



**Universidade Federal do Pará**

**Instituto de Tecnologia - ITEC**

**Faculdade de Computação e Telecomunicações**

**Disciplina: Sistemas Operacionais**

**Docente: Diego Lisboa Cardoso**

**Discentes: Adryele Costa de Oliveira - 202206840035**

**Amanda Gabrielly Prestes Lopes - 202207040043**

**Felipe Daniel Setubal Alves - 202306840011**

**Filipe Corrêa da Silva - 202006840020**

**Livia Stefane Hipólito Pires - 202206840043**

**Sistemas de Arquivo: ReFS**

**Belém - Pará**

**2023**

## 1- Sistema Refs

O ReFS (Sistema de Arquivo Resiliente) é o mais novo sistema de arquivos da Microsoft, projetado para maximizar a disponibilidade de dados, dimensionar de maneira eficiente para grandes conjuntos de dados em diversas cargas de trabalho e fornecer integridade de dados com resiliência à corrupção. Ele introduz novos recursos que podem detectar precisamente corrupções e também corrigir essas corrupções enquanto permanece online, ajudando a fornecer maior integridade e disponibilidade para seus dados. Além disso, o ReFS usa somas de verificação para metadados e opcionalmente para dados de arquivo, permitindo que o ReFS detecte de maneira confiável as corrupções.

Quando usado com um espaço de espelho ou paridade, o ReFS pode reparar automaticamente as corrupções detectadas usando a cópia alternativa dos dados fornecida pelos Espaços de Armazenamento. Os processos de reparo são localizados na área de corrupção e realizados online, sem necessidade de tempo de inatividade do volume. Além de fornecer melhorias de resiliência, o ReFS introduz novos recursos para cargas de trabalho sensíveis ao desempenho e virtualizadas. A otimização de camada em tempo real, a clonagem de blocos e o VDL esparsos são bons exemplos das capacidades em evolução do ReFS, projetadas para suportar cargas de trabalho dinâmicas e diversas.

**1.1 Capacidade:** o ReFS suporta capacidades até 1 yottabyte ( $2^{80}$  bytes) de armazenamento, está na ordem de milhões de terabytes. Isso é possível graças à sua arquitetura e integração com os espaços de armazenamento do Windows. Além disso, ele é otimizado para alta escalabilidade, tornando-o ideal para ambientes de virtualização. Em tais ambientes, onde o armazenamento de dados é crítico, o ReFS pode fornecer desempenho e confiabilidade superiores. Por exemplo, ele usa mecanismos avançados como checksums para detectar e reparar automaticamente a corrupção de dados, ajudando a garantir a integridade dos dados armazenados nos volumes ReFS.

**1.2 Velocidade:** O ReFS introduz novos recursos para melhorar o desempenho de cargas de trabalho sensíveis ao desempenho e virtualizadas. Um desses recursos é a Paridade Acelerada por Espelho. Este recurso oferece armazenamento de alta performance e eficiente em termos de capacidade para seus dados. Para fornecer armazenamento de alta performance e eficiente em termos de capacidade, o ReFS divide um volume em dois grupos de armazenamento lógicos, conhecidos como camadas. Essas camadas podem ter seus próprios

tipos de unidade e resiliência, permitindo que cada camada otimize o desempenho ou a capacidade. Uma vez configuradas essas camadas, o ReFS as utiliza para fornecer armazenamento rápido para dados quentes e armazenamento eficiente em termos de capacidade para dados frios. Todos os dados escritos ocorrerão na camada de desempenho, e grandes blocos de dados que permanecem na camada de desempenho serão movidos eficientemente para a camada de capacidade em tempo real.

Além disso, o ReFS introduz funcionalidades para aprimorar o desempenho de cargas de trabalho virtualizadas. Por exemplo, o Clonagem de Blocos acelera as operações de cópia, permitindo operações de mesclagem de pontos de verificação de máquinas virtuais rápidas e de baixo impacto. Isso é especialmente útil em ambientes onde as operações de backup e restauração são frequentes.

