

---

# Trabalho 4:

## Arquitetura de Computadores



**HD**

**X**



**SSD**

**02/11/2020**

Grupo I

Vinícius Lima Medeiros

Lucas Guimarães Batista

Gabriel Martins Machado Christo

## Visão geral

HDDs e SSDs são as formas de armazenamento físico em massa mais comuns nos computadores atualmente. Qualquer computador utiliza uma das duas formas para armazenar dados, sendo o uso de *Computador* no sentido amplo da palavra, uma vez que celulares, tablets, videogames, câmeras e muitos outros dispositivos também utilizam essa mesma tecnologia de armazenamento. As diferenças entre os discos com relação ao tipo de barramento utilizado, porém, são bem menos dependentes de sua natureza (se são discos rígidos ou de estado sólido) do que se imaginaria. Cada um deles pode se comunicar com os computadores por inúmeros tipos de barramento, o que torna a classificação e análise as vezes confusa. Vamos explorar alguns dos tipos mais comuns de interfaces empregados na comunicação entre dispositivos e computadores. As características exploradas serão sua sincronicidade, frequência de barramento, se ele é multiplexado, serializado, qual a taxa máxima de transferência e o tamanho máximo de barramento aceito.

## Disco Rígido

Um disco rígido é composto essencialmente por um disco móvel revestido de material magnético que armazena dados e por um braço mecânico que realiza as operações de leitura e escrita. O primeiro disco rígido foi desenvolvido e lançado em 1956 pela IBM com o modelo chamado de IBM 350, uma parte do 305 RAMAC, computador que introduziu a tecnologia de armazenamento em discos ao mundo. Os HDDs (Hard disk drives) são a opção de armazenamento mais popular para computadores há anos em função de alguns fatores. Podemos citar o seu baixo preço relativo, o que o torna uma opção bastante atraente para qualquer usuário que precise armazenar um grande volume de dados. Vale ressaltar também que a facilidade de encontrar modelos de HDDs com capacidades que excedem 1 TB é um fator que explica sua prevalência no mercado. Essa hegemonia, porém, está sendo ameaçada nos últimos anos com o rápido crescimento das vendas de SSDs, sobre os quais falaremos mais agora.

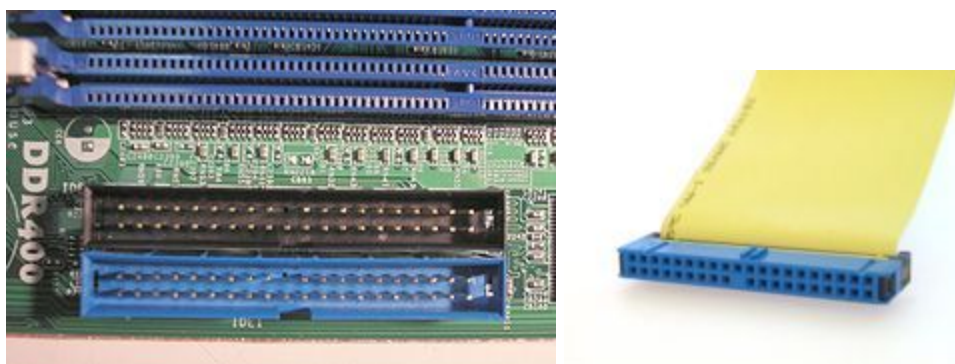
## Disco de Estado Sólido

Uma unidade de estado sólido é um dispositivo de armazenamento sem partes móveis feito de memórias não voláteis do tipo FLASH. Embora a memória FLASH utilizada nos SSDs seja empregada desde meados dos anos 80 em outros propósitos, foi só a partir dos anos 2000 que o uso dela em dispositivos de armazenamento em massa para computadores começou a se popularizar. SSDs tem uma proporção de preço por Gigabyte maior que a

