

ARMAZENAMENTO

ADMINISTRAÇÃO DE SISTEMAS

2021/2022

ROLANDO MARTINS

Referências dos slides

- O conteúdo destes slides é baseado no livro da disciplina: “Unix and Linux System Administration Handbook (4ªEd)” por Evi Nemeth, Garth Snyder, Trent R. Hein e Ben Whaley, Prentice Hall, ISBN: 0-13-148005-7
- As imagens usadas têm a atribuição aos autores ou são de uso livre.

Discos

- Discos Duros (Hard Disk – HD)
 - Latência de procura + latência de rotação
 - Bom leitura sequencial
 - Leitura zonas aleatórias pior
- Discos de Estado Sólido (Solid State Drive – SSD)
 - Melhor tempos de leitura/escrita
 - Limite no nº de escritas
 - Apagar pode ser demorado e ter influência na escrita
- Híbridos

[Anand Shimpi, AnandTech, understanding SSDs, 2009](#)

Discos

- Dados de 2010 (livro)

Characteristic	HD	SSD
Size	Terabytes	Gigabytes
Random access time	8 ms	0.25 ms
Sequential read	100 MB/s	250 MB/s
Random read	2 MB/s	250 MB/s
Cost	\$0.10/GB	\$3/GB
Reliability	Moderate	Unknown
Limited writes	No	Yes

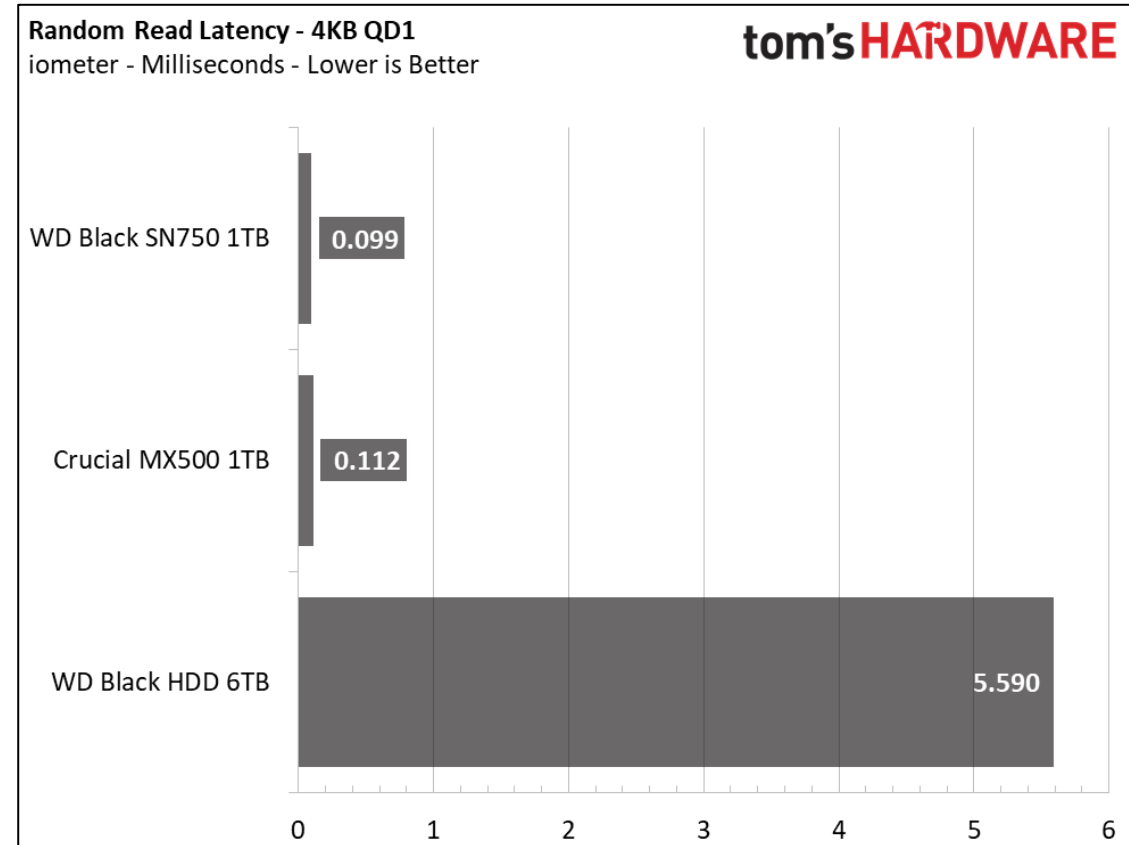
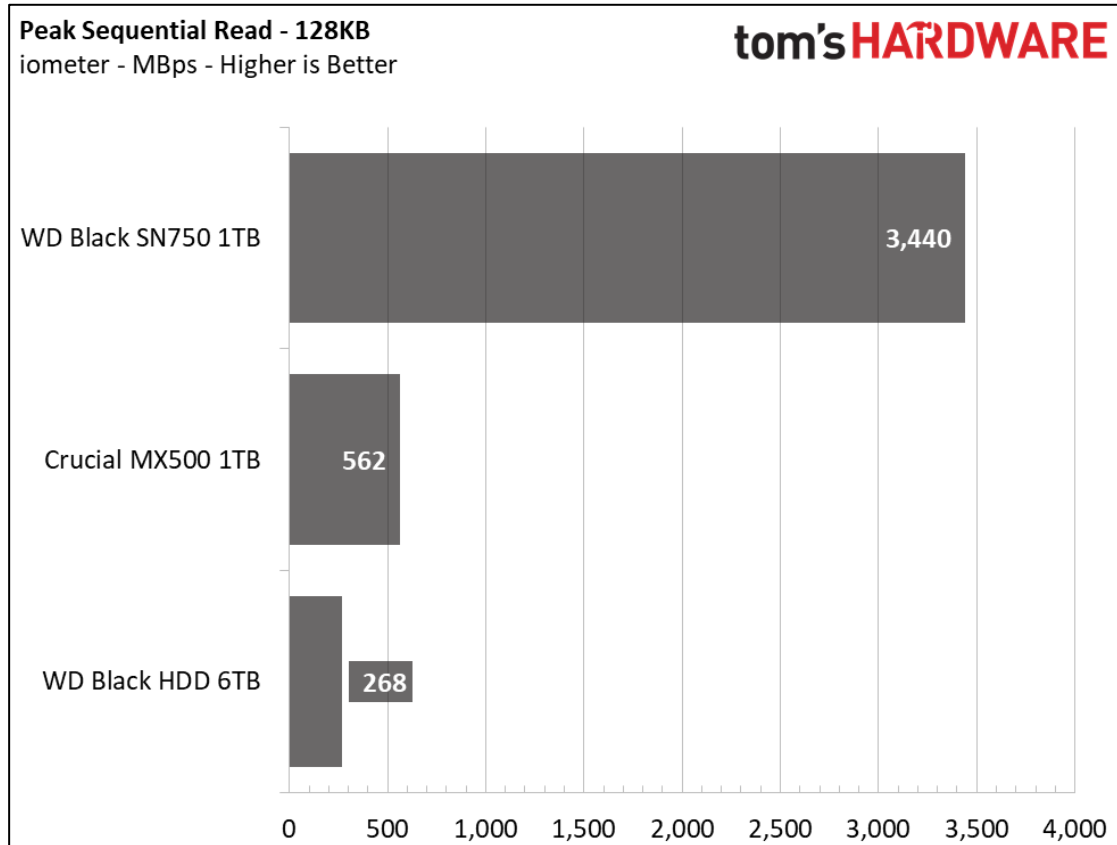
- Dados de 2017/18

Characteristic	HD	SSD
Size	2 TB to 4 TB	500 GB to 2 TB
Random access time	8 ms	0.25 ms
Sequential read	100 MB/s	250 MB/s
Random read	2 MB/s	250 MB/s
Cost	\$0.04/GB	\$0.25/GB
Reliability	Moderate	Unknown
Limited writes	No	Yes

For consumer systems

HDD vs SD

De [SSD vs HDD Tested: What's the Difference and Which Is Better?](#) By Sean Webster, Tom's Hardware



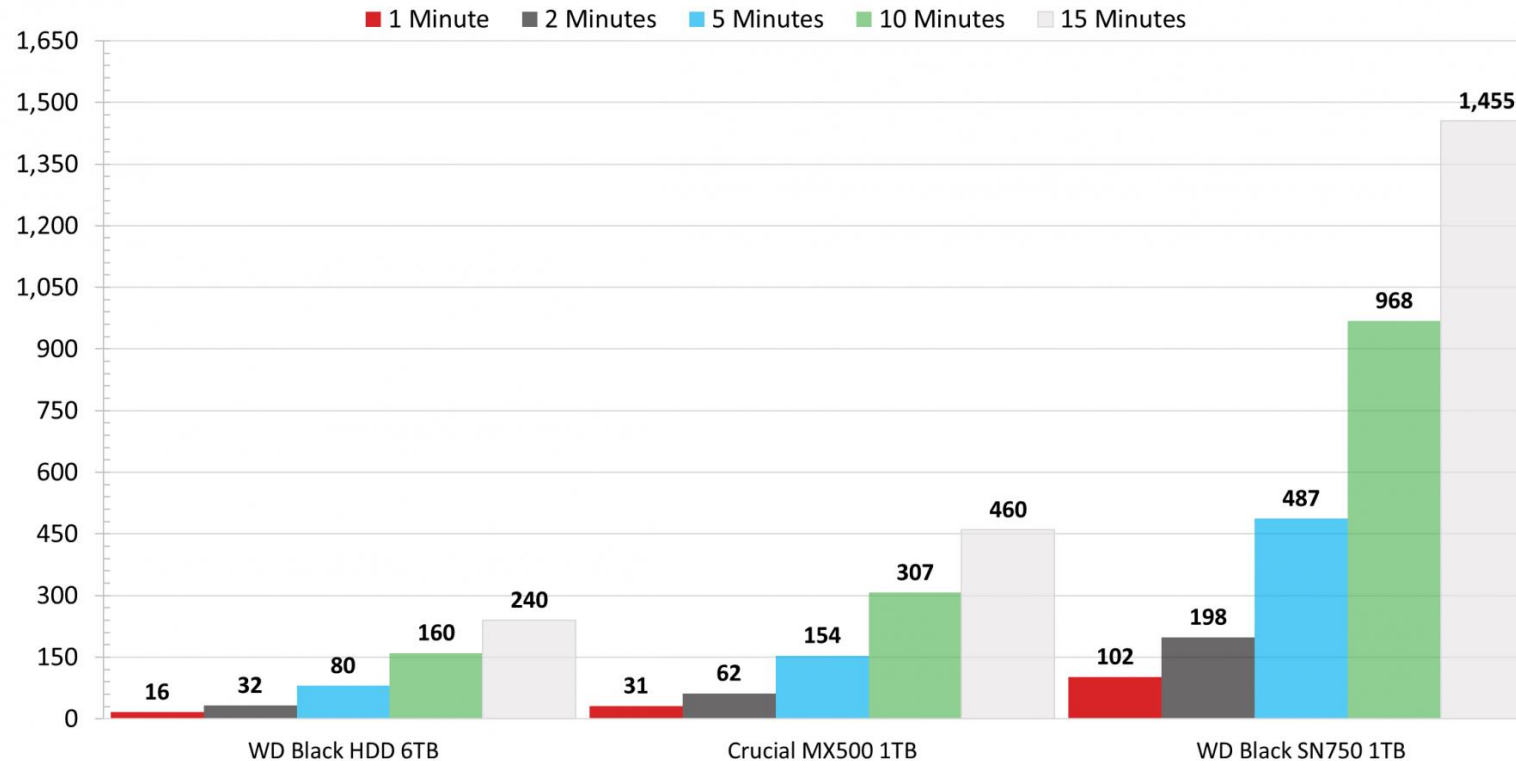
- WD Black HDD 6TB, WD6003FZBX, 256MB cache
- Crucial MX500 1 TB, SATA
- WD Black SN750 1 TB, NVMe PCIe

