



Trabalho de Sistemas Distribuídos
Relatório da Implementação de Sistema de Arquivos

Ivia Marques Pereira Costa
João Victor Peluci G de S Valente
Laura Campos

Belo Horizonte
26/01/2025

Sumário

1. Introdução.....	3
2. Objetivos.....	3
3. Materiais.....	3
4. Desenvolvimento.....	4
a. Download do sistema operacional do NAS.....	4
b. Escolha da máquina utilizada no projeto.....	4
c. Configuração da Máquina.....	5
d. Instalação do Sistema Operacional.....	5
e. Criação dos usuários e permissões.....	5
f. Criação de novos discos de armazenamento.....	6
g. Criação de uma Pool de Armazenamento.....	6
h. Testagem do NAS.....	7
a. Teste de Upload.....	7
b. Teste de Download.....	7
i. Instalar o ZeroTier no sistema NAS.....	8
j. Criação de uma conta no ZeroTier.....	9
k. Conectar o TrueNAS a rede ZeroTier.....	9
l. Conectar um dispositivo móvel para acessar remotamente o NAS.....	9
m. Testes finais.....	10
5. Resultados.....	11
6. Conclusão.....	11

1. Introdução

O armazenamento de dados é um elemento essencial na era digital, sendo fundamental tanto para usuários domésticos quanto para empresas de diversos portes. A busca por soluções que ofereçam segurança, fácil usabilidade e autonomia tem levado ao desenvolvimento de alternativas que fogem do modelo centralizado em grandes provedores de serviços, como a Amazon, Azure, Microsoft e Google. Nesse contexto, tecnologias NAS - Network-Attached Storage vêm à tona, pois permitem a criação de sistemas de armazenamento distribuído acessíveis e eficientes de forma 'artesanal'.

A implementação de uma solução baseada no TrueNAS permite explorar conceitos de descentralização, garantindo maior controle sobre os dados e promovendo a privacidade dos usuários/empresas que os utilizam. No entanto, a adoção desse tipo de sistema pode apresentar desafios, como a complexidade de configuração e limitações em funcionalidades específicas, que muitas vezes estão disponíveis apenas em versões pagas da plataforma, como o TrueNAS Scale. Além disso, apesar de simples de utilizar, não são plug-and-play como as soluções das gigantes tecnológicas citadas, obrigando que a configuração seja feita por pessoas especializadas.

2. Objetivos

O projeto tem como objetivo geral a implementação de uma plataforma para a gestão de arquivos pessoais. Para alcançar esse propósito, foram definidos objetivos específicos que abrangem aspectos fundamentais do sistema, tais como:

- Assegurar a tolerância a falhas do sistema de arquivos;
- Garantir a escalabilidade vertical da solução;
- Viabilizar o acesso remoto aos arquivos armazenados;
- Explorar ferramentas Open-Source;
- Proporcionar uma implementação que contribua para o aprofundamento dos conhecimentos em Sistemas Distribuídos.

3. Materiais

Para desenvolvimento do projeto, foram utilizados

- Um computador com acesso à internet e pelo menos 100GB disponíveis;
- Um ou mais dispositivos móveis com acesso à internet;
- Sistema operacional TrueNAS Core em formato ISO;
- Software Oracle VM VirtualBox;
- Software VPN ZeroTier

4. Desenvolvimento

As etapas que envolvem o desenvolvimento do projeto são múltiplas e as decisões de cada uma delas estão descritas nos tópicos abaixo.

a. Download do sistema operacional do NAS.

O primeiro passo foi a escolha do TrueNAS, sistema operacional para servidores NAS (Network-Attached Storage). O download da ISO foi feito diretamente do [site oficial](#), uma vez que a versão community é gratuita e open-sourced.



Imagem 1: Site TrueNAS

b. Escolha da máquina utilizada no projeto

Para continuação do projeto, foi decidido em qual máquina seria instalado o sistema operacional NAS. A escolha deveria ser feita entre instalação em um computador dedicado para o servidor - que seria mais custoso - ou em uma máquina virtual. Dado que o servidor será usado somente para a disciplina, optamos pela segunda opção e instalamos o software [Oracle VM VirtualBox](#).

