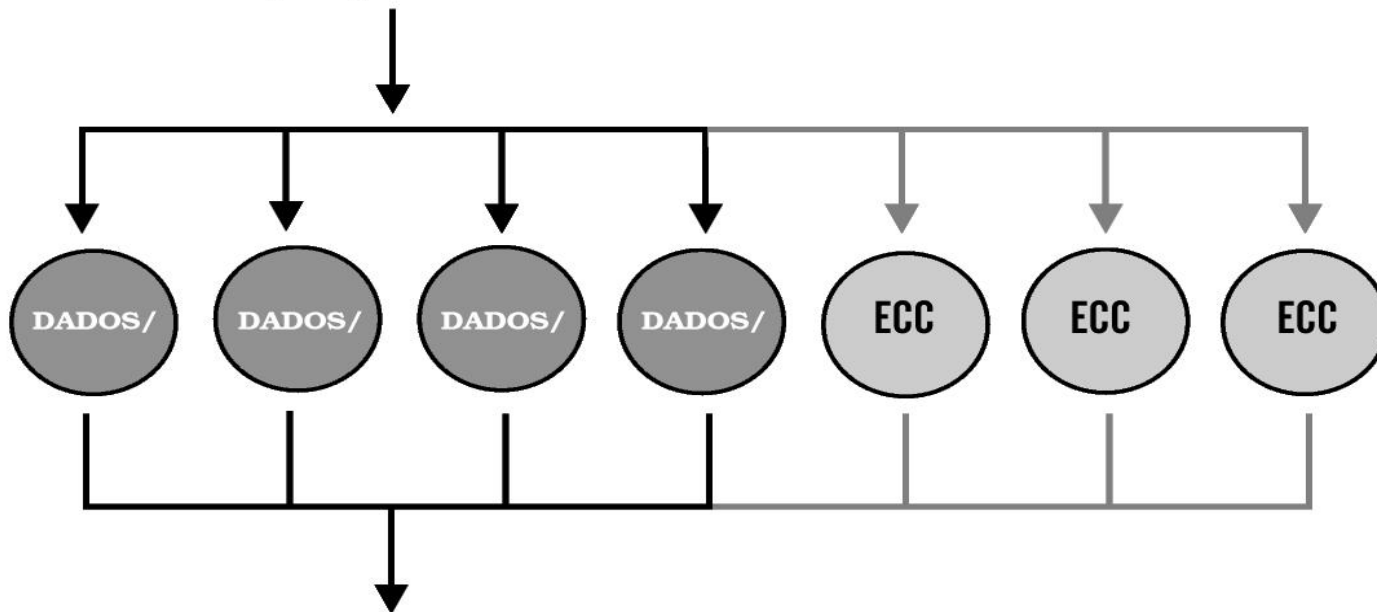
- ▶ Técnica de acesso paralelo.
- ▶ Todos os discos participam na execução de cada pedido.
- ▶ Código corretor de erros calculado através de bits em posições análogas em cada disco (Código de Hamming).
- ▶ Normalmente utilizado em sistemas com grande probabilidade de ocorrência de erros.
- ▶ Não é mais utilizado, os discos recentes já implementam algum mecanismo de segurança próprio.



RAID 2

RAID 2

Cada operación de escritura ocurre en todas las unidades.



Cada operación de lectura ocurre en todas las unidades.



RAID 3

- ▶ Requer apenas um disco redundante.
- ▶ Não usa código corretor de erros.
- ▶ É utilizado um simples bit de paridade para o conjunto de bits na mesma posição em todos os discos. Este bit é armazenado no disco redundante.