HDD vs SD

De [SSD vs HDD Tested: What's the Difference and Which Is Better?](#) By Sean Webster, Tom's Hardware

Sequential Steady State Write Workload
Gigabytes Written - Higher is Better

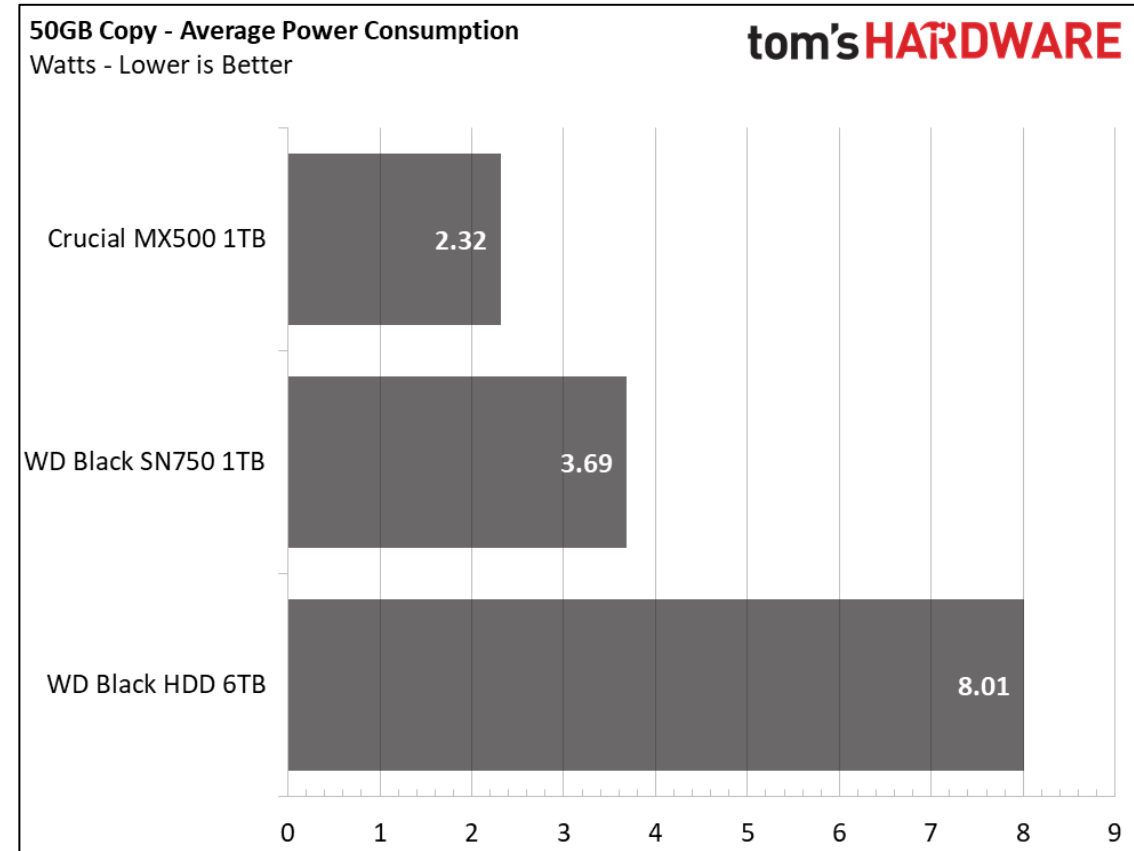
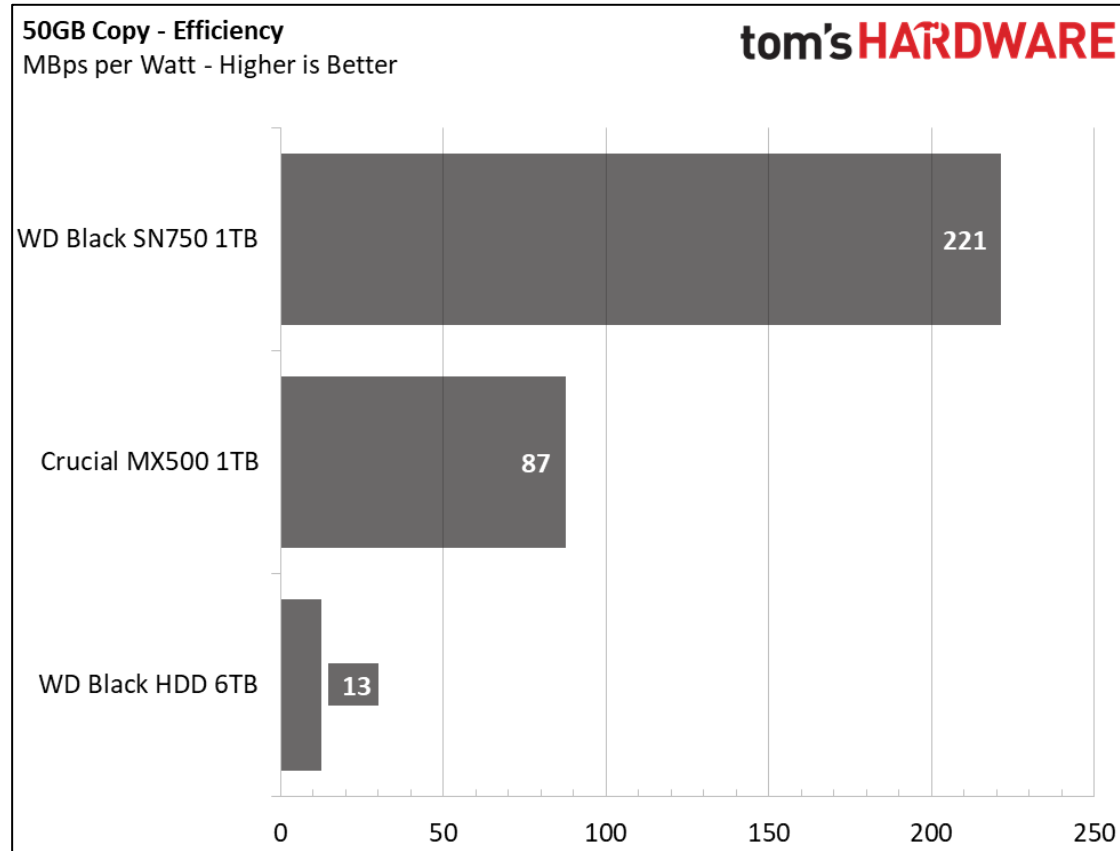
tom's**HARDWARE**



- WD Black HDD 6TB, WD6003FZBX, 256MB cache
- Crucial MX500 1 TB, SATA
- WD Black SN750 1 TB, NVMe PCIe

HDD vs SD

De [SSD vs HDD Tested: What's the Difference and Which Is Better?](#) By Sean Webster, Tom's Hardware



- WD Black HDD 6TB, WD6003FZBX, 256MB cache
- Crucial MX500 1 TB, SATA
- WD Black SN750 1 TB, NVMe PCIe

Outras referências:

- HDD vs SSD: What Does the Future for Storage Hold? ([parte 1](#) e [parte 2](#)), Roderick Bauer, BlackBlaze
- [Hard Disk Drive \(HDD\) vs Solid State Drive \(SSD\): What's the Diff?](#), Roderick Bauer, BlackBlaze
- [What Is an M.2 SSD? A Basic Definition](#), by Scharon Harding Tom's Hardware
- [Data in a Flash, Part I: the Evolution of Disk Storage and an Introduction to NVMe](#), by Petros Koutoupis Linux Journal

Nomenclatura

- Mean Time Before Failure (MTBF) – média do tempo até à primeira falha
 - 1.2 milhões de horas para um disco enterprise
 - Característica a desaparecer e ser substituída pela seguinte
- Average anual Failure Rate – nº médio de falhas num ano
 - Teste da [Google Labs em 2007](#), 6% para discos com mais de 2 anos (HDDs)
 - Teste da [BlackBlaze nas 108 461 drives](#) que têm, 1.80% de AFR.
- Bad blocks: nos HDDs podem aparecer defeitos físicos nos “pratos”
 - São marcados como não utilizáveis pelo software de correção/verificação

Backblaze Q2 2019 Hard Drive Failure Rates

Reporting period April 1, 2019 - June 30, 2019 inclusive

MFG	Model	Drive Size	Drive Count	Drive Days	Drive Failures	Annualized Failure Rate
Toshiba	MG07ACA14TA	14TB	1,220	111,020	0	0.00%
HGST	HUH721212ALE600	12TB	520	47,320	1	0.77%
HGST	HUH721212ALN604	12TB	9,609	645,966	5	0.28%
Seagate	ST12000NM0007	12TB	34,710	3,158,082	247	2.85%
Seagate	ST10000NM0086	10TB	1,200	109,222	2	0.67%
HGST	HUH728080ALE600	8TB	1,001	90,691	2	0.80%
Seagate	ST8000DM002	8TB	9,875	898,837	25	1.02%
Seagate	ST8000NM0055	8TB	14,380	1,307,819	64	1.79%
Seagate	ST6000DX000	6TB	886	81,039	4	1.80%
HGST	HMS5C4040ALE640	4TB	2,639	235,280	5	0.78%
HGST	HMS5C4040BLE640	4TB	12,752	1,160,287	15	0.47%
Seagate	ST4000DM000	4TB	19,570	1,781,822	104	2.13%
Toshiba	MD04ABA400V	4TB	99	9,009	0	0.00%
Totals			108,461	9,636,394	474	1.80%



BLACKBLAZE TEST

De [Hard Drive Stats for Q2 2019](#)

$$MTBF = \frac{nr \text{ drive days}}{\text{drive failures}}$$

$$AFR = \frac{\text{days in a year}}{MTBF}$$

Interfaces de acesso aos discos

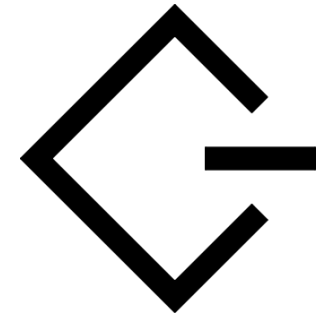
- ATA – Advanced Technology Attachment
 - Previamente IDE – Integrated Drive Electronics
 - PATA – Parallel ATA interface (conectores de 40 ou 80 pinos)
 - 133 Mbps
- SATA – Serial ATA
 - Permite hot-swap
 - Débitos de transf. mais elevados que ATA (SATA 3.2 → 16 Gbps)
 - eSata para external SATA



Images from Wikipedia: [SATA](#) and [PATA](#)

Interfaces de acesso aos discos (II)

- SCSI – Small Computer System Interface
 - Suporta vários discos num BUS
 - Débitos altos de transferência
 - Comandos definidos no standard são utilizados noutros protocolos
 - SCSI Parallel Interface (SPI), versão 5 com 640 Mbps
 - Evolução para Serial Attached SCSI (SAS v4 (2017) → 22.5 Gbps)
- Non-Volatile Memory Express (NVMe)
 - Desenvolvido para discos SSD que têm reduzida latência e paralelismo
 - Utiliza PCIe – Peripheral Component Interconnect express
 - NVMe usando PCIe 3.0 com 4 links → 32 Gbps



Interfaces de acesso aos discos (III)

- Fibre Channel

- Interface série em fibra ótica
- Elevados débitos de transferência (FC over Ethernet com 100 Gbps)
- Suporta a ligação de vários dispositivos
- Pode transportar comandos SCSI

- USB – Universal Serial Bus

- Vários débitos (USB 3.0 → 5 Gbps, 3.2 → 20 Gbps)
- Discos externos (fácil hot swap)

- Firewire (IEEE 1394)

