

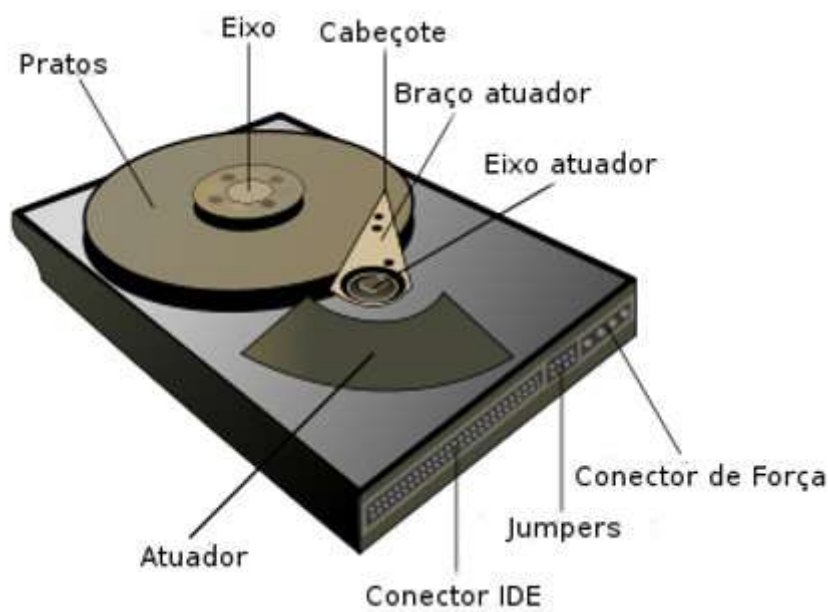
## Memória Secundária

Atualmente, existem três tipos de unidade de armazenamento de dados (ou memórias secundárias) que podem ser instalados de forma permanente no computador: discos rígidos, unidades SSD e unidades ópticas. Seu computador precisará de pelo menos um disco rígido ou um SSD para que você possa instalar programas e salvar os seus dados.

É importante não confundir armazenamento com memória. Apesar de módulos de memória (RAM) e unidades de armazenamento como discos rígidos e SSDs serem rotulados com a capacidade de bytes que conseguem armazenar, o princípio de funcionamento e a finalidade são completamente diferentes. Apesar de unidades SSD utilizarem chips de memória do tipo flash em seu interior (que são diferentes dos chips usados em módulos de memória), elas são classificadas como “dispositivos de armazenamento” e não como “memórias”.

### Discos Rígidos

Desenvolvidos na década de 50 pela IBM, os primeiros discos rígidos eram enormes e conseguiam armazenar apenas alguns megabytes de dados. Mesmo passando por décadas de desenvolvimento, eles continuam funcionando essencialmente da mesma forma. As evoluções são devido a técnicas de miniaturização, que permitiram o armazenamento de um volume maior de informações em um espaço menor, ao aumento da velocidade e da precisão dos componentes.



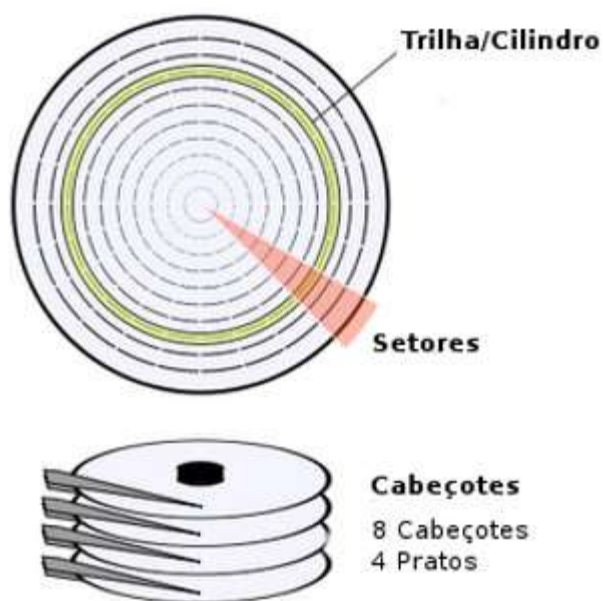
Disco Rígido

Os pratos são responsáveis por armazenar e ler os dados que você acessa sempre que usa a máquina. Eles ficam rotacionando em volta do eixo com velocidades pré-determinadas, como 5400 rpm, 7200 rpm e assim por diante.