**1.3 Tamanho de arquivos:** O ReFS (Sistema de Arquivos Resiliente) da Microsoft suporta nomes de arquivos com até 255 caracteres Unicode. Isso permite que os usuários nomeiem seus arquivos de maneira significativa, facilitando a organização e a localização de arquivos. Além disso, o ReFS suporta nomes de caminho com até 32 mil caracteres Unicode. Isso é particularmente útil para sistemas de arquivos com uma estrutura de diretório profunda ou para aplicativos que geram nomes de caminho longos.

Quanto ao tamanho do arquivo, o ReFS pode suportar arquivos de até 35 petabytes (PB). Isso é extremamente útil para aplicações que lidam com grandes volumes de dados, como bancos de dados de grande escala, análise de dados, aprendizado de máquina, entre outros.

Os arquivos no disco são organizados em blocos de 64 KB. Isso permite que o ReFS gerencie arquivos grandes de maneira eficiente, pois a leitura e a gravação de dados podem ser feitas em blocos, em vez de byte por byte. Isso pode melhorar significativamente o desempenho de operações de E/S em arquivos grandes.

**1.4 Integridade dos dados:** O ReFS é um sistema de arquivos projetado para ser robusto, resistente a danos e tolerante a falhas. Ele alcança isso através de várias técnicas, incluindo o uso de somas de verificação para metadados e, opcionalmente, para dados de arquivo. As somas de verificação são uma forma de detecção de erros que permitem ao ReFS verificar a integridade dos dados. Quando os dados são escritos no disco, o ReFS calcula uma soma de verificação - um pequeno valor hash - desses dados. Quando os dados são lidos de volta, o ReFS recalcula a soma de verificação e a compara com a soma de verificação

armazenada. Se as somas de verificação não corresponderem, o ReFS sabe que os dados foram corrompidos.

A capacidade do ReFS de usar somas de verificação para dados de arquivo é opcional e pode ser habilitada ou desabilitada pelo administrador do sistema. No entanto, as somas de verificação para metadados são sempre usadas, pois os metadados são críticos para a operação correta do sistema de arquivos.

Além disso, quando usado em conjunto com o recurso Espaços de Armazenamento do Windows, o ReFS pode reparar automaticamente os danos detectados. Os Espaços de Armazenamento permitem que você crie espaços de armazenamento espelhados ou com paridade, que mantêm várias cópias dos mesmos dados. Se o ReFS detectar danos em uma cópia dos dados, ele pode usar uma cópia alternativa dos dados para reparar automaticamente os danos.

## **2- Sistema de alocação de arquivos**

O sistema de alocação de arquivos no ReFS é organizado em blocos de 64 KB. Isso permite que o ReFS gerencie arquivos grandes de maneira eficiente, pois a leitura e a gravação de dados podem ser feitas em blocos, em vez de byte por byte. Isso pode melhorar significativamente o desempenho de operações de E/S em arquivos grandes.

Além disso, o ReFS usa somas de verificação para metadados e, opcionalmente, para dados de arquivo, o que dá ao ReFS a capacidade de detectar corrupções de maneira confiável. Quando usado com um espaço de espelho ou paridade, o ReFS pode reparar automaticamente as corrupções detectadas usando a cópia alternativa dos dados fornecida pelos Espaços de Armazenamento. Os processos de reparo são localizados na área de corrupção e realizados online, exigindo nenhum tempo de inatividade do volume.

O ReFS também introduz um analisador de integridade dos dados, conhecido como programa de limpeza. Esse programa de limpeza verifica periodicamente o volume, identificando corrupções latentes e acionando o reparo dos dados corrompidos de forma proativa.

## **3- A gestão do espaço livre**

A gestão do espaço livre no ReFS é feita de maneira eficiente e resiliente. Aqui estão alguns detalhes sobre como o ReFS lida com a gestão do espaço livre:

**Integração com Espaços de Armazenamento:** O ReFS é projetado para ser usado com os Espaços de Armazenamento do Windows. Isso permite que o ReFS aproveite as capacidades de provisionamento fino e deduplicação dos Espaços de Armazenamento. Isso significa que o ReFS só aloca espaço em disco para os dados à medida que são escritos. Além disso, os Espaços de Armazenamento podem recuperar espaço em disco ao detectar e consolidar dados duplicados.

