

# Arquitetura e Organização de Computadores

Guilherme Henrique de Souza Nakahata

Universidade Estadual do Paraná - Unespar

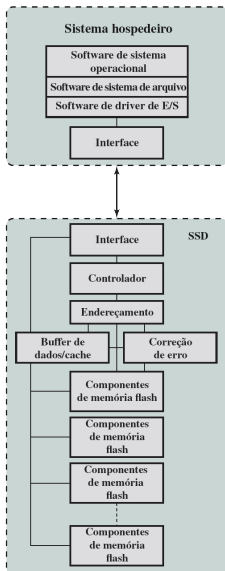
25 de Junho de 2024

- O termo **estado sólido** diz respeito ao circuito eletrônico construído com semicondutores.
- Um **SSD** é um dispositivo de memória feito com componentes de estado sólido que pode ser usado em substituição ao drive de disco rígido.
- Como o custo de SSDs com base em flash caiu e o desempenho e a densidade de bits aumentaram, os SSDs tornaram-se mais competitivos que os HDDs.
- Os SSDs têm as seguintes vantagens sobre os HDDs:

- Aumenta significativamente o desempenho dos subsistemas de E/S.
- Menos suscetível a choque físico e vibração.
- Longa vida útil.
- Baixo consumo de energia.
- Capacidades de funcionamento mais silenciosas e resfriadas.
- Menores tempos de acesso e taxas de latência.

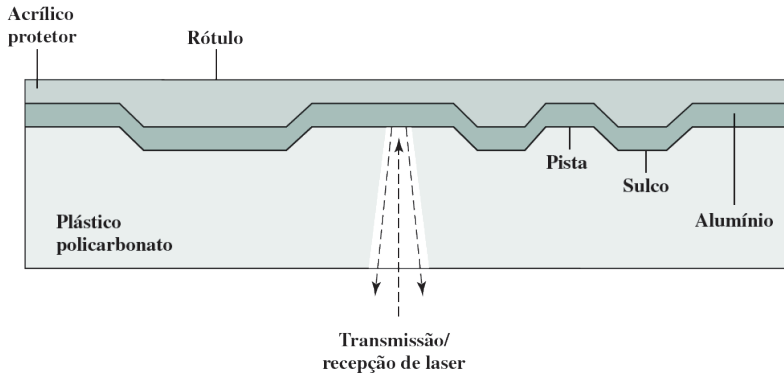
# Organização de SSD

- Arquitetura de drive de estado sólido:



- Além da interface ao sistema hospedeiro, o SSD contém os seguintes componentes:
  - Controlador
  - Endereçamento
  - Buffer de dados/cache
  - Correção de erros
  - Componentes de memória flash

- Operação do CD:



- **Disco versátil digital (DVD).**
- A maior capacidade do DVD deve-se a três diferenças dos CDs:
- Os bits são acomodados mais de perto em um DVD.
- O DVD usa um laser com comprimento de onda mais curto e alcança um espaçamento de loop de  $0,74 \mu\text{m}$  e uma distância mínima entre os sulcos de  $0,4 \mu\text{m}$ .
- $1 \mu\text{m} = 10^{-6}$  metros;
- DVD emprega uma segunda camada de sulcos e pistas em cima da primeira camada.

- **Discos ópticos de alta definição.**
- Os discos ópticos de alta definição são projetados para armazenar vídeos de alta definição.
- A densidade de bits mais alta é alcançada usando um laser com um comprimento de onda mais curto, na faixa do azul violeta.
- Os sulcos de dados são menores em comparação com o DVD.
- Dois formatos e tecnologias de disco concorrentes competiram inicialmente pela aceitação do mercado: HD DVD e Blu-ray DVD.



- Os **sistemas de fita** utilizam as mesmas técnicas de leitura e gravação que os sistemas de disco.
- O meio é uma fita de poliéster flexível coberta com material magnetizável.
- Os dados na fita são estruturados como uma série de trilhas paralelas no sentido do comprimento da fita.
- A maioria dos sistemas modernos usa a **gravação serial**, em que os dados são dispostos como uma sequência de bits ao longo de cada trilha, como é feito com os discos magnéticos.

- A técnica de gravação típica usada nas fitas seriais é conhecida como **gravação em serpentina**.
- Quando os dados estão sendo gravados, o primeiro conjunto de bits é gravado ao longo de toda a extensão da fita.
- Quando o final da fita é alcançado, as cabeças são reposicionadas para gravar uma nova trilha, e a fita é novamente gravada em sua extensão completa, desta vez na direção oposta.
- Esse processo continua, indo e voltando, até que a fita esteja cheia.