Quando vamos ler ou escrever dados, os comandos necessários através da interface de dados IDE (ou SATA em alguns casos) movimentam o atuador para que o cabeçote fique posicionado onde se deseja realizar a operação.

Grande parte do tempo de latência (espera) dos discos rígidos está relacionada a essa operação de movimentação do cabeçote, pois depois de fixado na posição correta ele deve esperar que a parte do disco que possui os dados passe debaixo dele, problema que se torna ainda maior em acessos aleatórios. Quanto maior a velocidade de rotação do HD, mais rápida é a transferência contínua e menor é a latência, então é importante escolher sempre um modelo que possui o maior valor possível.

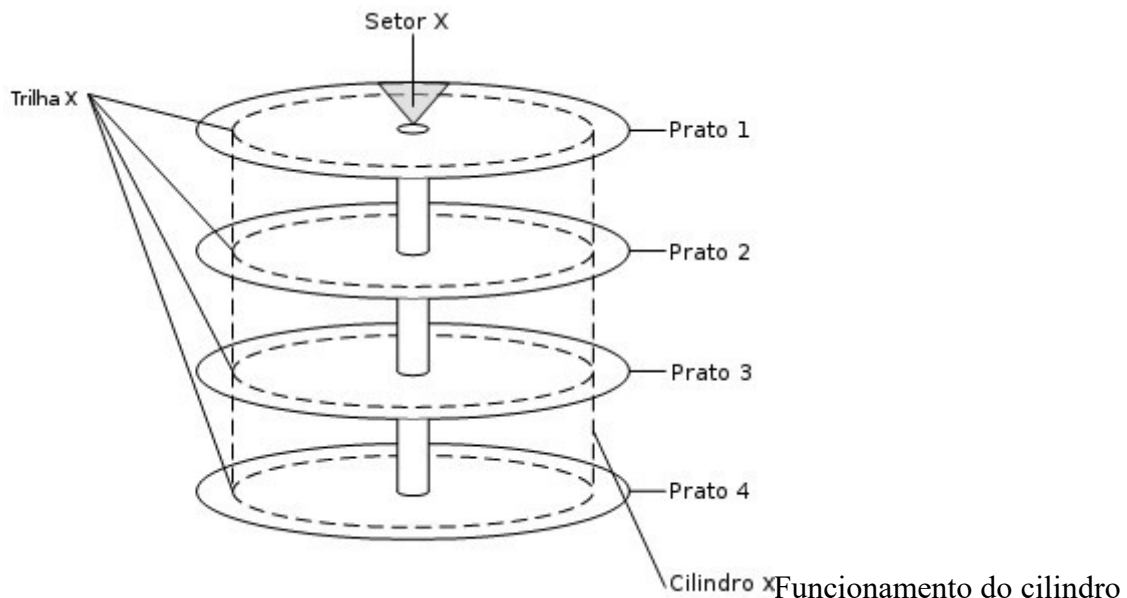
Quando vamos formatar o disco ou mesmo pendrives, temos que reservar o tamanho de alocação padrão para os arquivos. Vamos entender o que é isso com a figura abaixo:



#### Funcionamento dos pratos

Tente pensar no armazenamento de arquivos como um jogo de batalha naval. Em cada lado do prato temos linhas que vão do eixo até a borda conhecidas como trilhas, estas divididas em triângulos (como fatias de pizza), resultando em "retângulos" de diferentes tamanhos. Cada retângulo desses é o espaço de alocação padrão utilizado pelo sistema, normalmente blocos de 512 KB cada um, que somados dão o tamanho total do disco. Na imagem as proporções estão maiores apenas para exemplificar, na prática eles são invisíveis ao olho nu.