**Otimização de Camada em Tempo Real:** O ReFS apresenta a Otimização de Camada em Tempo Real, que permite que os dados sejam escritos em camadas de armazenamento de acordo com a política de armazenamento definida. Isso permite que os dados sejam escritos na camada de desempenho e, em seguida, movidos para a camada de capacidade durante o tempo ocioso, otimizando o uso do espaço em disco.

**Paridade com Aceleração de Espelho:** A Paridade com Aceleração de Espelho oferece alto desempenho e também armazenamento eficiente de capacidade para seus dados. Para oferecer alto desempenho e capacidade de armazenamento eficiente, o ReFS divide um volume em dois grupos lógicos de armazenamento, conhecidos como faixas. Essas camadas podem ter seus próprios tipos de unidade e resiliência, permitindo que cada camada se otimize para desempenho ou capacidade.

#### **4- Estrutura do Sistema de Arquivos**

A estrutura do sistema de arquivos no ReFS é projetada para ser resiliente e eficiente. Aqui estão alguns detalhes sobre a estrutura do ReFS:

**Fluxos de Integridade:** O ReFS usa somas de verificação para metadados e, opcionalmente, para dados de arquivo, o que dá ao ReFS a capacidade de detectar danos com confiança.

**Integração com Espaços de Armazenamento:** Quando usado com um espaço de espelhamento ou paridade, o ReFS pode reparar automaticamente os danos detectados usando a cópia alternativa dos dados fornecidos pelos Espaços de Armazenamento. Os processos de reparo são localizados na área de danos e realizados online, não exigindo tempo de inatividade do volume.

**Recuperando dados:** Se um volume for corrompido e uma cópia alternativa dos dados corrompidos não existir, o ReFS removerá os dados corrompidos do namespace. O ReFS mantém o volume online enquanto resolve a maioria dos danos não corrigíveis.

**Correção de erros proativa:** Além de validar os dados antes de leituras e gravações, o ReFS apresenta um analisador de integridade dos dados, conhecido como programa de limpeza. Esse programa de limpeza verifica periodicamente o volume, identificando danos latentes e acionando o reparo dos dados corrompidos de forma proativa.

**Tamanho de clusters variáveis:** O sistema de arquivos dá suporte para tamanhos de cluster de 4 K e 64 k.

## 5- Código de benchmark em Python

```
import os
import time
import random

# Crie 12 arquivos de 1GB para teste
for i in range(12):
    with open(f'file{i}.txt', 'wb') as f:
        f.write(os.urandom(1024 * 1024 * 1024)) # 1GB

# Teste de leitura sequencial
start_time = time.time()
for i in range(12):
    with open(f'file{i}.txt', 'rb') as f:
        _ = f.read()
end_time = time.time()
print(f'Tempo de leitura sequencial: {end_time - start_time} segundos')

# Teste de escrita sequencial
start_time = time.time()
for i in range(12):
    with open(f'file{i}.txt', 'wb') as f:
        f.write(os.urandom(1024 * 1024 * 1024)) # 1GB
end_time = time.time()
print(f'Tempo de escrita sequencial: {end_time - start_time} segundos')
```

```

# Teste de leitura aleatória
start_time = time.time()
for i in range(12):
    with open(f'file{i}.txt', 'rb') as f:
        for _ in range(1000):
            f.seek(random.randint(0, 1024 * 1024 * 1024)) # Posição aleatória
            _ = f.read(1024) # Ler 1KB
end_time = time.time()
print(f'Tempo de leitura aleatória: {end_time - start_time} segundos')

# Teste de escrita aleatória
start_time = time.time()
for i in range(12):
    with open(f'file{i}.txt', 'r+b') as f:
        for _ in range(1000):
            f.seek(random.randint(0, 1024 * 1024 * 1024)) # Posição aleatória
            f.write(os.urandom(1024)) # Escrever 1KB
end_time = time.time()
print(f'Tempo de escrita aleatória: {end_time - start_time} segundos')