# Fita magnética

- Leitura e gravação em serpentina:



# Fita magnética

- Layout em bloco para sistema que lê-grava quatro trilhas simultaneamente:

Trilha 3	4	8	12	16	20
Trilha 2	3	7	11	15	19
Trilha 1	2	6	10	14	18
Trilha 0	1	5	9	13	17



Direção do  
movimento da fita

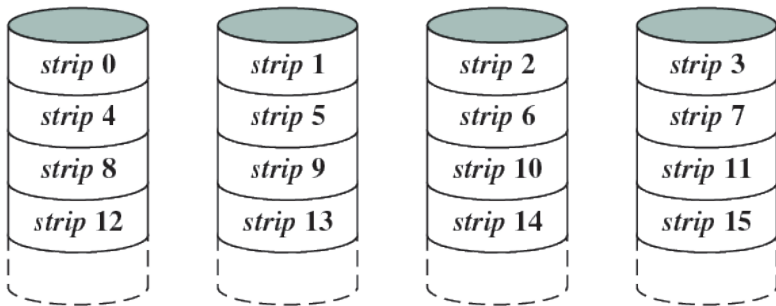
- A indústria acordou sobre um esquema padronizado para o projeto de banco de dados para múltiplos discos, conhecido como **RAID**.
- O esquema RAID consiste em sete níveis.
- Esses níveis não implicam um relacionamento hierárquico, mas designam diferentes arquiteturas de projeto, que compartilham três características comuns:

- RAID é um conjunto de drives de discos físicos, vistos pelo sistema operacional como um único drive lógico.
- Os dados são distribuídos pelos discos físicos de um array em um esquema conhecido como striping (distribuição de dados).
- A capacidade de disco redundante é usada para armazenar informações de paridade, o que garante a facilidade de recuperação dos dados no caso de uma falha de disco.
  - Os detalhes da segunda e terceira características diferem para os níveis distintos de RAID.
  - O RAID 0 e o RAID 1 não aceitam a terceira característica.

Categoria	Nível	Descrição	Discos exigidos	Disponibilidade de dados	Grande capacidade de transferência de dados de E/S	Pequena taxa de solicitação de E/S
<i>Striping</i>	0	Não redundante	$N$	Inferior a um único disco	Muito alta	Muito alta tanto para leitura como para gravação
Espelhamento	1	Espelhado	$2N$	Mais alta que a RAID 2, 3, 4 ou 5; inferior ao RAID 6	Mais alta que o disco rígido para leitura; similar a um único disco para gravação	Até o dobro de um único disco para leitura; similar a um único disco para gravação
Acesso paralelo	2	Redundante via código de Hamming	$N + m$	Mais alta que um único disco; comparável ao RAID 3, 4 ou 5	Mais alta de todas as alternativas listadas	Aproximadamente o dobro de um único disco
	3	Paridade intercalada por bit	$N + 1$	Mais alta que um único disco; comparável ao RAID 2, 4 ou 5	Mais alta de todas as alternativas listadas	Aproximadamente o dobro de um único disco
Acesso independente	4	Paridade intercalada por bloco	$N + 1$	Mais alta que um único disco; comparável ao RAID 2, 3 ou 5	Similar ao RAID 0 para leitura; significativamente menor que um único disco para gravação	Similar ao RAID 0 para leitura; significativamente inferior a um único disco para gravação
	5	Paridade distribuída intercalada por bloco	$N + 1$	Mais alta que um único disco; comparável ao RAID 2, 3 ou 4	Similar ao RAID 0 para leitura; inferior a um único disco para gravação	Similar ao RAID 0 para leitura; geralmente inferior a um único disco para gravação
	6	Paridade dupla distribuída intercalada por bloco	$N + 2$	Mais alta de todas as alternativas listadas	Similar ao RAID 0 para leitura; inferior ao RAID 5 para gravação	Similar ao RAID 0 para leitura; significativamente inferior ao RAID 5 para gravação

Obs.:  $N$  = número de discos de dados;  $m$  proporcional a  $\log N$ .