Como o disco rígido é composto por vários pratos montados paralelamente, a leitura é feita simultaneamente em ambos os lados do disco, o que resulta no dobro de cabeçotes do que pratos. Em um disco de 4 pratos, por exemplo, a leitura e a escrita são feitas por cilindros, como mostrado abaixo.



Os discos não preenchem um prato e em seguida pulam para outro mais abaixo, mas sim escrevem e fazem a leitura em todos eles de uma vez, aumentando a velocidade de leitura e evitando a fragmentação. Os cabeçotes são posicionados em ambos os lados e se movimentam juntos, então em um HD com 4 pratos são manipulados 8 setores por vez.

Olhando os esquemas acima parece que o HD é um dispositivo puramente mecânico, mas é uma placa eletrônica que faz todo o trabalho de organizar as requisições de leitura e escrita, armazenamento de dados no buffer e a comunicação com o resto do computador.



Circuito

#### de dados HD Sata

Acima você vê uma placa de circuito de um disco com interface Sata da Western Digital. Modelos mais novos possuem placas bastante pequenas, mas nos mais antigos, como modelos IDE de 20 GB, a placa ocupa toda a base do HD.

Já abriu um HD para ver como ele é por dentro? Se o fizer, utilize um disco que não esteja funcionando, pois a abertura do mesmo inutiliza os dados, já que o HD é selado para poder funcionar melhor, e qualquer partícula de poeira danifica os componentes.

## SSD

Os SSDs mais comuns no mercado possuem dois componentes fundamentais: a memória flash e o controlador.

A memória flash guarda todos os arquivos e, diferente dos discos magnéticos dos HDs, não necessita de partes móveis ou motores para funcionar. Todas as operações são feitas eletricamente, tornando as operações de leitura e escrita mais rápidas, além de deixar o drive mais silencioso e resistente a vibrações e quedas.

O controlador gerencia a troca de dados entre o computador e a memória flash. Formado por um processador que executa diversas tarefas no drive, é um dos principais responsáveis pela performance de um SSD. O chip é capaz de gerenciar o cache de leitura e escrita de arquivos, criptografar informações,

mapear partes defeituosas do SSD para evitar corrompimento de dados e garantir uma vida útil maior da memória flash.



#### SSD Aberto

O avanço tecnológico nos controladores fez com que a velocidade dos SSDs aumentasse rapidamente. Enquanto os primeiros SSDs de uso doméstico, como o Intel X25-M, atingiam velocidades de 250 MB/s para leitura e 70 MB/s para escrita, os mais recentes chegam a 555 MB/s de leitura e 520 MB/s de escrita, como o Corsair Force GT, com controlador SandForce SF-2281. A quantidade máxima de operações de escrita por segundo cresceu absurdamente, sendo 8,6 mil para o Intel X25-M de 160 GB e 85 mil para o Corsair Force GT de 180 GB.

A SandForce não revela o segredo por trás do seu controlador, mas grande parte de toda essa velocidade é resultado de uma técnica de compressão de dados. Como é necessário manipular menos dados na memória flash, uma operação de gravação de arquivo acaba se tornando mais rápida em muitos casos.

Assim como os HDs, os SSDs também possuem divisões internas. Um disco rígido possui duas divisões fundamentais: setores (menor parte física) e clusters (menor parte reconhecida pelo sistema operacional, formada por vários setores). Um SSD, por sua vez, possui páginas (menor parte física) e blocos (um agrupamento de páginas).

