



# RHEL 9

## SAN hosts and cloud clients

NetApp  
December 18, 2024

# Índice

- RHEL 9 ..... 1
  - Configuração de host NVMe-of para RHEL 9,5 com ONTAP ..... 1
  - Configuração de host NVMe-of para RHEL 9,4 com ONTAP ..... 26
  - Configuração de host NVMe-of para RHEL 9,3 com ONTAP ..... 40
  - Configuração de host NVMe-of para RHEL 9,2 com ONTAP ..... 51
  - Configuração de host NVMe-of para RHEL 9,1 com ONTAP ..... 63
  - Configuração de host NVMe-of para RHEL 9,0 com ONTAP ..... 75

# RHEL 9

## Configuração de host NVMe-of para RHEL 9,5 com ONTAP

As configurações de host SAN NetApp dão suporte ao protocolo NVMe over Fabrics (NVMe-of) com acesso a namespace assimétrico (ANA). Em ambientes NVMe-of, o ANA é equivalente a multipathing de acesso de unidade lógica assimétrica (ALUA) em ambientes iSCSI e FCP. A ANA é implementada usando o recurso multipath NVMe no kernel.

### Sobre esta tarefa

Você pode usar o suporte e os recursos a seguir com a configuração de host NVMe-of para Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 9,5. Você também deve rever as limitações conhecidas antes de iniciar o processo de configuração.

- Suporte disponível:
  - Suporte a NVMe em TCP (NVMe/TCP), além de NVMe em Fibre Channel (NVMe/FC). O plug-in do NetApp no pacote nativo `nvme-cli` exibe detalhes do ONTAP para namespaces NVMe/FC e NVMe/TCP.
  - Executando o tráfego NVMe e SCSI no mesmo host. Por exemplo, você pode configurar o `dm-multipath` para dispositivos SCSI `mpath` para LUNs SCSI e usar o `multipath NVMe` para configurar dispositivos de namespace NVMe-of no host.

Para obter detalhes adicionais sobre as configurações suportadas, consulte o ["Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#).
- Características disponíveis:
  - A partir do ONTAP 9.12.1, o suporte para autenticação segura na banda é apresentado ao NVMe-of. Você pode usar autenticação segura na banda para NVMe-of com RHEL 9,5.
  - O RHEL 9,5 habilita o `multipath NVMe` no kernel para namespaces NVMe por padrão, eliminando a necessidade de configurações explícitas.
  - Suporte para inicialização SAN usando o protocolo NVMe/FC.
- Limitações conhecidas:
  - Não há limitações conhecidas.

### Validar versões de software

Você pode usar o procedimento a seguir para validar as versões de software RHEL 9,5 mínimas suportadas.

#### Passos

1. Instale o RHEL 9,5 no servidor. Depois que a instalação estiver concluída, verifique se você está executando o kernel RHEL 9,5 especificado:

```
uname -r
```

```
5.14.0-503.11.1.el9_5.x86_64
```

2. Instale o `nvme-cli` pacote:

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

```
nvme-cli-2.9.1-6.el9.x86_64
```

3. Instale o `libnvme` pacote:

```
rpm -qa | grep libnvme
```

```
libnvme-1.9-3.el9.x86_64
```

4. No host RHEL 9,5, verifique a string `hostnqn` em `/etc/nvme/hostnqn`:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
```

5. Verifique se a `hostnqn` cadeia corresponde à `hostnqn` cadeia para o subsistema correspondente na matriz ONTAP:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```

## Mostrar exemplo

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
-----
-----
vs_coexistence_LPE36002
  nvme
      regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
  nvme_1
      regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
  nvme_2
      regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
  nvme_3
      regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
4 entries were displayed.
```



Se as `hostnqn` strings não corresponderem, use o `vserver modify` comando para atualizar a `hostnqn` cadeia de caracteres no subsistema de matriz ONTAP correspondente para corresponder à `hostnqn` cadeia de caracteres `/etc/nvme/hostnqn` do host.

## Configurar o NVMe/FC

Você pode configurar o NVMe/FC com adaptadores Broadcom/Emulex FC ou Marvell/Qlogic FC. Para NVMe/FC configurado com um adaptador Broadcom, é possível habilitar solicitações de e/S de tamanho 1 MB.

## Broadcom/Emulex

### Passos

1. Verifique se você está usando o modelo de adaptador suportado:

a. `cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname`

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

b. `cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc`

```
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Verifique se você está usando o firmware Broadcom recomendado e o driver da `lpfc` caixa de entrada:

a. `cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev`

```
14.4.317.10, sli-4:6:d  
14.4.317.10, sli-4:6:d
```

b. `cat /sys/module/lpfc/version`

```
0:14.4.0.2
```

Para obter a lista mais atual de versões de firmware e drivers de adaptador compatíveis, consulte ["Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#).

3. Verifique se a saída esperada de `lpfc_enable_fc4_type` está definida como 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

```
3
```

4. Verifique se você pode exibir suas portas do iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

```
0x100000109bf044b1  
0x100000109bf044b2
```

5. Verifique se as portas do iniciador estão online:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

```
Online  
Online
```

6. Verifique se as portas do iniciador NVMe/FC estão ativadas e se as portas de destino estão visíveis:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

## Mostrar exemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc2 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc2 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x202fd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x021310 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x202dd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020b10 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000810 Cmpl 0000000810 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007b098f07 Issue 000000007aee27c4 OutIO
ffffffffffffe498bd
        abort 000013b4 noxri 00000000 nondlp 00000058 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 000013b4 Err 00021443
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc3 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc3 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2033d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020110 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2032d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x022910 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000840 Cmpl 0000000840 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007afd4434 Issue 000000007ae31b83 OutIO
ffffffffffffe5d74f
        abort 000014a5 noxri 00000000 nondlp 0000006a qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 000014a5 Err 0002149a
```

## Marvell/QLogic

Configure o NVMe/FC para um adaptador Marvell/QLogic.



O driver nativo da caixa de entrada qla2xxx incluído no kernel RHEL 9,5 GA tem as correções mais recentes. Essas correções são essenciais para o suporte ao ONTAP.



## Passos

1. Verifique se você está executando o driver de adaptador e as versões de firmware compatíveis:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

```
QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.200-k  
QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.200-k
```

2. Verifique se `ql2xnvmeenable` está definido. Isso permite que o adaptador Marvell funcione como um iniciador NVMe/FC:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

O output esperado é 1.

## Ativar 1MB I/o (Opcional)

O ONTAP relata um MDTs (MAX Data Transfer Size) de 8 nos dados do controlador de identificação. Isso significa que o tamanho máximo da solicitação de e/S pode ser de até 1MBMB. Para emitir solicitações de e/S de tamanho 1 MB para um host NVMe/FC Broadcom, você deve aumentar `lpfc` o valor `lpfc_sg_seg_cnt` do parâmetro para 256 do valor padrão 64.



Essas etapas não se aplicam a hosts Qlogic NVMe/FC.

## Passos

1. Defina `lpfc_sg_seg_cnt` o parâmetro como 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Execute o `dracut -f` comando e reinicie o host.
3. Verifique se o valor esperado de `lpfc_sg_seg_cnt` é 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

## Configurar o NVMe/TCP

O protocolo NVMe/TCP não suporta a `auto-connect` operação. Em vez disso, você pode descobrir os

subsistemas e namespaces NVMe/TCP executando as operações NVMe/TCP `connect` ou `connect-all` manualmente.