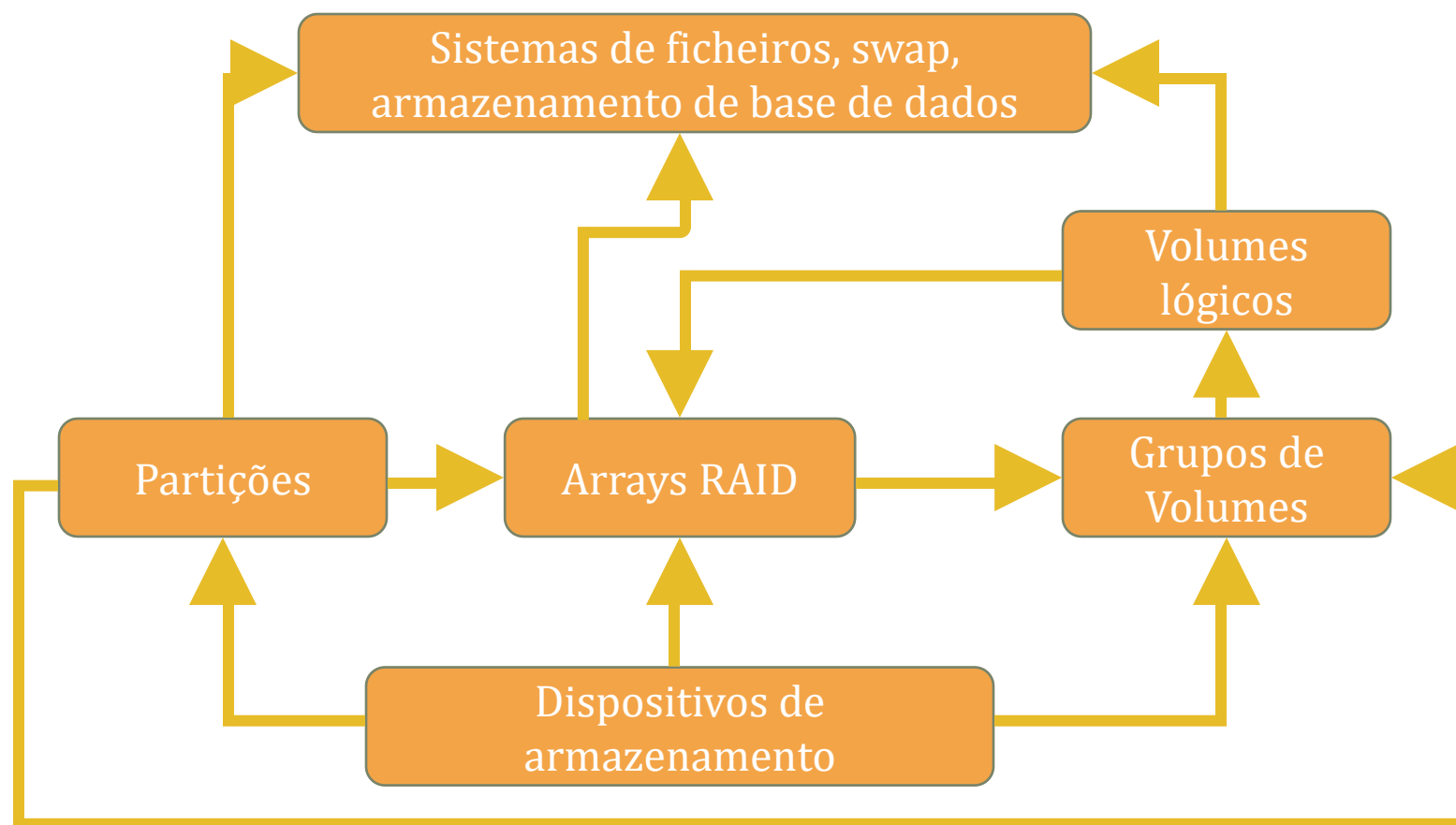
- Débitos mais elevados que USB, com hotswap (3.2 Gbps)
- Permite ligação entre dispositivos ao BUS
- Último draft não foi continuado (IEEE 1394d)



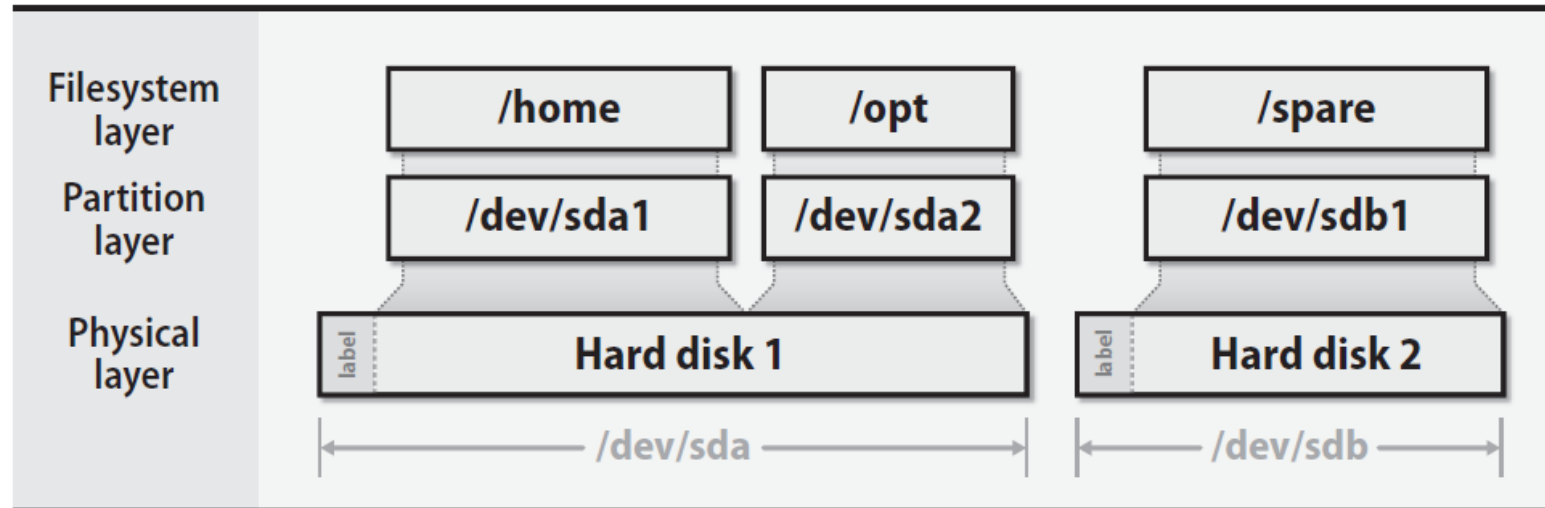
[Ver Interfaces e Bit rates para armazenamento](#) da Wikipedia

SOFTWARE

Camadas de software para gestão



Exemplo de partição em Linux



Representação em Linux

- Disco: `/dev/sd?`
 - ex: `/dev/sda`
- Partição: `/dev/sd??#`
 - ex: `/dev/sda1`
- Pode mudar no arranque
- Linux usa UUIDs
 - Ver `/dev/disk`
 - Ver `/etc/fstab`

hdparm

- Ferramenta Linux para configurar e ver os parâmetros dos discos
 - Não instalada por defeito em Fedora

Opção	Função
-I	Dumps lots of identifying and status information
-M <value>	Sets acoustic management options
-S <value>	Sets time delay for automatic standby (spin-down) mode
-y	Puts drive into standby mode immediately
-C	Queries the drive's current power management state
-T	Quick-tests interface bandwidth (no actual disk reads)
-t	Quick-tests overall platter-to-host sequential reads

S.M.A.R.T.

- Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology
- Permite monitorizar e configurar a “vigilância” pelo próprio Sistema do disco.
 - Atributos definidos para “questionar” o disco
 - Auto-testes
- [smartmontools](#)
 - Usam o daemon smartd e o utilitário smartctl



PARTIÇÕES

Informações gerais

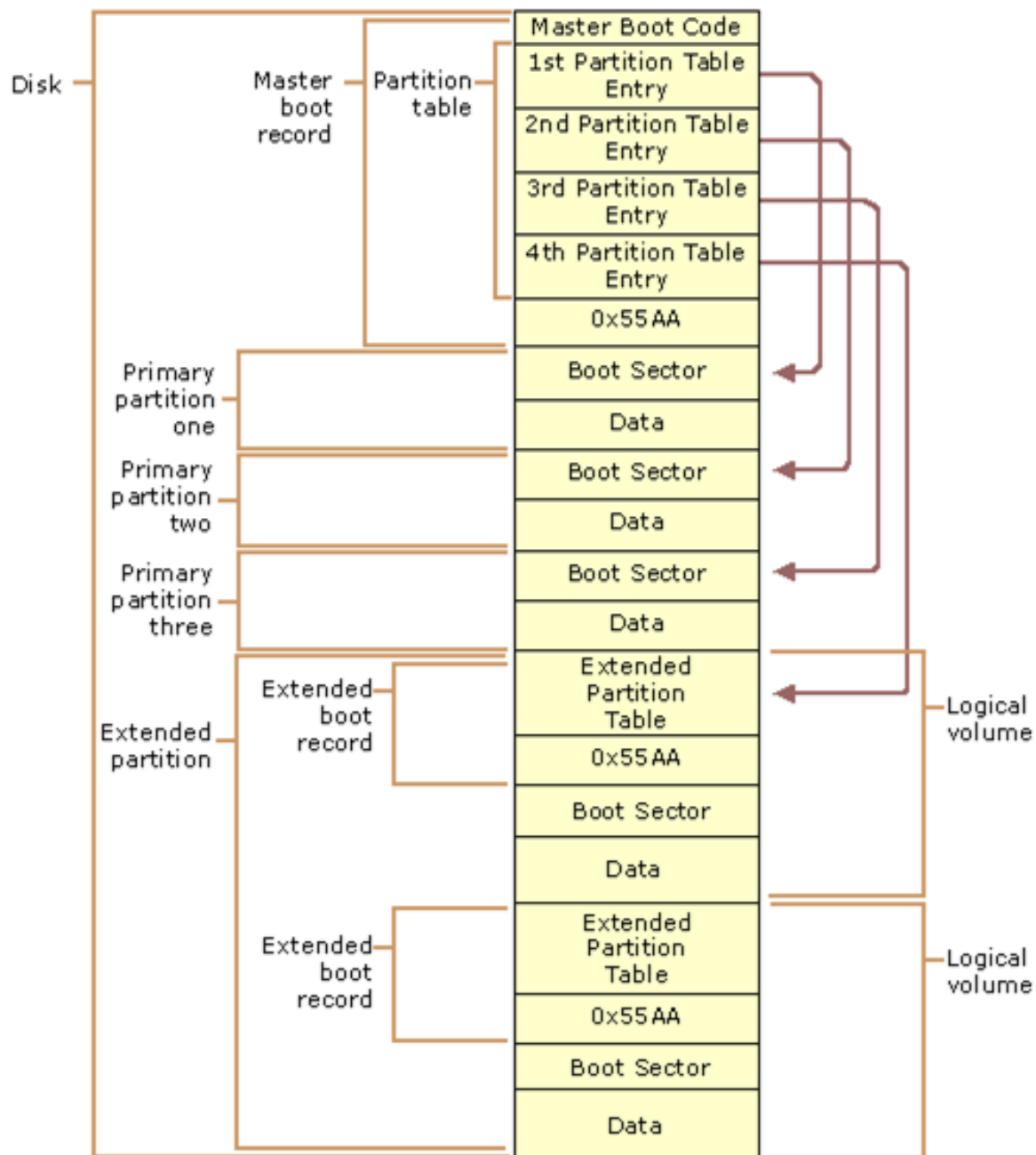
- Ter uma partição para boot alternativa
 - Mesmo que seja no mesmo disco
- /tmp numa partição separada
 - Limita o “encher” do /
 - Em geral o /tmp utiliza tmpfs
 - Geralmente usando um sist. ficheiros em memória
- /var numa partição separada
 - Os logs estão em /var/log
 - Limitar o “Encher” / de novo



Informações gerais (cont.)