RAID 3 – Em caso de falha

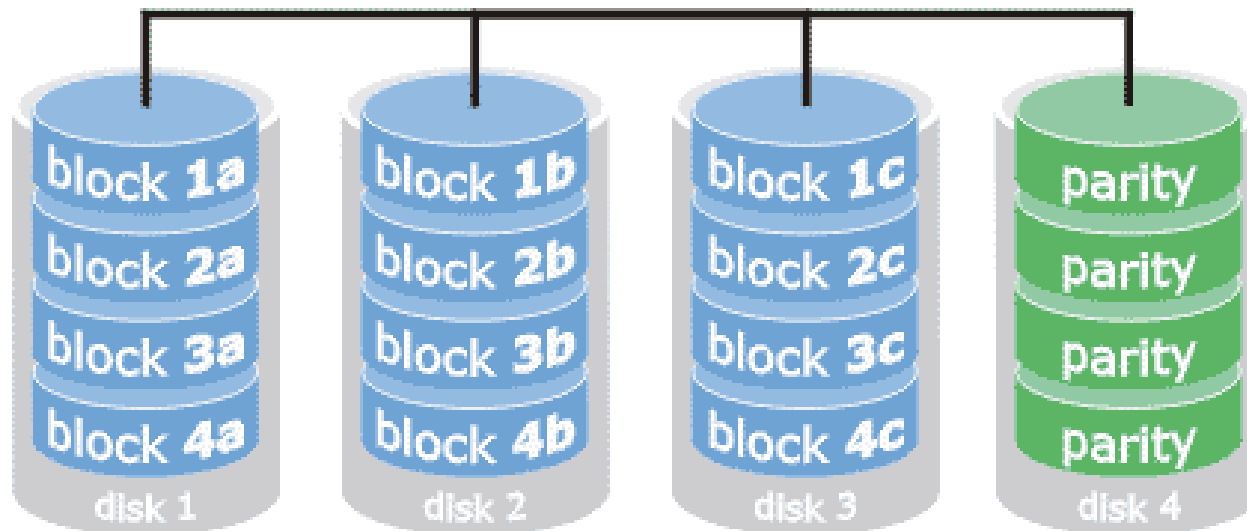
- ▶ **Modo reduzido = quando um disco falha.**
 - ▶ Dados em falta são regenerados em tempo real (na leitura).
 - ▶ Na escrita, tem de manter as informações de paridade para regenerações futuras.
 - ▶ Para voltar a normalidade, o disco danificado deverá ser substituído por um novo e o seu conteúdo regenerado neste disco.



RAID 3

RAID 3

parity on separate disk



RAID 3 - Paridade

- ▶ $d(r) = d(0) + d(1) + d(2) + d(3)$
- ▶ Em caso de $d(1)$ falhar:
 - ▶ $d(1) = d(r) - (d(0) + d(2) + d(3))$
 - ▶ $p = 1 \text{ XOR } 0 \text{ XOR } 0 \text{ XOR } 1$
 - ▶ $p = 0$
 - ▶ Recuperar o primeiro bit:
 - $b(1) = p \text{ XOR } 0 \text{ XOR } 0 \text{ XOR } 1$
 - $b(1) = 0 \text{ XOR } 0 \text{ XOR } 0 \text{ XOR } 1 = 1$

Obs.: Esta paridade é também utilizado nos RAIDs 4, 5 e 6.



RAID 3 - desempenho

- ▶ **Pedido de I/O**
 - ▶ Transferência de dados em paralelo de todos os discos.
 - ▶ Bom para altas taxas de transferências
 - ▶ Apenas um pedido de I/O é executado por vez
 - ▶ Ineficiência em ambientes de muitas transações



RAID 4

- ▶ Os RAIDs do 4 ao 6 usam uma técnica de acesso independente.
- ▶ Cada disco opera independentemente, satisfazendo pedidos de I/O em paralelo.
- ▶ Mais adequado para altas taxas de pedidos de I/O.
- ▶ Não é adequado para altas taxas de transferência.
- ▶ Usa faixas relativamente grandes.