- RAID 0 (não redundante):

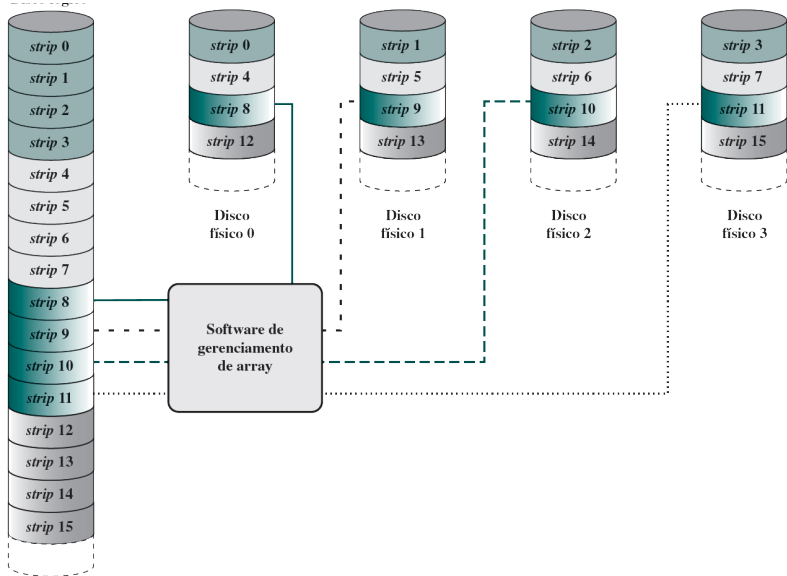




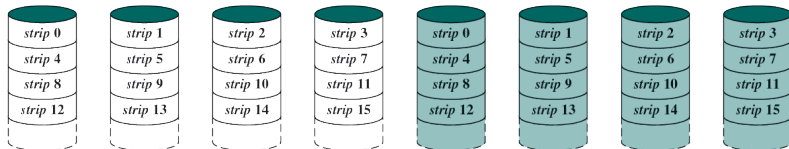
- O RAID nível 0 não é um membro verdadeiro da família RAID, pois não inclui redundância para melhorar o desempenho.
- Para o RAID 0, os dados do usuário e do sistema são distribuídos por todos os discos no array.
- Os dados são distribuídos pelos discos disponíveis.
- O disco lógico é dividido em strips (faixas).

# RAID nível 0

- Mapeamento de dados para um array RAID nível 0:



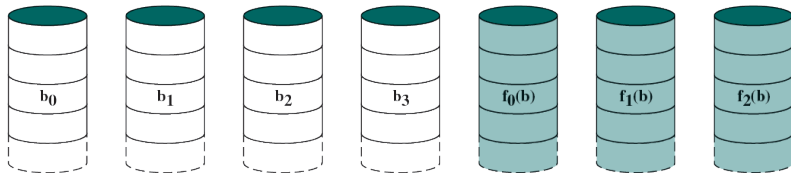
- RAID 1 (espelhado):



- Existem diversos aspectos positivos da organização RAID 1:
  - Uma solicitação de leitura pode ser atendida por qualquer um dos dois discos que contenha os dados solicitados, aquele que exigir o mínimo de tempo de busca mais latência rotacional.
  - Uma solicitação de gravação requer que os dois strips correspondentes sejam atualizados, mas isso pode ser feito em paralelo.
  - A recuperação de uma falha é simples. Quando um drive falha, os dados ainda podem ser acessados pelo segundo drive.

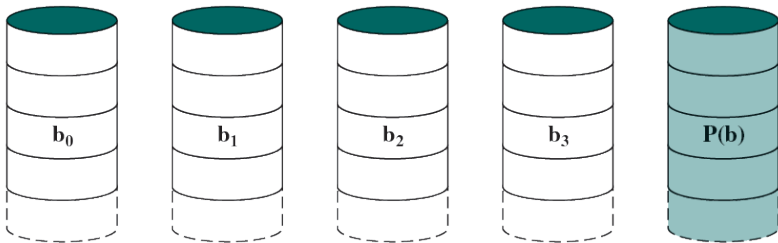
- A principal desvantagem do RAID 1 é o custo; ele requer o dobro de espaço em disco que a capacidade lógica do disco a que ele dá suporte.
- Em um ambiente orientado à transação, o RAID 1 pode alcançar altas taxas de solicitação de E/S se a maior parte das solicitações for para leituras.
- Nessa situação, o desempenho do RAID 1 pode alcançar o dobro daquele do RAID 0.
- O RAID 1 também pode oferecer melhor desempenho em relação ao RAID 0.