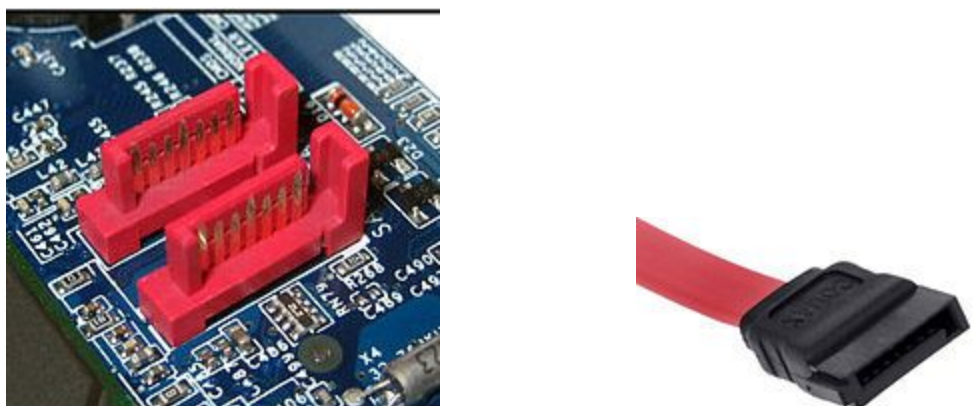
dos HDDs, o que ajuda a explicar o porquê dessa forma de armazenamento ainda não ser o padrão. Em contrapartida, SSDs apresentam inúmeras vantagens quando comparados aos HDDs. A primeira e possivelmente mais relevante diferença é que são muito mais rápidos em função da tecnologia de memória empregada em sua construção. O melhor HDD disponível muito provavelmente será mais devagar que o pior SSD disponível. Além da velocidade, o fato de discos de estado sólido não apresentarem partes móveis faz com que eles não apresentem a possibilidade de sofrer de falha mecânica.

## Protocolos de Decodificação e Barramentos Utilizados

1. IDE/ATA - Paralelo (Passou a ser chamado também de PATA após a invenção do SATA), utilizado em HDs obsoletos.



2. SATA - Serial de frequência 100 MHz, utilizados em HDs e SSDs.
  - 2.1. SATA I - Também conhecida por SATA 1.5 Gb/s (de transferência) possui largura de banda de 150 Mb/s.
  - 2.2. SATA II - Também conhecida por SATA 3 Gb/s (de transferência) possui largura de banda de 300 Mb/s.
  - 2.3. SATA III - Também conhecida por SATA 6 Gb/s (de transferência) possui largura de banda de 600 Mb/s.



3. USB - Serial (usado principalmente para conexão de periféricos externos ao computador)

Possui quatro gerações:

USB 1.x - 12Mbps

USB 2.0 - 480Mbps

USB 3.x - 5Gbps

USB 4.x - 40Gbps

Geralmente trabalha com frequências múltiplas de 12MHz (48MHz por exemplo)

Tamanho máximo do cabo de 5 metros

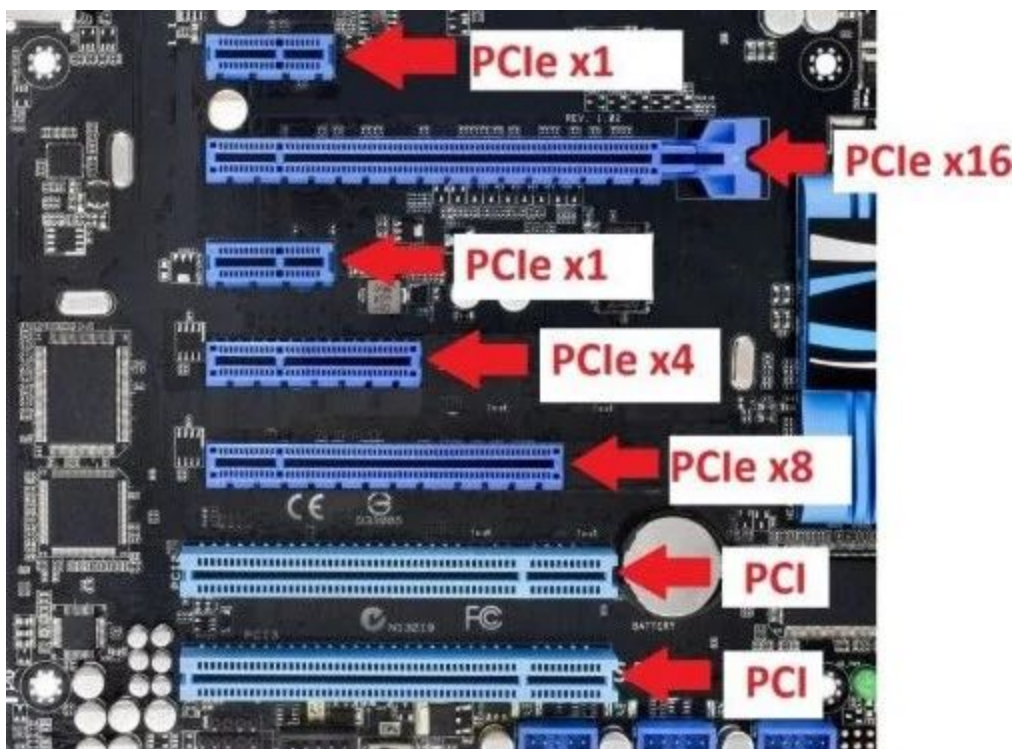
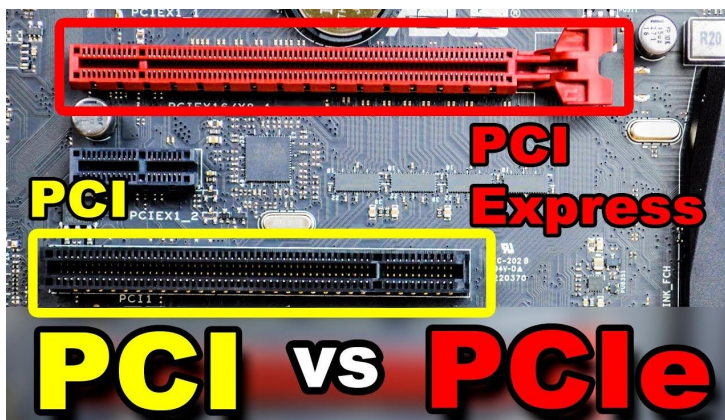