RAID 4

- ▶ **Escrita**

- ▶ Atualiza o disco utilizado e o redundante.
- ▶ Cada escrita implica em 2 leituras e 2 escritas

Considere um array de 5 discos. Supondo que ocorre uma escrita que envolve apenas uma faixa no disco X_1 , para cada bit n tem-se:

$$\begin{aligned} X_p(n) &= x_3(n) + x_2(n) + x_1(n) + x_0(n) \\ X_{p'}(n) &= x_3(n) + x_2(n) + x_1'(n) + x_0(n) \\ &= x_3(n) + x_2(n) + x_1'(n) + x_0(n) + x_1(n) + x_1(n) \\ &= x_p(n) + x_1(n) + x_1'(n) \end{aligned}$$

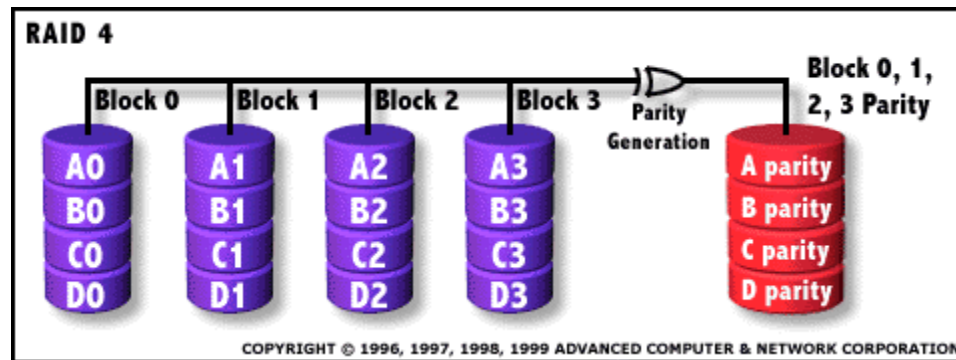


RAID 4 - Estrangulamento

- ▶ Qualquer escrita acessa o disco redundante, o que pode causar um estrangulamento no disco.



RAID 4



RAID 5

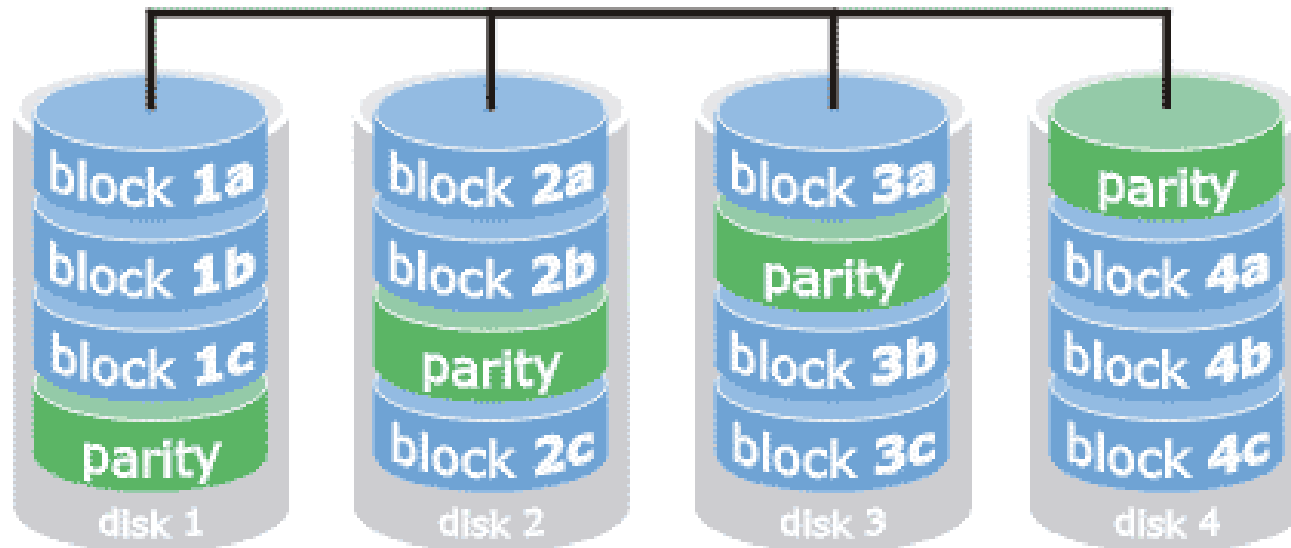
- ▶ Distribui a paridade por todos os discos.
 - ▶ Evitar o estrangulamento de um disco.
- ▶ Dados continuam sendo armazenados em todos os discos.
- ▶ Vantagem:
 - ▶ Quanto mais discos, mais rápido.
 - ▶ Throughput das aplicações 4x maior, comparado a arrays não redundantes para pequenas escritas.