- /home separada
 - Backup
 - Pode sobreviver a erros no /
- Espaço de swap em discos diferentes
 - Pode aumentar a performance
- Pensar em backup e ter partições para dados que mudam “muito”





PARTICIONAR - MBR

Master Boot Record

4 partições apenas
(necessita da estendida)
2 TB

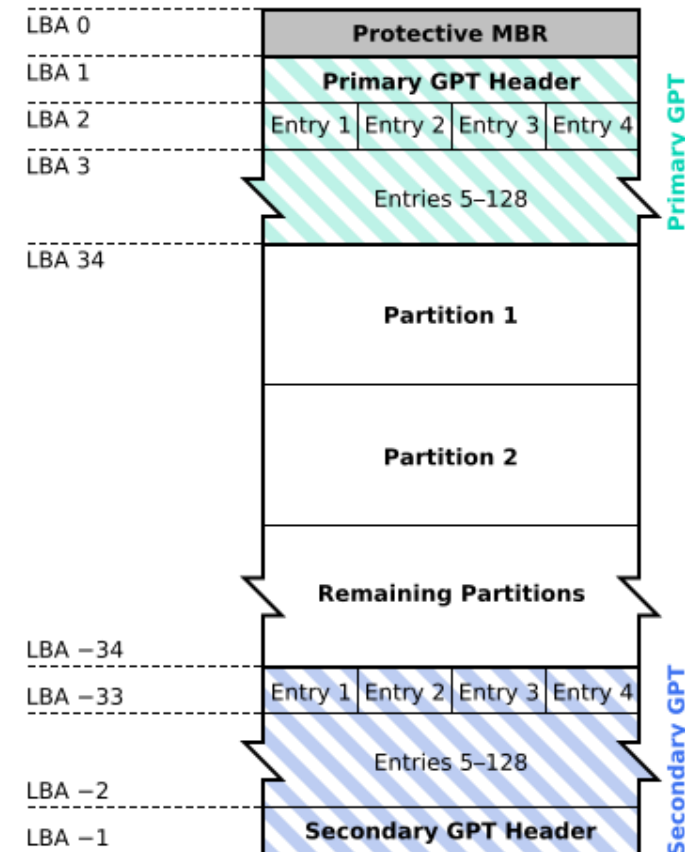
Imagem de [MBR, Microsoft techNet](#)

GPT

Imagem da [Wikipedia GPT](#)

- GUID Partition Tables (globally unique ID – GUID)
 - Apenas 1 tipo de partição
 - Existe uma MBR protetora para compatibilidade
 - Parte do standard UEFI
- Suportada na maioria dos sistemas
 - Windows [FAQ GPT](#)

GUID Partition Table Scheme



RAID

Redundant Array of
Inexpensive/Independent Disks



Objetivos

- Distribuição ou replicação de dados em vários discos
- Performance
- Redundância
- Não substitui backup
 - Ficheiros apagados, antigos, incêndios, hackers, etc.
- Implementado
 - Software
 - Hardware



Software vs. hardware

- “We recently experienced a **disk controller failure** on an important production server. Although the data was replicated across several physical drives, a faulty hardware RAID controller **destroyed the data on all disks**. A **lengthy and ugly tape restore** process ensued, and it was **more than two months** before the server had completely recovered. The rebuilt server now relies on the kernel’s **software to manage its RAID** environment, removing the possibility of another RAID controller failure.”

dos autores do livro

Software vs. hardware

HARDWARE

- não depende do OS;
- Pode ter bateria para escrita após falhas de energia;
- Não causa impacto de performance no sistema;
- Funciona durante o arranque

SOFTWARE

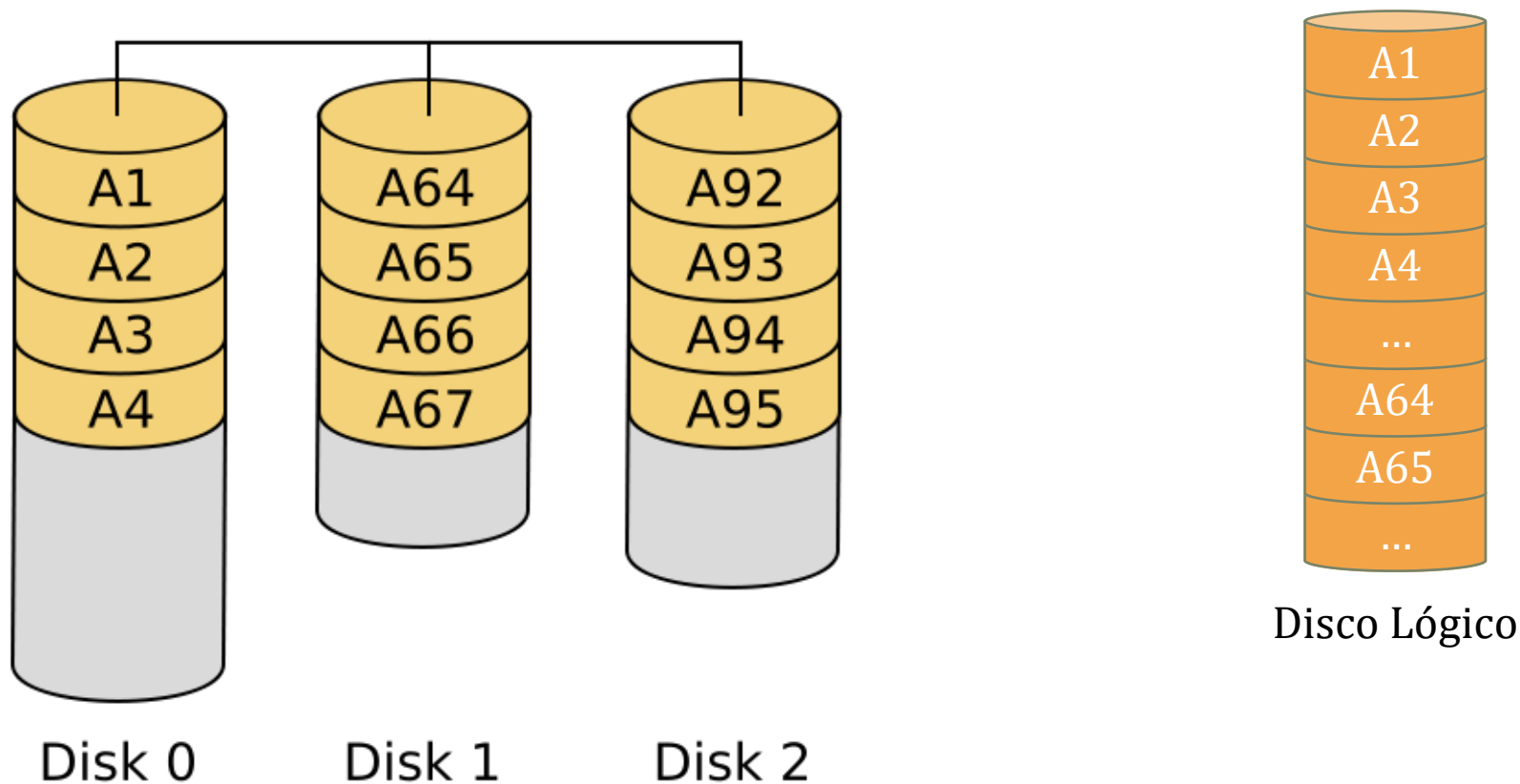
- Em geral OpenSource, sem “vendor-lockin”;
- Mais flexível, configurável;
- Menor custo;
- Menor restrição nos discos a usar.

Níveis de RAID

- JBOD (just a bunch of disks) – apenas agregar os discos, aparecendo como um grande disco
- RAID 0
- RAID 1
- RAID 5
- RAID 6
- RAID 2,3,4

JBOD

- Discos vistos como um único, sendo escritos sequencialmente



RAID 0

- Escrita alternada no discos
- Sem redundância
- Leitura/escrita pode ser feita simultaneamente
 - Melhoria de performance
- *Aumenta ou diminui a AFR?*

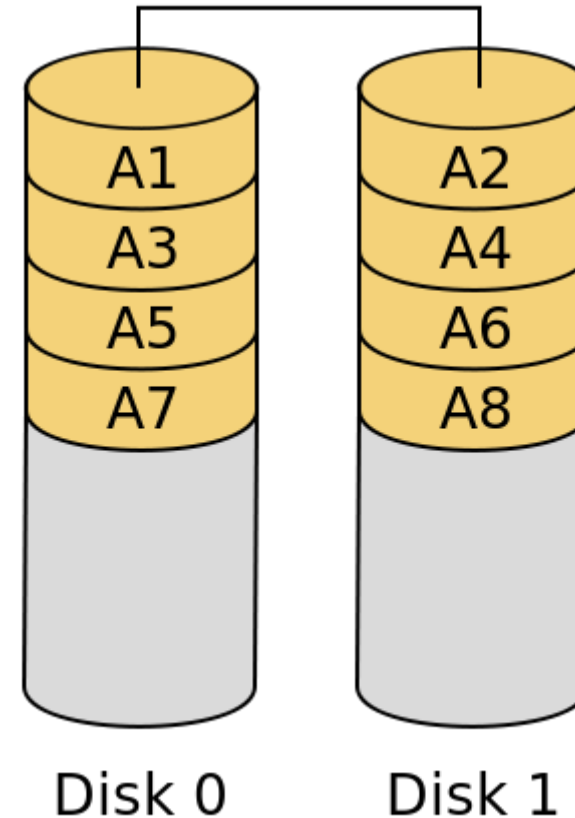


Imagem da [Wikimedia](#)

RAID 1

- Espelho (mirroring)
- Leitura simultânea de dados distintos
- Suporta perda de 1 disco

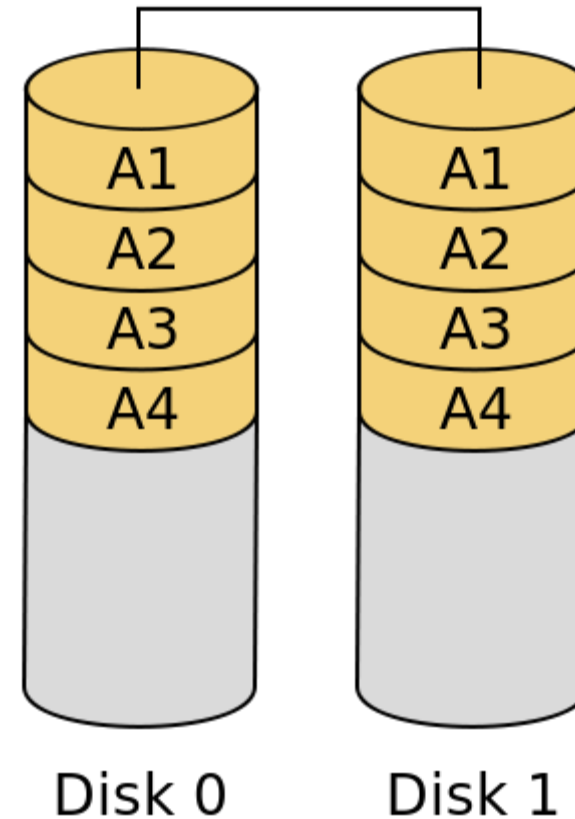


Imagem da [Wikimedia](#)

RAID 5

- Uso de paridade de bloco para recuperação de 1 disco
 - Distribuída pelos vários discos
 - Suporta a falha de 1 disco
- Stripping