### Passos

1. Verifique se a porta do iniciador pode buscar os dados da página de log de descoberta nas LIFs NVMe/TCP suportadas:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

## Mostrar exemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24

Discovery Log Number of Records 20, Generation counter 25
====Discovery Log Entry 0====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr: 192.168.2.25
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
====Discovery Log Entry 1====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr: 192.168.1.25
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
====Discovery Log Entry 2====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr: 192.168.2.24
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
====Discovery Log Entry 3====
trtype: tcp
```

```
adrfam:  ipv4
subtype:  current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.1.24
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
====Discovery Log Entry 4====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype:  nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
====Discovery Log Entry 5====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype:  nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
====Discovery Log Entry 6====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype:  nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
```

```
_1
traddr: 192.168.2.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.1.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_4
traddr: 192.168.2.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_4
traddr: 192.168.1.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
```

```
subtype: nvme subsystem
treql:    not specified
portid:   5
trsvcid:  4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_4
traddr:   192.168.2.24
eflags:   none
sectype:  none
====Discovery Log Entry 11====
trtype:   tcp
adrfam:   ipv4
subtype:  nvme subsystem
treql:    not specified
portid:   1
trsvcid:  4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_4
traddr:   192.168.1.24
eflags:   none
sectype:  none
====Discovery Log Entry 12====
trtype:   tcp
adrfam:   ipv4
subtype:  nvme subsystem
treql:    not specified
portid:   4
trsvcid:  4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_3
traddr:   192.168.2.25
eflags:   none
sectype:  none
====Discovery Log Entry 13====
trtype:   tcp
adrfam:   ipv4
subtype:  nvme subsystem
treql:    not specified
portid:   2
trsvcid:  4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_3
```

```
traddr: 192.168.1.25
eflags: none
sectype: none
====Discovery Log Entry 14====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_3
traddr: 192.168.2.24
eflags: none
sectype: none
====Discovery Log Entry 15====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_3
traddr: 192.168.1.24
eflags: none
sectype: none
====Discovery Log Entry 16====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_2
traddr: 192.168.2.25
eflags: none
sectype: none
====Discovery Log Entry 17====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
```

```

treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_2
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
====Discovery Log Entry 18====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_2
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
====Discovery Log Entry 19====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp
_2
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none

```

2. Verifique se as outras combinações de LIF entre iniciador e destino do NVMe/TCP conseguem obter com êxito os dados da página de log de descoberta:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```



### Mostrar exemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
```

3. Execute o `nvme connect-all` comando em todos os LIFs de destino iniciador NVMe/TCP suportados nos nós:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

### Mostrar exemplo

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.24
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
```



A partir do RHEL 9,5, a configuração padrão para o tempo limite NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo` é desativada. Isto significa que não há limite para o número de tentativas (tentativa indefinida). Consequentemente, você não precisa configurar manualmente uma duração específica `ctrl_loss_tmo` de tempo limite ao usar os `nvme connect` comandos ou `nvme connect-all` (opção `-l`). Com esse comportamento padrão, as controladoras NVMe/TCP não apresentam timeouts em caso de falha de caminho e permanecem conectadas indefinidamente.

## Validar o NVMe-of

Para dar suporte à operação correta de LUNs ONTAP, verifique se o status multipath NVMe no kernel, o status ANA e os namespaces ONTAP estão corretos para a configuração NVMe-of.

### Passos

1. Verifique se o multipath NVMe no kernel está habilitado:

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

```
Y
```

2. Verifique se as configurações de NVMe-of apropriadas (como o modelo definido como controlador NetApp ONTAP e o balanceamento de carga `iopolicy` definido como `round-robin`) para os respectivos namespaces

ONTAP refletem corretamente no host:

a. `cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model`

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

b. `cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy`

```
round-robin
round-robin
```

3. Verifique se os namespaces são criados e descobertos corretamente no host:

```
nvme list
```

**Mostrar exemplo**

```
Node          SN                      Model
-----
/dev/nvme4n1 81Ix2BVuekWcAAAAAAB    NetApp ONTAP Controller

Namespace Usage      Format                      FW                      Rev
-----
1                21.47 GB / 21.47 GB    4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

4. Verifique se o estado do controlador de cada caminho está ativo e tem o status ANA correto:

## NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n5
```

### Mostrar exemplo

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.3a5d31f5502c11ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_1
                hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e6dade64-216d-11ec-b7bb-7ed30a5482c3
iopolICY=round-robin\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-0x2088d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live optimized
+- nvme12 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-0x208ad039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live non-optimized
+- nvme10 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-0x2087d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-0x2083d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live optimized
```

## NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

### Mostrar exemplo

```
nvme-subsys5 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp_3
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b5c04f444d33
iopolicy=round-robin
\
+- nvme13 tcp
traddr=192.168.2.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live optimized
+- nvme14 tcp
traddr=192.168.2.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live non-optimized
+- nvme5 tcp
traddr=192.168.1.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.1.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 live non-optimized
```

5. Verifique se o plug-in NetApp exibe os valores corretos para cada dispositivo de namespace ONTAP:

## Coluna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

## Mostrar exemplo

```
Device          Vserver      Namespace Path
-----
/dev/nvme1n1    linux_tcnvme_iscsi
/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns

NSID           UUID                                               Size
-----
1              5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6          21.47GB
```

## JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

## Mostrar exemplo

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme1n1",
      "Vserver": "linux_tcnvme_iscsi",
      "Namespace_Path": "/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns",
      "NSID": 1,
      "UUID": "5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6",
      "Size": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 5242880
    },
  ]
}
```

## Configure a autenticação segura na banda

A partir do ONTAP 9.12.1, a autenticação segura na banda é compatível com NVMe/TCP e NVMe/FC entre um host RHEL 9,5 e uma controladora ONTAP.

Para configurar a autenticação segura, cada host ou controlador deve estar associado a uma DH-HMAC-CHAP chave, que é uma combinação do NQN do host ou controlador NVMe e um segredo de autenticação configurado pelo administrador. Para autenticar seu peer, um host ou controlador NVMe deve reconhecer a chave associada ao peer.

Você pode configurar a autenticação segura na banda usando a CLI ou um arquivo JSON de configuração. Se você precisar especificar diferentes chaves dhchap para diferentes subsistemas, você deve usar um arquivo JSON de configuração.

## CLI

Configure a autenticação segura na banda usando a CLI.

### Passos

1. Obtenha o NQN do host:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Gere a chave dhchap para o host RHEL 9,5.

A saída a seguir descreve os `gen-dhchap-key` parâmetros de comando:

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
```

- `-s` secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
- `-l` length of the resulting key in bytes
- `-m` HMAC function to use for key transformation  
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
- `-n` host NQN to use for key transformation

No exemplo a seguir, uma chave dhchap aleatória com HMAC definido como 3 (SHA-512) é gerada.

