



NFS paralelo

ONTAP 9

NetApp
January 08, 2026

Índice

- NFS paralelo 1
 - Introdução 1
 - Saiba mais sobre NFS paralelo (pNFS) no ONTAP. 1
 - Aprenda sobre a arquitetura pNFS no ONTAP. 2
 - Casos de uso de pNFS no ONTAP 9
 - Estratégia de implantação do pNFS no ONTAP 13
 - Plano 15
 - Plano para implantação do pNFS 15
 - Ajuste e melhores práticas de desempenho do pNFS. 17
 - Comandos pNFS, estatísticas e registros de eventos 21

NFS paralelo

Introdução

Saiba mais sobre NFS paralelo (pNFS) no ONTAP.

O NFS paralelo foi introduzido como um padrão RFC em janeiro de 2010, sob o RFC-5661, para permitir que os clientes acessem diretamente os dados de arquivos em servidores NFSv4.1, separando os caminhos de metadados e de dados. Esse acesso direto oferece benefícios de desempenho por meio da localização de dados, eficiência da CPU e paralelização de operações. Uma RFC posterior foi elaborada em 2018, abrangendo os tipos de layout pNFS (RFC-8434), que define padrões para layouts de arquivos, blocos e objetos. O ONTAP utiliza o tipo de layout de arquivo para operações pNFS.



A partir de julho de 2024, o conteúdo de relatórios técnicos publicados anteriormente como PDFs foi integrado à documentação do produto ONTAP. A documentação de gerenciamento de armazenamento NFS do ONTAP agora inclui conteúdo do *TR-4063: Sistema de Arquivos de Rede Paralelo (pNFS) no NetApp ONTAP*.

Durante anos, o NFSv3 foi a versão padrão do protocolo NFS, utilizada em praticamente todos os casos de uso. No entanto, o protocolo apresentava limitações, como a falta de capacidade de manter estado, um modelo de permissões rudimentar e recursos básicos de bloqueio. O NFSv4.0 (RFC 7530) introduziu uma série de melhorias em relação ao NFSv3 e foi ainda mais aprimorado com as versões subsequentes NFSv4.1 (RFC 5661) e NFSv4.2 (RFC 7862), que adicionaram recursos como o NFS paralelo (pNFS).

Benefícios do NFSv4.x

O NFSv4.x oferece as seguintes vantagens em relação ao NFSv3:

- Compatível com firewalls, pois o NFSv4 utiliza apenas uma única porta (2049) para suas operações.
- Gerenciamento de cache avançado e agressivo, como delegações no NFSv4.x
- Opções robustas de segurança RPC que empregam criptografia
- Internacionalização de caracteres
- Operações compostas
- Funciona apenas com TCP
- Protocolo com estado (não sem estado como o NFSv3)
- Integração completa do Kerberos para mecanismos de autenticação eficientes
- Encaminhamentos NFS
- Suporte para controle de acesso compatível com UNIX e Windows.
- Identificadores de usuário e grupo baseados em strings
- pNFS (NFSv4.1)
- Atributos estendidos (NFSv4.2)
- Etiquetas de segurança (NFSv4.2)

- Operações de arquivo esparsas (FALLOCATE) (NFSv4.2)

Para obter mais informações sobre o NFSv4.x em geral, incluindo as melhores práticas e detalhes sobre os recursos, consulte "[Relatório técnico da NetApp 4067: Guia de práticas recomendadas e implementação de NFS](#)".

Informações relacionadas

- "[Visão geral da configuração NFS](#)"
- "[Visão geral do gerenciamento do NFS](#)"
- "[Gerenciamento de volumes do FlexGroup](#)"
- "[Visão geral do trunking NFS](#)"
- <https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/19370-tr-4523.pdf>
- "[Relatório técnico do NetApp 4616: Kerberos NFS no ONTAP com o Microsoft Active Directory](#)"

Aprenda sobre a arquitetura pNFS no ONTAP.

A arquitetura pNFS é composta por três componentes principais: um cliente NFS que suporta pNFS, um servidor de metadados que fornece um caminho dedicado para operações de metadados e um servidor de dados que fornece caminhos localizados para arquivos.

O acesso do cliente ao pNFS requer conectividade de rede aos caminhos de dados e metadados disponíveis no servidor NFS. Se o servidor NFS contiver interfaces de rede inacessíveis aos clientes, ele poderá anunciar caminhos de dados inacessíveis, o que pode causar interrupções.

Servidor de metadados

O servidor de metadados no pNFS é estabelecido quando um cliente inicia uma montagem usando NFSv4.1 ou posterior, com o pNFS habilitado no servidor NFS. Quando isso é feito, todo o tráfego de metadados é enviado por meio dessa conexão e permanece nela durante todo o período de montagem, mesmo que a interface seja migrada para outro nó.

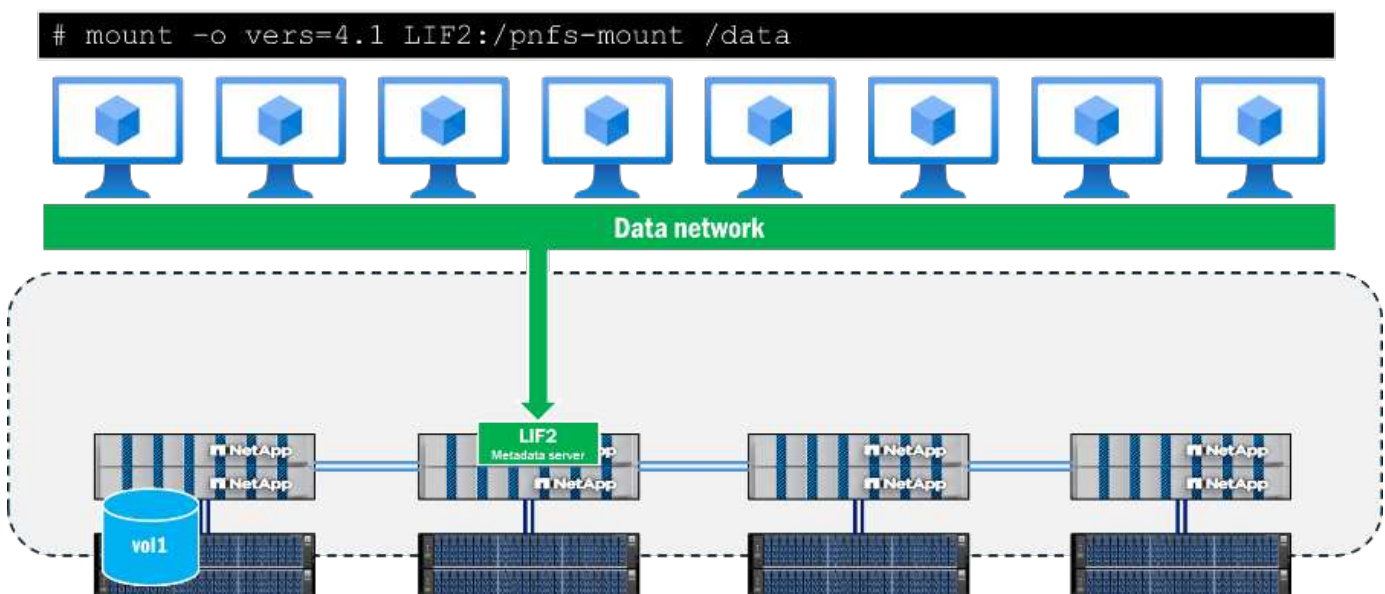


Figura 1. Estabeleça o servidor de metadados em pNFS no ONTAP.

O suporte a pNFS é determinado durante a chamada de montagem, especificamente nas chamadas EXCHANGE_ID. Isso pode ser visto em uma captura de pacotes abaixo das operações NFS como um indicador. Quando os sinalizadores pNFS EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_DS e EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_MDS Se o parâmetro estiver definido como 1, a interface estará apta para operações de dados e metadados no pNFS.

```

  Operations (count: 1)
    Opcode: EXCHANGE_ID (42)
      Status: NFS4_OK (0)
      clientid: 0x004050a97100001c
      seqid: 0x00000001
      flags: 0x00060100, EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_DS, EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_MDS, EXCHGID4_FLAG_BIND_PRINC
        0... .. = EXCHGID4_FLAG_CONFIRMED_R: Not set
        .0.. .. = EXCHGID4_FLAG_UPD_CONFIRMED_REC_A: Not set
        ....1. .... = EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_DS: Set
        ....1. .... = EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_MDS: Set
        ....0 .... = EXCHGID4_FLAG_USE_NON_PNFS: Not set
        ....1 .... = EXCHGID4_FLAG_BIND_PRINC_STATEID: Set
        ....0. .... = EXCHGID4_FLAG_SUPP_MOVED_MIGR: Not set
        ....0 = EXCHGID4_FLAG_SUPP_MOVED_REFER: Not set

```

Figura 2. Captura de pacotes para montagem pNFS

Os metadados no NFS geralmente consistem em atributos de arquivos e pastas, como identificadores de arquivos, permissões, horários de acesso e modificação e informações de propriedade. Os metadados também podem incluir a criação e exclusão de chamadas, a vinculação e desvinculação de chamadas e renomeações.

Em pNFS, existe também um subconjunto de chamadas de metadados específicas para o recurso pNFS, que são abordadas com mais detalhes em "RFC 5661". Essas chamadas são usadas para ajudar a determinar dispositivos elegíveis para pNFS, mapeamentos de dispositivos para conjuntos de dados e outras informações necessárias. A tabela a seguir mostra uma lista dessas operações de metadados específicas do pNFS.

Operação	Descrição
LAYOUTGET	Obtém o mapa do servidor de dados a partir do servidor de metadados.
LAYOUTCOMMIT	Os servidores confirmam o layout e atualizam os mapas de metadados.
LAYOUTRETURN	Retorna o layout original ou o novo layout caso os dados tenham sido modificados.
OBTER INFORMAÇÕES DO DISPOSITIVO	O cliente recebe informações atualizadas sobre um servidor de dados no cluster de armazenamento.
OBTER LISTA DE DISPOSITIVOS	O cliente solicita a lista de todos os servidores de dados que participam do cluster de armazenamento.
CB_LAYOUTRECALL	O servidor recupera o layout dos dados do cliente caso sejam detectados conflitos.
CB_RECALL_ANY	Retorna todos os layouts para o servidor de metadados.
CB_NOTIFY_DEVICEID	Notifica sobre quaisquer alterações no ID do dispositivo.

Informações sobre o caminho dos dados

Após o servidor de metadados ser estabelecido e as operações de dados começarem, o ONTAP inicia o rastreamento dos IDs de dispositivo elegíveis para operações de leitura e gravação pNFS, bem como os

mapeamentos de dispositivo, que associam os volumes no cluster às interfaces de rede locais. Esse processo ocorre quando uma operação de leitura ou gravação é realizada no ponto de montagem. Chamadas de metadados, como GETATTR, não acionará esses mapeamentos de dispositivos. Assim sendo, executar um `ls`. O comando executado dentro do ponto de montagem não atualizará os mapeamentos.