#### Vantagens e desvantagens em relação ao HD

A ausência de partes móveis, principal característica de um SSD, traz diversas



vantagens. Como não é necessário mover cabeças para lá e para cá, muito menos deixar um disco girando a uma velocidade altíssima, um SSD é silencioso, possui taxas de transferência maiores, tempos de acesso menores e não sofre com usuários desastrados que derrubam coisas no chão.

As taxas de transferência dos SSDs são realmente impressionantes se comparadas com as dos HDs voltados ao uso doméstico, que geralmente ficam entre 60 MB/s e 100 MB/s. Mas é no tempo de acesso que ele brilha: enquanto um HD comum demora 10 ou 15 milissegundos para acessar um arquivo aleatório, um SSD comum faz a tarefa em 0,1 ou 0,2 milissegundo. Isso, além de resultar em um tempo de boot menor, agiliza todas as operações do sistema. Eu costumo dizer que, hoje, o maior responsável pela lentidão nos PCs é o disco rígido.

A CanalTech produziu um vídeo bem legal para comparar o desempenho entre um HD e um SSD. Monitoraram o tempo de inicialização do Windows. Confira abaixo:

<https://youtu.be/bKokfSbLiKk>

A grande desvantagem dos SSDs ainda está no preço: o custo por gigabyte ainda é bem alto em comparação com os HDs, especialmente no Brasil. Pesquisando rapidamente, é possível encontrar um SSD de 120 GB por R\$ 519, resultando em um custo por GB de R\$ 4,32. Um HD de 500 GB pode ser encontrado por R\$ 249, apenas R\$ 0,50 por GB.

## **Memória síncrona e assíncrona**

A memória flash de um SSD pode trabalhar de dois modos: síncrona e assíncrona. Essa informação geralmente está disponível na ficha de especificações técnicas do produto, mas os usuários não dão muita importância a isso porque não há muito conteúdo sobre o assunto.

A memória síncrona é mais cara e oferece melhor desempenho para manipular dados que não podem ser comprimidos, como músicas, fotos e vídeos. Já a memória assíncrona é menos cara e não possui uma performance tão boa para gravar dados que não podem ser comprimidos.

Num teste com o CrystalDiskMark feito pelo The SSD Review, o Corsair Force GT (memória síncrona) conseguiu 504,4 MB/s de leitura de dados não comprimidos, enquanto o Corsair Force 3 (memória assíncrona), obteve

apenas 212,6 MB/s. O primeiro certamente é uma opção melhor para pessoas que trabalham com arquivos de áudio e vídeo.

Apesar de o usuário comum não perceber diferença significativa entre um SSD com memória síncrona e outro com memória assíncrona, como a diferença de preço não é tão alta, na maioria dos casos vale juntar um dinheiro a mais e comprar um SSD com memória síncrona, como o OCZ Vertex 3 e o Corsair Force GT.

## **Outros Formatos**

SATA Express, M.2 e NVMe não são nomes tão intuitivos, além de não destacarem tanto quais são as vantagens desses novos formatos de armazenamento. Já faz algum tempo que abandonamos o padrão PATA, substituídos pelo SATA, formato mais comum atualmente e lançado inicialmente com velocidades máximas de 1,5 Gbps, em passando por revisões para aumentar a sua capacidade de transferência máxima (Gen2: 3,0 Gbps, Gen3: 6,0 Gbps), mas aproveitando o mesmo conector e protocolo.

Aliás, essa diferenciação entre conector e protocolo é o que acaba confundindo o usuário, já que o SATA M.2, por exemplo, usa um conector próprio, mas pode trabalhar tanto com SATA quanto PCI Express. NVMe, por outro lado, não é um conector, mas uma especificação de acesso criado especificamente para SSDs. Uma verdadeira sopa de letrinhas.

Mas antes de entendermos o que cada um significa, vamos entender o “problema”.