- RAID 2 (redundante por meio do Código de Hamming):



- Com o RAID 2, um código de correção de erro é calculado para os bits correspondentes em cada disco de dados.
- Os bits do código são armazenados nas posições dos bits correspondentes nos vários discos de paridade.
- Costuma-se usar um código de Hamming, que é capaz de corrigir erros de único bit e detectar erros duplos de bits.
- Um bit de paridade é um dígito adicional que é adicionado aos dados para fins de detecção e correção de erros.

- RAID 3 (paridade intercalada por bit):

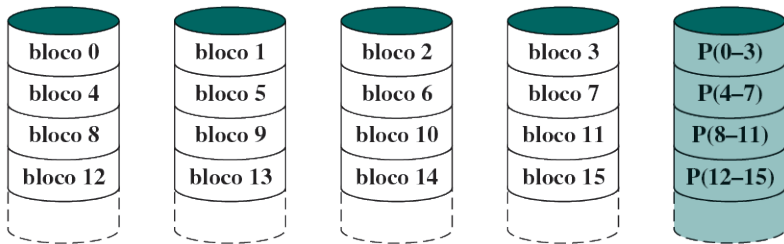




- O RAID 3 é organizado de uma forma semelhante ao RAID 2.
- A diferença é que o RAID 3 exige apenas um único disco redundante, não importa o tamanho do array de discos.
- O RAID 3 emprega o acesso paralelo, com dados distribuídos em pequenos strips.
- Em vez de um código de correção de erro, um bit de paridade simples é calculado para o conjunto de bits individuais na mesma posição em todos os discos de dados.

# RAID nível 4

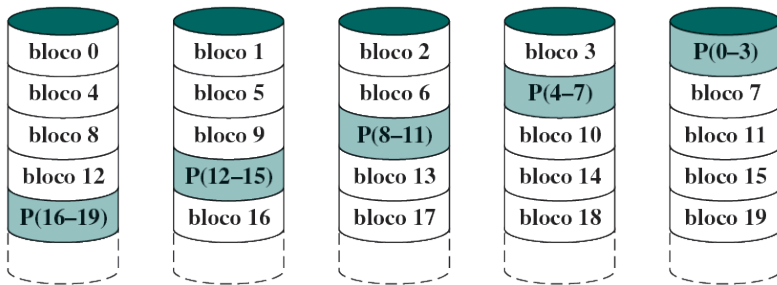
- RAID 4 (paridade em nível de bloco):



- Com o RAID 4, um strip de paridade bit a bit é calculado por meio dos strips correspondentes em cada disco de dados.
- Os bits de paridade são armazenados no strip correspondente no disco de paridade.
- O RAID 4 envolve uma penalidade de gravação quando uma solicitação de gravação de E/S de pequeno tamanho é realizada.
- Toda vez que ocorre uma gravação, o software de gerenciamento do array deve atualizar não apenas os dados do usuário, mas também os bits de paridade correspondentes.

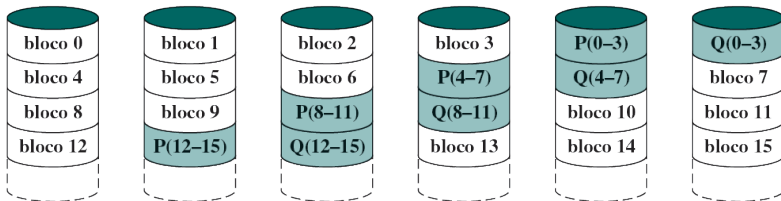
# RAID nível 5

- RAID 5 (paridade distribuída em nível de bloco):



- O RAID 5 é organizado de uma forma semelhante ao RAID 4.
- A diferença é que o RAID 5 distribui os strips de paridade por todos os discos.
- Uma alocação típica é um esquema round-robin.
- Para um array de  $n$  discos, o strip de paridade está em um disco diferente para os primeiros  $n$  stripes, e o padrão então se repete.
- A distribuição dos strips de paridade por todos os drives evita o potencial gargalo de E/S encontrado no RAID 4.

- RAID 6 (redundância dupla):



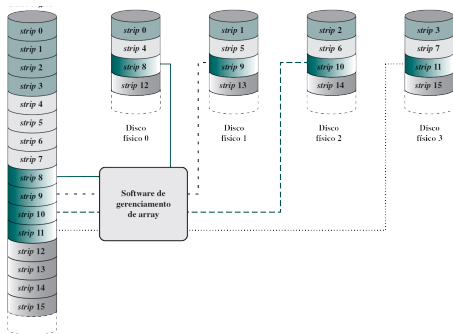
- No esquema RAID 6, dois cálculos de paridade distintos são executados e armazenados em blocos separados em discos diferentes.
- De tal maneira, um array RAID 6 cujos dados do usuário exigem  $N$  discos consiste em  $N + 2$  discos.
- A vantagem do RAID 6 é que ele oferece uma disponibilidade de dados extremamente alta.
- Três discos teriam que falhar dentro do intervalo de tempo médio para reparo para que os dados fossem perdidos.