Os dispositivos e mapeamentos podem ser visualizados usando a CLI do ONTAP com privilégios avançados, conforme mostrado abaixo.

```
::*> pnfs devices show -vserver DEMO
(vserver nfs pnfs devices show)
Vserver Name      Mapping ID      Volume MSID      Mapping Status
Generation
-----
DEMO              16             2157024470      available        1

::*> pnfs devices mappings show -vserver SVM
(vserver nfs pnfs devices mappings show)
Vserver Name      Mapping ID      Dsid             LIF IP
-----
DEMO              16             2488             10.193.67.211
```



Nesses comandos, os nomes dos volumes não estão presentes. Em vez disso, são utilizados os IDs numéricos associados a esses volumes: o ID do conjunto mestre (MSID) e o ID do conjunto de dados (DSID). Para encontrar os volumes associados aos mapeamentos, você pode usar `volume show -dsid [dsid_numeric]` ou `volume show -msid [msid_numeric]` com privilégios avançados da CLI do ONTAP.

Quando um cliente tenta ler ou gravar em um arquivo localizado em um nó remoto em relação à conexão com o servidor de metadados, o pNFS negocia os caminhos de acesso apropriados para garantir a localidade dos dados nessas operações, e o cliente é redirecionado para o dispositivo pNFS anunciado, em vez de tentar percorrer a rede do cluster para acessar o arquivo. Isso ajuda a reduzir a sobrecarga da CPU e a latência da rede.

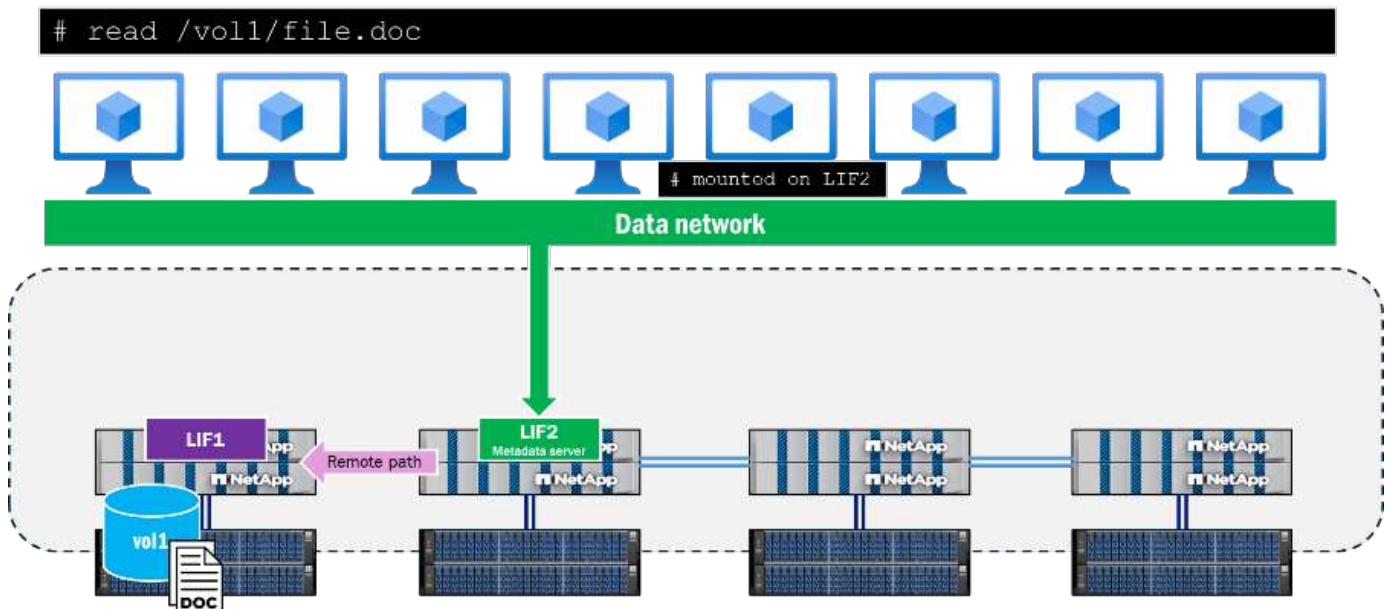


Figura 3. Caminho de leitura remota usando NFSv4.1 sem pNFS

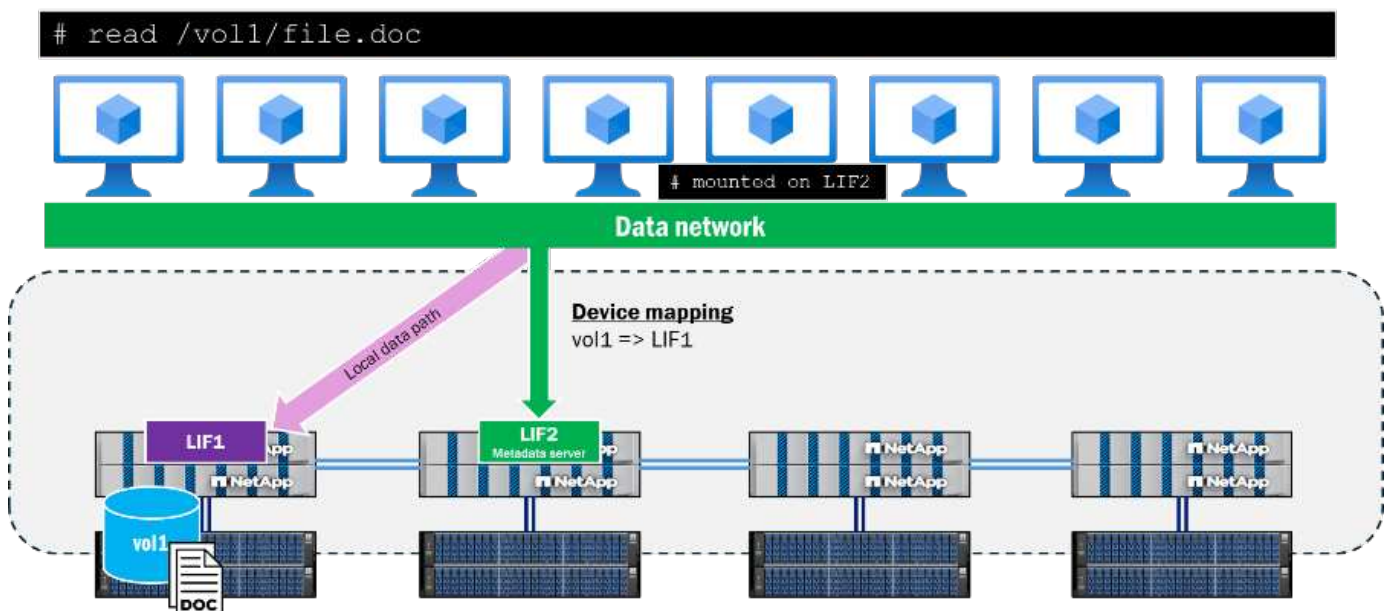


Figura 4. Caminho de leitura localizado usando pNFS

caminho de controle pNFS

Além dos metadados e dos dados presentes no pNFS, existe também um caminho de controle do pNFS. O caminho de controle é usado pelo servidor NFS para sincronizar as informações do sistema de arquivos. Em um cluster ONTAP, a rede de backend do cluster replica periodicamente para garantir que todos os dispositivos pNFS e seus mapeamentos estejam sincronizados.

fluxo de trabalho de população de dispositivos pNFS

A seguir, descrevemos como um dispositivo pNFS é populado no ONTAP depois que um cliente faz uma solicitação para ler ou gravar um arquivo em um volume.

1. O cliente solicita leitura ou gravação; uma operação OPEN é realizada e o identificador do arquivo é obtido.

2. Após a operação OPEN ser executada, o cliente envia o identificador do arquivo para o armazenamento em uma chamada LAYOUTGET através da conexão com o servidor de metadados.
3. LAYOUTGET retorna ao cliente informações sobre o layout do arquivo, como o ID do estado, o tamanho da faixa, o segmento do arquivo e o ID do dispositivo.
4. Em seguida, o cliente obtém o ID do dispositivo e envia uma chamada GETDEVINFO ao servidor para recuperar o endereço IP associado ao dispositivo.
5. O armazenamento envia uma resposta com a lista de endereços IP associados para acesso local ao dispositivo.
6. O cliente continua a conversa NFS através do endereço IP local enviado de volta pelo armazenamento.

Interação do pNFS com os volumes do FlexGroup

Os volumes FlexGroup no ONTAP apresentam o armazenamento como componentes de FlexVol volume que abrangem vários nós em um cluster, o que permite que uma carga de trabalho aproveite vários recursos de hardware, mantendo um único ponto de montagem. Como vários nós com múltiplas interfaces de rede interagem com a carga de trabalho, é natural que o tráfego remoto atravessa a rede do cluster de backend no ONTAP.

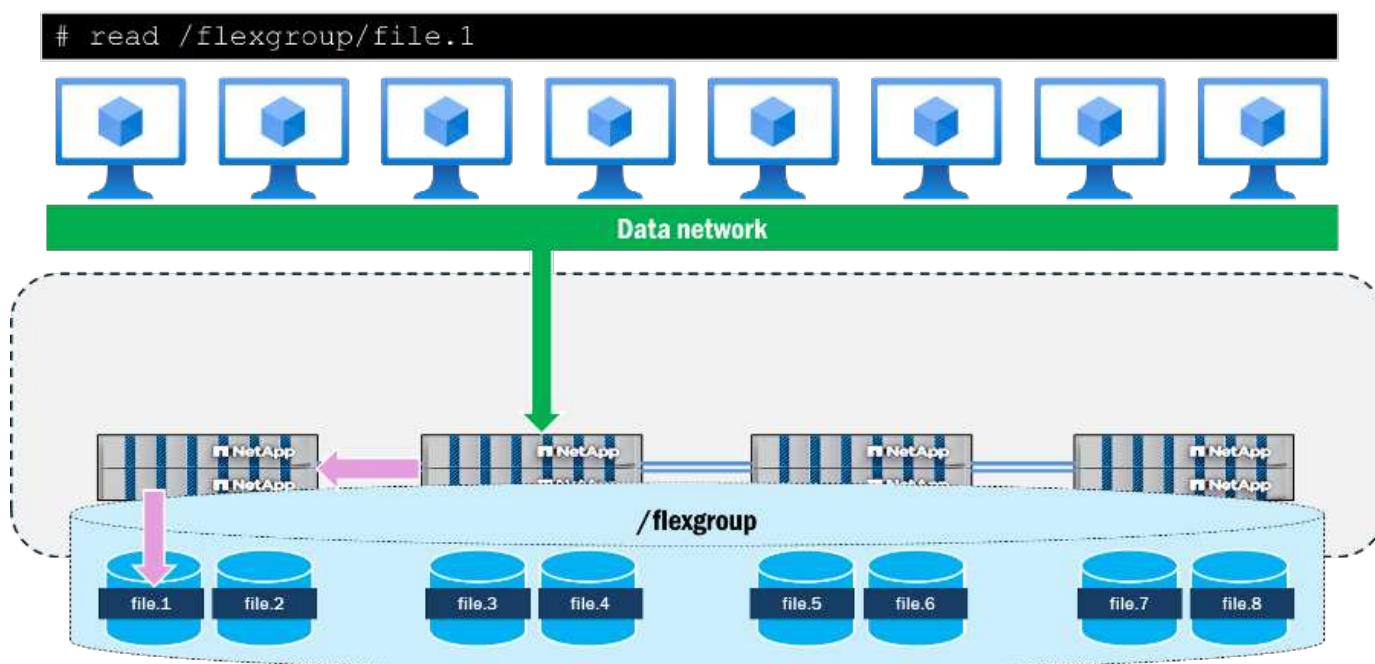


Figura 5. Acesso a um único arquivo em um volume FlexGroup sem pNFS

Ao utilizar o pNFS, o ONTAP rastreia os layouts de arquivo e volume do volume FlexGroup e os mapeia para as interfaces de dados locais no cluster. Por exemplo, se um volume constituinte que contém um arquivo sendo acessado reside no nó 1, o ONTAP notificará o cliente para redirecionar o tráfego de dados para a interface de dados no nó 1.