```

## 6- Desempenho

Para formatar para o sistema ReFS usando o assistente de novas partições simples, primeiro conecta-se o dispositivo de armazenamento ao computador e abre o Gerenciamento de Disco no Windows. Localiza-se o disco que deseja formatar e selecionar “Novo Volume Simples...”. Isso abrirá o assistente para novo volume simples. Seguindo as instruções do assistente e, na etapa “Formatar este volume com as seguintes configurações”, selecionar “ReFS” no menu suspenso do sistema de arquivos. Deixe o tamanho da unidade de alocação como “Padrão”, a menos que tenha um motivo específico para alterá-lo. Dê um rótulo ao volume, se desejar, e certifique-se de que a opção “Executar uma formatação rápida” está selecionada. Por fim, clique em “Avançar” e, em seguida, “Concluir” para iniciar a formatação.

Assistente para Novas Partições Simples

**Formatar partição**

Para armazenar dados nesta partição, você deve formatá-la primeiro.

Escolha se deseja formatar este volume e, em caso afirmativo, que configurações deseja usar.

☐ Não formatar este volume

☒ Formatar este volume com as seguintes configurações:

Sistema de arquivos: ReFS

Tamanho da unidade de alocação: Padrão

Rótulo do volume: RERE

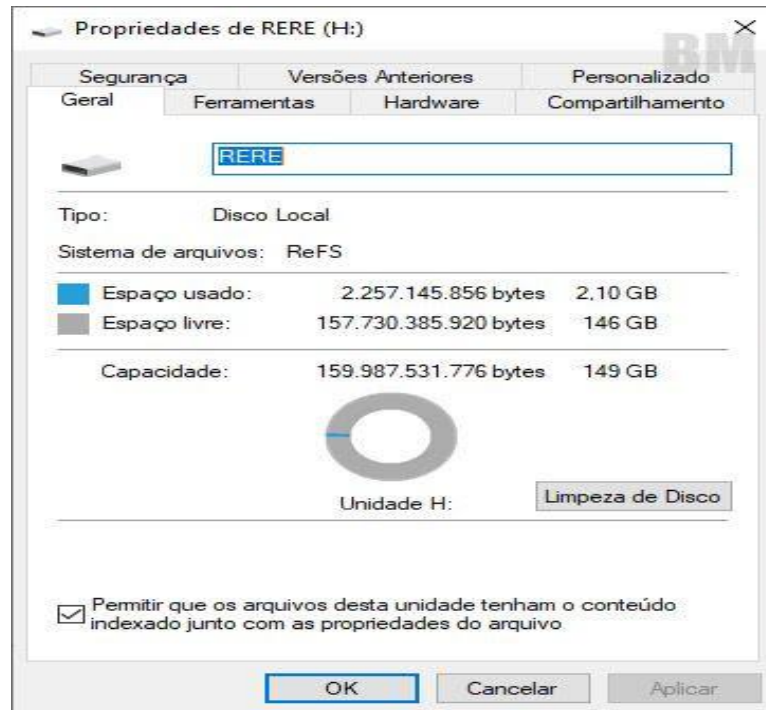
☒ Executar uma formatação rápida

☐ Ativar compactação de arquivos e pastas

< Voltar Avançar > Cancelar

Após a formatação, você verá as propriedades do novo volume formatado. No caso do volume “RERE (H:)” as propriedades mostram que é um disco local com uma capacidade de 149 GB e 146 GB de espaço livre. Também poderá ser vista várias guias para diferentes configurações e informações, incluindo “Geral”, “Segurança”, “Versões Anteriores”, “Hardware”, “Personalizado” e “Compartilhamento”. A guia “Geral” está selecionada por padrão, mostrando as informações básicas sobre o disco. Além disso, há um botão “Limpeza de Disco” que você pode usar para liberar espaço no disco.