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:e6dade64-216d-11ec-b7bb-7ed30a5482c3
DHHC-
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZPl5D2Yk+HDTZiUAgliGgx
TYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
```

3. No controlador ONTAP, adicione o host e especifique ambas as chaves dhchap:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-
bit|8192-bit}
```

4. Um host suporta dois tipos de métodos de autenticação, unidirecional e bidirecional. No host, conecte-se ao controlador ONTAP e especifique as chaves dhchap com base no método de autenticação escolhido:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valide o `nvme connect authentication` comando verificando as chaves `dhchap` do host e do controlador:

- a. Verifique as chaves `dhchap` do host:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
```

#### Mostrar exemplo de saída para uma configuração unidirecional

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys1/nvme*/dhchap_secret
DHHC-1:01:im63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:
DHHC-1:01:im63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:
DHHC-1:01:im63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:
DHHC-1:01:im63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:
```

- b. Verifique as chaves `dhchap` do controlador:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

#### Mostrar exemplo de saída para uma configuração bidirecional

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZPl5D2Yk+HDTZiUA
g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
DHHC-
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZPl5D2Yk+HDTZiUA
g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
DHHC-
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZPl5D2Yk+HDTZiUA
g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
DHHC-
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZPl5D2Yk+HDTZiUA
g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
```



## **Ficheiro JSON**

Quando vários subsistemas NVMe estiverem disponíveis na configuração do controlador ONTAP, você poderá usar o `/etc/nvme/config.json` arquivo com o `nvme connect-all` comando.

Para gerar o arquivo JSON, você pode usar a `-o` opção. Consulte as páginas do manual do NVMe `connect-all` para obter mais opções de sintaxe.

## **Passos**

1. Configure o arquivo JSON:

## Mostrar exemplo

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9796c1ec-0d34-11eb-
b6b2-3a68dd3bab57",
    "hostid": "b033cd4fd6db4724adb48655bfb55448",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:01:zGlgmRyWbplWfUCPMuaP3mAypX0+GHuSczx5vX4Yod9lMPim:"
  },
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-
804b-b5c04f444d33",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.bidi
r_DHCP",
        "ports": [
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": " 192.168.1.24 ",
            "host_traddr": " 192.168.1.31 ",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:L52ymUoR32zYvnqZFe5OHhMg4gxD79jIyxSShHansXpVN+WiXE222aVc651
JxGZlQCI863iVOz5dNWvgb+14F4B4bTQ="
          },
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": " 192.168.1.24 ",
            "host_traddr": " 192.168.1.31",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:L52ymUoR32zYvnqZFe5OHhMg4gxD79jIyxSShHansXpVN+WiXE222aVc651
JxGZlQCI863iVOz5dNWvgb+14F4B4bTQ="
          },
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": " 192.168.1.24 ",
            "host_traddr": " 192.168.1.31",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:L52ymUoR32zYvnqZFe5OHhMg4gxD79jIyxSShHansXpVN+WiXE222aVc651
JxGZlQCI863iVOz5dNWvgb+14F4B4bTQ="
          }
        ]
      }
    ]
  }
]
```

```

    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": " 192.168.1.24 ",
        "host_traddr": " 192.168.1.31",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:L52ymUoR32zYvngZFe5OHhMg4gxD79jIyxSShHansXpVN+WiXE222aVc651
JxGZlQCI863iVOz5dNWvgb+14F4B4bTQ=: "
    }
]
}
]
}
]

```



No exemplo anterior, `dhchap_key` corresponde `dhchap_secret e`  
`dhchap_ctrl_key` corresponde `dhchap_ctrl_secret a`.

## 2. Conecte-se ao controlador ONTAP usando o arquivo JSON de configuração:

```
# nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

### Mostrar exemplo

```

traddr=192.168.1.24 is already connected
traddr=192.168.1.24 is already connected
traddr=192.168.1.24 is already connected
traddr=192.168.1.24 is already connected
traddr=192.168.1.24 is already connected
traddr=192.168.1.24 is already connected
traddr=192.168.1.25 is already connected
traddr=192.168.1.25 is already connected
traddr=192.168.1.25 is already connected
traddr=192.168.1.25 is already connected
traddr=192.168.1.25 is already connected
traddr=192.168.1.25 is already connected

```

## 3. Verifique se os segredos `dhchap` foram ativados para os respectivos controladores para cada subsistema:

### a. Verifique as chaves `dhchap` do host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

```
DHHC-1:01:zG1gmRyWbplWfUCPMuaP3mAypX0+GHuSczx5vX4Yod9lMPim:
```

b. Verifique as chaves dhchap do controlador:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

```
DHHC-1:03:L52ymUoR32zYvngZFe5OHhMg4gxD79jIyxSShHansXpVN+WiXE222aVc651JxGZlQCI863iVOz5dNWvgb+14F4B4bTQ=:
```

## Problemas conhecidos

Não existem problemas conhecidos para a configuração de host NVMe-of no RHEL 9,5 com a versão ONTAP.

## Configuração de host NVMe-of para RHEL 9,4 com ONTAP

O NVMe sobre Fabrics (NVMe-of), incluindo NVMe sobre Fibre Channel (NVMe/FC) e outros transportes, é compatível com Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 9,4 com acesso a namespace assimétrico (ANA). Em ambientes NVMe-of, o ANA equivale a multipathing ALUA em ambientes iSCSI e FC e é implementado com multipath NVMe no kernel.

O suporte a seguir está disponível para a configuração de host NVMe-of para RHEL 9,4 com ONTAP:

- Suporte para NVMe em TCP (NVMe/TCP), além de NVMe/FC. O plug-in do NetApp no pacote nativo `nvme-cli` exibe detalhes do ONTAP para namespaces NVMe/FC e NVMe/TCP.
- Uso do tráfego coexistente NVMe e SCSI no mesmo host em um determinado adaptador de barramento do host (HBA) sem as configurações explícitas de `dm-multipath` para evitar a reivindicação de namespaces NVMe.

Para obter detalhes adicionais sobre as configurações suportadas, consulte o ["Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#).

## Caraterísticas

- O RHEL 9,4 tem multipath NVMe no kernel habilitado para namespaces NVMe por padrão; portanto, não há necessidade de configurações explícitas.
- A inicialização SAN usando o protocolo NVMe/FC é suportada.

## Limitações conhecidas

Não há limitações conhecidas.

## Validar versões de software

Você pode usar o procedimento a seguir para validar as versões de software RHEL 9,4 mínimas suportadas.

### Passos

1. Instale o RHEL 9,4 no servidor. Depois que a instalação estiver concluída, verifique se você está executando o kernel RHEL 9,4 especificado:

```
# uname -r
```

#### Exemplo de saída:

```
5.14.0-423.el9.x86_64
```

2. Instale o `nvme-cli` pacote:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

#### Exemplo de saída:

```
nvme-cli-2.6-4.el9.x86_64
```

3. Instale o `libnvme` pacote:

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

#### Exemplo de saída

```
libnvme-1.6-1.el9.x86_64
```

4. No host RHEL 9,4, verifique a string `hostnqn` em `/etc/nvme/hostnqn`:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

#### Exemplo de saída

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid: uuid:4c4c4544-0036-5610-804a-  
c7c04f365a32
```

5. Verifique se a `hostnqn` cadeia corresponde à `hostnqn` cadeia para o subsistema correspondente na matriz ONTAP:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```

#### Exemplo de saída:

```
Vserver      Subsystem      Host NQN  
-----  
vs_coexistence_LPE36002  nvme      nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:  
4c4c4544-0036-5610-804a-
```



Se as `hostnqn` strings não corresponderem, use o `vserver modify` comando para atualizar a `hostnqn` cadeia de caracteres no subsistema de matriz ONTAP correspondente para corresponder à `hostnqn` cadeia de caracteres `/etc/nvme/hostnqn` do host.

## Configurar o NVMe/FC

Você pode configurar o NVMe/FC para adaptadores Broadcom/Emulex ou Marvell/Qlogic.