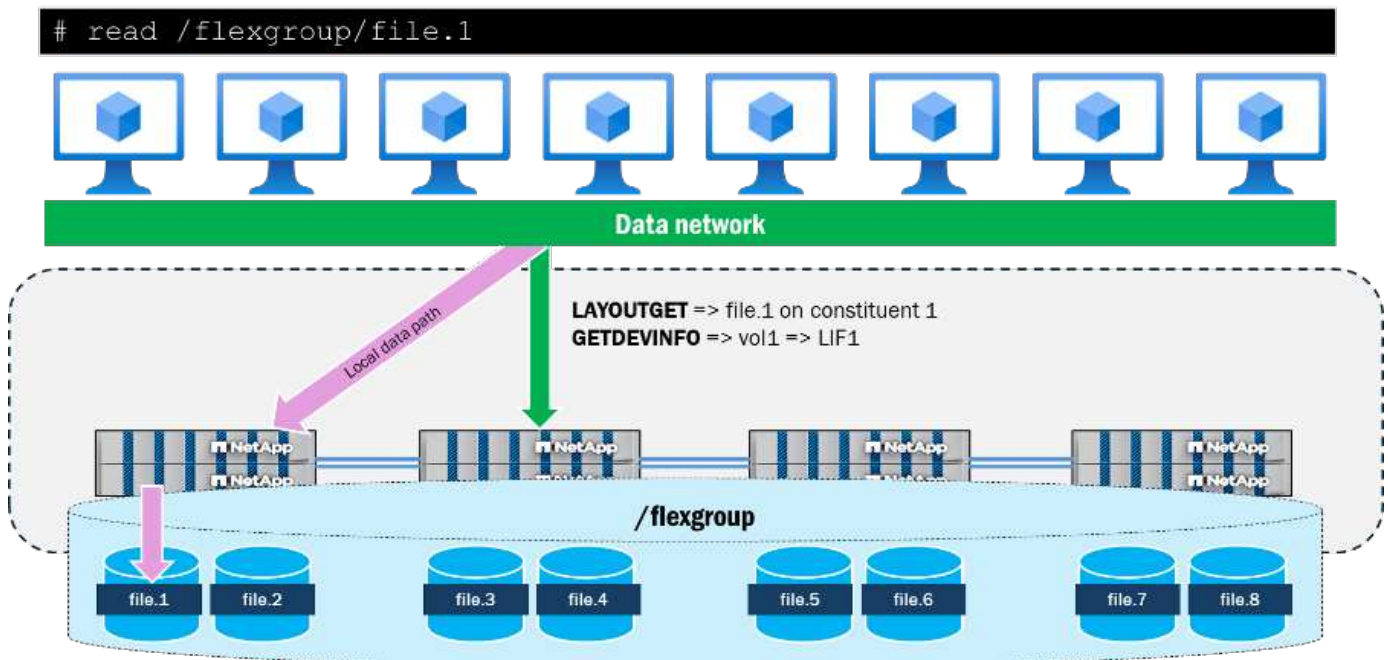


Figura 6. Acesso a um único arquivo em um volume FlexGroup com pNFS

O pNFS também permite a apresentação de caminhos de rede paralelos para arquivos a partir de um único cliente, algo que o NFSv4.1 sem pNFS não oferece. Por exemplo, se um cliente quiser acessar quatro arquivos simultaneamente a partir do mesmo ponto de montagem usando NFSv4.1 sem pNFS, o mesmo caminho de rede será utilizado para todos os arquivos e o cluster ONTAP enviará solicitações remotas para esses arquivos. O caminho de montagem pode se tornar um gargalo para as operações, já que todas seguem um único caminho e chegam a um único nó, além de também atender operações de metadados juntamente com as operações de dados.

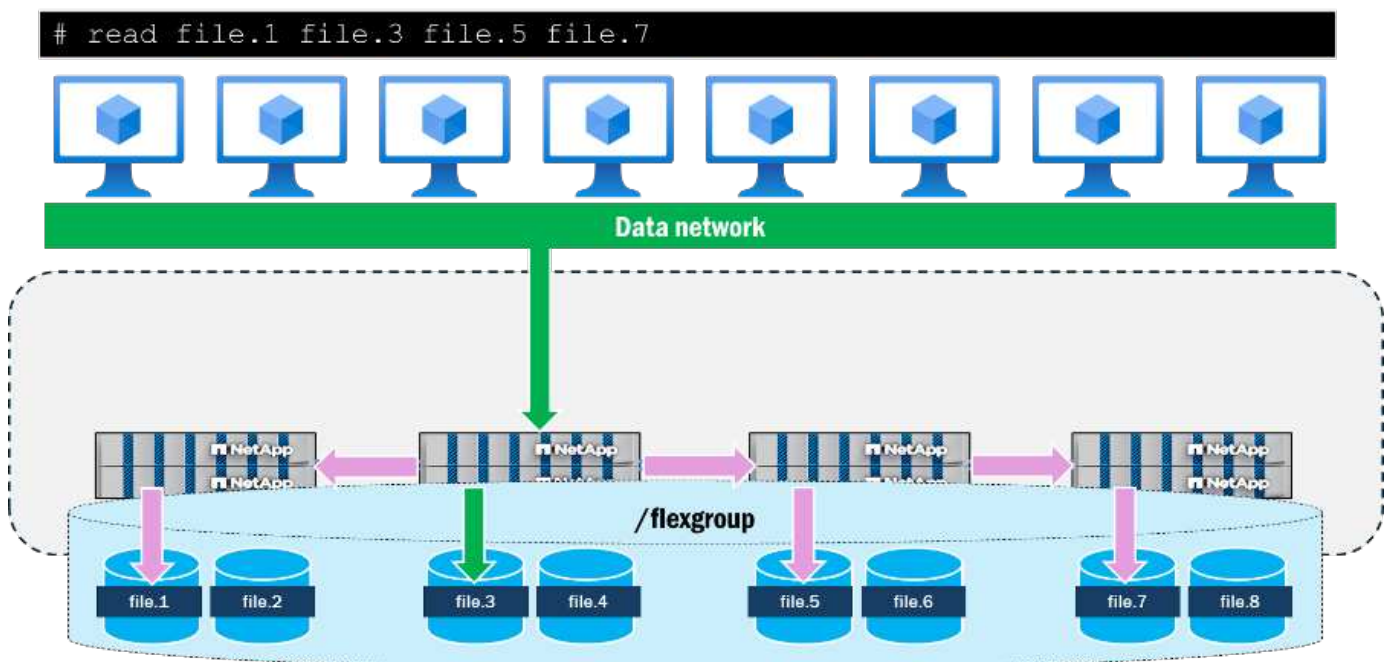


Figura 7. Acesso simultâneo a múltiplos arquivos em um volume FlexGroup sem pNFS

Quando o pNFS é usado para acessar simultaneamente os mesmos quatro arquivos a partir de um único cliente, o cliente e o servidor negociam caminhos locais para cada nó com os arquivos e usam múltiplas conexões TCP para as operações de dados, enquanto o caminho de montagem atua como o local para todas as operações de metadados. Isso proporciona benefícios em termos de latência, utilizando caminhos locais

para os arquivos, mas também pode adicionar benefícios de taxa de transferência por meio do uso de múltiplas interfaces de rede, desde que os clientes possam enviar dados suficientes para saturar a rede.

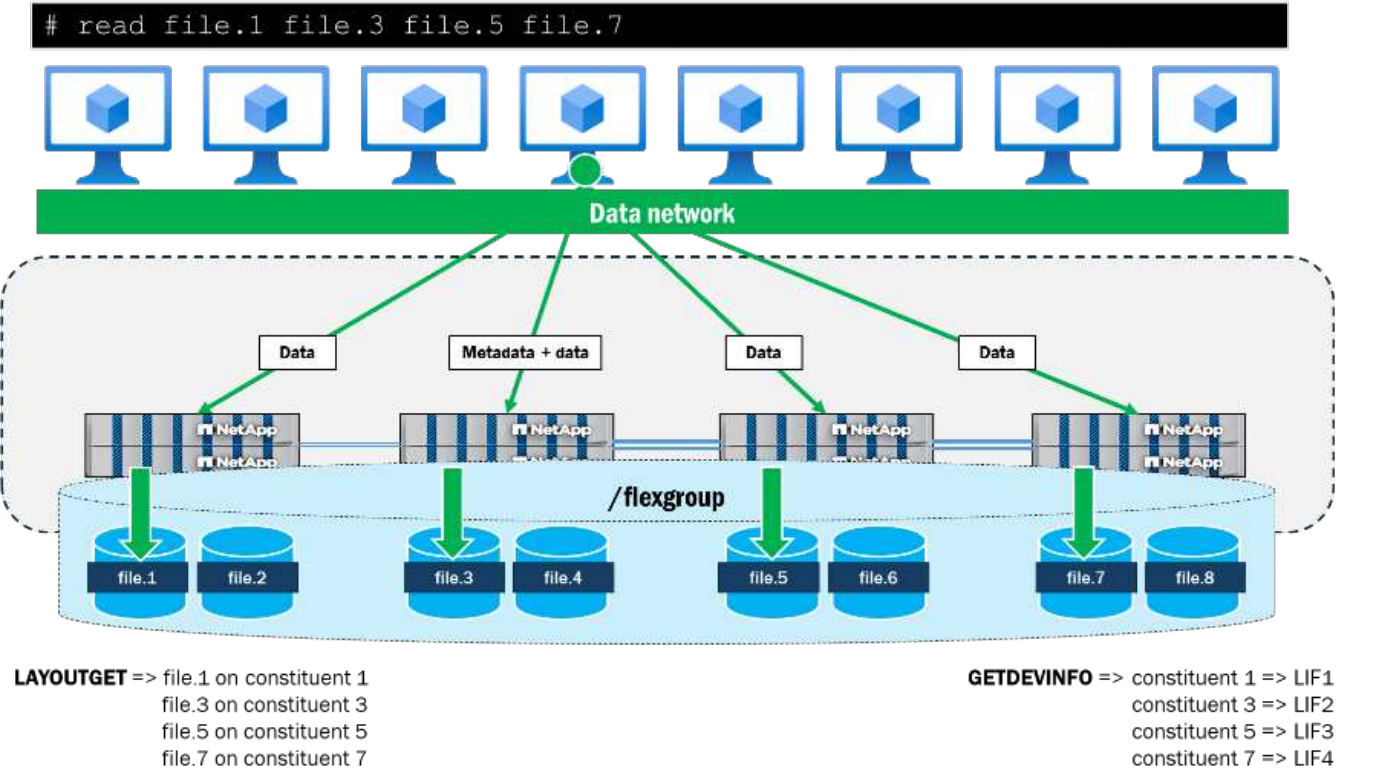


Figura 8. Acesso simultâneo a múltiplos arquivos em um volume FlexGroup com pNFS.