RAID 5

RAID 5

parity across disks



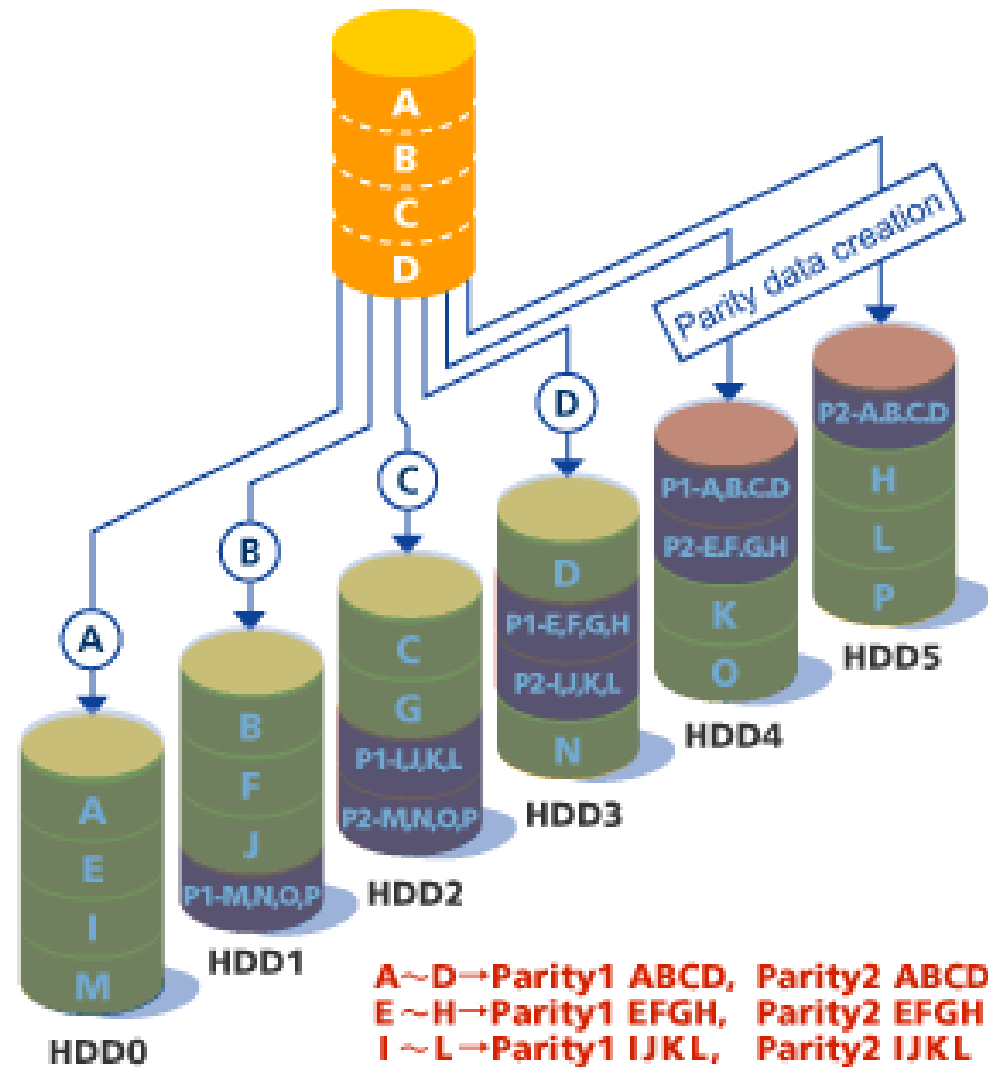
RAID 6

- ▶ Dois cálculos diferentes para a paridade.
 - ▶ 1: Calculado como os RAIDs 3, 4 e 5.
 - ▶ 2: Usa um algoritmo independente.
- ▶ Requer $n + 2$ discos.
- ▶ Permite regeneração dos dados mesmo que ocorra falha em dois discos.
- ▶ Teria que ocorrer um erro em 3 discos para tornar os dados indisponíveis.
- ▶ Cada escrita afeta dois blocos de paridade.



RAID 6

Write order from CPU for data "ABCD"



A~D→Parity1 ABCD, Parity2 ABCD
E~H→Parity1 EFGH, Parity2 EFGH
I~L→Parity1 IJKL, Parity2 IJKL
M~P→Parity1 MNOP, Parity2 MNOP

Tipos Híbridos de RAID