## Broadcom/Emulex

### Passos

1. Verifique se você está usando o modelo de adaptador suportado:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

#### Exemplo de saída:

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

#### Exemplo de saída:

```
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Verifique se você está usando o firmware Broadcom recomendado e o driver da lpfc caixa de entrada:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.673.40, sli-4:6:d  
14.2.673.40, sli-4:6:d  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.16
```

Para obter a lista mais atual de versões de firmware e drivers de adaptador compatíveis, consulte ["Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#).

3. Verifique se `lpfc_enable_fc4_type` está definido como 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Verifique se as portas do iniciador estão ativas e em execução e se você pode ver os LIFs de destino:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b3c081f WWNN x200000109b3c081f DID
x062300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2143d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061b15 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2145d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061115 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000040b Cmpl 000000040b Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001f5c4538 Issue 000000001f58da22 OutIO
ffffffffffffc94ea
abort 00000630 noxri 00000000 nondlp 00001071 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000630 Err 0001bd4a
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b3c0820 WWNN x200000109b3c0820 DID
x062c00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2144d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x060215 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2146d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061815 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000040b Cmpl 000000040b Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001f5c3618 Issue 000000001f5967a4 OutIO
fffffffffffd318c
abort 00000629 noxri 00000000 nondlp 0000044e qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000629 Err 0001bd3d
```



## Adaptador FC Marvell/QLogic para NVMe/FC

O driver nativo da caixa de entrada qla2xxx incluído no kernel RHEL 9,4 GA tem as correções mais recentes. Essas correções são essenciais para o suporte ao ONTAP.

### Passos

1. Verifique se você está executando o driver de adaptador e as versões de firmware compatíveis:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

### Exemplo de saída

```
QLE2872 FW:v9.12.01 DVR:v10.02.09.100-k  
QLE2872 FW:v9.12.01 DVR:v10.02.09.100-k
```

2. Verifique se `ql2xnvmeenable` está definido. Isso permite que o adaptador Marvell funcione como um iniciador NVMe/FC:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

## Ativar 1MB I/o (Opcional)

O ONTAP relata um MDTS (MAX Data Transfer Size) de 8 nos dados do controlador de identificação. Isso significa que o tamanho máximo da solicitação de e/S pode ser de até 1MBMB. Para emitir solicitações de e/S de tamanho 1 MB para um host NVMe/FC Broadcom, você deve aumentar `lpfc` o valor `lpfc_sg_seg_cnt` do parâmetro para 256 do valor padrão 64.



Essas etapas não se aplicam a hosts Qlogic NVMe/FC.

### Passos

1. Defina `lpfc_sg_seg_cnt` o parâmetro como 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Execute o `dracut -f` comando e reinicie o host.
3. Verifique se o valor esperado de `lpfc_sg_seg_cnt` é 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

## Configurar o NVMe/TCP

O NVMe/TCP não tem uma funcionalidade de conexão automática. Em vez disso, você pode descobrir os subsistemas e namespaces NVMe/TCP executando as operações NVMe/TCP `connect` ou `connect-all` manualmente.

### Passos

1. Verifique se a porta do iniciador pode buscar os dados da página de log de descoberta nas LIFs NVMe/TCP suportadas:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

### Exemplo de saída:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.16

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
====Discovery Log Entry 0====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 11
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-08.com.netapp:sn.983de7f4b39411ee871ed039ea954d18:
discovery
traddr: 192.168.167.8
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
====Discovery Log Entry 1====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 9
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-08.com.netapp:sn.983de7f4b39411ee871ed039ea954d18:
discovery
traddr: 192.168.166.8
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
====Discovery Log Entry 2====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
```

```
portid: 12
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-08.com.netapp:sn.983de7f4b39411ee871ed039ea954d18:
discovery
traddr: 192.168.167.7
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 10
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-08.com.netapp:sn.983de7f4b39411ee871ed039ea954d18:
discovery
traddr: 192.168.166.7
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 11
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.983de7f4b39411ee871ed039ea954d18:subsystem.nvme_tcp_1
traddr: 192.168.167.8
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 9
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.983de7f4b39411ee871ed039ea954d18:subsystem.nvme_tcp_1
traddr: 192.168.166.8
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
```

```

subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid: 12
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.983de7f4b39411ee871ed039ea954d18:subsystem.nvme_tcp_1
traddr:  192.168.167.7
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  10
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.983de7f4b39411ee871ed039ea954d18:subsystem.nvme_tcp_1
traddr:  192.168.166.7
eflags:  none
sectype: none

```

2. Verifique se as outras combinações de LIF entre iniciador e destino do NVMe/TCP conseguem obter com êxito os dados da página de log de descoberta:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

#### Exemplo de saída:

```

#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.6 -a 192.168.166.7
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.6 -a 192.168.166.8
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.6 -a 192.168.167.7
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.6 -a 192.168.167.8

```

3. Execute o `nvme connect-all` comando em todos os LIFs de destino iniciador NVMe/TCP suportados nos nós:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

#### Exemplo de saída:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.6 -a 192.168.166.7
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.6 -a 192.168.166.8
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.6 -a 192.168.167.7
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.6 -a 192.168.167.8
```



A partir do RHEL 9,4, a configuração padrão para o tempo limite NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo` é desativada. Isto significa que não há limite para o número de tentativas (tentativa indefinida). Consequentemente, você não precisa configurar manualmente uma duração específica `ctrl_loss_tmo` de tempo limite ao usar os `nvme connect` comandos ou `nvme connect-all` (opção `-l`). Com esse comportamento padrão, as controladoras NVMe/TCP não apresentam timeouts em caso de falha de caminho e permanecem conectadas indefinidamente.

## Validar o NVMe-of

Você pode usar o procedimento a seguir para validar o NVMe-of.

### Passos

1. Verifique se o multipath NVMe no kernel está habilitado:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Verifique se as configurações de NVMe-of apropriadas (como o modelo definido como controlador NetApp ONTAP e o balanceamento de carga `iopolicy` definido como `round-robin`) para os respectivos namespaces ONTAP refletem corretamente no host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Verifique se os namespaces são criados e descobertos corretamente no host:

```
# nvme list
```

### Exemplo de saída:

```
Node          SN          Model
-----
/dev/nvme4n1 81Ix2BVuekWcAAAAAAB NetApp ONTAP Controller

Namespace Usage  Format          FW          Rev
-----
1                21.47 GB / 21.47 GB  4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
```

4. Verifique se o estado do controlador de cada caminho está ativo e tem o status ANA correto:

## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme5n21
```

### Exemplo de saída:

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.efd7989cb10111ee871ed039ea954d18:subsystem.nvme
                hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
                iopolicy=round-robin
                \
                +- nvme2 fc traddr=nn-0x2013d039ea951c45:pn-0x2018d039ea951c45,host_traddr=nn-0x200000109bdacc76:pn-0x100000109bdacc76 live non-optimized
                +- nvme3 fc traddr=nn-0x2013d039ea951c45:pn-0x2017d039ea951c45,host_traddr=nn-0x200000109bdacc75:pn-0x100000109bdacc75 live non-optimized
                +- nvme5 fc traddr=nn-0x2013d039ea951c45:pn-0x2016d039ea951c45,host_traddr=nn- 0x200000109bdacc76:pn-0x100000109bdacc76 live optimized
                +- nvme6 fc traddr=nn-0x2013d039ea951c45:pn-0x2014d039ea951c45,host_traddr=nn- 0x200000109bdacc75:pn-0x100000109bdacc75 live optimized
```

## NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

### Exemplo de saída:

```
nvme-subsys1 -NQN=nqn.1992-08.com.netapp:
sn.983de7f4b39411ee871ed039ea954d18:subsystem.nvme_tcp_1
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:
4c4c4544-0035-5910-804b-c2c04f4444d33
iopolicy=round-robin
\
+- nvme5 tcp
traddr=192.168.166.7,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.6,src_addr
=192.168.166.6 live
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.166.8,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.6,src_addr
=192.168.166.6 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.167.7,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.6,src_addr
=192.168.167.6 live
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.167.8,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.6,src_addr
=192.168.167.6 live
```

5. Verifique se o plug-in NetApp exibe os valores corretos para cada dispositivo de namespace ONTAP:



## Coluna

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

## Exemplo de saída:

```
Device          Vserver  Namespace Path
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp          /vol/vol1/ns1

NSID           UUID                                           Size
-----
1              6fcb8ea0-dc1e-4933-b798-8a62a626cb7f 21.47GB
```

## JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

## Exemplo de saída

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1", "Vserver" : "linux_tcnvme_iscsi",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns", "NSID" : 1,
      "UUID" : "1a42c652-1450-4a29-886a-b4ccc23e637d", "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

## Problemas conhecidos

Não há problemas conhecidos para a configuração de host NVMe-of para RHEL 9,4 com a versão ONTAP.

# Configuração de host NVMe-of para RHEL 9,3 com ONTAP

O NVMe sobre Fabrics (NVMe-of), incluindo NVMe sobre Fibre Channel (NVMe/FC) e outros transportes, é compatível com Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 9,3 com acesso a namespace assimétrico (ANA). Em ambientes NVMe-of, o ANA equivale a multipathing ALUA em ambientes iSCSI e FC e é implementado com multipath NVMe no kernel.

O suporte a seguir está disponível para a configuração de host NVMe-of para RHEL 9,3 com ONTAP:

- Suporte para NVMe em TCP (NVMe/TCP), além de NVMe/FC. O plug-in do NetApp no pacote `nvme-cli` nativo exibe detalhes do ONTAP para namespaces NVMe/FC e NVMe/TCP.
- Uso do tráfego coexistente NVMe e SCSI no mesmo host em um determinado adaptador de barramento do host (HBA) sem as configurações explícitas de `dm-multipath` para evitar a reivindicação de namespaces NVMe.

Para obter detalhes adicionais sobre as configurações suportadas, consulte o ["Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#).

## Caraterísticas

O RHEL 9,3 tem multipath NVMe no kernel habilitado para namespaces NVMe por padrão; portanto, não há necessidade de configurações explícitas.

## Limitações conhecidas

A inicialização DE SAN usando o protocolo NVMe-of não é atualmente suportada.

## Validar versões de software

Você pode usar o procedimento a seguir para validar as versões de software RHEL 9,3 mínimas suportadas.

### Passos

1. Instale o RHEL 9,3 no servidor. Depois que a instalação estiver concluída, verifique se você está executando o kernel RHEL 9,3 especificado:

```
# uname -r
```

#### Exemplo de saída:

```
5.14.0-362.8.1.el9_3.x86_64
```

2. Instale o `nvme-cli` pacote:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

#### Exemplo de saída:

```
nvme-cli-2.4-10.el9.x86_64
```

3. Instale o libnvme pacote:

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

#### Exemplo de saída

```
libnvme-1.4-7.el9.x86_64
```

4. No host RHEL 9,3, verifique a string hostnqn em /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

#### Exemplo de saída

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:060fd513-83be-4c3e-aba1-52e169056dcf
```

5. Verifique se a hostnqn cadeia corresponde à hostnqn cadeia para o subsistema correspondente na matriz ONTAP:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme147
```

#### Exemplo de saída:

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme147	rhel_147_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:060fd513-83be-4c3e-aba1-52e169056dcf



Se as hostnqn strings não corresponderem, use o `vserver modify` comando para atualizar a hostnqn cadeia de caracteres no subsistema de matriz ONTAP correspondente para corresponder à hostnqn cadeia de caracteres `/etc/nvme/hostnqn` do host.

## Configurar o NVMe/FC

Você pode configurar o NVMe/FC para adaptadores Broadcom/Emulex ou Marvell/Qlogic.

## Broadcom/Emulex

### Passos

1. Verifique se você está usando o modelo de adaptador suportado:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

#### Exemplo de saída:

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

#### Exemplo de saída:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Verifique se você está usando o firmware Broadcom recomendado e o driver da lpfc caixa de entrada:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.12
```

Para obter a lista mais atual de versões de firmware e drivers de adaptador compatíveis, consulte ["Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#).

3. Verifique se `lpfc_enable_fc4_type` está definido como 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Verifique se as portas do iniciador estão ativas e em execução e se você pode ver os LIFs de destino:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b3c081f WWNN x200000109b3c081f DID
x062300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2143d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061b15 TARGET DISCRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2145d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061115 TARGET DISCRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000040b Cmpl 000000040b Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001f5c4538 Issue 000000001f58da22 OutIO
ffffffffffffc94ea
abort 00000630 noxri 00000000 nondlp 00001071 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000630 Err 0001bd4a
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b3c0820 WWNN x200000109b3c0820 DID
x062c00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2144d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x060215 TARGET DISCRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2146d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061815 TARGET DISCRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000040b Cmpl 000000040b Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001f5c3618 Issue 000000001f5967a4 OutIO
ffffffffffffd318c
abort 00000629 noxri 00000000 nondlp 0000044e qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000629 Err 0001bd3d
```

## Adaptador FC Marvell/QLogic para NVMe/FC

O driver nativo da caixa de entrada qla2xxx incluído no kernel RHEL 9,3 GA tem as correções mais recentes. Essas correções são essenciais para o suporte ao ONTAP.

### Passos

1. Verifique se você está executando o driver de adaptador e as versões de firmware compatíveis:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

### Exemplo de saída

```
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.08.200-k  
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.08.200-k
```

2. Verifique se `ql2xnvmeenable` está definido. Isso permite que o adaptador Marvell funcione como um iniciador NVMe/FC:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

## Ativar 1MB I/o (Opcional)

O ONTAP relata um MDTs (MAX Data Transfer Size) de 8 nos dados do controlador de identificação. Isso significa que o tamanho máximo da solicitação de e/S pode ser de até 1MBMB. Para emitir solicitações de e/S de tamanho 1 MB para um host NVMe/FC Broadcom, você deve aumentar `lpfc` o valor `lpfc_sg_seg_cnt` do parâmetro para 256 do valor padrão 64.



Essas etapas não se aplicam a hosts Qlogic NVMe/FC.

### Passos

1. Defina `lpfc_sg_seg_cnt` o parâmetro como 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Execute o `dracut -f` comando e reinicie o host.
3. Verifique se o valor esperado de `lpfc_sg_seg_cnt` é 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

## Configurar o NVMe/TCP

O NVMe/TCP não tem a funcionalidade de conexão automática. Portanto, se um caminho for desativado e não for restaurado dentro do período de tempo limite padrão de 10 minutos, o NVMe/TCP não poderá se reconectar automaticamente. Para evitar um tempo limite, você deve definir o período de repetição para eventos de failover para pelo menos 30 minutos.

### Passos

1. Verifique se a porta do iniciador pode buscar os dados da página de log de descoberta nas LIFs NVMe/TCP suportadas:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

### Exemplo de saída:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.16

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
====Discovery Log Entry 0====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 192.168.166.17
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
====Discovery Log Entry 1====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 192.168.167.17
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
====Discovery Log Entry 2====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
```

```

treql:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:   192.168.166.16
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype:   tcp
adrfam:   ipv4
subtype:  current discovery subsystem
treql:    not specified
portid:   3
trsvcid:  8009
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:   192.168.167.16
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
...