A seguir, são apresentados os resultados de um teste simples executado em um único cliente RHEL 9.5, onde quatro arquivos de 10 GB (todos residentes em volumes constituintes diferentes em dois nós de cluster ONTAP) são lidos em paralelo usando o comando dd. Para cada arquivo, o rendimento geral e o tempo de conclusão foram melhorados ao usar o pNFS. Ao usar o NFSv4.1 sem pNFS, a diferença de desempenho entre arquivos locais no ponto de montagem e arquivos remotos foi maior do que com pNFS.

Teste	Taxa de transferência por arquivo (MB/s)	Tempo de conclusão por arquivo
NFSv4.1: sem pNFS	<ul style="list-style-type: none">• Arquivo 1–228 (local)• Arquivo 2–227 (local)• Arquivo.3–192 (remoto)• Arquivo 4–192 (remoto)	<ul style="list-style-type: none">• Arquivo 1–46 (local)• Arquivo.2–46.1 (local)• Arquivo.3–54.5 (remoto)• Arquivo.4–54.5 (remoto)
NFSv4.1: com pNFS	<ul style="list-style-type: none">• Arquivo 1–248 (local)• Arquivo 2–246 (local)• Arquivo 3–244 (local via pNFS)• Arquivo 4–244 (local via pNFS)	<ul style="list-style-type: none">• Arquivo.1–42.3 (local)• Arquivo.2–42.6 (local)• Arquivo 3–43 (local via pNFS)• Arquivo 4–43 (local via pNFS)

Informações relacionadas

- ["Gerenciamento de volumes do FlexGroup"](#)
- ["Relatório Técnico 4571 da NetApp : Melhores Práticas do FlexGroup"](#)

Casos de uso de pNFS no ONTAP

O pNFS pode ser usado com vários recursos do ONTAP para melhorar o desempenho e fornecer flexibilidade adicional para cargas de trabalho NFS.

pNFS com nconnect

O NFS introduziu uma nova opção de montagem em alguns clientes e servidores mais recentes, que permite estabelecer múltiplas conexões TCP ao mesmo tempo que se utiliza um único endereço IP. Isso proporciona um mecanismo para melhor paralelizar operações, contornar limitações do servidor e do cliente NFS e, potencialmente, oferecer maior desempenho geral a determinadas cargas de trabalho. O nconnect é compatível com o ONTAP 9.8 e versões posteriores, desde que o cliente também o suporte.

Ao usar o nconnect com o pNFS, as conexões serão paralelizadas usando a opção nconnect em cada dispositivo pNFS anunciado pelo servidor NFS. Por exemplo, se o nconnect estiver definido como quatro e houver quatro interfaces elegíveis para pNFS, o número total de conexões criadas será de até 16 por ponto de montagem (4 nconnect x 4 endereços IP).

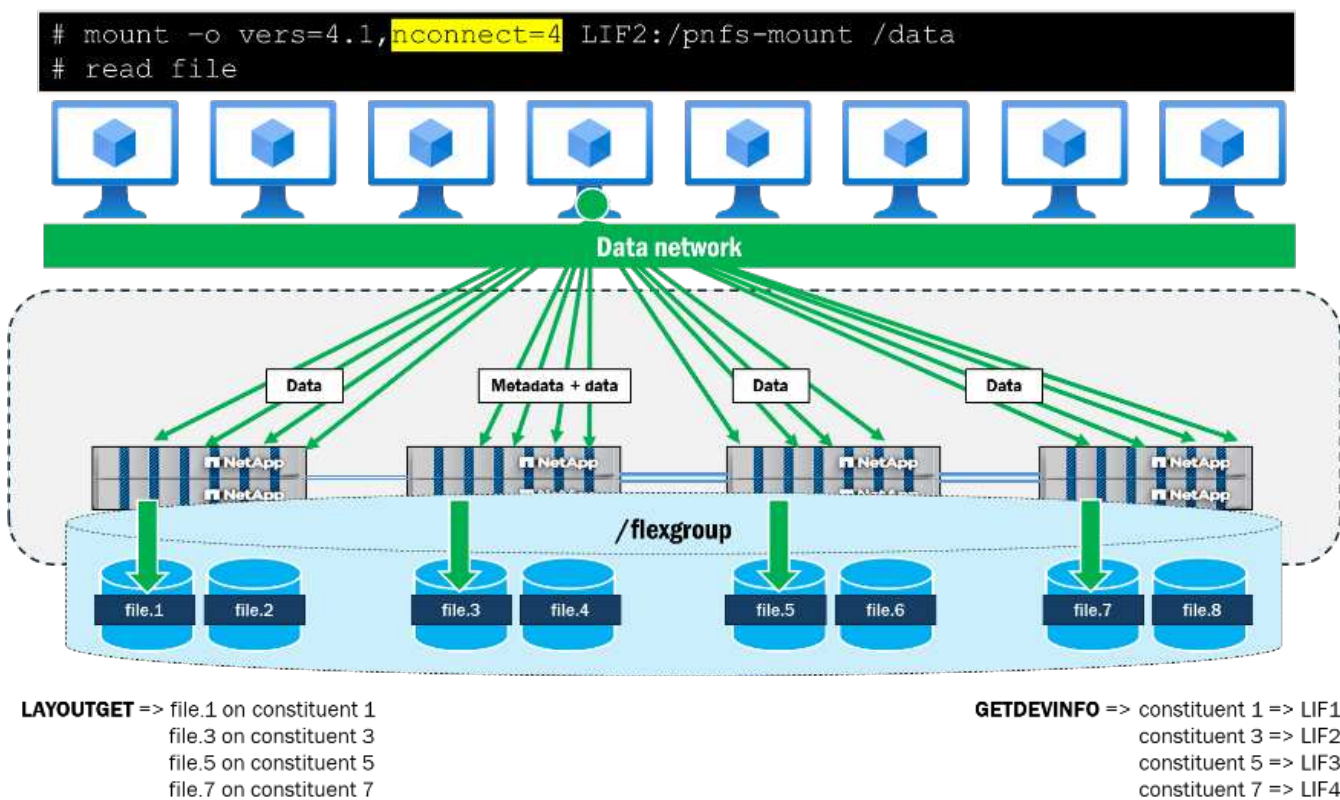


Figura 9. pNFS com nconnect definido para 4

["Saiba mais sobre o suporte do ONTAP para NFSv4.1"](#)

pNFS com trunking de sessão NFSv4.1

Tronco de sessão NFSv4.1 (["RFC 5661, seção 2.10.5"](#)) é o uso de múltiplas conexões TCP entre um cliente e um servidor para aumentar a velocidade de transferência de dados. O suporte para trunking de sessão NFSv4.1 foi adicionado ao ONTAP 9.14.1 e deve ser usado com clientes que também suportam trunking de

sessão.

No ONTAP, o trunking de sessão pode ser usado em vários nós de um cluster para fornecer maior taxa de transferência e redundância nas conexões.

O trunking de sessão pode ser estabelecido de diversas maneiras:

- **Descobrir automaticamente através de opções de montagem:** O trunking de sessão na maioria dos clientes NFS modernos pode ser estabelecido através de opções de montagem (consulte a documentação do fornecedor do seu sistema operacional) que sinalizam ao servidor NFS para enviar informações de volta ao cliente sobre os trunks de sessão. Esta informação aparece através de um pacote NFS como um `fs_location4` chamar.

A opção de montagem utilizada depende da versão do sistema operacional do cliente. Por exemplo, as distribuições Linux do Ubuntu geralmente usam `max_connect=n` Para sinalizar que um tronco de sessão deve ser usado. Nas distribuições Linux RHEL, o `trunkdiscovery` A opção de montagem foi utilizada.

Exemplo do Ubuntu

```
mount -o vers=4.1,max_connect=8 10.10.10.10:/pNFS /mnt/pNFS
```

Exemplo de RHEL

```
mount -o vers=4.1,trunkdiscovery 10.10.10.10:/pNFS /mnt/pNFS
```



Se você tentar usar `max_connect` Em distribuições RHEL, será tratado como `nconnect` e o trunking de sessão não funcionará como esperado.

- **Configuração manual:** Você pode configurar o trunking de sessão manualmente, montando cada endereço IP individual no mesmo caminho de exportação e ponto de montagem. Por exemplo, se você tiver dois endereços IP no mesmo nó (10.10.10.10 e 10.10.10.11) para um caminho de exportação de `/pNFS` Você executa o comando `mount` duas vezes:

```
mount -o vers=4.1 10.10.10.10:/pNFS /mnt/pNFS
mount -o vers=4.1 10.10.10.11:/pNFS /mnt/pNFS
```

Repita esse processo em todas as interfaces que você deseja que participem do tronco.



Cada nó recebe seu próprio tronco de sessão. Os troncos não atravessam nós.



Ao usar pNFS, utilize apenas o trunking de sessão *ou* nconnect. Utilizar ambos resultará em comportamentos indesejáveis, como apenas a conexão com o servidor de metadados se beneficiar do nConnect, enquanto os servidores de dados utilizam uma única conexão.


```
# mount -o vers=4.1, trunkdiscovery PNFS:/pnfs-mount /data
```