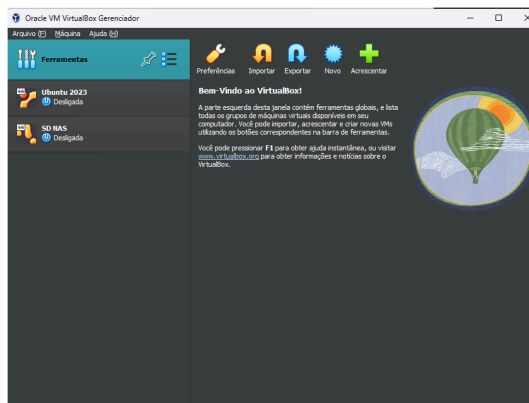


Imagem 2: Software Oracle VM VirtualBox em execução

c. Configuração da Máquina

Foi feita a configuração da máquina virtual usando as seguintes especificações:

- Memória RAM: 8192 MB
- Processadores: 8 núcleos
- Disco Rígido principal: 32GB

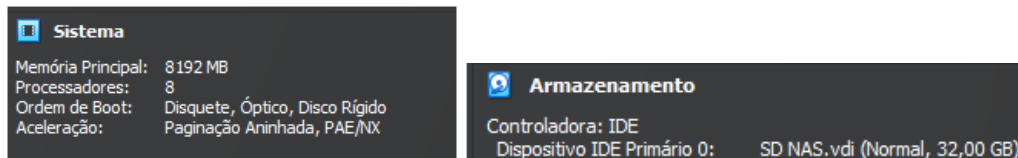


Imagem 3: Especificações da Máquina Virtual

Além disso, antes de iniciar a máquina pela primeira vez, colocamos a ISO dentro do disco rígido da máquina.

d. Instalação do Sistema Operacional

A instalação do sistema operacional é feita por meio de um passo a passo dentro do terminal. O processo levou cerca de 4h para ser executado. Ao final desse processo, o sistema já pode ser inicializado e executado.

e. Criação dos usuários e permissões.

Nesta etapa, criamos usuários e permissões no sistema TrueNAS. Isso é necessário porque o sistema pode ser utilizado por múltiplos usuários na mesma rede. Com os usuários criados, além do usuário root, podemos gerenciar as permissões de leitura e escrita no sistema, garantindo segurança e privacidade para o sistema.

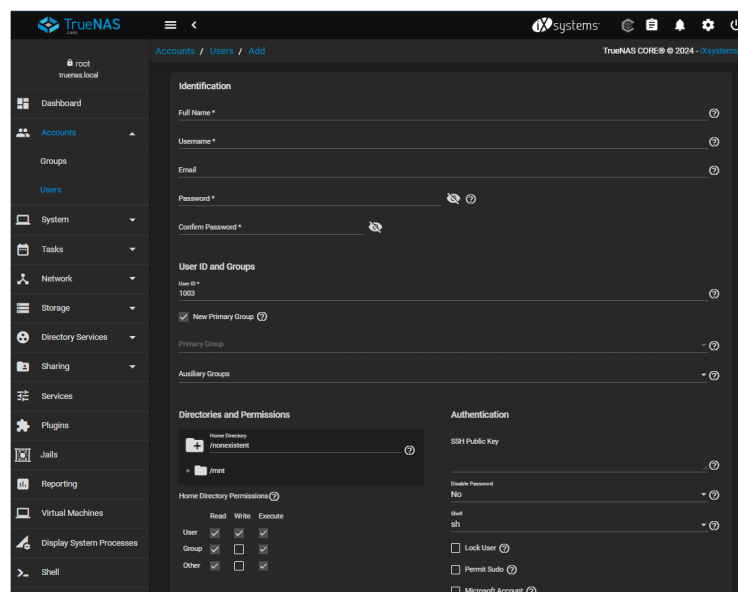


Imagem 4: Criação de usuários e permissões

f. Criação de novos discos de armazenamento

Após a criação dos usuários, é preciso efetivamente configurar os HDs que farão parte do sistema. Entenda que, nessa etapa, é onde entraria a decisão de espaço de armazenamento total que seria necessário e a relação entre a redundância desse armazenamento a fim de criar um sistema mais robusto e tolerante à falhas. Nessa etapa, criamos dois HDs, cada um com 20gb.