```

2. Verifique se as outras combinações de LIF entre iniciador e destino do NVMe/TCP conseguem obter com êxito os dados da página de log de descoberta:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

#### Exemplo de saída:

```

#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23

```

3. Execute o `nvme connect-all` comando em todos os LIFs de destino iniciador NVMe/TCP suportados nos nós e defina o período de tempo limite de perda de controlador por pelo menos 30 minutos ou 1800 segundos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

#### Exemplo de saída:



```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.1 -a 192.168.166.16
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.1 -a 192.168.166.17
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.16
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.17
-l 1800
```

## Validar o NVMe-of

Você pode usar o procedimento a seguir para validar o NVMe-of.

### Passos

1. Verifique se o multipath NVMe no kernel está habilitado:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Verifique se as configurações de NVMe-of apropriadas (como o modelo definido como controlador NetApp ONTAP e o balanceamento de carga iopolicy definido como round-robin) para os respectivos namespaces ONTAP refletem corretamente no host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Verifique se os namespaces são criados e descobertos corretamente no host:

```
# nvme list
```

### Exemplo de saída:

```
Node          SN          Model
-----
/dev/nvme5n21 81CYrNQlis3WAAAAAAB NetApp ONTAP Controller

Namespace Usage  Format          FW          Rev
-----
1                21.47 GB / 21.47 GB  4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
```

4. Verifique se o estado do controlador de cada caminho está ativo e tem o status ANA correto:

## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme5n21
```

### Exemplo de saída:

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.e80cc121ca6911ed8cbdd039ea165590:subsystem.rhel_147_LPE32002
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-0x2144d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c0820:pn-0x100000109b3c0820 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-0x2145d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c081f:pn-0x100000109b3c081f live non-optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-0x2146d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c0820:pn-0x100000109b3c0820 live non-optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-0x2143d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c081f:pn-0x100000109b3c081f live optimized
```

## NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

### Exemplo de saída:

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:subsystem.rhel_tcp_95
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.167.16,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.1,src_addr=192.168.167.1 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.167.17,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.1,src_addr=192.168.167.1 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.167.17,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.1,src_addr=192.168.166.1 live
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.166.16,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.1,src_addr=192.168.166.1 live
```

5. Verifique se o plug-in NetApp exibe os valores corretos para cada dispositivo de namespace ONTAP:

### Coluna

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

### Exemplo de saída:

```
Device          Vserver  Namespace Path
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp          /vol/vol1/ns1

NSID           UUID                               Size
-----
1              6fcb8ea0-dc1e-4933-b798-8a62a626cb7f 21.47GB
```

### JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

### Exemplo de saída

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_95",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "6fcb8ea0-dc1e-4933-b798-8a62a626cb7f",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

## Problemas conhecidos

Não há problemas conhecidos para a configuração de host NVMe-of para RHEL 9,3 com a versão ONTAP.

## Configuração de host NVMe-of para RHEL 9,2 com ONTAP

O NVMe sobre Fabrics (NVMe-of), incluindo NVMe sobre Fibre Channel (NVMe/FC) e outros transportes, é compatível com Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 9,2 com acesso a namespace assimétrico (ANA). Em ambientes NVMe-of, o ANA equivale a multipathing ALUA em ambientes iSCSI e FC e é implementado com multipath NVMe no kernel.

O suporte a seguir está disponível para a configuração de host NVMe-of para RHEL 9,2 com ONTAP:

- Suporte para NVMe em TCP (NVMe/TCP), além de NVMe/FC. O plug-in do NetApp no pacote `nvme-cli` nativo exibe detalhes do ONTAP para namespaces NVMe/FC e NVMe/TCP.
- Uso do tráfego coexistente NVMe e SCSI no mesmo host em um determinado adaptador de barramento do host (HBA), sem as configurações explícitas de `dm-multipath` para impedir a reivindicação de namespaces NVMe.

Para obter detalhes adicionais sobre as configurações suportadas, consulte o ["Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#).

## Caraterísticas

- O RHEL 9,2 tem multipath NVMe no kernel habilitado para namespaces NVMe por padrão, portanto, não há necessidade de configurações explícitas.

## Limitações conhecidas

A inicialização DE SAN usando o protocolo NVMe-of não é atualmente suportada.

## Validar versões de software

Você pode usar o procedimento a seguir para validar as versões de software RHEL 9,2 mínimas suportadas.

### Passos

1. Instale o RHEL 9,2 no servidor. Depois que a instalação estiver concluída, verifique se você está executando o kernel RHEL 9,2 especificado.

```
# uname -r
```

### Exemplo de saída:

```
5.14.0-284.11.1.el9_2.x86_64
```

2. Instale o `nvme-cli` pacote:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

**Exemplo de saída:**

```
nvme-cli-2.2.1-2.el9.x86_64
```

3. Instale o libnvme pacote:

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

**Exemplo de saída**

```
libnvme-1.2-2.el9.x86_64
```

4. No host RHEL 9,2, verifique a string hostnqn em /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

**Exemplo de saída**

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
```

5. Verifique se a hostnqn cadeia corresponde à hostnqn cadeia para o subsistema correspondente na matriz ONTAP:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

**Exemplo de saída:**

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	rhel_207_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df



Se as hostnqn strings não corresponderem, use o `vserver modify` comando para atualizar a hostnqn cadeia de caracteres no subsistema de matriz ONTAP correspondente para corresponder à hostnqn cadeia de caracteres `/etc/nvme/hostnqn` do host.

## Configurar o NVMe/FC

Você pode configurar o NVMe/FC para adaptadores Broadcom/Emulex ou Marvell/Qlogic.

## Broadcom/Emulex

### Passos

1. Verifique se você está usando o modelo de adaptador suportado.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

#### Exemplo de saída:

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

#### Exemplo de saída:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Verifique se você está usando o firmware Broadcom recomendado e o driver da lpfc caixa de entrada.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.11
```

Para obter a lista mais atual de versões de firmware e drivers de adaptador compatíveis, consulte ["Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#).

3. Verifique se `lpfc_enable_fc4_type` está definido como 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Verifique se as portas do iniciador estão ativas e em execução e se você pode ver os LIFs de destino:



```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

## Adaptador FC Marvell/QLogic para NVMe/FC

O driver nativo da caixa de entrada qla2xxx incluído no kernel RHEL 9,2 GA tem as correções upstream mais recentes. Essas correções são essenciais para o suporte ao ONTAP.