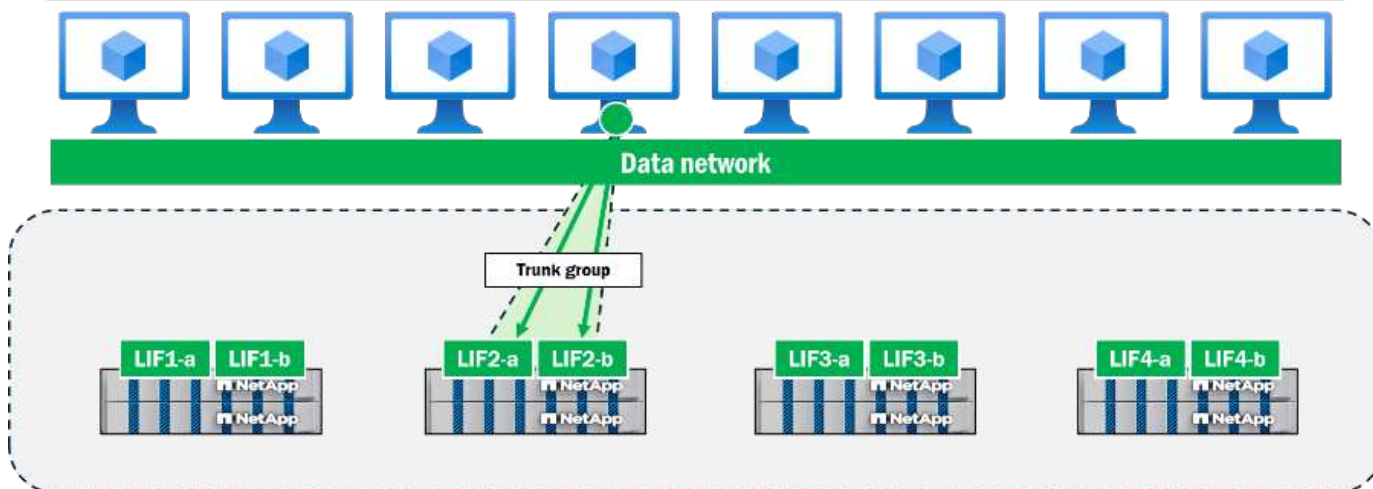
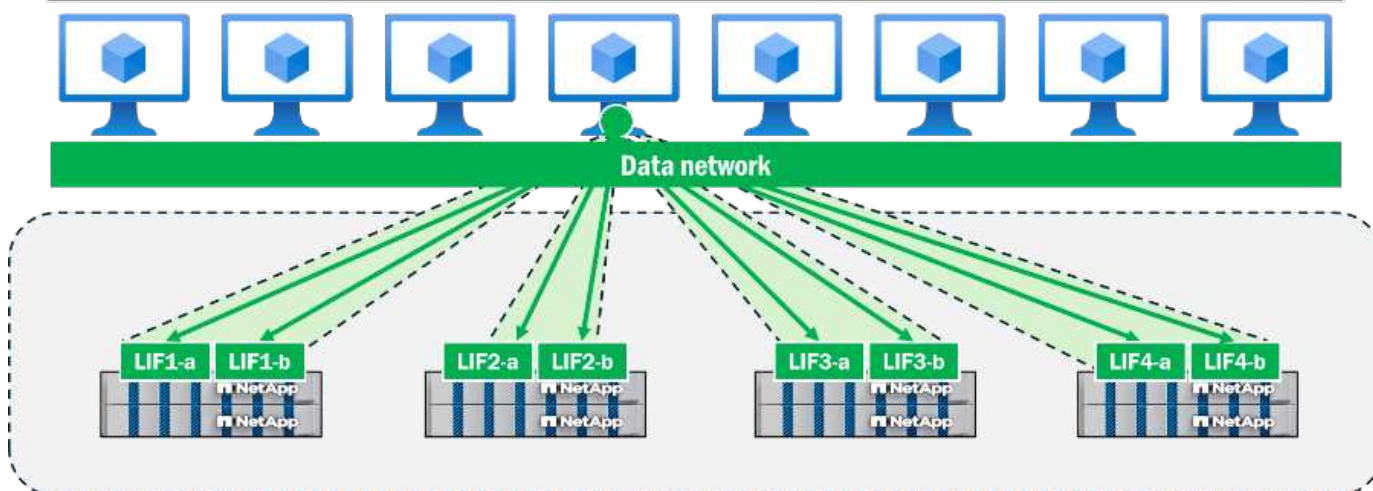


Figura 10. Tronco de sessão NFSv4.1 no ONTAP

O pNFS pode fornecer um caminho local para cada nó participante em um cluster e, quando usado com o trunk de sessão, pode aproveitar um trunk de sessão por nó para maximizar a taxa de transferência de todo o cluster.

```
# mount -o vers=4.1, trunkdiscovery PNFS:/pnfs-mount /data
```



Quando **trunkdiscovery** é utilizado, uma chamada GETATTR adicional (FS_Locations) é aproveitada para as interfaces de tronco de sessão listadas no nó do servidor NFS onde a interface de montagem está localizada. Assim que esses endereços forem devolvidos, as montagens subsequentes serão feitas nos endereços retornados. Isso pode ser observado em uma captura de pacotes durante a montagem.

198	1.219372			NFS	246	V4	Call (Reply In 199)	GETATTR	FH: 0x787f5cf1
199	1.219579			NFS	238	V4	Reply (Call In 198)	GETATTR	


```

  ✓ Opcode: SEQUENCE (53)
    Status: NFS4_OK (0)
    sessionid: 7100001e004090a90000000000000409
    seqid: 0x00000009
    slot id: 0
    high slot id: 63
    target high slot id: 63
  > status flags: 0x00000000
  ✓ Opcode: PUTFH (22)
    Status: NFS4_OK (0)
  ✓ Opcode: GETATTR (9)
    Status: NFS4_OK (0)
  ✓ Attr mask: 0x01000100 (FSID, FS_Locations)
    ✓ reqd_attr: FSID (8)
      > fattr4_fsid
    ✓ reco_attr: FS_Locations (24)
      ✓ fattr4_fs_locations
        pathname components: 0
      ✓ fs_location4
        num: 1
      ✓ fs_location4
        ✓ servers
          num: 1
          ✓ server: 
            length: 14
            contents: 
            fill bytes: opaque data
            pathname components: 0

```

Figura 11. Descoberta do tronco de sessão NFS durante a montagem: captura de pacotes

["Saiba mais sobre o trunking NFS."](#)

Encaminhamentos pNFS versus NFSv4.1

O recurso de encaminhamento NFSv4.1 oferece um modo de redirecionamento inicial do caminho de montagem, direcionando o cliente para a localização dos volumes mediante uma solicitação de montagem. Os encaminhamentos NFSv4.1 funcionam dentro de uma única SVM. Essa funcionalidade tenta localizar a montagem NFS em uma interface de rede que reside no mesmo nó que o volume de dados. Se essa interface ou volume for movido para outro nó enquanto estiver montado em um cliente, o caminho dos dados deixará de ser localizado até que uma nova montagem seja estabelecida.

O pNFS não tenta localizar um caminho de montagem. Em vez disso, ele estabelece um servidor de metadados usando um caminho de montagem e, em seguida, localiza o caminho dos dados dinamicamente, conforme necessário.

É possível usar referências NFSv4.1 com pNFS, mas essa funcionalidade é desnecessária. Habilitar encaminhamentos com pNFS não apresentará resultados perceptíveis.

["Ativar ou desativar encaminhamentos NFSv4"](#)

Interação do pNFS com balanceamento de capacidade avançado

["Balanceamento de capacidade avançado"](#) No ONTAP, partes dos dados do arquivo são gravadas em volumes constituintes de um volume FlexGroup (não é compatível com volumes FlexVol únicos). À medida que um arquivo cresce, o ONTAP decide começar a gravar dados em um novo inode multipart em um volume constituinte diferente, que pode estar no mesmo nó ou em um nó diferente. As operações de escrita, leitura e

metadados nesses arquivos multi-inode são transparentes e não interferem no funcionamento dos clientes. O balanceamento avançado de capacidade melhora a gestão do espaço entre os volumes que compõem o FlexGroup , proporcionando um desempenho mais consistente.

O pNFS pode redirecionar a entrada/saída de dados para um caminho de rede localizado, dependendo das informações de layout do arquivo armazenadas no servidor NFS. Quando um único arquivo grande é criado em partes distribuídas por vários volumes constituintes que podem potencialmente abranger vários nós no cluster, o pNFS no ONTAP ainda consegue fornecer tráfego localizado para cada parte do arquivo, pois o ONTAP mantém as informações de layout de todas as partes do arquivo. Ao ler um arquivo, a localidade do caminho de dados será alterada conforme necessário.

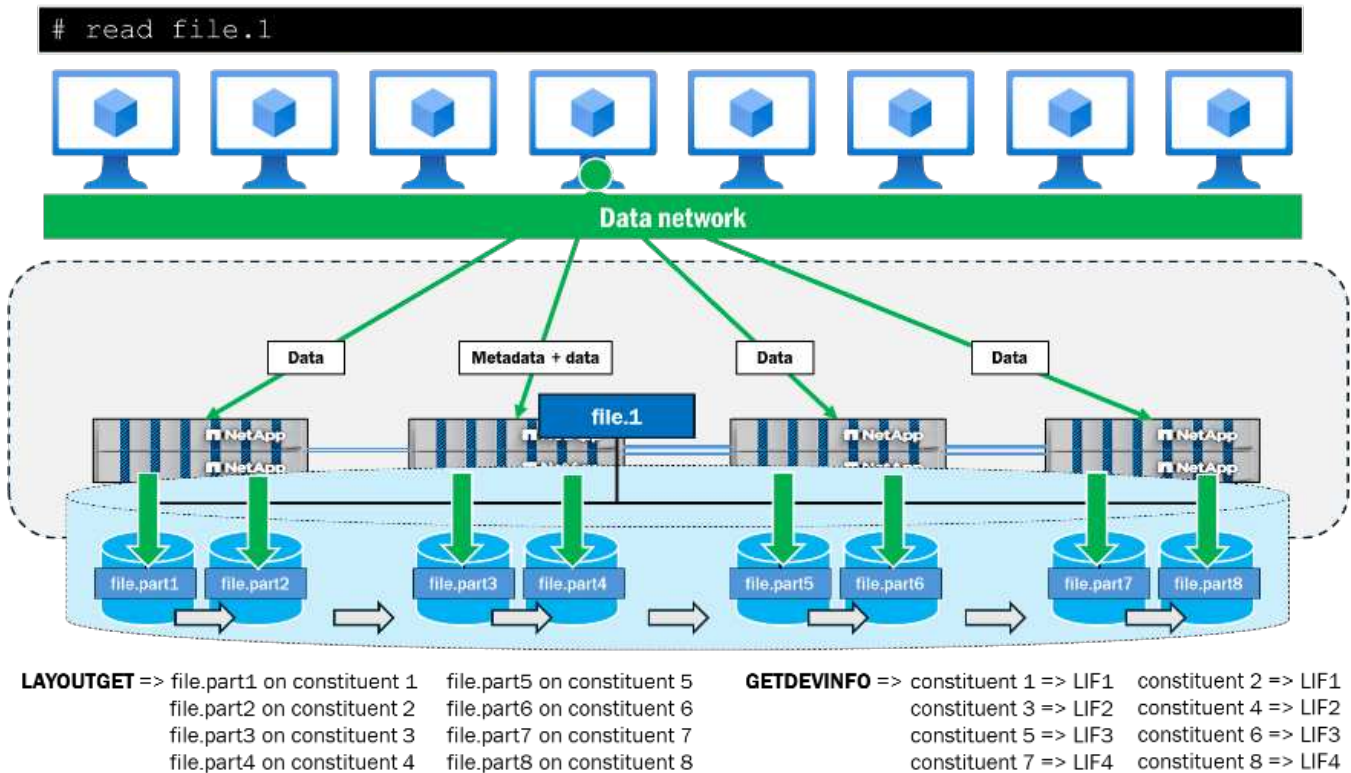


Figura 12. Balanceamento de capacidade avançado com pNFS

Informações relacionadas

- ["Configuração de volume FlexGroup"](#)

Estratégia de implantação do pNFS no ONTAP

O pNFS foi introduzido para aprimorar o NFS tradicional, separando os caminhos de metadados e dados, fornecendo localização de dados e permitindo operações paralelas.