### **O “problema” do SATA**

Quem já experimentou qualquer computador, seja PC ou notebook com um SSD, há uma boa chance que ele utilize o padrão SATA, de longe o mais popular do mercado. Comparado com qualquer modelo que use um disco rígido convencional, o ganho de desempenho é fantástico, mesmo que seja um SSD mais antigo, que ainda use o padrão SATA 2, limitado a 3,0 Gbps, já que, no mundo real, boa parte da carga de trabalho de um disco se dá de forma aleatória, e é aqui que os SSDs “destroem” os discos mecânicos.

O tempo de boot diminui, programas abrem mais rapidamente, jogos demoram muito menos tempo para carregar. Isso mesmo utilizando o mesmo processador, quantidade de memória RAM e placa de vídeo, já que o principal gargalo de qualquer computador é o armazenamento, mesmo que seja um disco rígido mais moderno. Ou seja, a superioridade dos SSDs é inquestionável. Então, por que o título é “o problema do SATA”?

Podemos fazer uma analogia aqui. A Fórmula 1, por exemplo, serve como um laboratório de testes para tecnologias que chegarão aos carros para o consumidor dentro de alguns poucos anos, e o mesmo acontece com novos padrões. Ainda que os SSDs SATA estejam bem longe de ser um motivo de reclamação para qualquer usuário, ele já não atende o segmento entusiasta, que já começou a enfrentar gargalos com o SATA III, em especial em modelos que podem facilmente ultrapassar a velocidade teórica máxima desse padrão.

Ou seja, a adoção de novos padrões pelo público entusiasta é meio caminho andado para a sua popularização e consequente adoção pelo consumidor final. Então, vamos conhecer essas novas tecnologias.

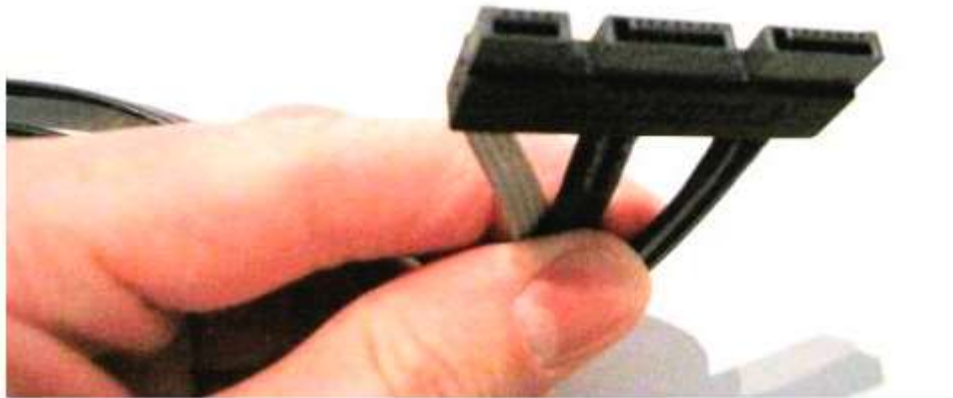
### **SATA Express (ou SATAe)**

Basicamente, o SATA Express é conector híbrido que suporta implementações distintas em diferentes placas-mãe. De um lado, ele é perfeitamente retro compatível com o padrão SATA III. De outro, mais interessante, ele funciona como uma conexão para as conexões PCI Express da placa-mãe, as mesmas utilizadas para conectar placas de vídeo e periféricos mais rápidos, não limitados às velocidades de transferência do padrão SATA.

Com o mesmo conector, o usuário pode plugar dois HDs/SSDs SATA comuns ou usar um conector único SATAe que encaixa nas três entradas, acessando o conector de 4 pinos (localizado ao lado dos conectores SATA na imagem acima), passando a acessar as linhas PCI Express da placa-mãe. Usando o PCI Express 2.0, as velocidades máximas passam para cerca de 780 MB/s, chegando até 1580 MB/s com o PCIe 3.0 (contra cerca de 550 MB/s em SSDs SATA), mostrando o real benefício de usar o SATA Express.