### Passos

1. Verifique se você está executando o driver de adaptador e as versões de firmware compatíveis:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

### Exemplo de saída

```
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k  
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. Verifique se `ql2xnvmeenable` está definido. Isso permite que o adaptador Marvell funcione como um iniciador NVMe/FC:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

## Ativar 1MB I/o (Opcional)

O ONTAP relata um MDTS (MAX Data Transfer Size) de 8 nos dados do controlador de identificação. Isso significa que o tamanho máximo da solicitação de e/S pode ser de até 1MBMB. Para emitir solicitações de e/S de tamanho 1 MB para um host NVMe/FC Broadcom, você deve aumentar `lpfc` o valor `lpfc_sg_seg_cnt` do parâmetro para 256 do valor padrão 64.



Essas etapas não se aplicam a hosts Qlogic NVMe/FC.

### Passos

1. Defina `lpfc_sg_seg_cnt` o parâmetro como 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Execute o `dracut -f` comando e reinicie o host.
3. Verifique se o valor esperado de `lpfc_sg_seg_cnt` é 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

## Configurar o NVMe/TCP

O NVMe/TCP não tem a funcionalidade de conexão automática. Portanto, se um caminho for desativado e não for restaurado dentro do período de tempo limite padrão de 10 minutos, o NVMe/TCP não poderá se reconectar automaticamente. Para evitar um tempo limite, você deve definir o período de repetição para eventos de failover para pelo menos 30 minutos.

### Passos

1. Verifique se a porta do iniciador pode buscar os dados da página de log de descoberta nas LIFs NVMe/TCP suportadas:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

### Exemplo de saída:

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.22
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.167.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
.....

```

2. Verifique se as outras combinações de LIF entre iniciador e destino do NVMe/TCP conseguem obter com êxito os dados da página de log de descoberta.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

#### Exemplo de saída:

```
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23
```

3. Execute o `nvme connect-all` comando em todos os LIFs de destino iniciador NVMe/TCP suportados nos nós e defina o período de tempo limite de perda de controlador por pelo menos 30 minutos ou 1800 segundos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

#### Exemplo de saída:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23
-l 1800
```

## Validar o NVMe-of

Você pode usar o procedimento a seguir para validar o NVMe-of.

### Passos

1. Verifique se o multipath NVMe no kernel está habilitado:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Verifique se as configurações de NVMe-of apropriadas (como o modelo definido como controlador NetApp ONTAP e o balanceamento de carga `iopolicy` definido como `round-robin`) para os respectivos namespaces ONTAP refletem corretamente no host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Verifique se os namespaces são criados e descobertos corretamente no host:

```
# nvme list
```

**Exemplo de saída:**

```
Node          SN                      Model
-----
/dev/nvme0n1 81CZ5BQuUNfGAAAAAAB    NetApp ONTAP Controller

Namespace Usage      Format                      FW                      Rev
-----
1                21.47 GB / 21.47 GB    4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

4. Verifique se o estado do controlador de cada caminho está ativo e tem o status ANA correto:

## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

### Exemplo de saída:

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem.rhel_207_LB \
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-0x100000109b1b95ef live optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-0x100000109b1b95f0 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-0x100000109b1b95f0 live non-optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

## NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

### Exemplo de saída:

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:subsystem.rhel_tcp_97 \
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.167.23,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live non-optimized
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.167.22,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live non-optimized
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.166.23,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.166.22,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live optimized
```

5. Verifique se o plug-in NetApp exibe os valores corretos para cada dispositivo de namespace ONTAP:

### Coluna

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

### Exemplo de saída:

```
Device          Vserver  Namespace Path
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp          /vol/vol1/ns1

NSID           UUID                               Size
-----
1              79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84 21.47GB
```

### JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

### Exemplo de saída

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```



## Problemas conhecidos

Não há problemas conhecidos.

# Configuração de host NVMe-of para RHEL 9,1 com ONTAP

O NVMe sobre Fabrics ou NVMe-of (incluindo NVMe/FC e NVMe/TCP) é compatível com o RHEL 9,1 com acesso de namespace assimétrico (ANA) necessário para sobreviverem a failovers de storage (SFOs) no array ONTAP. ANA é o equivalente de acesso por unidade lógica assimétrica (ALUA) no ambiente NVMe-of e atualmente é implementado com o NVMe Multipath no kernel. Usando esse procedimento, você pode habilitar o NVMe-of com o Multipath NVMe no kernel usando ANA no RHEL 9,1 e ONTAP como destino.

O suporte a seguir está disponível para a configuração de host NVMe-of para RHEL 9,1 com ONTAP:

- Suporte para NVMe em TCP (NVMe/TCP), além de NVMe/FC. O plug-in do NetApp no pacote `nvme-cli` nativo exibe detalhes do ONTAP para namespaces NVMe/FC e NVMe/TCP.
- Uso do tráfego coexistente NVMe e SCSI no mesmo host em um determinado adaptador de barramento do host (HBA), sem as configurações explícitas de `dm-multipath` para impedir a reivindicação de namespaces NVMe.

Consulte a "[Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp](#)" para obter detalhes precisos sobre as configurações suportadas.

## Caraterísticas

O RHEL 9,1 inclui suporte para multipath NVMe no kernel para namespaces NVMe habilitados por padrão, sem a necessidade de configurações explícitas.

## Limitações conhecidas

A inicialização DE SAN usando o protocolo NVMe-of não é atualmente suportada.

## Habilite o multipath NVMe no kernel

Você pode usar o seguinte procedimento para ativar o multipath NVMe no kernel.

### Passos

1. Instale o RHEL 9,1 no servidor.
2. Depois que a instalação estiver concluída, verifique se você está executando o kernel RHEL 9,1 especificado. Consulte a "[Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp](#)" para obter a lista mais atual de versões suportadas.

Exemplo:

```
# uname -r
5.14.0-162.6.1.el9_1.x86_64
```

### 3. Instale o `nvme-cli` pacote:

Exemplo:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-2.0-4.el9.x86_64
```

### 4. No host, verifique a string NQN do host em `/etc/nvme/hostnqn` e verifique se ela corresponde à string NQN do host para o subsistema correspondente no array ONTAP. Exemplo:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme207
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme207  rhel_207_LPe32002  nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df
```



Se as strings NQN do host não corresponderem, você deve usar o `vserver modify` comando para atualizar a string NQN do host no subsistema NVMe do ONTAP correspondente para corresponder à string NQN do host `/etc/nvme/hostnqn`.

### 5. Reinicie o host.

## Configurar o NVMe/FC

Você pode configurar o NVMe/FC para adaptadores Broadcom/Emulex ou Marvell/Qlogic.

## Broadcom/Emulex

### Passos

1. Verifique se você está usando o adaptador suportado. Consulte a ["Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#) para obter a lista mais atual de adaptadores suportados.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2

# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc

Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Verifique se você está usando o firmware Broadcom lpfc recomendado e o driver da caixa de entrada. Consulte a ["Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#) para obter a lista mais atual de versões de firmware e drivers de adaptador suportados.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.11, sli-4:2:c
14.0.505.11, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.2.0.5
```

3. Verifique se `lpfc_enable_fc4_type` está definido como 3

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. Verifique se as portas do iniciador estão ativas e em execução e se você pode ver os LIFs de destino.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1b95ef
0x100000109b1b95f0
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1b95ef WWNN x200000109b1b95ef DID
x061700 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2035d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062f05 TARGET DISCRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2083d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062407 TARGET DISCRVC ONLINE
```

#### NVME Statistics

```
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000001df6c Issue 000000000001df6e OutIO
0000000000000002
      abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000004
```

#### NVME Initiator Enabled

```
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1b95f0 WWNN x200000109b1b95f0 DID
x061400 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2036d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x061605 TARGET DISCRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2037d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062007 TARGET DISCRVC ONLINE
```

#### NVME Statistics

```
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000001dd28 Issue 000000000001dd29 OutIO
0000000000000001
      abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000004
```

### Adaptador Marvell/QLogic FC para NVMe/FC

O driver nativo da caixa de entrada qla2xxx incluído no kernel RHEL 9,1 tem as correções mais

recentes que são. Essas correções são essenciais para o suporte ao ONTAP.

### Passos

1. Verifique se você está executando o driver de adaptador suportado e as versões de firmware usando o seguinte comando:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
```

2. Verifique se `ql2xnvmeenable` é definido que permite que o adaptador Marvell funcione como um iniciador NVMe/FC usando o seguinte comando:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

### Ativar 1MB I/o (Opcional)

O ONTAP relata um MDTS (MAX Data Transfer Size) de 8 nos dados do controlador de identificação. Isso significa que o tamanho máximo da solicitação de e/S pode ser de até 1MBMB. Para emitir solicitações de e/S de tamanho 1 MB para um host NVMe/FC Broadcom, você deve aumentar `lpfc` o valor `lpfc_sg_seg_cnt` do parâmetro para 256 do valor padrão 64.