Desafios do NFS tradicional e benefícios do pNFS

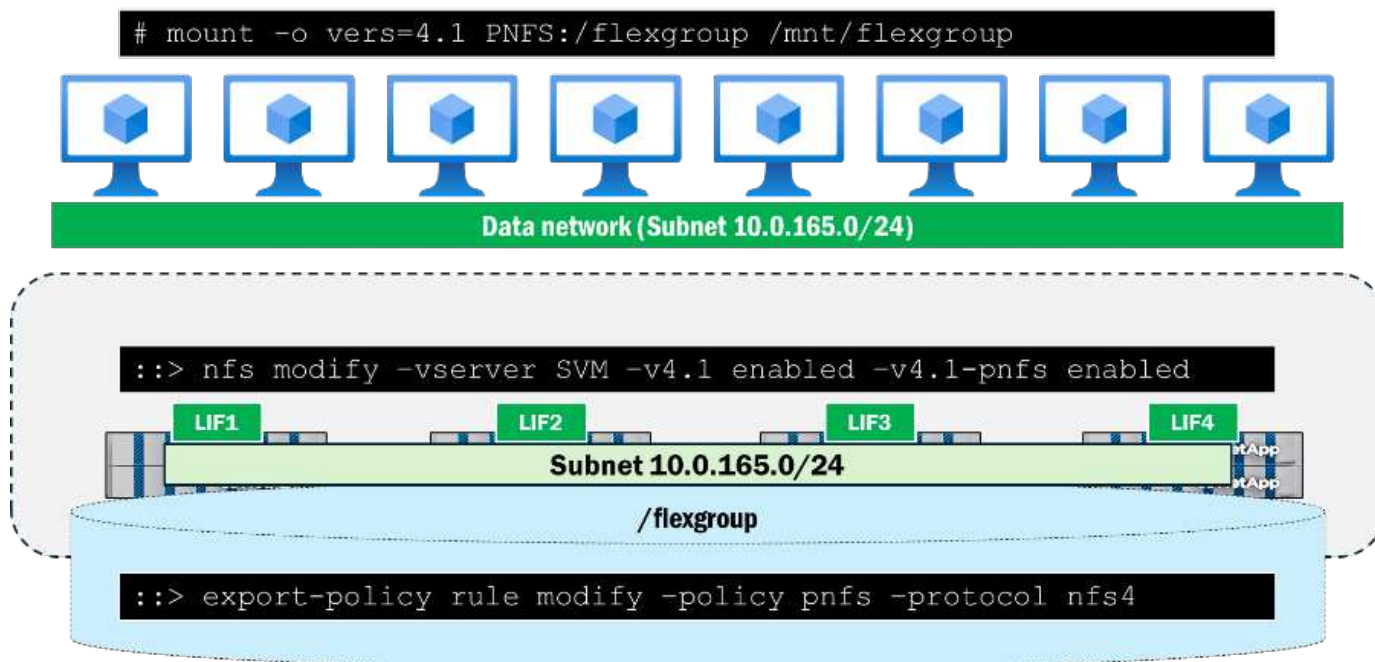
A tabela a seguir mostra os desafios do NFS tradicional e explica como o pNFS no ONTAP os resolve.

Desafio	benefício pNFS
Mesmo caminho para metadados e dados No NFS tradicional, metadados e dados percorrem o mesmo caminho, o que pode saturar tanto a rede quanto a CPU, já que um único caminho se conecta a um único nó de hardware no cluster. Essa situação se agrava quando muitos usuários tentam acessar a mesma exportação NFS.	Os caminhos de metadados e de dados são separados, e os caminhos de dados são paralelizados. Ao separar os caminhos de metadados e de dados para o tráfego NFS e fornecer vários caminhos de rede para os caminhos de dados, os recursos de CPU e de rede são maximizados em um cluster ONTAP, proporcionando assim maior escalabilidade para as cargas de trabalho.
Desafios de distribuição de carga de trabalho Em um cluster ONTAP NAS, você pode ter até 24 nós, cada um com seu próprio conjunto de volumes de dados e interfaces de rede. Cada volume pode hospedar sua própria carga de trabalho ou um subconjunto dela, e com um volume FlexGroup essa carga de trabalho pode existir em vários nós que acessam um único namespace para maior simplicidade. Quando um cliente monta uma exportação NFS, o tráfego de rede será estabelecido em um único nó. Quando os dados acessados residem em um nó separado no cluster, ocorrerá tráfego remoto, o que pode adicionar latência à carga de trabalho e complexidade à administração.	Caminhos locais e paralelos para estruturas de dados Como o pNFS separa os caminhos de dados dos metadados e fornece vários caminhos de dados paralelos dependendo da localidade do volume no cluster, a latência pode ser reduzida diminuindo a distância do tráfego de rede no cluster, bem como aproveitando vários recursos de hardware em um cluster. Além disso, como o pNFS no ONTAP redireciona o tráfego de dados automaticamente, os administradores têm menos necessidade de gerenciar vários caminhos e locais de exportação.
Realocação de pontos de montagem NFS Depois que um ponto de montagem é estabelecido, desmontar e remontar o volume seria problemático. O ONTAP oferece a capacidade de migrar interfaces de rede entre nós, mas isso adiciona sobrecarga de gerenciamento e é disruptivo para conexões NFS com estado usando NFSv4.x. Algumas das razões para a mudança de localização de um ponto de montagem estão relacionadas aos desafios de localização dos dados.	Realocação automática de caminhos Com o pNFS, o servidor NFS mantém uma tabela com a localização das interfaces de rede e dos volumes. Quando uma estrutura de dados é solicitada por um cliente através do caminho de metadados no pNFS, o servidor entrega um caminho de rede otimizado ao cliente, que então utiliza esse caminho para operações de dados. Isso reduz drasticamente a sobrecarga de gerenciamento das cargas de trabalho e pode melhorar o desempenho em alguns casos.

Requisitos de configuração

A configuração do pNFS no NetApp ONTAP requer o seguinte:

- Um cliente NFS que suporte pNFS e esteja montado com NFSv4.1 ou posterior.
- NFSv4.1 habilitado no servidor NFS no ONTAP (`nfs modify -v4.1 enabled`) (Desativado por padrão)
- pNFS habilitado no servidor NFS no ONTAP (`nfs modify -v4.1-pnfs enabled`) (Desativado por padrão)
- Pelo menos uma interface de rede por nó, roteável para os clientes NFS.
- Volumes de dados no SVM que possuem políticas e regras de exportação que permitem NFSv4



Após os requisitos de configuração acima serem atendidos, o pNFS funcionará automaticamente.

Informações relacionadas

- ["Configuração NFS"](#)
- ["Suporte ONTAP para NFSv4.1"](#)
- ["Conectividade da interface de rede para pNFS"](#)

Plano

Plano para implantação do pNFS

Antes de implementar o pNFS em seu ambiente, certifique-se de atender aos pré-requisitos e de compreender os requisitos de interoperabilidade e os limites de configuração.

Pré-requisitos

Antes de habilitar e usar o pNFS no ONTAP, certifique-se de que os seguintes requisitos sejam atendidos:

- O NFSv4.1 ou posterior está habilitado no servidor NFS.
- Pelo menos um ["Os dados LIF existem por nó."](#) no cluster para a SVM que hospeda o servidor NFS
- Todos ["Os LIFs de dados no SVM são roteáveis."](#) para clientes NFS
- Os clientes NFS suportam pNFS (a maioria das distribuições Linux modernas de 2014 em diante).
- A conectividade de rede entre os clientes e todos os LIFs de dados no SVM está funcional.
- A resolução de DNS (caso utilize nomes de host) está configurada corretamente para todas as LIFs de dados.
- ["Volumes FlexGroup"](#) estão configurados (recomendado para melhores resultados)
- ["Os domínios de ID do NFSv4.x correspondem"](#) entre clientes e ONTAP

- "NFS Kerberos" (se utilizado) está habilitado em todos os LIFs de dados no SVM.

Resumo das melhores práticas

Ao implementar o pNFS em seu ambiente, siga estas boas práticas:

- Usar "Volumes FlexGroup" para melhor desempenho e escalabilidade de capacidade
- Garanta que todos "As interfaces de rede na SVM são roteáveis." para clientes
- "Desativar NFSv4,0" para garantir que os clientes usem NFSv4.1 ou posterior.
- Distribua os pontos de montagem por várias interfaces e nós de rede.
- Use DNS round robin para "servidores de metadados de balanceamento de carga"
- Verificar "Os domínios de ID do NFSv4.x correspondem" em clientes e servidores
- Conduta "migrações de interface de rede" e "failover de armazenamento" durante os períodos de manutenção
- Habilitar "NFS Kerberos" em todos os LIFs de dados se estiver usando segurança Kerberos
- Evite usar "Encaminhamentos NFSv4.1" ao usar pNFS
- Teste "configurações do nconnect" tenha cuidado para evitar sobrecarregar os limites de conexão TCP.
- Considerar "entroncamento de sessão" como uma alternativa a "nligar" (não use ambos juntos)
- Verificar "suporte do fornecedor do sistema operacional do cliente" para pNFS antes da implantação

Interoperabilidade

O pNFS no ONTAP foi projetado para funcionar com clientes NFS compatíveis com RFC. Aplicam-se as seguintes considerações:

- Mais moderno "Distribuições Linux de 2014 em diante" Suporte a pNFS (RHEL 6.4, Fedora 17 e versões posteriores)
- Verifique com o fornecedor do seu sistema operacional cliente se o pNFS é compatível.
- O pNFS funciona tanto com FlexVol quanto com "Volumes FlexGroup"
- O pNFS é compatível com NFSv4.1 e "NFSv4.2"
- O pNFS pode ser usado com "NFS Kerberos" (krb5, krb5i, krb5p), mas o desempenho pode ser afetado
- O pNFS pode ser usado em conjunto com "nligar" ou "entroncamento de sessão" (mas não ambos simultaneamente)
- pNFS não funciona sobre "NFSv4.0"

Limites

Os seguintes limites se aplicam ao pNFS no ONTAP:

- "limites de conexão TCP" O preço por nó varia conforme a plataforma (consulte o NetApp Hardware Universe para obter os limites específicos).
- Tamanho máximo do arquivo: Depende do tipo de volume e da versão do ONTAP.
- Número máximo de arquivos: até 200 bilhões de arquivos. "Volumes FlexGroup"
- Capacidade máxima: até 60 PB com "Volumes FlexGroup"

- ["contagem de interfaces de rede"](#) É necessário pelo menos um LIF de dados por nó; mais podem ser necessários para balanceamento de carga.

Ao usar ["nconnect com pNFS"](#) Esteja ciente de que o número de conexões TCP se multiplica rapidamente:

- Cada cliente montado com nconnect cria múltiplas conexões TCP por LIF de dados.
- Com muitos clientes usando valores altos de nconnect, ["limites de conexão TCP"](#) pode ser excedido
- Exceder os limites de conexão TCP impede novas conexões até que as conexões existentes sejam liberadas.

Informações relacionadas

- ["Conectividade da interface de rede para pNFS"](#)
- ["Habilitar ou desabilitar o NFSv4.1"](#)
- ["Suporte ONTAP para NFSv4.1"](#)
- ["Suporte ONTAP para NFSv4.2"](#)
- ["NetApp Hardware Universe"](#)

Ajuste e melhores práticas de desempenho do pNFS

Ao usar o pNFS no ONTAP, leve em consideração os seguintes pontos e siga as melhores práticas para obter os melhores resultados.

Recomendações de tipo de volume

O pNFS no ONTAP funciona tanto com volumes FlexVol quanto com volumes FlexGroup , mas para obter os melhores resultados gerais, utilize volumes FlexGroup .

Os volumes FlexGroup oferecem:

- Um único ponto de montagem que pode abranger vários recursos de hardware em um cluster, permitindo que o pNFS localize o tráfego de dados.
- Possibilidades de capacidade massivas (até 60 PB) e grande quantidade de arquivos (até 200 bilhões de arquivos).
- Suporte para arquivos multipartes para balanceamento de capacidade e potenciais benefícios de desempenho.
- Acesso paralelo a volumes e hardware que suportam uma única carga de trabalho.