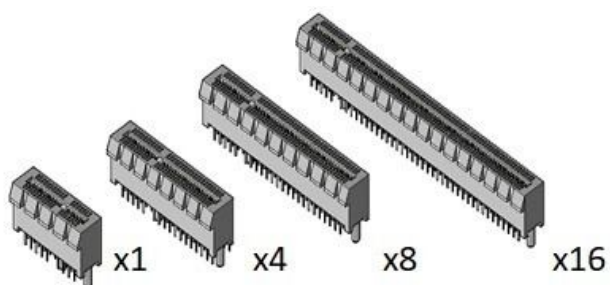
4. SCSI (Small Computer System Interface) utilizado por HDs obsoletos  
Teve diversas versões, todas com barramento paralelo, com largura variando entre 8 e 32 bits. Podia operar no modo assíncrono e modo síncrono, este último com maior velocidade. O comprimento dos cabos variava de 3 a 12 metros. A frequência variava de 10 MHz a 320 MHz dependendo da versão. Ao longo das versões a taxa de transferência foi de 3.5MB a 640MB, porém devido ao alto custo de implementação, esse protocolo foi sendo ignorado e substituídos por outros.





5. PCI - Síncrono, frequência de 33 a 66 MHz, comprimento máximo de 0,5m, multiplexado, paralelo com dados de 32 ou 64 bits, com taxa de transferência entre 132 a 528 MB/s.
6. Já o PCIe é serial. Esse tipo de barramento também possibilita a utilização do protocolo NVMe-oF que amplia as capacidades do NVMe utilizando RDMA (remote direct memory access) ou Fibre Channel. SSDs com o protocolo de transferência NVMe atuais utilizam variações do PCIe 3.0 com taxas de transferência de até 16 GB/s.