- Simule o Raid 0, 1 e 4;
- Raid 0 e 1:
  - 2 Discos;
- Raid 4:
  - 3 Discos (Paridade por XOR);
  - Implemente também a reconstrução:
    - 2 Discos com dados;
    - 1 Disco com a paridade;



# Atividade

- Raid 0:



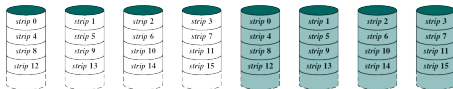
Odeio a aula de Arquitetura e Organizacao de Computadores

RAID 0:

Disco 1: 0eoaal eAqieuae0gnzcod optdrs

Disco 2: di uad ruttr raiaa eCmuaoe

- Raid 1:



RAID 1:

Disco 1: Odeio a aula de Arquitetura e Organizacao de Computadores  
Disco 2: Odeio a aula de Arquitetura e Organizacao de Computadores  
Odeio a aula de Arquitetura e Organizacao de Computadores

# Atividade

- Simule o Raid 0, 1 e 4;
- Raid 0 e 1:
  - 2 Discos;
- Raid 4:
  - 3 Discos (Paridade por XOR);
  - Implemente também a reconstrução:
    - 2 Discos com dados;
    - 1 Disco com a paridade;

Inputs			outputs
W	X	Y	$Q = A \oplus B \oplus C$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Para calcular o XOR dos caracteres 'O', 'd' e 'e':

$$O \oplus d \oplus e$$

- 'O' em ASCII é 79 (01001111 em binário)
- 'd' em ASCII é 100 (01100100 em binário)
- 'e' em ASCII é 101 (01100101 em binário)

Aplicando o XOR bit a bit:

$$79 \oplus 100 \oplus 101 = 1001110_2 = 78_{10} = \text{'N' em ASCII}$$

Portanto, o resultado do XOR dos caracteres 'O', 'd' e 'e' é 'N'.

# Cálculo XOR

Para calcular  $79 \oplus 100 \oplus 101$ :

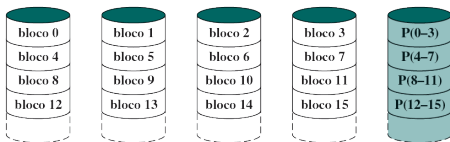
$$\begin{array}{r} 01001111 \\ \oplus 01100100 \\ \oplus 01100101 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 01001111 \\ \wedge 01100100 \\ \wedge 01100101 \\ \hline 01001110 \end{array}$$

- Começamos da direita para a esquerda, realizando o XOR bit a bit.
- Convertendo  $1001110_2$  para decimal, obtemos  $78_{10}$ .

Portanto,  $79 \oplus 100 \oplus 101 = 1001110_2$ , que equivale a  $78_{10}$ .

- Raid 4:



RAID 4:

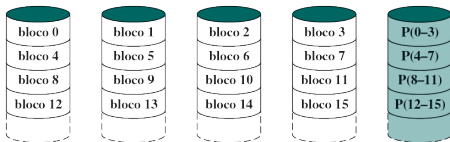
Disco 1: OiaU qtu 0azadCpar

Disco 2: do ldAuerernaoeoude

Disco 3: e aaerita gic mtos

Paridade: N& x!mefeZfx.!Aqjd

- Raid 4:



```
Disco 1:0iau qtu 0azadCpar
Disco 3:do ldAuerernaoeoude
Paridade:N& x!mefeZfx.!Aqjd
Disco Reconstruído: e aaerita gic mtos
```

- STALLINGS, W. **Arquitetura e Organização de Computadores**. 10 ed. São Paulo: Pearson, 2017;
- TANENBAUM, A. S. **Organização Estruturada de Computadores**. 5 ed. Pearson 2007;
- HENNESY, J. PATTERSON, D. **Organização e Projeto de Computadores**. 3 ed. Editora Campus, 2005.



# Obrigado! Dúvidas?

Guilherme Henrique de Souza Nakahata

[guilhermenakahata@gmail.com](mailto:guilhermenakahata@gmail.com)

<https://github.com/GuilhermeNakahata/UNESPAR-2024>