["Saiba mais sobre o gerenciamento de volumes do FlexGroup."](#)

Recomendações de clientes

Nem todos os clientes NFS suportam pNFS, mas a maioria dos clientes modernos sim. O RHEL 6.4 e o Fedora 17 foram os primeiros clientes com suporte a pNFS (aproximadamente em 2014), portanto, é razoável supor que as versões de clientes lançadas nos últimos anos ofereçam suporte completo ao recurso. A posição do ONTAP em relação ao suporte a NFS é a seguinte: "se o cliente suporta o recurso e está em conformidade com o RFC, e nós também suportamos o recurso, então a combinação é suportada." No entanto, é uma boa prática garantir que o pNFS seja suportado pelo fornecedor do sistema operacional do cliente.

Movimentos de volume

O ONTAP oferece a capacidade de mover volumes entre nós ou agregados no mesmo cluster sem interrupções, proporcionando flexibilidade no equilíbrio entre capacidade e desempenho. Quando ocorre uma movimentação de volume no ONTAP, os mapeamentos de dispositivos pNFS são atualizados automaticamente para informar os clientes a utilizarem a nova relação volume-interface, se necessário.

["Aprenda sobre como mover um volume"](#)

Migração de interface de rede

O ONTAP oferece a capacidade de mover interfaces de rede entre nós no mesmo cluster para proporcionar equilíbrio de desempenho e flexibilidade de manutenção. Assim como ocorre com as movimentações de volume, quando uma migração de interface de rede acontece no ONTAP, os mapeamentos de dispositivos pNFS são atualizados automaticamente para informar os clientes a utilizarem a nova relação volume-interface, se necessário.

No entanto, como o NFSv4.1 é um protocolo com estado, uma migração de interface de rede pode ser disruptiva para clientes que estejam usando ativamente a montagem NFS. É uma boa prática realizar migrações de interfaces de rede durante uma janela de manutenção e notificar os clientes sobre possíveis interrupções na rede.

Falhas/devoluções de armazenamento

O pNFS segue as mesmas considerações de failover de armazenamento que o NFSv4.1. Esses tópicos são abordados em detalhes em ["Relatório técnico da NetApp 4067: Guia de práticas recomendadas e implementação de NFS"](#) Em geral, qualquer failover/devolução de armazenamento envolvendo pNFS deve ser feito em uma janela de manutenção, com possíveis interrupções de armazenamento esperadas devido à natureza de estado do protocolo.

Cargas de trabalho de metadados

As operações de metadados são pequenas em tamanho e podem ser grandes em número, dependendo da carga de trabalho (Você está criando um grande número de arquivos? Você está executando comandos "find"?) e contagem total de arquivos. Consequentemente, cargas de trabalho com grande número de chamadas de metadados podem sobrecarregar a CPU do servidor NFS e potencialmente causar gargalos em uma única conexão. O pNFS (e o NFSv4.x em geral) não é adequado para cargas de trabalho com alto volume de metadados que exigem alto desempenho, pois a natureza stateful, os mecanismos de bloqueio e alguns dos recursos de segurança dessa versão do protocolo podem impactar negativamente a utilização da CPU e a latência. Esses tipos de carga de trabalho (como GETATTR ou SETATTR de alta frequência) geralmente têm um desempenho melhor com NFSv3.

Servidor de metadados

O servidor de metadados no pNFS é estabelecido na montagem inicial de uma exportação NFS. Uma vez estabelecido o ponto de montagem, ele permanece no local até ser remontado ou a interface de dados ser movida. Por isso, é uma boa prática garantir que vários clientes que acessam o mesmo volume o montem em nós e interfaces de dados diferentes na SVM. Essa abordagem proporciona balanceamento de carga dos servidores de metadados entre os nós e os recursos de CPU, ao mesmo tempo que maximiza as interfaces de rede no cluster. Uma maneira de fazer isso é estabelecer uma configuração de DNS round robin, que é abordada em [referência omitida]. ["Relatório Técnico 4523 da NetApp : Balanceamento de Carga de DNS no ONTAP"](#).

Domínios de ID NFSv4.x

O NFSv4.x oferece funcionalidades de segurança de diversas maneiras (abordadas em detalhes em ["Relatório técnico da NetApp 4067: Guia de práticas recomendadas e implementação de NFS"](#)). Os domínios de ID do NFSv4.x são uma dessas maneiras, em que um cliente e um servidor devem concordar com os domínios de ID ao tentar autenticar usuários e grupos em uma exportação NFS. Um dos efeitos colaterais de uma incompatibilidade de domínio de ID seria o usuário ou grupo aparecer como um usuário anonimizado (essencialmente suprimido) para evitar acesso indesejado. Com o NFSv4.x (e também com o pNFS), é uma boa prática garantir que os domínios de ID do NFSv4.x correspondam no cliente e no servidor.

nligar

Conforme mencionado anteriormente, o nconnect no ONTAP pode ajudar a melhorar o desempenho em algumas cargas de trabalho. Com o pNFS, é importante entender que, embora o nconnect possa melhorar o desempenho aumentando consideravelmente o número total de conexões TCP com o sistema de armazenamento, ele também pode criar problemas quando muitos clientes utilizam a opção de montagem, sobrecarregando as conexões TCP no armazenamento. O NetApp Hardware Universe aborda os limites de conexão TCP por nó.

Quando os limites de conexão TCP de um nó são excedidos, nenhuma nova conexão TCP é permitida até que as conexões existentes sejam liberadas. Isso pode criar complicações em ambientes que podem sofrer tempestades de montanha.

A tabela a seguir mostra como o pNFS com nconnect pode sobrecarregar os limites de conexão TCP:

Contagem de clientes	valor nconnect	Total de conexões TCP potenciais por montagem, por nó.
1	4	4
100	4	400
1000	8	8000
10000	8	80000
10000	16	160000 ¹

¹ Excede a maioria dos limites de conexão TCP de nó único do ONTAP

Entroncamento de sessão NFSv4,1

O trunking de sessão no ONTAP pode ser usado para aumentar a taxa de transferência e a resiliência do caminho para montagens NFSv4.x. Quando usado com pNFS, cada nó em um cluster pode estabelecer um tronco de sessão. No entanto, os troncos de sessão exigem pelo menos duas interfaces por nó, e o pNFS exige pelo menos uma interface por nó para funcionar conforme o esperado. Além disso, todas as interfaces na SVM devem ser roteáveis para os clientes NFS. O trunking de sessão e o pNFS não funcionam corretamente quando se utiliza também o nconnect. Considere o nConnect e o trunking de sessão como funcionalidades mutuamente exclusivas.

["Aprenda sobre trunking NFS"](#)

Conectividade da interface de rede

Para funcionar corretamente, o pNFS requer uma interface de rede roteável em cada nó do cluster. Se existirem outras interfaces de rede que não sejam roteáveis para clientes NFS na mesma SVM que o servidor

NFS que hospeda o pNFS, o ONTAP ainda anunciará essas interfaces no mapeamento de dispositivos para os clientes. Quando o cliente NFS tenta acessar dados por meio de interfaces em uma sub-rede diferente, ele não conseguirá se conectar, o que causará uma interrupção. É uma boa prática permitir em uma SVM apenas as interfaces de rede que podem ser acessadas pelos clientes ao usar pNFS.



Por padrão, o pNFS exige que qualquer LIF de dados na SVM seja roteável para interfaces nos clientes NFS, pois as listas de dispositivos pNFS serão preenchidas com qualquer LIF de dados na SVM. Como resultado, podem ser selecionadas LIFs de dados não roteáveis, o que pode gerar cenários de interrupção. Como prática recomendada, configure LIFs de dados roteáveis somente ao usar pNFS.

A partir do ONTAP 9.18.1 RC1 e versões posteriores, é possível especificar quais interfaces são elegíveis para tráfego pNFS por sub-rede, permitindo a combinação de interfaces roteáveis e não roteáveis. Para obter informações sobre os comandos, entre em contato com o suporte da NetApp .

NFSv4.0

O NFSv4.0 é uma opção que pode ser habilitada em um servidor ONTAP NFS juntamente com o NFSv4.1. No entanto, o pNFS não funciona com NFSv4.0. Se o NFSv4.0 estiver habilitado no servidor NFS, os clientes podem, potencialmente, montar essa versão do protocolo sem saber e não poderão aproveitar o pNFS. Consequentemente, a melhor prática é desativar explicitamente o NFSv4.0 ao usar o pNFS. O NFSv4.1 ainda precisa estar habilitado e pode funcionar independentemente do NFSv4.0.

Encaminhamentos NFSv4.1

O NFSv4.1 encaminha o caminho de montagem de um cliente para a interface de rede no nó que possui um volume. O pNFS localiza o caminho de dados, e o caminho de montagem se torna um servidor de metadados.

Embora seja possível usar os dois recursos em conjunto, o uso de referências NFSv4.1 com pNFS pode resultar no efeito indesejado de empilhar vários servidores de metadados no mesmo nó e reduzir a capacidade de distribuir os servidores de metadados por vários nós do cluster. Se os servidores de metadados não estiverem distribuídos uniformemente em um cluster ao usar o pNFS, a CPU de um único nó pode ficar sobrecarregada com solicitações de metadados, criando um gargalo de desempenho.

Sendo assim, é uma boa prática evitar o uso de referências NFSv4.1 ao usar pNFS. Em vez disso, distribua os pontos de montagem por várias interfaces de rede e nós no cluster.

["Saiba mais sobre como ativar ou desativar encaminhamentos NFSv4."](#)

NFS Kerberos

Com o NFS Kerberos, é possível criptografar a autenticação com krb5 e criptografar ainda mais os pacotes de dados com krb5i e krb5p. Isso é habilitado por interface de rede em uma SVM e é abordado em detalhes em ["Relatório técnico do NetApp 4616: Kerberos NFS no ONTAP com o Microsoft Active Directory"](#).

Como o pNFS pode redirecionar o tráfego de dados entre nós e interfaces de rede na SVM, o NFS Kerberos deve estar habilitado e funcionando em cada interface de rede da SVM. Se alguma interface de rede na SVM não estiver habilitada para Kerberos, o pNFS não funcionará corretamente ao tentar acessar volumes de dados nessas interfaces.

Por exemplo, ao executar um teste de leitura usando o comando `dd` paralelo em uma SVM com pNFS habilitado e duas interfaces de rede (apenas uma habilitada para Kerberos), os arquivos localizados na interface com Kerberos habilitado apresentaram bom desempenho, enquanto os arquivos no nó com a

interface sem Kerberos habilitado nunca conseguiram concluir suas leituras. Com o Kerberos ativado em ambas as interfaces, todos os arquivos funcionaram conforme o esperado.

O NFS Kerberos pode ser usado com o pNFS, desde que o NFS Kerberos esteja habilitado em todas as interfaces de rede da SVM. Lembre-se de que o NFS Kerberos pode acarretar uma perda de desempenho devido à criptografia/descriptografia dos pacotes. Portanto, é uma boa prática testar o pNFS com NFS Kerberos minuciosamente com suas cargas de trabalho para garantir que qualquer impacto no desempenho não seja excessivo.

Abaixo, segue um exemplo do desempenho de leitura paralela ao usar krb5 (autenticação) e krb5p (criptografia de ponta a ponta) com pNFS em um cliente RHEL 9.5. Neste teste, o Krb5p apresentou uma degradação de desempenho de 70%.