A – 1 bloco
 A_p – paridade do bloco A

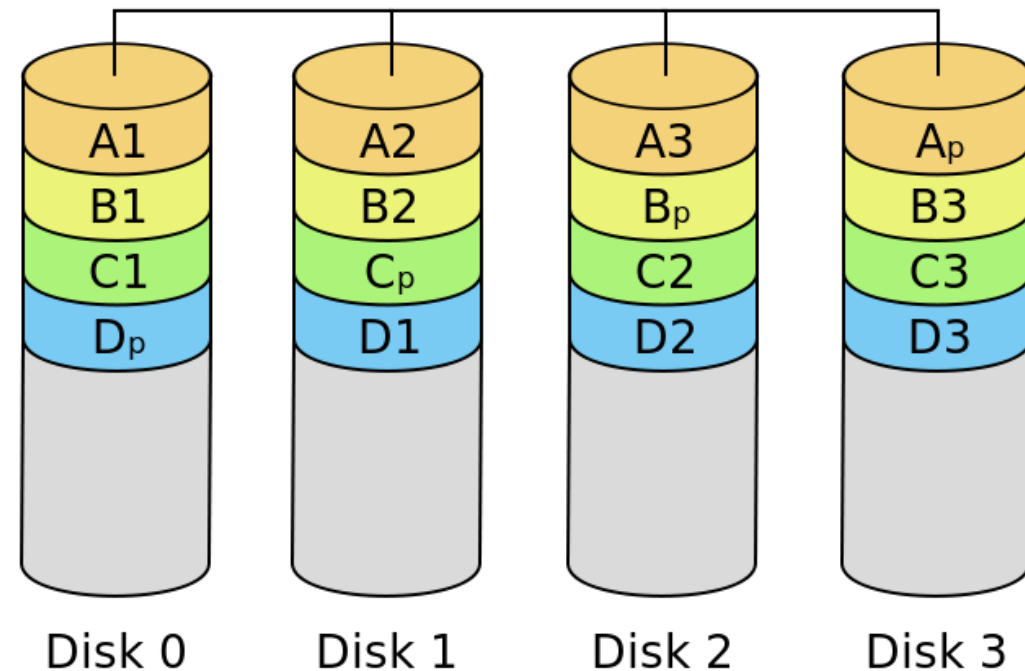


Imagem da [Wikimedia](#)

Paridade

$$P = A1 \oplus A2 \oplus A3$$

- Recuperação de A1

$$A1 = P \oplus A2 \oplus A3$$

- Ao mudar A3 para A3' (escrita de novos dados)

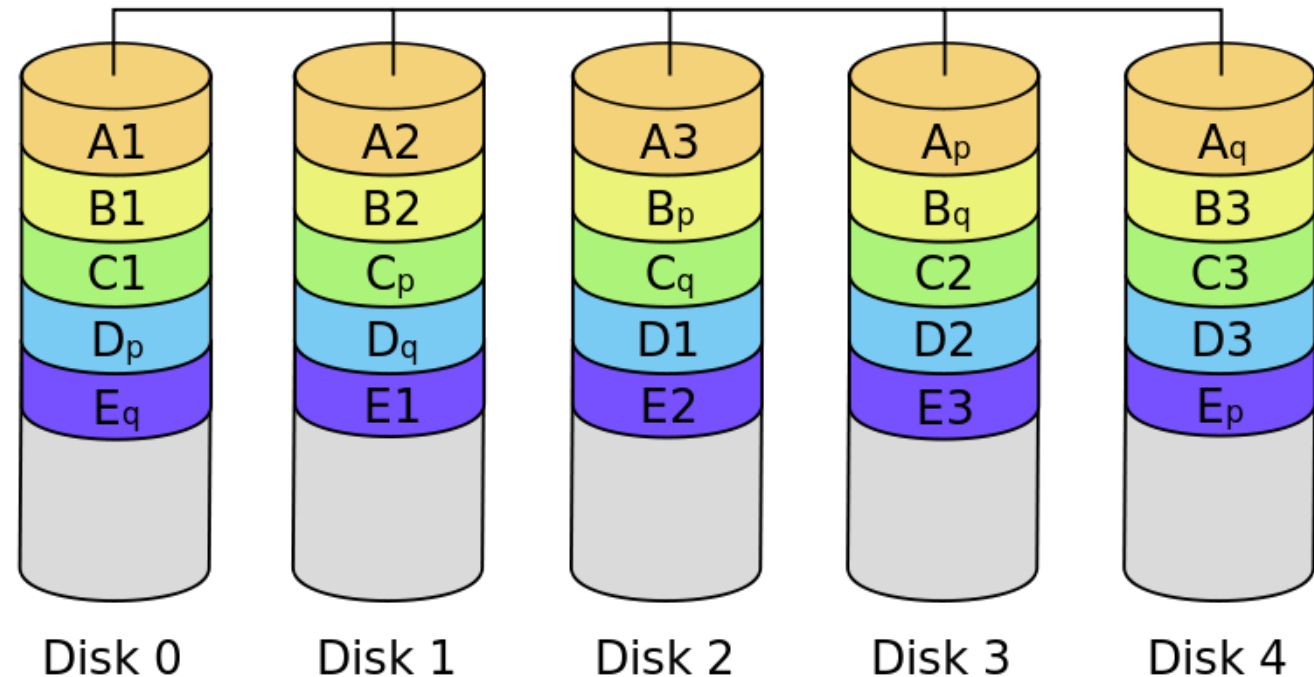
$$P' = A1 \oplus A2 \oplus A3'$$

$$= A1 \oplus A2 \oplus A3' \oplus A3 \oplus A3$$

$$= P \oplus A3' \oplus A3$$

RAID 6

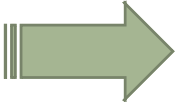
- Dupla paridade de bloco distribuída
- Suporta a falha de 2 discos



Ver [How RAID-6 dual parity calculation works](#), por Igor Ostrovsky para uma intro

Imagem da [Wikimedia](#)

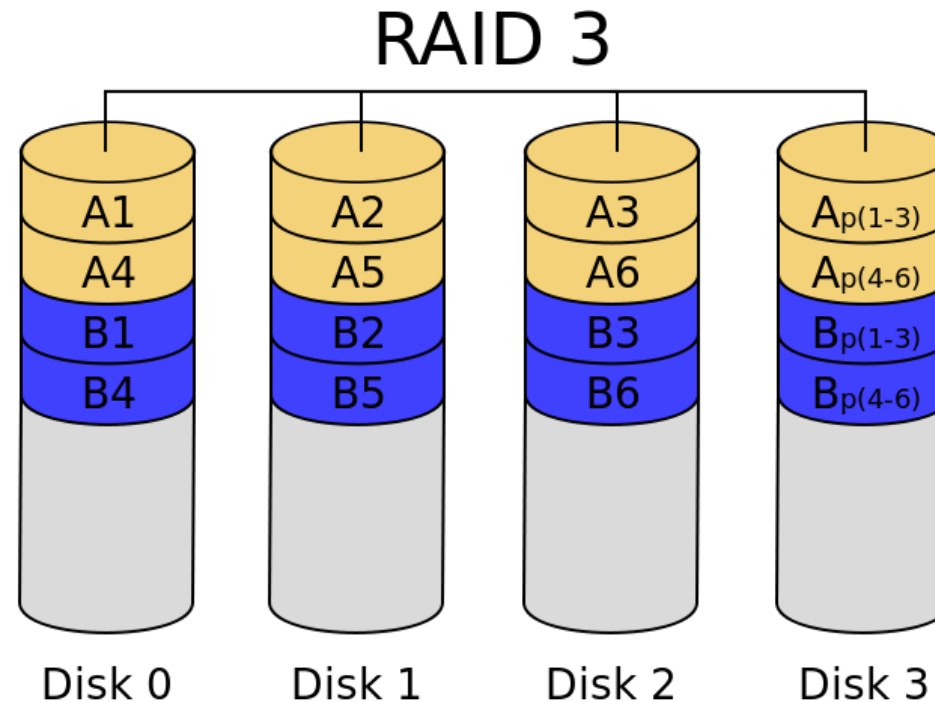
Desvantagens RAID 5/6

- Escrita implica (atômico):
 - Ler bloco antigo
 - Ler paridade antiga
 - Escrever bloco novo
 - Escrever paridade nova
- 
- Lento
 - Problemas se outros blocos (ex.: A2) não estão sync
 - Paridade inválida
 - “Write hole”
 - Scrubbing → refazer paridade

Ver [RAID5 versus RAID10 \(or even RAID3 or RAID4\)](#), por Art Kagel e [BAARF](#)

RAID 2, 3, 4

- Stripping ao nível do bit, byte ou bloco respetivamente
- Com paridade
- Não usados correntemente



Ver [RAID 2, RAID 3, RAID 4, RAID 6 Explained with Diagram](#),
de Ramesh Natarajan, GeekStuff

Imagem da [Wikimedia](#)

RAID 0+1

- Mirror of stripes

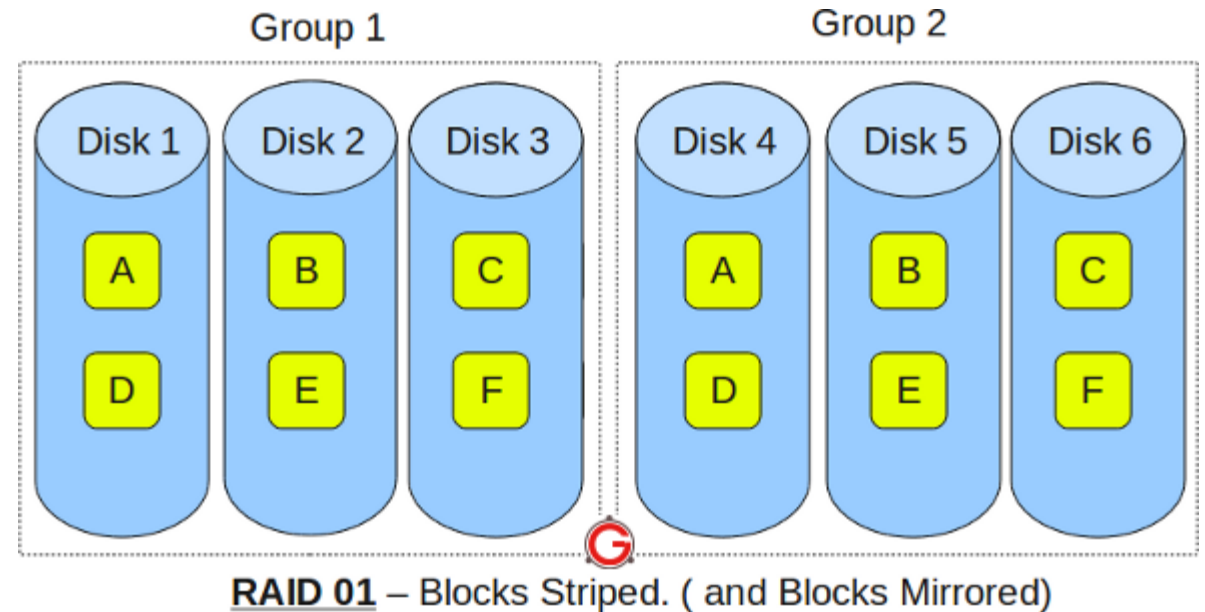
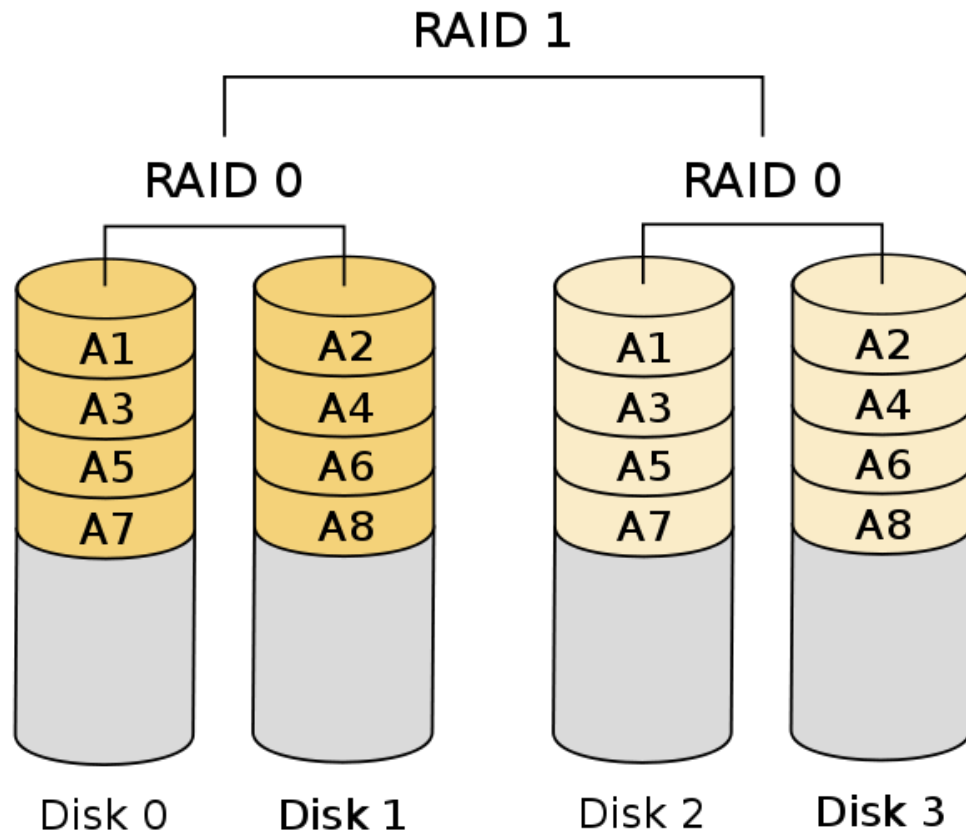