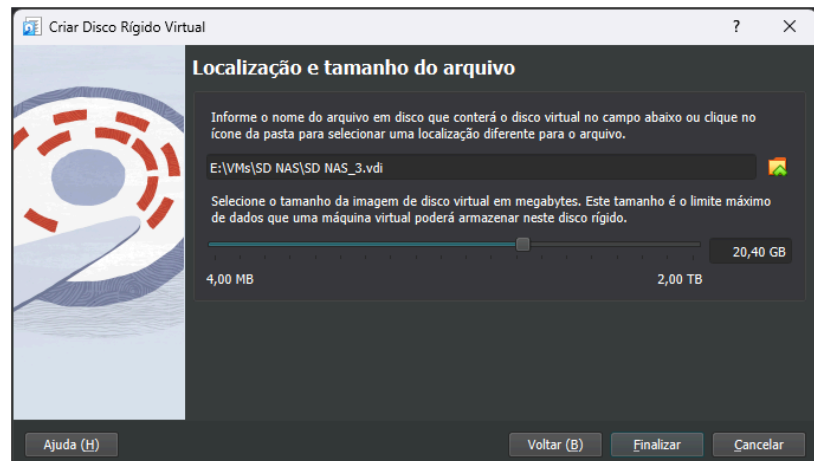


Imagem 5: Criação dos discos virtuais

g. Criação de uma Pool de Armazenamento

Usando os discos rígidos acima, criamos uma Pool de arquivos RAID 1, essa tecnologia espelha o conteúdo dos HDs envolvidos, porém, ‘desperdiça’ o armazenamento para garantir maior segurança aos arquivos, de tal forma que, caso um dos discos seja danificado, os arquivos permaneçam nos demais.

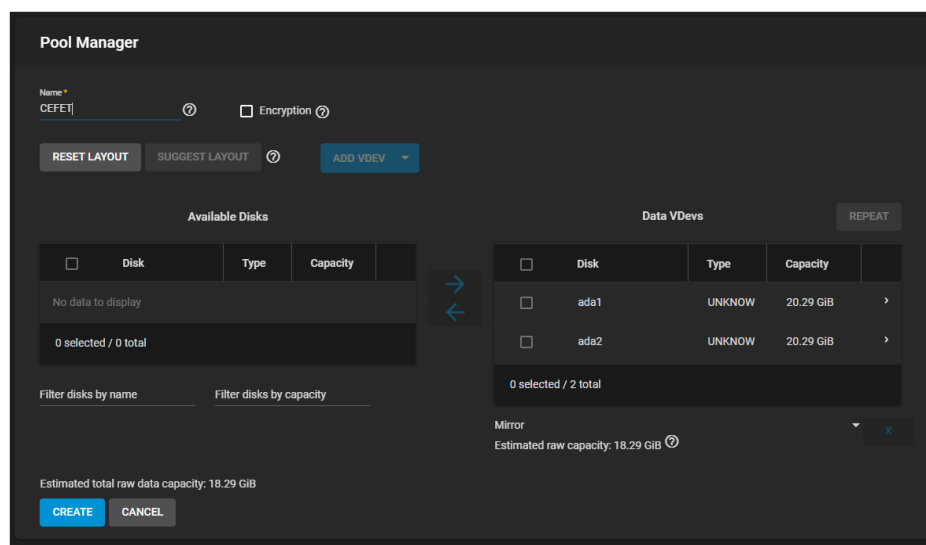


Imagem 6: Criação da Pool de Arquivos

h. Testagem do NAS

A funcionalidade principal de um servidor NAS é o armazenamento de arquivos. Para testar o NAS, queremos verificar três pilares principais, a velocidade, a integridade e a estabilidade.

a. Teste de Upload

Foi realizada a transferência de arquivos para a máquina. Para isso, criamos três arquivos diferentes e realizamos o upload deles. Após isso, oscilamos a rede e reiniciamos a máquina, a fim de garantir que, após reativação, não teriam sido perdidos.

b. Teste de Download

O download de arquivos armazenados no NAS foi testado a partir de uma máquina diferente, conectada na mesma rede. As conclusões são:

- **Velocidade de upload/download:** Depende da rede que se encontra.
- **Integridade:** Os arquivos ainda estavam dentro do NAS e conseguiram ser baixados.
- **Estabilidade:** Em caso de oscilação da rede, o arquivo não era baixado e exigia que reconectasse à máquina