Sabor Kerberos	MB/s	Tempo de conclusão
krb5	<ul style="list-style-type: none">• File1-243• File2-243• File3-238• File4-238	<ul style="list-style-type: none">• File1-43• File2-43,1• File3-44• File4-44,1
krb5p	<ul style="list-style-type: none">• File1-72,9• File2-72,8• File3-71,4• File4-71,2	<ul style="list-style-type: none">• File1-143,9• File2-144,1• File3-146,9• File4-147,3

["Aprenda sobre Kerberos com NFS para uma segurança robusta."](#)

NFSv4.2

O NFSv4.2 foi adicionado ao ONTAP 9.8 e é a versão mais recente do NFSv4.x disponível (RFC-7862). O NFSv4.2 não possui uma opção explícita para habilitá-lo/desabilitá-lo. Em vez disso, ele é ativado/desativado juntamente com o NFSv4.1. (-4.1 enabled). Se um cliente suporta NFSv4.2, ele negociará a versão mais recente do NFS suportada durante o comando de montagem, a menos que seja especificado o contrário. `minorversion=2` opção de montagem.

O NFSv4.2 no ONTAP suporta as seguintes funcionalidades:

- Etiquetas de segurança (etiquetas MAC)
- Atributos estendidos
- Operações de arquivo esparsas (FALLOCATE)

O pNFS foi introduzido com o NFSv4.1, mas também é compatível com o NFSv4.2, assim como com seus recursos complementares.

["Saiba mais sobre o suporte ONTAP para NFSv4.2"](#)

Comandos pNFS, estatísticas e registros de eventos

Esses comandos da CLI do ONTAP referem-se especificamente ao pNFS. Você pode

usá-los para configurar, solucionar problemas e coletar estatísticas.

Ativar NFSv4.1

```
nfs modify -vserver SVM -v4.1 enabled
```

Ativar pNFS

```
nfs modify -vserver SVM -v4.1-pnfs enabled
```

Exibir dispositivos pNFS (privilégios avançados)

```
pnfs devices show -vserver SVM
```

Vserver Name Generation	Mapping ID	Volume MSID	Mapping Status	
-----	-----	-----	-----	
SVM	17	2157024470	notavailable	2
SVM	18	2157024463	notavailable	2
SVM	19	2157024469	available	3
SVM	20	2157024465	available	4
SVM	21	2157024467	available	3
SVM	22	2157024462	available	1

Exibir mapeamentos de dispositivos pNFS (privilégios avançados)

```
pnfs devices mappings show -vserver SVM
```

Vserver Name	Mapping ID	Dsid	LIF IP
-----	-----	-----	-----
SVM	19	2449	10.x.x.x
SVM	20	2512	10.x.x.y
SVM	21	2447	10.x.x.x
SVM	22	2442	10.x.x.y

Capturar contadores de desempenho específicos do pNFS (privilégios avançados)

```
statistics start -object nfsv4_1 -vserver SVM -sample-id [optional-name]
```

Visualizar contadores de desempenho específicos do pNFS (privilégios avançados)

```
statistics show -object nfsv4_1 -vserver SVM
```

Veja a lista de contadores específicos do pNFS (privilégios avançados)

```
statistics catalog counter show -object nfsv4_1 -counter *layout*|*device*
```

Object: nfsv4_1

Counter	Description
-----	-----
getdeviceinfo_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdeviceinfo_error	The number of failed NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdeviceinfo_percent	Percentage of NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdeviceinfo_success	The number of successful NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdeviceinfo_total	Total number of NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdevicelist_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
getdevicelist_error	The number of failed NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
getdevicelist_percent	Percentage of NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
getdevicelist_success	The number of successful NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
getdevicelist_total	Total number of NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
layoutcommit_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutcommit_error	The number of failed NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutcommit_percent	Percentage of NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutcommit_success	The number of successful NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutcommit_total	Total number of NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutget_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 LAYOUTGET operations.
layoutget_error	The number of failed NFSv4.1 LAYOUTGET operations.

```

operations.
layoutget_percent      Percentage of NFSv4.1 LAYOUTGET operations.
layoutget_success      The number of successful NFSv4.1 LAYOUTGET
operations.
layoutget_total        Total number of NFSv4.1 LAYOUTGET operations.
layoutreturn_avg_latency Average latency of NFSv4.1 LAYOUTRETURN
operations.
layoutreturn_error     The number of failed NFSv4.1 LAYOUTRETURN
operations.
layoutreturn_percent   Percentage of NFSv4.1 LAYOUTRETURN operations.
layoutreturn_success   The number of successful NFSv4.1 LAYOUTRETURN
operations.
layoutreturn_total     Total number of NFSv4.1 LAYOUTRETURN
operations.

```

Visualizar conexões de rede ativas para NFS

Você pode verificar se várias conexões TCP estão sendo feitas com a SVM usando o `network connections active show` comando.

Por exemplo, se você quiser visualizar os troncos de sessão NFS, procure por conexões dos mesmos clientes em diferentes interfaces por nó:

```

cluster::*> network connections active show -node cluster-0* -vserver PNFS
          Vserver   Interface      Remote
          CID Ctx Name      Name:Local Port   Host:Port
Protocol/Service
-----
Node: node-01
2304333128 14 PNFS      data1:2049      ubuntu22-224:740   TCP/nfs
2304333144 10 PNFS      data3:2049      ubuntu22-224:864   TCP/nfs
2304333151  5 PNFS      data1:2049      ubuntu22-226:848   TCP/nfs
2304333167 15 PNFS      data3:2049      ubuntu22-226:684   TCP/nfs
Node: node-02
2497668321 12 PNFS      data2:2049      ubuntu22-224:963   TCP/nfs
2497668337 18 PNFS      data4:2049      ubuntu22-224:859   TCP/nfs
2497668344 14 PNFS      data2:2049      ubuntu22-226:675   TCP/nfs
2497668360  7 PNFS      data4:2049      ubuntu22-226:903   TCP/nfs

```

Exibir informações da versão NFS para clientes conectados

Você também pode visualizar conexões NFS com o `nfs connected-clients show` comando. Lembre-se de que a lista de clientes exibida inclui aqueles que tiveram tráfego NFS ativo nas últimas 48 horas. Clientes NFS ociosos (mesmo que ainda estejam montados) podem não aparecer até que o ponto de montagem seja acessado. Você pode filtrar esses resultados para exibir apenas os clientes acessados mais recentemente,

especificando o `-idle-time` recurso.

Por exemplo, para visualizar os clientes com atividade nos últimos 10 minutos para o pNFS SVM:

```
cluster::*> nfs connected-clients show -vserver PNFS -idle-time <10m>
```

```
Node: node-01
```

```
Vserver: PNFS Data-IP: 10.x.x.x Local Remote Client-IP Protocol Volume  
Policy Idle-Time Reqs Reqs Trunking
```

```
10.x.x.a nfs4.2 PNFS_root default 9m 10s 0 149 false 10.x.x.a nfs4.2  
FG_0001 default 9m 10s 135847 0 false 10.x.x.b nfs4.2 PNFS_root default 8m  
12s 0 157 false 10.x.x.b nfs4.2 FG_0001 default 8m 12s 52111 0 false
```

Informações relacionadas

- ["Saiba mais sobre NFS paralelo \(pNFS\) no ONTAP."](#)

Informações sobre direitos autorais

Copyright © 2026 NetApp, Inc. Todos os direitos reservados. Impresso nos EUA. Nenhuma parte deste documento protegida por direitos autorais pode ser reproduzida de qualquer forma ou por qualquer meio — gráfico, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação, gravação em fita ou storage em um sistema de recuperação eletrônica — sem permissão prévia, por escrito, do proprietário dos direitos autorais.

O software derivado do material da NetApp protegido por direitos autorais está sujeito à seguinte licença e isenção de responsabilidade:

ESTE SOFTWARE É FORNECIDO PELA NETAPP "NO PRESENTE ESTADO" E SEM QUAISQUER GARANTIAS EXPRESSAS OU IMPLÍCITAS, INCLUINDO, SEM LIMITAÇÕES, GARANTIAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZAÇÃO E ADEQUAÇÃO A UM DETERMINADO PROPÓSITO, CONFORME A ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE DESTES DOCUMENTOS. EM HIPÓTESE ALGUMA A NETAPP SERÁ RESPONSÁVEL POR QUALQUER DANO DIRETO, INDIRETO, INCIDENTAL, ESPECIAL, EXEMPLAR OU CONSEQUENCIAL (INCLUINDO, SEM LIMITAÇÕES, AQUISIÇÃO DE PRODUTOS OU SERVIÇOS SOBRESSALIENTES; PERDA DE USO, DADOS OU LUCROS; OU INTERRUPÇÃO DOS NEGÓCIOS), INDEPENDENTEMENTE DA CAUSA E DO PRINCÍPIO DE RESPONSABILIDADE, SEJA EM CONTRATO, POR RESPONSABILIDADE OBJETIVA OU PREJUÍZO (INCLUINDO NEGLIGÊNCIA OU DE OUTRO MODO), RESULTANTE DO USO DESTES DOCUMENTOS, MESMO SE ADVERTIDA DA RESPONSABILIDADE DE TAL DANO.

A NetApp reserva-se o direito de alterar quaisquer produtos descritos neste documento, a qualquer momento e sem aviso. A NetApp não assume nenhuma responsabilidade nem obrigação decorrentes do uso dos produtos descritos neste documento, exceto conforme expressamente acordado por escrito pela NetApp. O uso ou a compra deste produto não representam uma licença sob quaisquer direitos de patente, direitos de marca comercial ou quaisquer outros direitos de propriedade intelectual da NetApp.

O produto descrito neste manual pode estar protegido por uma ou mais patentes dos EUA, patentes estrangeiras ou pedidos pendentes.

LEGENDA DE DIREITOS LIMITADOS: o uso, a duplicação ou a divulgação pelo governo estão sujeitos a restrições conforme estabelecido no subparágrafo (b)(3) dos Direitos em Dados Técnicos - Itens Não Comerciais no DFARS 252.227-7013 (fevereiro de 2014) e no FAR 52.227- 19 (dezembro de 2007).

Os dados aqui contidos pertencem a um produto comercial e/ou serviço comercial (conforme definido no FAR 2.101) e são de propriedade da NetApp, Inc. Todos os dados técnicos e software de computador da NetApp fornecidos sob este Contrato são de natureza comercial e desenvolvidos exclusivamente com despesas privadas. O Governo dos EUA tem uma licença mundial limitada, irrevogável, não exclusiva, intransferível e não sublicenciável para usar os Dados que estão relacionados apenas com o suporte e para cumprir os contratos governamentais desse país que determinam o fornecimento de tais Dados. Salvo disposição em contrário no presente documento, não é permitido usar, divulgar, reproduzir, modificar, executar ou exibir os dados sem a aprovação prévia por escrito da NetApp, Inc. Os direitos de licença pertencentes ao governo dos Estados Unidos para o Departamento de Defesa estão limitados aos direitos identificados na cláusula 252.227-7015(b) (fevereiro de 2014) do DFARS.

Informações sobre marcas comerciais

NETAPP, o logotipo NETAPP e as marcas listadas em <http://www.netapp.com/TM> são marcas comerciais da NetApp, Inc. Outros nomes de produtos e empresas podem ser marcas comerciais de seus respectivos proprietários.