- ▶ Podemos ainda combinar configurações de RAID para alcançar a melhor performance.
- ▶ As combinações mais comuns que produzem melhor performance são RAID 0 com RAID 1, conhecido como RAID 0+1 ou simplesmente RAID 10 e a RAID 0 com RAID 5, conhecido como RAID 0+5 ou RAID 50.



Tipos Híbridos de RAID

▶ **RAID-10**

- Oferece as vantagens da transferência de dados rápida de um arranjo espelhado.
- O desempenho do sistema durante a reconstrução de um disco é também melhor que nos arranjos baseados em paridade
 - **RAID 0 + 1**
 - **RAID 1 + 0**

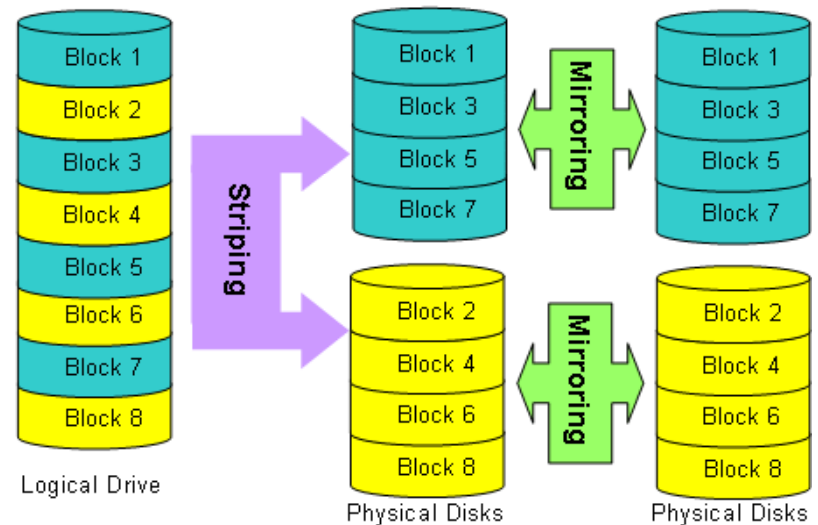
▶ **RAID-50**

- É um arranjo híbrido que usa as técnicas de RAID com paridade em conjunção com a segmentação de dados.