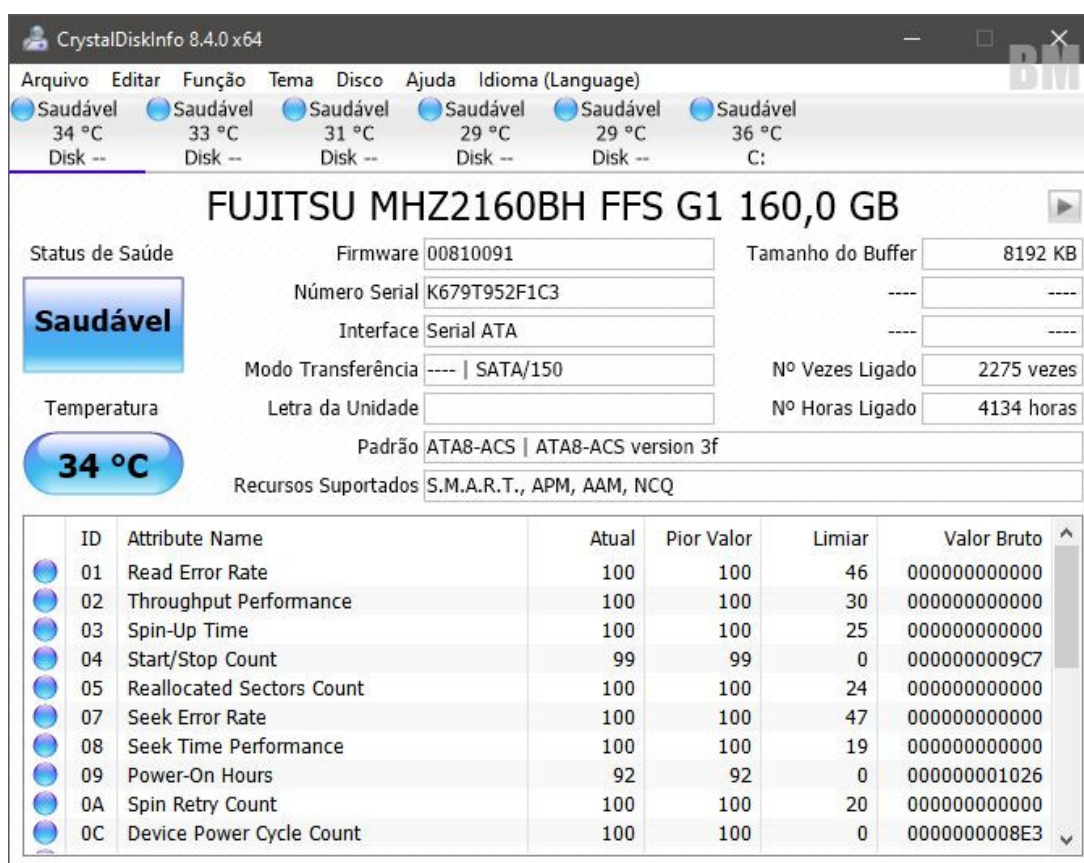


A questão vigente é se, com todas as camadas de confiabilidade incorporadas no sistema de arquivos ReFS, haveria uma consequente perda de desempenho. Para avaliar essa possibilidade foi utilizado, a priori, um disco rígido de 2,5 polegadas e 160 GB, que opera a 5.400 RPM e possui apenas 8MB de cache.



Para contribuir nesse teste foi utilizado o CrystalDiskInfo, que é um utilitário gratuito que monitora a saúde do seu disco rígido (HD) e unidades de estado sólido (SSD). Ele exibe informações detalhadas sobre os drives, incluindo desempenho, temperatura, capacidade e estrutura. O programa suporta a tecnologia S.M.A.R.T. (Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology), que ajuda a detectar e prevenir futuros erros na superfície do disco. Além disso, o CrystalDiskInfo pode mostrar a taxa de erros no disco, contagem de parada, contagem de setores realocados, horas de funcionamento e até o total de informações lidas e escritas no disco. É uma ferramenta útil para manter o HD ou SSD do seu PC saudável.