Naturalmente, essa é a velocidade máxima teórica que o padrão suporta, já que a velocidade real de uso depende do SSD. Por exemplo, se um SSD for projetado para trabalhar com velocidades máximas de 500 MB/s, não faz diferença conectá-lo no SATA Express em relação ao SATA III, já que ele não sofre gargalos em nenhum dos padrões. Contudo, SSDs mais novos ultrapassam facilmente a banda máxima do SATA III, então o PCI Express passa a fazer sentido.





SATA

Express

### **SATA M.2**

Assim como o SATA Express, o SATA M.2 é uma implementação híbrida, que pode usar tanto o PCI Express quanto o SATA, só que é ainda mais versátil. Para começar, não existe um tamanho específico para SSDs M.2 (antes conhecido como Next Generation Form Factor – NGFF), com larguras que variam de 16 mm até 110 mm (com o modelo de 22 mm sendo o mais comum), e comprimentos que variam de 30 mm até 110 mm, assim como as velocidades máximas de transferência.



### **SATA M2**

Os primeiros modelos mal alcançavam a velocidade do padrão SATA III, assim como boa parte dos modelos mais baratos. Já os que usam a conexão PCI Express ultrapassam facilmente a marca do 1 GB/s, o que não interfere em quase nada na banda máxima disponível (até o momento) usando 4 linhas PCI

Express 3.0 (em outras palavras: até 32 Gbps). Há vários modelos à venda que se conectam à placa-mãe via um adaptador PCI Express, mas placas-mãe mais modernas já trazem um conector dedicado, geralmente na mesma área onde estão os slots PCIe.

Mais do que uma velocidade de transferência superior, o padrão SATA M.2 oferece um benefício extra: é consideravelmente menor e mais fino do que SSDs de 2,5", algo especialmente importante para notebooks. Mesmo um laptop médio é considerável fino, ainda sendo capaz de acomodar um SSD comum, mas Ultrabooks chegaram em um ponto onde a espessura do SSD pode ser um problema, território no qual o SATA M.2 pode mostrar a que veio.

Naturalmente, uma das soluções para isso é soldar os chips diretamente na placa-mãe, algo comum em Macbooks. No entanto, isso não possibilita upgrades, já que o M.2 permite que o usuário troque o SSD original de 128 GB por um mais veloz de maior capacidade se preferir. Mesmo notebooks médios já permitem a instalação de um SSD SATA M.2 e um drive de 2,5". Isso significa que na data em que este artigo foi escrito, é perfeitamente possível usar um SSD de 512 GB e um disco rígido de 2 TB em um notebook que está longe de ser grosso, algo inimaginável há poucos anos.

### **SSDs PCI Express**

Como dissemos acima, há uma boa quantidade de SSDs que se conectam diretamente nos slots PCI Express, mas usam o padrão SATA M.2, cuja placa é basicamente um adaptador. Mas há também SSDs que usam diretamente, como é o caso dos modelos da Intel série 750.

Há vantagens e desvantagens nessa abordagem. A vantagem é que as velocidades de transferência chegam a absurdos 2400 MB/s (leitura) e 1200 MB/s (escrita).



## SSD SATA M2

Por outro lado, ainda são extremamente caros, chegando a R\$ 6.000 para o modelo com capacidade de 1,2 TB. Outro é o atraso no boot do sistema (boot lag), já que o POST não reconhece essa abordagem de forma tão “natural” como os componentes comuns, em especial por se tratar de uma tecnologia com poucos anos de vida, além da pouca quantidade de placas-mãe que suportam completamente esses drives.

Fontes: Canaltech no link “<https://canaltech.com.br/hardware/Como-funcionam-os-discos-rigidos/>” e “<https://canaltech.com.br/hardware/o-que-e-sata-express-sata-m2-ssds-pcie-e-nvme/>” em 22/03/2019; Tecnoblog no link “<https://tecnoblog.net/108784/ssd-tudo-sobre/>” em 22/03/2019