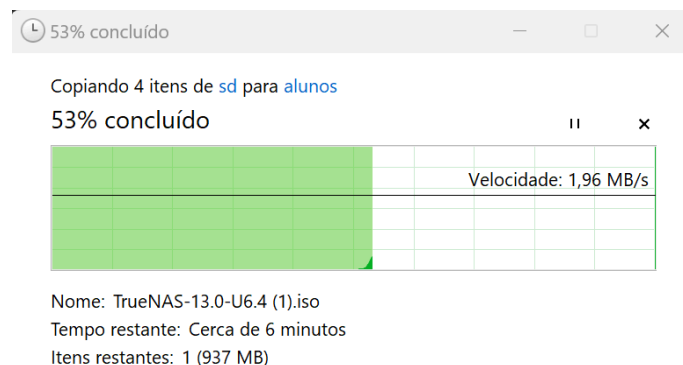
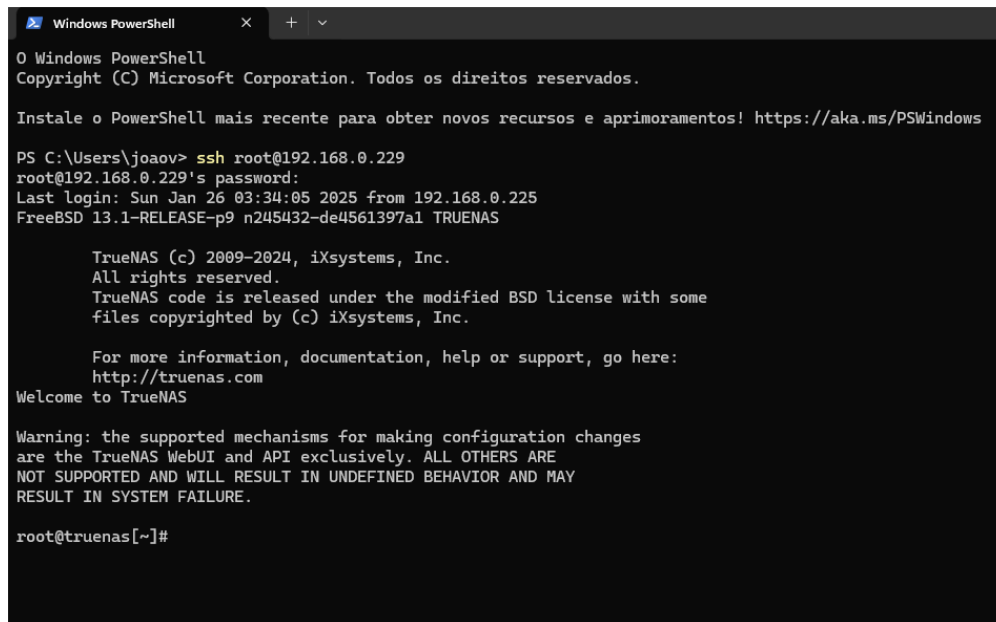


Imagem 7: Testes de desempenho da máquina NAS

i. Instalar o ZeroTier no sistema NAS

Para permitir o acesso remoto ao NAS, é preciso utilizar uma VPN para expor publicamente o endereço, mas sem comprometer a segurança dos dados. Isso é feito por meio do ZeroTier, que é uma VPN que configura uma rede privada e gratuita para até 10 dispositivos. O ZeroTier usa uma arquitetura mista de SDN e Peer-To-Peer para garantir a privacidade e a confidencialidade na rede. A primeira etapa é a instalação do ZeroTier na máquina. Primeiro, realizamos o acesso via SSH.



```
Windows PowerShell
O Windows PowerShell
Copyright (c) Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.

Instale o PowerShell mais recente para obter novos recursos e aprimoramentos! https://aka.ms/PSWindows

PS C:\Users\joaov> ssh root@192.168.0.229
root@192.168.0.229's password:
Last login: Sun Jan 26 03:34:05 2025 from 192.168.0.225
FreeBSD 13.1-RELEASE-p9 n245432-de4561397a1 TRUENAS

  TrueNAS (c) 2009-2024, iXsystems, Inc.
  All rights reserved.
  TrueNAS code is released under the modified BSD license with some
  files copyrighted by (c) iXsystems, Inc.

  For more information, documentation, help or support, go here:
  http://truenas.com
Welcome to TrueNAS

Warning: the supported mechanisms for making configuration changes
are the TrueNAS WebUI and API exclusively. ALL OTHERS ARE
NOT SUPPORTED AND WILL RESULT IN UNDEFINED BEHAVIOR AND MAY
RESULT IN SYSTEM FAILURE.

root@truenas[~]#
```