Imagem da [Wikimedia](#)

RAID 1+0

- Stripe of mirrors

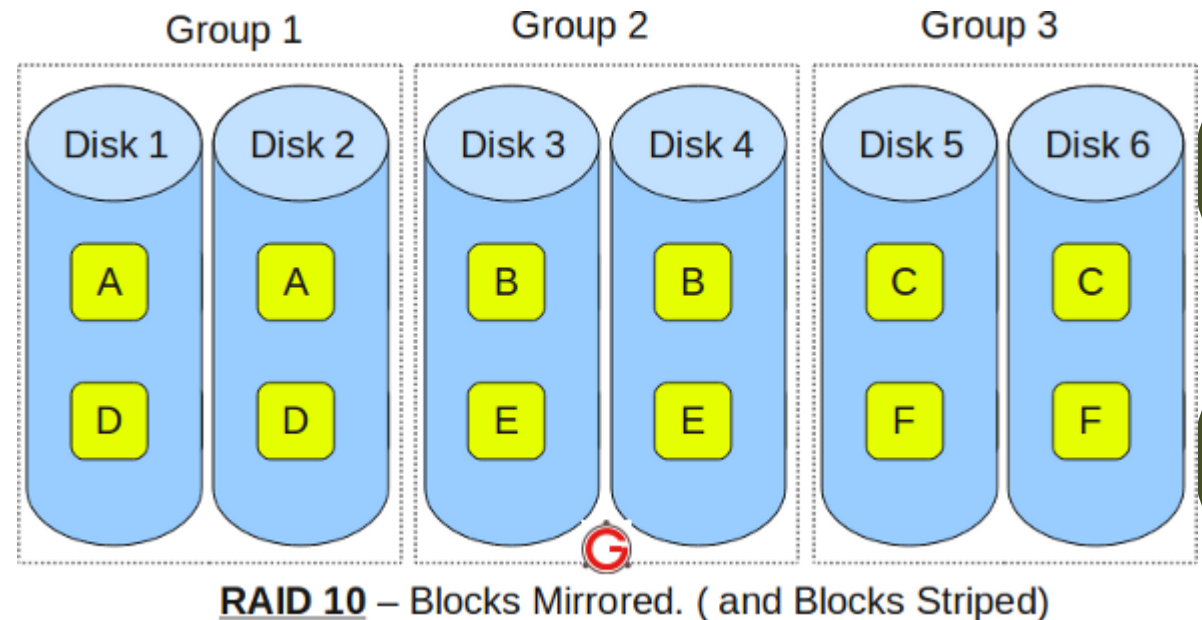
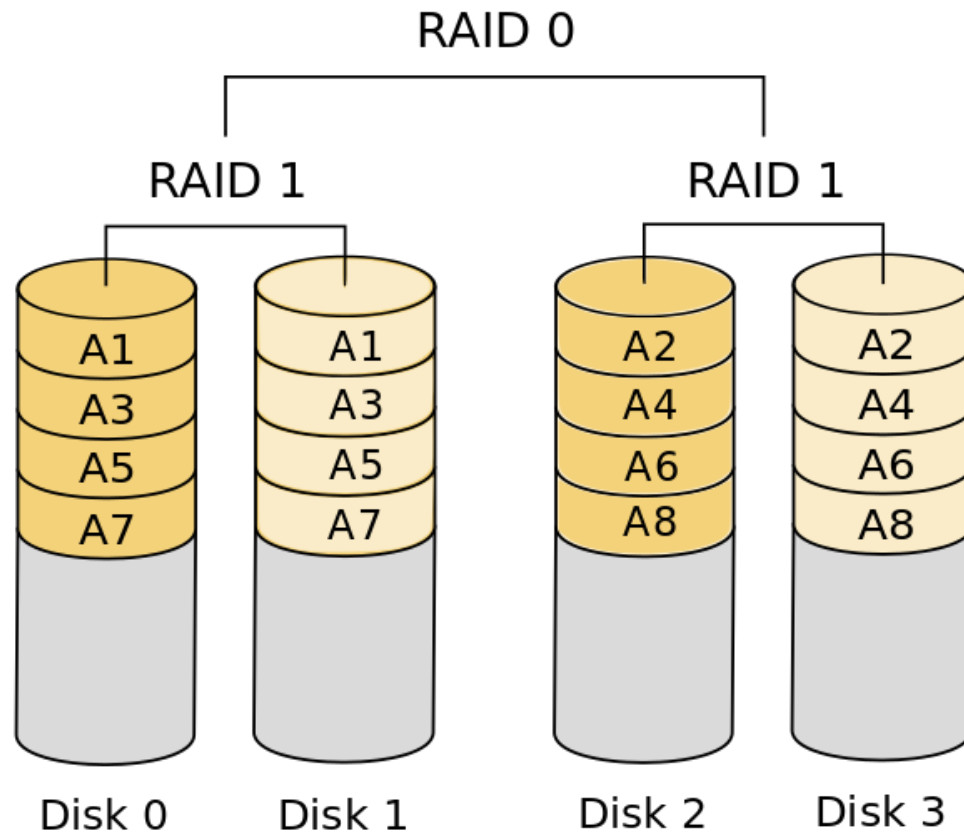


Imagem da [Wikimedia](#)

RAIDs

Nível	Performance	Fiabilidade	Nº discos (% útil para dados)
RAID 0	<ul style="list-style-type: none"> Escritas/leituras em discos diferentes simultaneamente 	<ul style="list-style-type: none"> Falha num disco leva a erros 	Pelo menos 2 (100%)
RAID 1	<ul style="list-style-type: none"> Leituras em discos diferentes simultaneamente Escritas semelhantes a sem RAID 	<ul style="list-style-type: none"> Pelo menos 1 disco pode falhar e recuperar-se 	Pelo menos 2 (50%)
RAID 5	<ul style="list-style-type: none"> Leitura em discos diferentes simultaneamente Escrita penalizada pela paridade 	<ul style="list-style-type: none"> 1 disco pode falhar 	Pelo menos 3 ($\geq 67\%$)
RAID 6	<ul style="list-style-type: none"> Leitura em discos diferentes simultaneamente Escrita penalizada pela paridade 	<ul style="list-style-type: none"> 2 discos podem falhar 	Pelo menos 4 ($\geq 50\%$)
RAID 1+0 (ou 0+1)	<ul style="list-style-type: none"> Como 0 	<ul style="list-style-type: none"> Como 1 	Pelo menos 4 (50%)

Ver também [Understanding BeyondRAID® : What does it offer against data loss?](#) UFS Explorer

Recuperação de falhas

- Sistema avisa aquando da falha de 1 disco
 - Degradação de performance

Procedimento:

~~RAID 0~~

- RAID 1:
 - Cópia simples
- RAID 5 e 6:
 - Recuperação da paridade e de blocos
 - Envolve mais operações para além da cópia

mdadm

- RAID por software
- Raids suportados:
 - “RAID0 (striping), RAID1 (mirroring), RAID4, RAID5, RAID6, RAID10”
- Criar, gerir, remover, monitorizar os “arrays” de discos

Exemplo

- Usando 3 devices de loopback (“discos” em ficheiros)

```
# losetup /dev/loop0 /mnt/disk0
```

- repetir para os 3 discos

```
# mdadm --create /dev/md0 --level=5 --raid-devices=3 \  
    /dev/loop{0..2}
```

```
# mdadm --detail --scan -v -v
```

```
# watch -n 1 -d cat /proc/mdstat # noutra shell
```

```
# mdadm /dev/md0 -f /dev/loop0
```

```
# mdadm /dev/md0 --add /dev/loop3
```

```
# mdadm --detail --scan
```

Outros mdadm

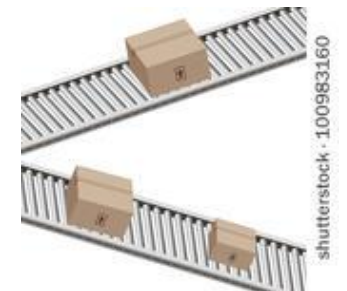
- `mdadm --monitor`
 - Permite configurar a monitorização do raid para envio de email
 - Existe serviço `mdmonitor`
 - `mdadm.conf`
 - Permite criar configuração para ser montado logo no boot
 - A montagem ou criação anterior não “sobrevive” reboot
- ```
mdadm --detail --scan >> /etc/mdadm.conf
```