### Especificações do disco e seu estado atual



CrystalDiskInfo 8.4.0 x64

Arquivo Editar Função Tema Disco Ajuda Idioma (Language)

Saudável 34 °C Disk -- Saudável 33 °C Disk -- Saudável 31 °C Disk -- Saudável 29 °C Disk -- Saudável 29 °C Disk -- Saudável 36 °C C:

**FUJITSU MHZ2160BH FFS G1 160,0 GB**

Status de Saúde: **Saudável**

Temperatura: **34 °C**

Firmware: 00810091  
Número Serial: K679T952F1C3  
Interface: Serial ATA  
Modo Transferência: ---- | SATA/150  
Letra da Unidade:   
Padrão: ATA8-ACS | ATA8-ACS version 3f  
Recursos Suportados: S.M.A.R.T., APM, AAM, NCQ

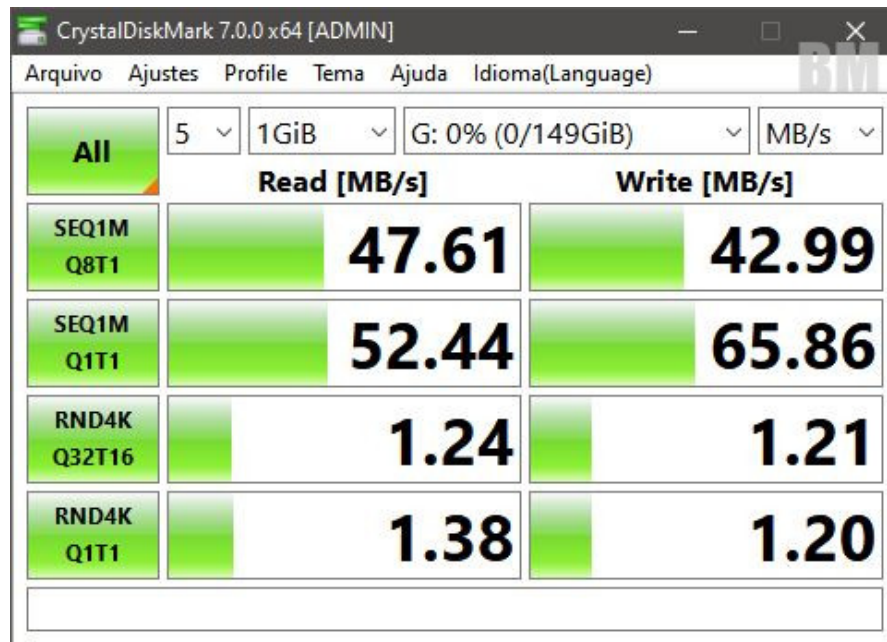
Tamanho do Buffer: 8192 KB  
Nº Vezes Ligado: 2275 vezes  
Nº Horas Ligado: 4134 horas

ID	Attribute Name	Atual	Pior Valor	Limiar	Valor Bruto
01	Read Error Rate	100	100	46	000000000000
02	Throughput Performance	100	100	30	000000000000
03	Spin-Up Time	100	100	25	000000000000
04	Start/Stop Count	99	99	0	0000000009C7
05	Reallocated Sectors Count	100	100	24	000000000000
07	Seek Error Rate	100	100	47	000000000000
08	Seek Time Performance	100	100	19	000000000000
09	Power-On Hours	92	92	0	000000001026
0A	Spin Retry Count	100	100	20	000000000000
0C	Device Power Cycle Count	100	100	0	0000000008E3