Imagem 8: Terminal da máquina NAS em acesso SSH

Os scripts usados para instalação do ZeroTier e primeira inicialização foram:

1. `sed -i .orig 's/enabled: yes/enabled: no/' /usr/local/etc/pkg/repos/local.conf`
2. `sed -i .orig 's/enabled: no/enabled: yes/' /usr/local/etc/pkg/repos/FreeBSD.conf`
3. `pkg update`
4. `pkg install -y zerotier`
5. `service zerotier onestatus`
6. `service zerotier onestart`
- Mover para um sistema de arquivos persistente
7. `mkdir -p /mnt/cefetmg/zerotier/db/`
8. `mv /var/db/zerotier-one/* /mnt/cefetmg/zerotier/db/`
9. `/sbin/mount_nullfs /mnt/cefetmg/zerotier/db/ /var/db/zerotier-one`
10. `ls -l /var/db/zerotier-one`

j. Criação de uma conta no ZeroTier

Após ter instalado o Zerotier na máquina NAS, é preciso configurá-lo para redirecionamento para a rede VPN correta. Usando o portal web do Zerotier, criamos uma conta gratuita e copiamos o seu endereço hash, para que possa ser usado nas próximas configurações da máquina NAS e dos dispositivos que vão acessá-las.

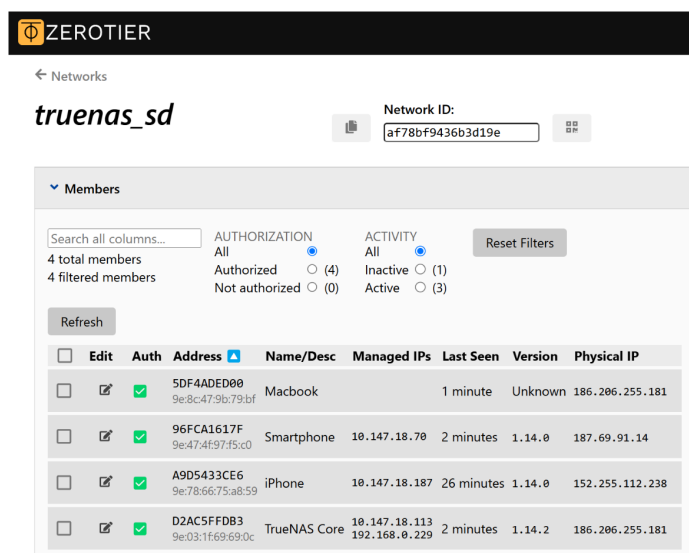


Imagem 9: Interface do ZeroTier totalmente configurado (ilustrativa)

k. Conectar o TrueNAS a rede ZeroTier

Para conectar o sistema à rede, basta executar scripts no terminal da máquina e, posteriormente, autorizar o acesso do dispositivo à rede. Esse tipo de autorização só pode ser feita pela interface, o que é restringido por uma senha de acesso e autenticação de 2 fatores.

```
zerotier-cli join <NETWORK-ID> - O network ID encontra-se na imagem 9
zerotier-cli info
cp /usr/local/etc/rc.d/zerotier /mnt/cefetmg/zerotier/zerotier.rc.d
```

l. Conectar um dispositivo móvel para acessar remotamente o NAS

Tendo feito todas as configurações acima, já deve ser possível conectar outros dispositivos à rede utilizando a VPN Zerotier. Nessa etapa, o download do aplicativo Zerotier One deve ser feito e a sua autorização também deve ser feita na interface

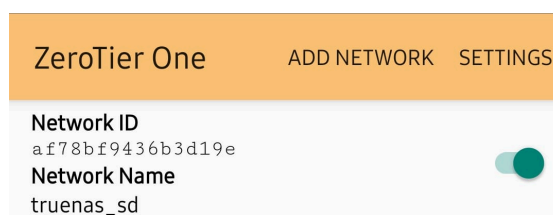


Imagem 10: ZeroTier One em execução no dispositivo Android

m. Testes finais

Para verificar o funcionamento da máquina, fizemos o upload dos checkpoints 1, 2 e 3 no disco rígido do NAS. Feito o acesso pelo aplicativo ZeroTier Acessando pelo aplicativo Meus Arquivos da Samsung, bastou usar o IP da máquina remota para acessar o cliente web de configuração da máquina. Abaixo, a foto descreve o funcionamento correto e remoto, visto que o dispositivo está no 5G e a rede está configurada em um wifi doméstico.