# LOGICAL VOLUME MANAGEMENT

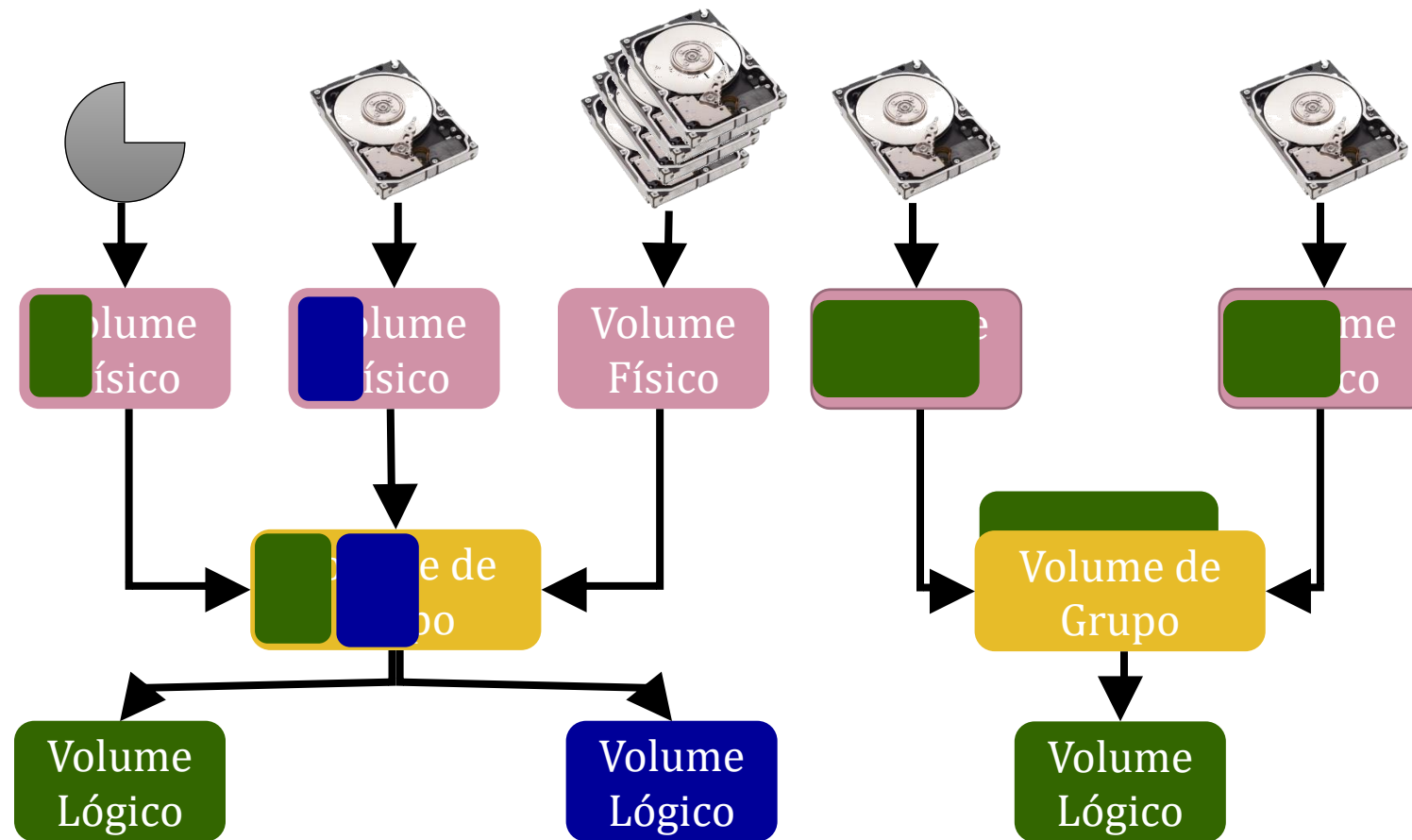
# Gestão de volumes

---

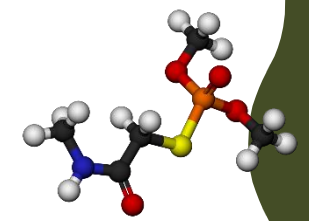
- Mover volumes lógicos entre dispositivos físicos diferentes;
- Aumentar e diminuir o tamanho de volumes lógicos;
- Fazer “snapshots” (copy-on-write) de volumes lógicos;
- Substituir dispositivos (discos) sem interromper o serviço;
- Introduzir espelho (mirror) ou *listagem* (striping) nos volumes lógicos



# Modelo LVM



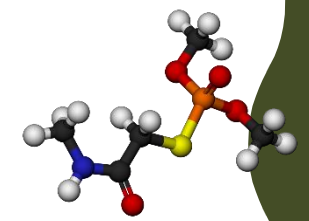
# Elementos



- Vol. Físicos (Physical Volume (PV)): representam a partição, disco, RAID, dispositivo onde os blocos serão escritos.
- Vol. de grupo (volume group (VG)): agrupa vol. físicos, dando uma visão virtual de um único disco.
- Vol. Lógico (logical volume (LV)): a “partição” virtual que assenta em espaço do volume de grupo.

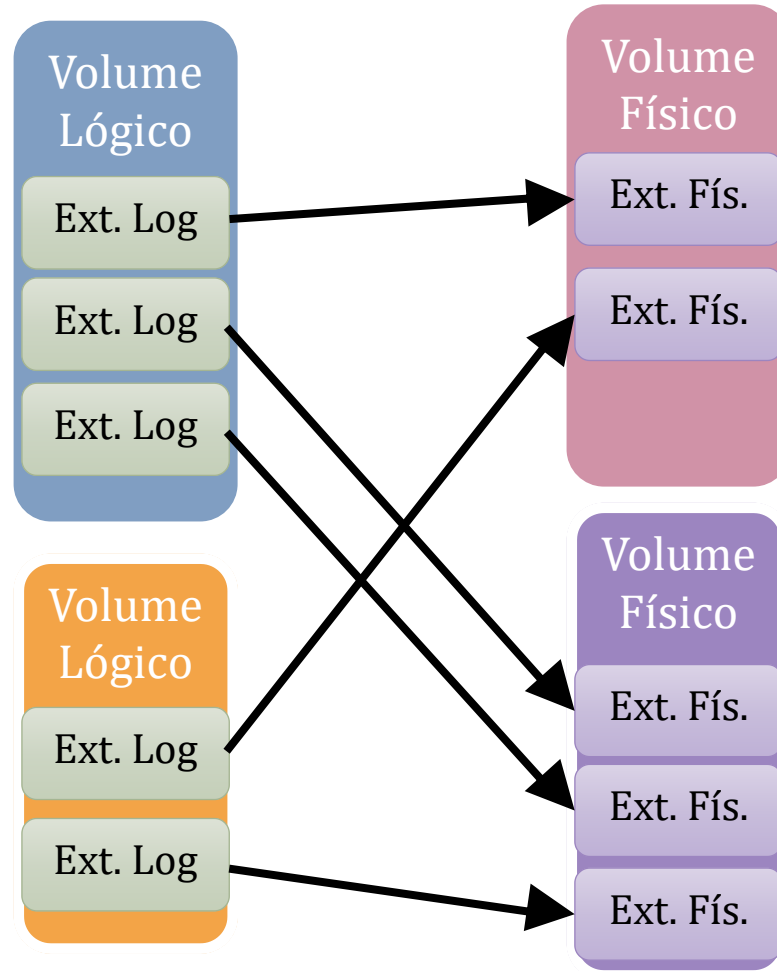


# Elementos (II)



- Extensão Física (Physical Extent (PE)): extensão que representa um bloco de dados no vol. físico. **Mapeia-se diretamente num dispositivo físico.**
- Extensão lógica (Logic Extent (LE)): bloco de dados do vol. lógico. **Mapeia-se numa extensão física**

# LE e PEs



- Ext. Lógica → Extensão Física (LE → PE)
- Tamanho LE = PE
- Escolhido para performance, escalabilidade e disponibilidade

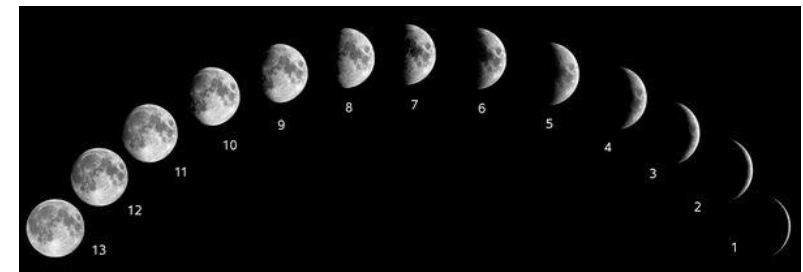
# Comandos LVM

|                | Operação      | Linux                  |
|----------------|---------------|------------------------|
| Vol.<br>Físico | Criar         | <code>pvcreate</code>  |
|                | Inspecionar   | <code>pvdisplay</code> |
|                | Modificar     | <code>pvchange</code>  |
|                | Verificar     | <code>pvck</code>      |
| Grupo de Vols. | Criar         | <code>vgcreate</code>  |
|                | Modificar     | <code>vgchange</code>  |
|                | Estender      | <code>vgextend</code>  |
|                | Inspecionar   | <code>vgdisplay</code> |
|                | Verificar     | <code>vgck</code>      |
|                | Ativar        | <code>vgscan</code>    |
| Vol.<br>Lógico | Criar         | <code>lvcreate</code>  |
|                | Modificar     | <code>lvchange</code>  |
|                | Redimensionar | <code>lvresize</code>  |
|                | Inspecionar   | <code>lvdisplay</code> |

# Fases para LVM

---

- Definir os volumes físicos
- Adicionar vol. físicos aos volume de grupo
- Criar volumes lógicos no volume de grupo



# Um disco, o meu reino por um disco

---

- Criar sistema com LVM

```
$ sudo pvcreate /dev/md0 # Prepare for use w/LVM
```

```
$ sudo vgcreate testVG /dev/md0 # volume group
```

```
$ sudo lvcreate -L 100M -n testLV testVG
```

```
$ sudo mkfs -t ext4 /dev/testVG/testLV
```

```
$ sudo mkdir testMNT
```

```
$ mount /dev/testVG/testLV testMNT
```

```
$ sudo vi /etc/fstab # Set mount opts, mntpoint
```

# snapshots

<https://www.clevernetsystems.com/lvm-snapshots-explained/>

- Utiliza o COW (Copy On Write)
  - Apenas copia o original quando este é alterado

```
$ sudo lvcreate -L 100M -s -n testVG/testLV_snap testLV
```



- A snapshot pode ser montada
  - Mantem a visão à altura da criação
- Note-se que no LV criado para a snapshot são guardadas as mudanças no sistema original
  - Tamanho alocado deve ser suficiente para todas as mudanças (seguro: igual ao tamanho do s.f. original)

LV a fazer o snapshot

# Backup com Snapshots

---

- ~~Parar serviços~~

- Criar *snapshot* (processo rápido)

- ~~Reiniciar serviços~~

- Fazer backup da *snapshot*

- Remover *snapshot*

[Ver Backup using Snapshots](#), de TLDP

- Vantagens:

- Backup é feito sobre o estado na altura da criação do *snapshot*

- Não há alterações durante o backup (ao que se faz backup)

- Espaço para *snapshot* mínimo, apenas mudanças feitas durante o backup no sistema ativo

# “Cenas” de RAID

---

- Stripping

```
lvcreate -i2 -L 150M -n testLV_strip testVG
```

- pôr 2 discos

- É necessários existirem pelo **menos 2 PV** para ter `-i2` no VG

- Mirroring

```
lvcreate -m1 -L 150M -n testLV_mir testVG
```

- para 1 dispositivo

- Também é necessários **mais do que um PV**



# SISTEMAS DE FICHEIROS

Revisita (rápida)

# ext

---

- Ext2: dos mais utilizados, nas versões mais atuais
- Ext3: adiciona journalling
  - Log para auxiliar a recuperação/reconstrução do sistema de ficheiros
  - Pode ser montado como ext2
- Ext4: melhora performance, uso de extents, limites de tamanho
  - Pode montar ext2 e ext3 como ext4
  - Pode ser montado como ext3
- Pode ser adicionado journalling a ext2

```
tune2fs -j
```