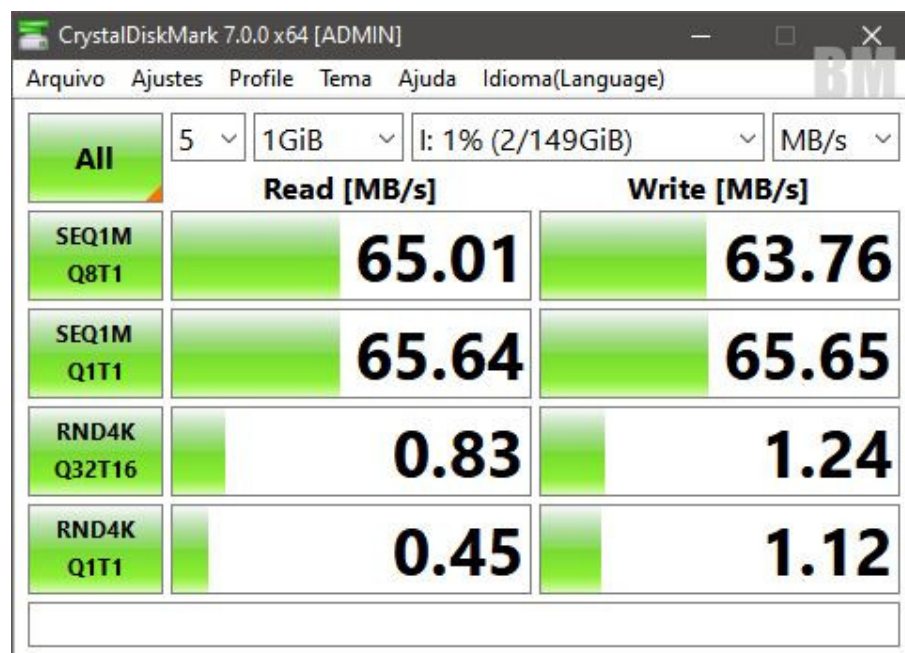
O CrystalDiskMark é um software de benchmark que pode ser usado para medir o desempenho de vários dispositivos de armazenamento formatados com sistemas de arquivos NTFS e ReFS. Ele é capaz de medir a velocidade de leitura e gravação sequenciais, bem como a velocidade de leitura e gravação aleatórias. Este software é particularmente útil para testar o desempenho de SSDs, incluindo drives NVMe. Além disso, o CrystalDiskMark

oferece suporte para diferentes tipos de dados de teste (Random, 0 Fill, 1 Fill), permitindo aos usuários personalizar seus testes de benchmark para se adequar às suas necessidades. Isso pode ser útil ao comparar o desempenho dos sistemas de arquivos NTFS e ReFS sob diferentes condições de carga de trabalho.

#### Teste de desempenho do sistema de arquivos NTFS:



#### Teste de desempenho do sistema ReFS:



O Sistema de Arquivo ReFS demonstrou superioridade em relação ao NTFS em termos de velocidade de leitura e escrita, sugerindo uma eficiência notável na manipulação e acesso de dados, proporcionando uma experiência mais ágil para os usuários. Ademais, também mostrou ser uma escolha sólida para cenários que envolvem arquivos extensos.

A posteriori, foi feito o mesmo teste com o CrystalDiskInfo, agora usando o arranjo RAID 0, composto por dois discos rígidos Seagate Barracuda de 3 TB que conta com rotação de 7200 RPM, 64 MB de cache e interface SATA-600.



O CrystalDiskInfo foi utilizado para analisar o arranjo RAID 0 composto por dois discos rígidos Seagate Barracuda de 3 TB, cada um com rotação de 7200 RPM, 64 MB de cache e interface SATA-600. O RAID 0, conhecido por sua configuração de striping que melhora o desempenho, foi examinado para obter informações detalhadas sobre o estado e a saúde dos discos. O CrystalDiskInfo forneceu métricas cruciais, como temperatura, taxa de transferência, tempo de atividade e status SMART (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology) de cada disco no arranjo.