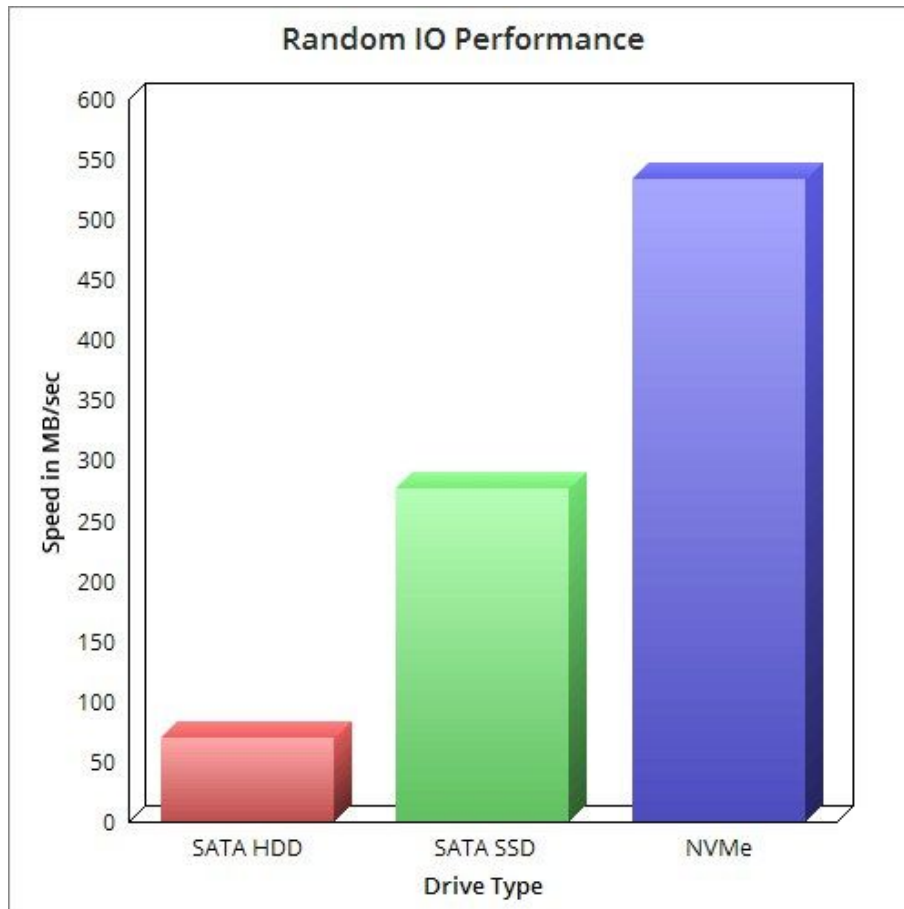
- **PCI Express x1:** 25 mm de comprimento; 18 pinos
- **PCI Express x4:** 39 mm de comprimento; 32 pinos
- **PCI Express x8:** 56 mm de comprimento; 32 pinos
- **PCI Express x16:** 89 mm de comprimento; 82 pinos

7. SAS (Serial Attached SCSI) - Versão serial do SCSI. Permitiu maiores velocidades e retrocompatibilidade com o protocolo SATA. Até 2020 possui 5 versões tendo respectivamente as taxas de transferência de 3, 6, 12, 22.5 e 45 Gbps.
- O barramento por ser síncrono e multiplexado eliminou os antigos problemas de clock skew do SCSI.

Possui um comprimento máximo de cabo de 10 metros.