# ZFS

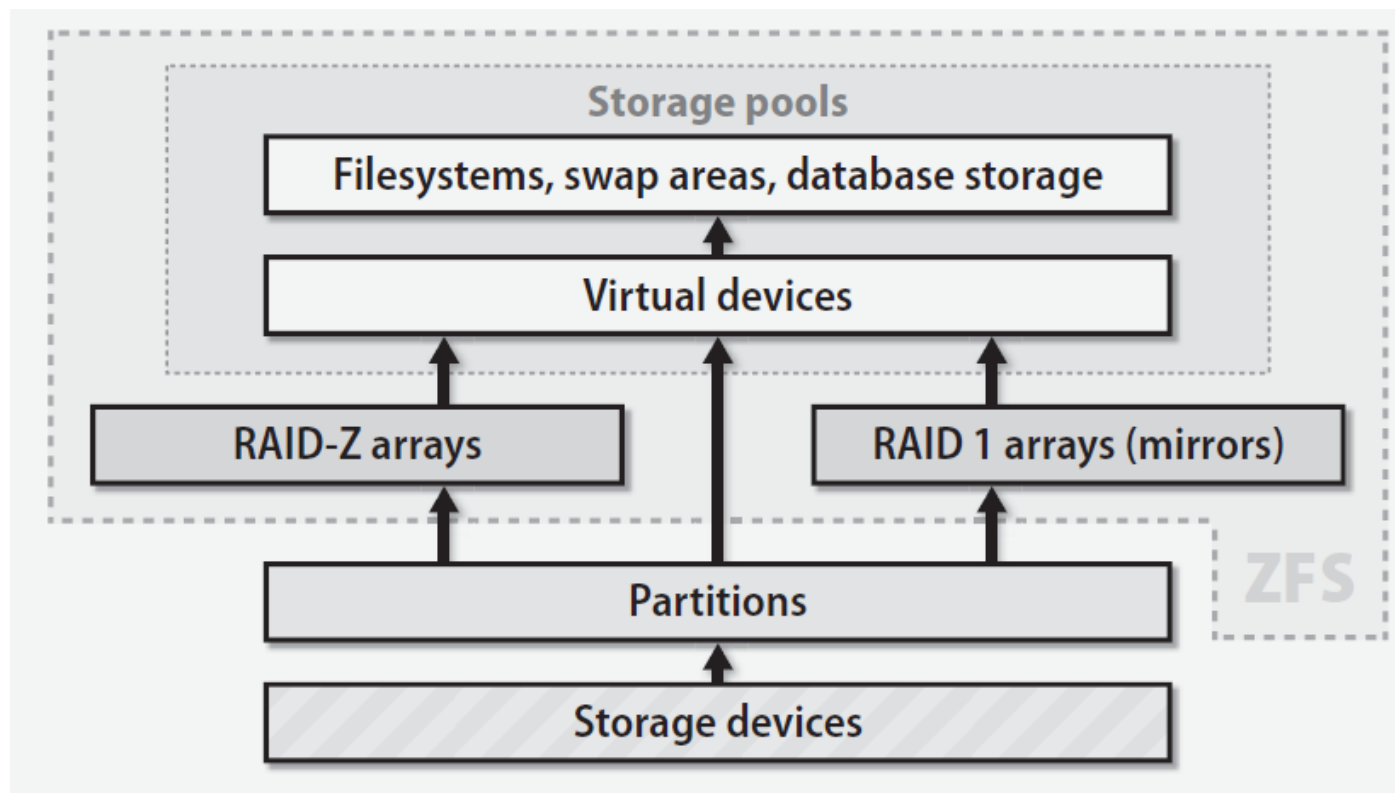
---

- Desenvolvido inicialmente pela SUN Microsystems (agora Oracle)
- Introduzido em OpenSolaris
- Inclui:
  - LVM
  - Controlador RAID
  - Sistema de ficheiros

# ZFS arquitetura

<https://www.freebsd.org/doc/handbook/zfs.html>

- ZFS pool  $\approx$  LVM volume group
- RAID-Z  $\approx$  RAID 5
  - Com Copy-on-Write (CoW)
  - Stripping de blocos lógicos e não de tamanho fixo.



# ZFS: componentes

---

- Integridade: checksums para os dados, verificação/recuperação em contínuo
- Pool de armazenamento: possibilidade de adicionar mais armazenamento a todo o sistema
- Performance: utilização de sistemas de cache em memória para melhorar o acesso (ARC – Adaptive Replacement Cache , L2ARC) com pedidos de escrita síncrona para o disco físico também suportados (ZIL)
  - Utilização possível de SSDs (no L2ARC e ZIL)

# Refs para ZFS

---

- [An Introduction to the Z File System \(ZFS\) for Linux](#), How-To Geek
- [Chapter 19. The Z File System \(ZFS\)](#)
  - Tom Rhodes, Allan Jude, Benedict Reuschling and Warren Block (FreeBSD)
- [Oracle Solaris ZFS Administration Guide](#)
- Não disponível por defeito em todos os sistemas linux
  - Ver [OpenZFS](#) e [ZFS on Linux](#).
- Ver também o [sistema de ficheiros BTRFS](#)

# ARMAZENAMENTO VIA REDE

# Armazenamento por Rede

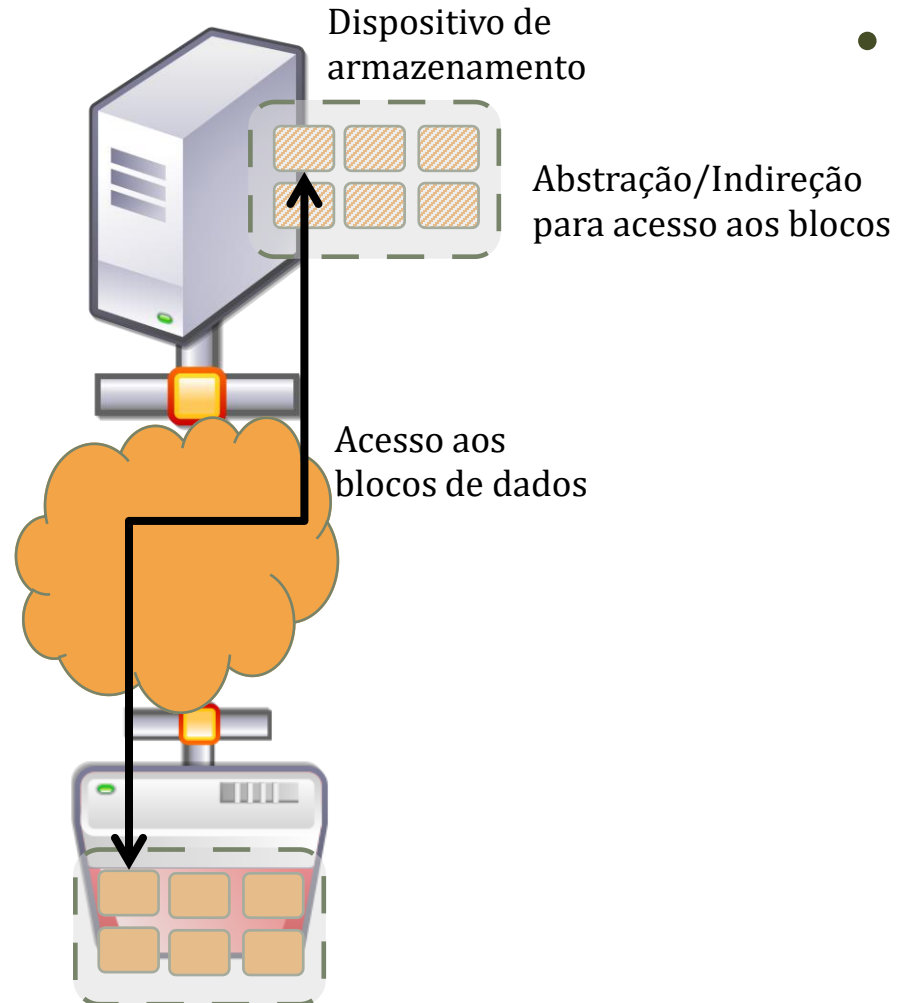
- SAN: Storage Area Network
  - Permitem aceder por rede a blocos
  - Nível mais baixo
  - Precisam de ter sist. ficheiros no cliente
  - Não suportam necessariamente múltiplos clientes
- NAS: Network Attached Storage
  - NFS (Network File System) e CIFS (Common Internet File System)/SMB (Server Message Block) são exemplos
  - Permitem aceder por rede a ficheiros
  - Leitura, escrita, gestão



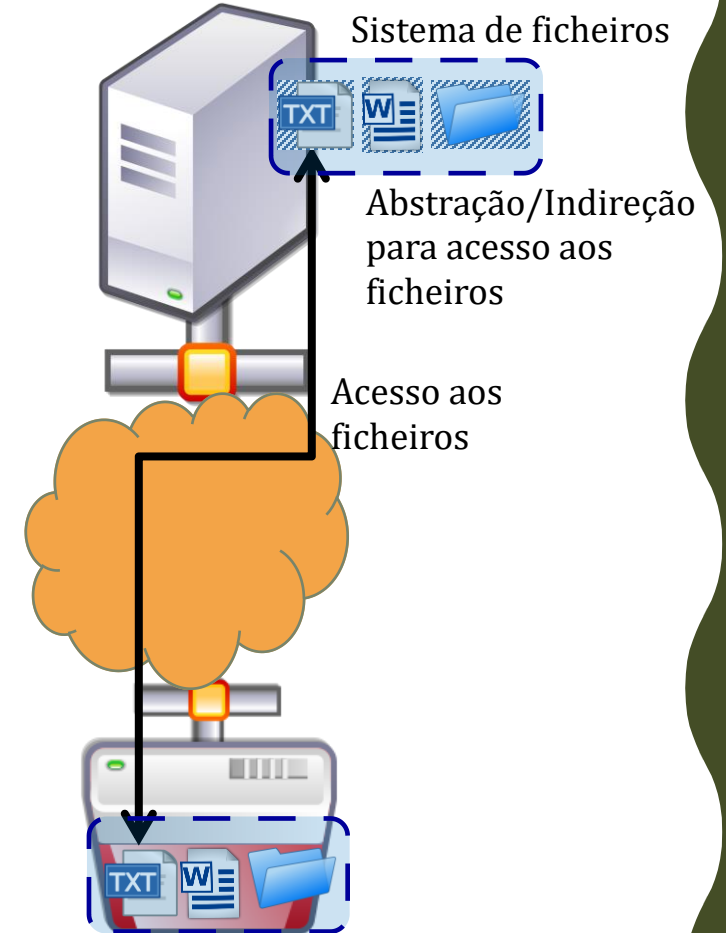


# Armazenamento por Rede

- SAN



- NAS



# Benefícios

---

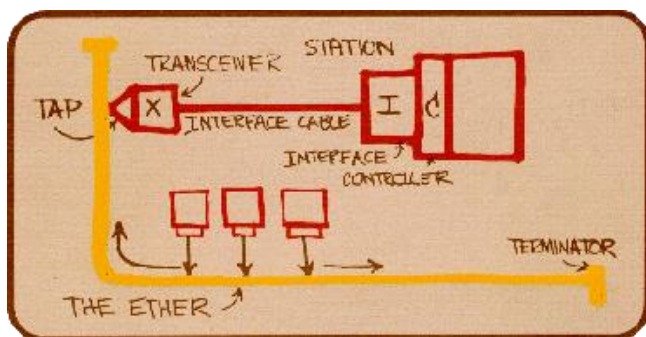
- Centralização do armazenamento
- Otimização, tolerância a falhas, recuperação de desastre num só local.
- Flexibilidade e facilidade de configuração
- (SAN) Facilidade de adequação do espaço necessário
- (SAN) Detecção de duplicação de blocos permite otimização de espaço
- Estratégia de backup

*Ter em conta a latência e  
ocupação da rede*

# Redes

## Ethernet

- 10 Gb/s (e já 100 Gb/s)
- Sistemas diretamente em Ethernet
- Outros protocolos por “cima”: IP, TCP/UDP



## Fibre Channel



- 2 a 16 Gb/s
- Especifica FCP (Fibre Channel Protocol)
  - Transporte de outros dados, nomeadamente comandos SCSI
  - Pode ser usado sobre Ethernet
- Dispendiosa

# Protocolos SAN na Ethernet

---

- iSCSI (internet SCSI)
- Comandos SCSI
- Encapsulado em TCP/IP
  - Pode ser usado na internet (mas raro)
- [RFC 7143](#)
- ATA over Ethernet (AoE)
- Comandos ATA
- Direto sobre Ethernet
  - Limitado à rede local
- Definido por empresa, mas [disponível de modo aberto](#)
- AoE is 2x to 4x more than with equivalent iSCSI

# Protocolos NAS

---

- NFS (Network File System)
- SMB (Server Message Block)/CIFS (Common Internet File System), sistemas Microsoft para Windows, mas com implementações em Linux

# Vários - Listagem de dispositivos

---

- `lsblk` – Listagem de dispositivos de blocos
- `lspci` – Listagem de periféricos no BUS PCI
- `lsusb` – Listagem dos dispositivos USB ligados

# Resumo

---

- Tipos de discos
- Interface aos discos
- Software para gestão de discos
- Partições
- RAID
- LVM
- Sistema de ficheiros (ZFS)
- Armazenamento via rede

# QUESTÕES/ COMENTÁRIOS