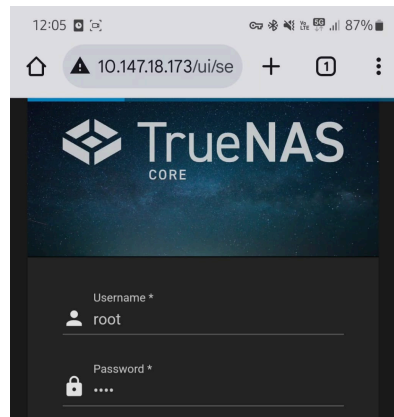


Imagem 11: Interface Web TrueNAS acessada por VPN

Além disso, é claro, conseguimos fazer o download de arquivos que estavam na máquina usando aplicativos nativos do Android, iOS e Windows, que se conectam pelo protocolo SMB.

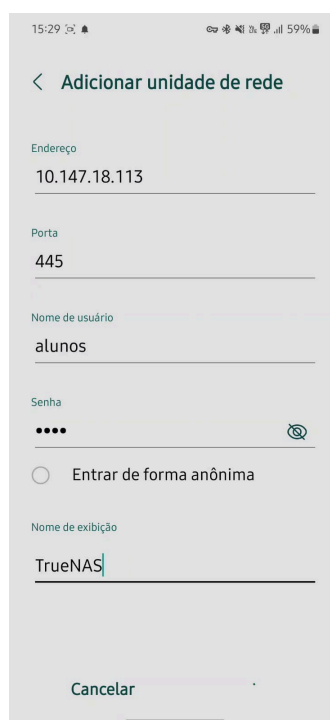


Imagem 12: TrueNAS sendo acessado como unidade de rede remotamente

n. Configurar script de boot no TrueNAS

Para que o TrueNAS sempre seja acessível externamente pela ZeroTier, é preciso que um script de inicialização rode sempre que a máquina seja iniciada. Os scripts são:

1. `curl https://alan.norbauer.com/articles/zerotier-on-truenas/scripts/zerotier-start.sh -o /mnt/cefetmg/zerotier/zerotier-start.sh`
2. `chmod +x /mnt/cefetmg/zerotier/zerotier-start.sh`

Após o download dos scripts, no menu da ferramenta existe a opção para selecionar scripts para executarem durante o boot. Deve-se selecionar o zerotier-start.sh.

5. Resultados

Após a realização das configurações necessárias, foi possível acessar os arquivos em diversos dispositivos. Para verificar o pleno funcionamento da rede, os testes foram realizados em três sistemas operacionais distintos: Windows, utilizado como sistema hospedeiro da máquina virtual TrueNAS; iOS, conhecido por suas restrições quanto a personalizações pelos usuários; e Android, que oferece maior liberdade de customização de forma nativa. Em todas as plataformas testadas, os resultados foram satisfatórios, permitindo o acesso consistente aos arquivos.

No entanto, apesar do sucesso na conectividade entre os dispositivos, observou-se uma limitação significativa na velocidade de rede. A taxa máxima de upload registrada foi de apenas 2 Mbps, mesmo em uma infraestrutura de internet com capacidade superior a 500 Mbps, evidenciando uma das principais limitações de um NAS caseiro.

Um aspecto positivo identificado pelo grupo foi o método de distribuição segura de arquivos utilizando o ZeroTier. A plataforma oferece recursos avançados de segurança, exigindo a autorização prévia de todos os dispositivos que desejam acessar a rede, o que proporciona um alto nível de confiabilidade. Entretanto, a configuração do ZeroTier no TrueNAS apresentou desafios devido às restrições da versão gratuita, o que exigiu ajustes adicionais durante a implementação.

6. Conclusão

Este trabalho proporcionou ao grupo uma compreensão aprofundada sobre sistemas de arquivos distribuídos, permitindo a aplicação prática de conceitos abordados na disciplina, como redes P2P (peer-to-peer), escalabilidade vertical — por meio da adição de discos rígidos ao servidor NAS —, além de aspectos relacionados à privacidade e segurança de acesso, utilizando VPNs privadas, entre outros tópicos discutidos ao longo do relatório. Embora o projeto tenha proporcionado um aprendizado significativo, foi identificado que a versão Open-Source gratuita do TrueNAS apresentou certas limitações que dificultaram a implementação, desafios que poderiam ter sido minimizados com recursos adicionais disponíveis em versões pagas.