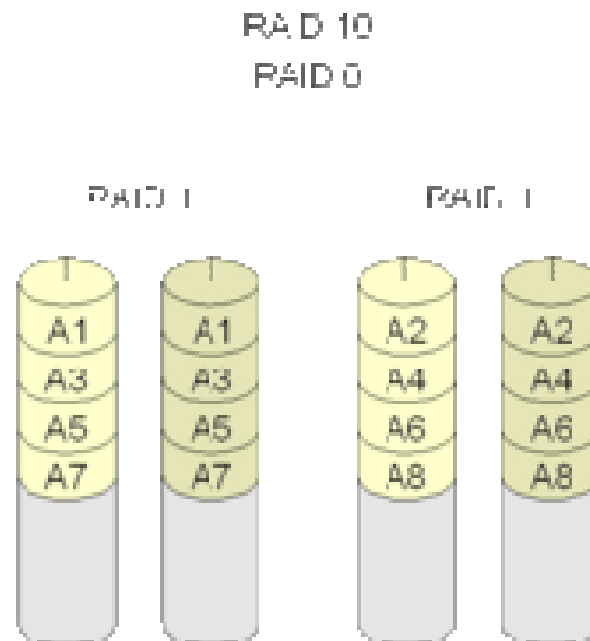
RAID 0 + 1

- Os dados são segmentados através de grupos de discos espelhados.
- É preciso, no mínimo, quatro discos para montar um RAID 10, já que teremos dois espelhos e criaremos uma faixa entre os conjuntos.



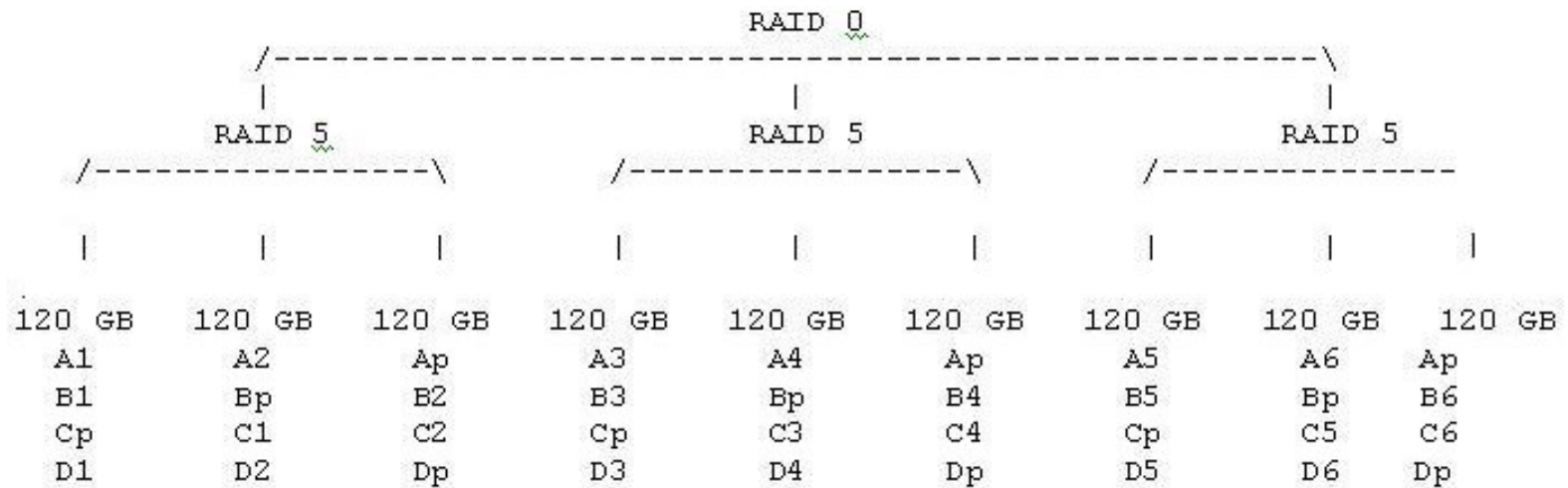
RAID 1 + 0

- Os dados são primeiramente espelhados, e para cada espelho há a segmentação sobre vários discos.