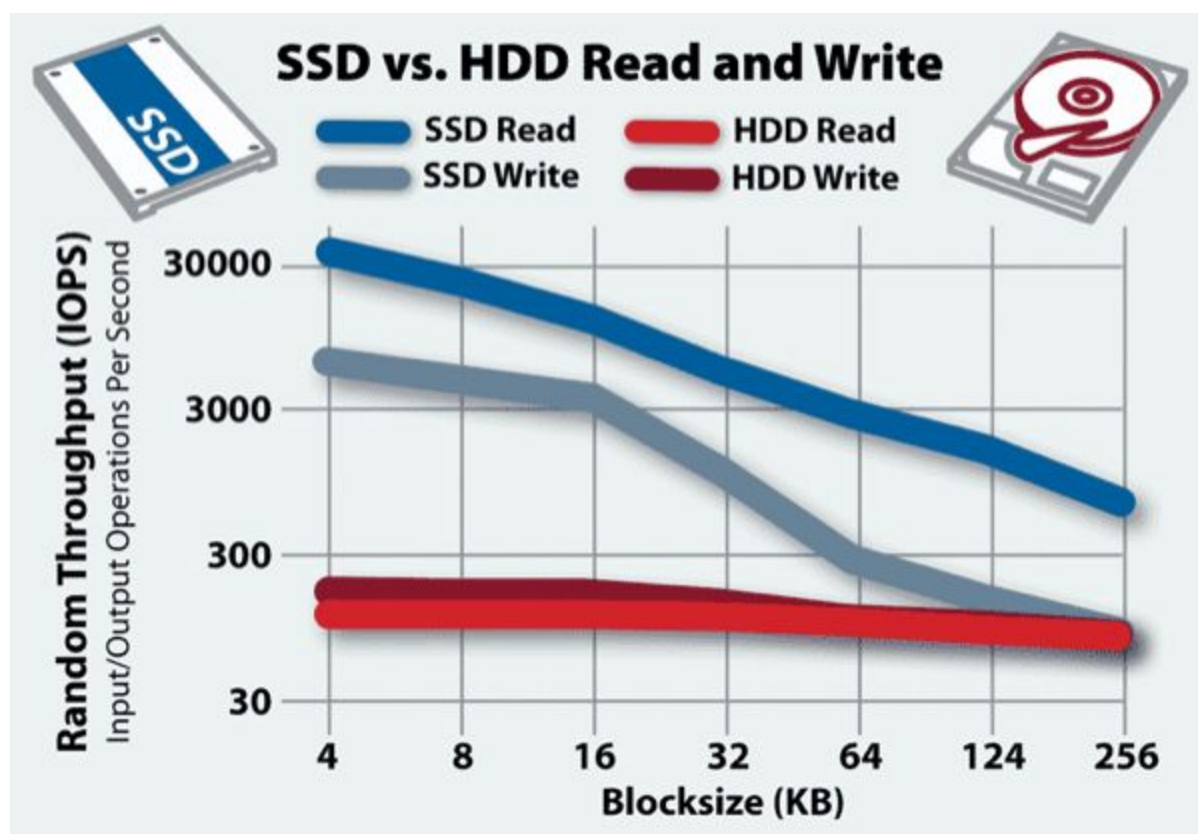


## Comparativo gráfico





Podemos ver que há um abismo de performance entre HDD e SSD ainda que os dois estejam funcionando sob a mesma interface, confirmando o que falamos sobre SSDs. Quando comparamos as diferentes interfaces utilizadas em SSDs vemos que o SATA é, na prática, um gargalo para o desempenho do SSD. Utilizando o barramento PCIe por intermédio de NVMe os SSDs conseguem atingir desempenhos quase 2x melhor que aqueles encontrados na contrapartida SATA.





Aqui vemos um gráfico confirmando a afirmação anterior sobre a superioridade em quase todos os cenários dos SSDs frente aos HDs.

 <b>SSD vs. HDD</b> Usually 10,000 or 15,000 rpm SAS drives 		
<b>0.1 ms</b>	<b>Access Times</b> SSDs exhibit virtually no access time	<b>5.5-8.0 ms</b>
SSDs deliver at least <b>6000 io/s</b>	<b>Random I/O Performance</b> SSDs are at least 15 times faster than HDDs	HDDs reach up to <b>400 io/s</b>
SSDs have a failure rate of less than <b>0.5%</b>	<b>Reliability</b> This makes SSDs 4-10 times more reliable	HDDs failure rate fluctuates between <b>2-5%</b>
SSDs consume between <b>2 and 5 watts</b>	<b>Energy Savings</b> This means that on a large server, approximately 100 watts are saved	HDDs consume between <b>6 and 15 watts</b>
SSDs have an average I/O wait of <b>1%</b>	<b>CPU Power</b> You will have an extra 6% of CPU power for other operations	HDDs average I/O wait is about <b>7%</b>
The average service time for an I/O request while running a backup remain below <b>20 ms</b>	<b>Input/Output Request Times</b> SSDs allow for much faster data access	The I/O request time with HDDs during backup rises up to <b>400-500 ms</b>
SSD backups take about <b>6 hours</b>	<b>Backup Rates</b> SSDs allow for 3-5 times faster backup for your data	HDD backups take up to <b>20-24 hours</b>

Aqui temos um comparativo mais geral entre os dois dispositivos de armazenamento. É notável que o SSD é a melhor opção sob praticamente todos os aspectos, com a exceção do fator preço, uma vez que ainda é mais caro que o HD. Acreditamos, porém, que conforme ele for se popularizando ainda mais esse preço venha a cair e que o SSD se torne a tecnologia de armazenamento em massa adotada como padrão pela indústria e pelos usuários.

## Bibliografia

1. [http://cdn.teledynelecroy.com/files/pdf/ssd\\_protocol\\_decode\\_datasheet.pdf](http://cdn.teledynelecroy.com/files/pdf/ssd_protocol_decode_datasheet.pdf)
2. <https://datarecoverylab.blog/2010/05/09/hard-drive-bus-types-scsi-sata-esata-ide-sas-and-firewire-ieee-1394/amp/>
3. <https://searchstorage.techtarget.com/definition/SAS-SSD-Serial-Attached-SCSI-solid-state-drive>
4. [https://www.researchgate.net/figure/Shipments-of-hard-and-solid-state-disk-drives-HDD-SSD-in-millions-worldwide-in\\_fig1\\_323005275](https://www.researchgate.net/figure/Shipments-of-hard-and-solid-state-disk-drives-HDD-SSD-in-millions-worldwide-in_fig1_323005275)
5. <https://pt.wikipedia.org/wiki/ATA>
6. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Serial\\_ATA](https://pt.wikipedia.org/wiki/Serial_ATA)
7. [https://en.wikipedia.org/wiki/PCI\\_Express](https://en.wikipedia.org/wiki/PCI_Express)