## Especificações do disco e seu estado atual

CrystalDiskInfo 7.6.1

Arquivo Editar Função Tema Disco Ajuda Idioma (Language)

Saudável 26 °C  
Disk -- C: D:

Saudável 31 °C

### ST3000DM008-2DM166 3000,5 GB

Status de Saúde: **Saudável**

Firmware: CC26  
Número Serial: Z504ZLDX  
Interface: Serial ATA  
Modo Transferência: SATA/600 | SATA/600  
Letra da Unidade:   
Padrão: ACS-2 | ACS-3 Revision 3b  
Recursos Suportados: S.M.A.R.T., APM, NCQ

Temperatura: **26 °C**

Rotation Rate: 7200 RPM  
Nº Vezes Ligado: 1 vezes  
Nº Horas Ligado: 0 horas

ID	Attribute Name	Atual	Pior Valor	Limiar	Valor Bruto
01	Read Error Rate	100	100	6	0000000379E8
03	Spin-Up Time	100	100	0	000000000000
04	Start/Stop Count	100	100	20	000000000001
05	Reallocated Sectors Count	100	100	10	000000000000
07	Seek Error Rate	100	253	30	000000000075
09	Power-On Hours	100	100	0	000000000000
0A	Spin Retry Count	100	100	97	000000000000
0C	Device Power Cycle Count	100	100	20	000000000001
B7	Vendor Specific	100	100	0	000000000000
B8	End-to-End Error	100	100	99	000000000000

## Teste de desempenho do sistema de arquivos NTFS:

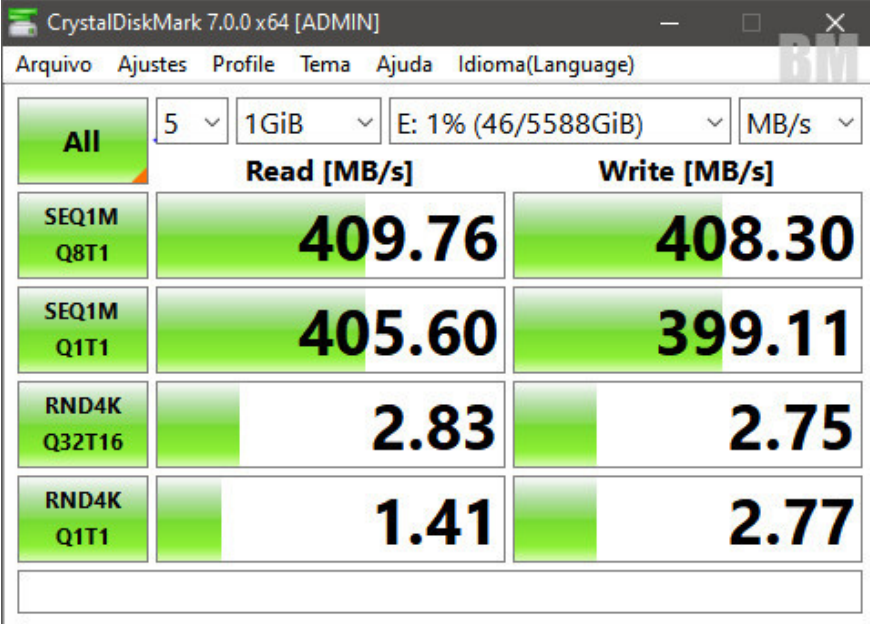
CrystalDiskMark 7.0.0 x64 [ADMIN]

Arquivo Ajustes Profile Tema Ajuda Idioma(Language)

All 5 1GiB E: 36% (2038/5588GiB) MB/s

	Read [MB/s]	Write [MB/s]
SEQ1M Q8T1	264.64	251.44
SEQ1M Q1T1	266.56	238.63
RND4K Q32T16	1.22	2.31
RND4K Q1T1	1.21	2.09

### Teste de desempenho do sistema ReFS:



	Read [MB/s]	Write [MB/s]
SEQ1M Q8T1	409.76	408.30
SEQ1M Q1T1	405.60	399.11
RND4K Q32T16	2.83	2.75
RND4K Q1T1	1.41	2.77

Os resultados obtidos revelaram que o arranjo RAID alcançou níveis de taxas de transferência comparáveis aos SSDs SATA mais simples. Este desempenho notável foi alcançado apenas com a mudança no sistema de arquivos. Notavelmente, o sistema de arquivos ReFS destacou-se mais uma vez, mostrando uma superioridade ainda maior do que anteriormente observada em relação ao NTFS em termos de velocidade de leitura e escrita.