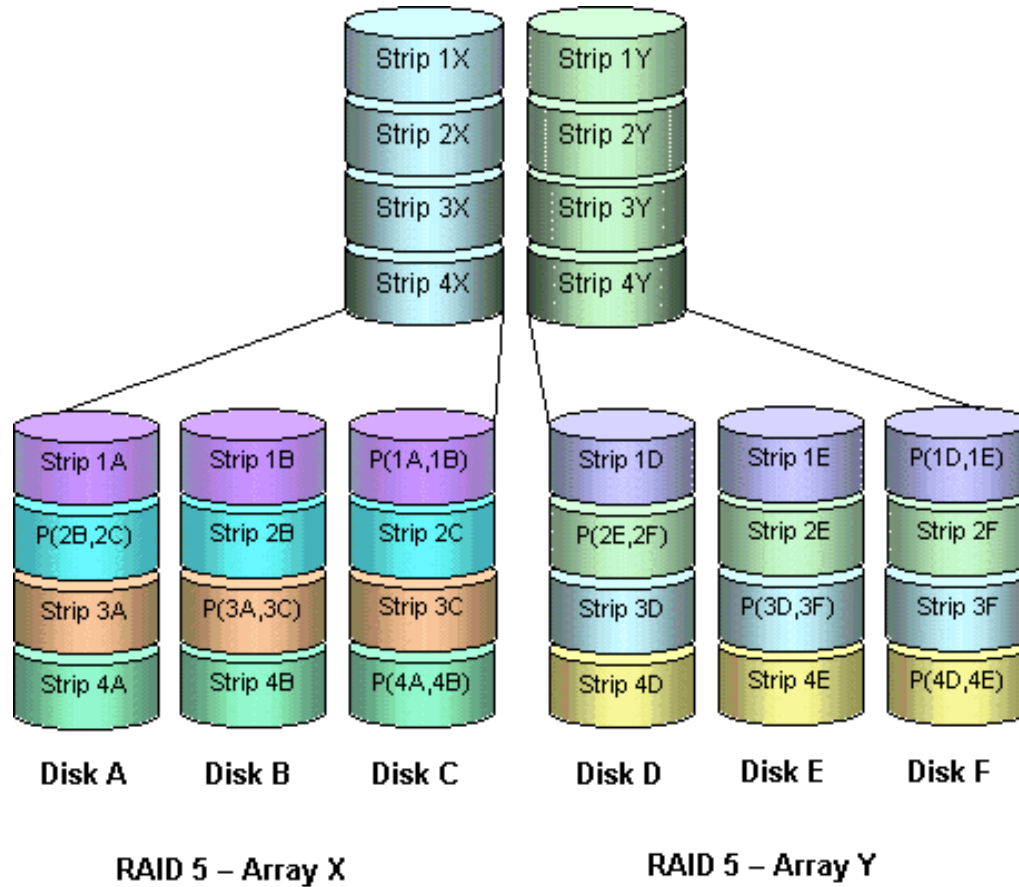


RAID 0 + 5(RAID 50)

- Este nível nos traz a maior performance em velocidade, pois pega o bloco de dados e o reparte no RAID 0 e depois o escreve simultaneamente no RAID 5 usando as técnicas de RAID com Paridade em conjunção com a segmentação de dados .



RAID 0 + 5(RAID 50)



Comparação dos Níveis de RAID

Tabela 9-1. Atributos de Comparação dos Vários Níveis de RAID

Nível de RAID	Disponibilidade dos Dados	Desempenho de Leitura	Desempenho de Gravação	Desempenho de Reconstrução	Número Mínimo de Unidades Requeridas
RAID 0	Nenhuma	Muito bom	Muito bom	Não disponível	N
RAID 1	Excelente	Muito bom	Bom	Bom	2N
RAID 4	Boa	<u>E/S</u> seqüencial: Boa <u>E/S</u> transacional: Boa	<u>E/S</u> seqüencial: Muito boa <u>E/S</u> transacional: Ruim	Satisfatória	N + 1 (N pelo menos 2)
RAID 5	Boa	<u>E/S</u> seqüencial: Boa <u>E/S</u> transacional: Muito boa	Satisfatória (a menos que o <u>cache write-back</u> seja usado)	Ruim	N + 1 (N pelo menos 2)
RAID 10	Excelente	Muito boa	Satisfatória	Boa	2N
RAID 50	Excelente	Muito boa	Satisfatória	Satisfatória	<u>N+2</u>