Essas etapas não se aplicam a hosts Qlogic NVMe/FC.

### Passos

1. Defina `lpfc_sg_seg_cnt` o parâmetro como 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Execute o `dracut -f` comando e reinicie o host.
3. Verifique se o valor esperado de `lpfc_sg_seg_cnt` é 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

### Configurar o NVMe/TCP

O NVMe/TCP não tem a funcionalidade de conexão automática. Portanto, se um caminho for desativado e não for restaurado dentro do período de tempo limite padrão de 10 minutos, o NVMe/TCP não poderá se

reconectar automaticamente. Para evitar um tempo limite, você deve definir o período de repetição para eventos de failover para pelo menos 30 minutos.

### **Passos**

1. Verifique se a porta do iniciador pode buscar os dados da página de log de descoberta nas LIFs NVMe/TCP suportadas:

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51

Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...

```

2. Verifique se os outros combos de LIF entre iniciador e destino NVMe/TCP podem obter com êxito os dados da página de log de descoberta. Por exemplo:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. Execute `nvme connect-all` o comando em todos os LIFs de destino do iniciador NVMe/TCP compatíveis nos nós. Certifique-se de definir um período de repetição do temporizador mais longo `ctrl_loss_tmo` (por exemplo, 30 minutos, que pode ser definido através `-l 1800`do` ) enquanto executa o `connect-all` comando para que ele tente novamente por um período de tempo mais longo em caso de perda de caminho. Por exemplo:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

## Validar o NVMe-of

Use o procedimento a seguir para validar o NVMe-of.

### Passos

1. Verifique se o multipath NVMe no kernel está realmente habilitado, verificando:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Verifique se as configurações de NVMe-of apropriadas (como, `model` definido como `NetApp ONTAP Controller` e balanceamento de carga `iopolicy` definido como `round-robin`) para os respectivos namespaces do ONTAP refletem adequadamente no host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Verifique se os namespaces do ONTAP refletem corretamente no host. Por exemplo:



```
# nvme list
Node              SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1     81CZ5BQuUNfGAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller   1

Usage            Format                FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B         FFFFFFFF
```

4. Verifique se o estado do controlador de cada caminho está ativo e tem o status ANA adequado. Por exemplo:

Exemplo (a):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys10 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.82e7f9edc72311ec8187d039ea14107d:subsystem.rhel_131_QLe
2742
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x2039d039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d30:pn-
0x21000024ff171d30 live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203cd039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d31:pn-
0x21000024ff171d31 live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203bd039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d30:pn-
0x21000024ff171d30 live optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203ad039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d31:pn-
0x21000024ff171d31 live non-optimized
```

Exemplo (b):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bf0691a7c74411ec8187d039ea14107d:subsystem.rhel_tcp_133
\
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.166.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live non-
optimized
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.166.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live
optimized
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.167.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live non-
optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.167.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live
optimized
```

5. Verifique se o plug-in NetApp exibe os valores adequados para cada dispositivo de namespace ONTAP.

Exemplo (a):

```

# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp79      /vol/vol1/ns1

NSID  UUID                               Size
----  -
1     79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84 21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}

```

Exemplo (b):

```

# nvme netapp ontapdevices -o column

Device          Vserver          Namespace Path
-----
/dev/nvme1n1    vs_tcp_133       /vol/vol1/ns1

NSID UUID          Size
-----
1      1ef7cb56-bfed-43c1-97c1-ef22eeb92657  21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme1n1",
      "Vserver":"vs_tcp_133",
      "Namespace_Path":"/vol/vol1/ns1",
      "NSID":1,
      "UUID":"1ef7cb56-bfed-43c1-97c1-ef22eeb92657",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
    },
  ]
}

```

## Problemas conhecidos

A configuração de host NVMe-of para RHEL 9,1 com ONTAP tem os seguintes problemas conhecidos:

ID de erro do NetApp	Título	Descrição
1503468	nvme list-subsys command retorna uma lista de controladores nvme repetida para um determinado subsistema	O nvme list-subsys comando deve retornar uma lista exclusiva de controladores nvme associados a um determinado subsistema. No RHEL 9,1, o nvme list-subsys comando retorna controladores nvme com seu respectivo estado ANA para todos os namespaces que pertencem a um determinado subsistema. No entanto, o estado ANA é um atributo per-namespace, portanto, seria ideal exibir entradas de controlador nvme exclusivas com o estado do caminho se você listar a sintaxe de comando do subsistema para um determinado namespace.

## Configuração de host NVMe-of para RHEL 9,0 com ONTAP

O NVMe-of (incluindo NVMe/FC e NVMe/TCP) é compatível com o RHEL 9,0 com acesso de namespace assimétrico (ANA) necessário para sobreviverem a failovers de storage (SFOs) no array ONTAP. ANA é o equivalente a ALUA no ambiente NVM-of e atualmente é implementado com o NVMe Multipath no kernel. Usando esse procedimento, você pode habilitar o NVMe-of com o Multipath NVMe no kernel usando ANA no RHEL 9,0 e ONTAP como destino.

Para obter detalhes adicionais sobre as configurações suportadas, consulte o ["Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#).

### Caraterísticas

- A partir do RHEL 9,0, o NVMe/TCP não é mais um recurso de visualização de tecnologia (ao contrário do RHEL 8), mas um recurso empresarial totalmente compatível.
- A partir do RHEL 9,0, o multipath NVMe no kernel é habilitado para namespaces NVMe por padrão, sem a necessidade de configurações explícitas (ao contrário do RHEL 8).

### Limitações conhecidas

A inicialização DE SAN usando o protocolo NVMe-of não é atualmente suportada.

### Habilite o NVMe Multipath no kernel

Você pode usar o seguinte procedimento para ativar o multipath NVMe no kernel.

#### Passos

1. Instale o RHEL 9,0 no servidor.
2. Depois que a instalação estiver concluída, verifique se você está executando o kernel RHEL 9,0 especificado. Consulte ["Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#) para obter a lista mais atual de versões

suportadas.

```
# uname -r
5.14.0-70.13.1.el9_0.x86_64
```

3. Instale o `nvme-cli` pacote.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-3.el9.x86_64
```

4. No host, verifique a string NQN do host em `/etc/nvme/hostnqn` e verifique se ela corresponde à string NQN do host para o subsistema correspondente no array ONTAP. Por exemplo,

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fcnvme_141
Vserver      Subsystem Host      NQN
-----
vs_fcnvme_14 nvme_141_1 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



Se as strings NQN do host não corresponderem, você deve usar o `vserver modify` comando para atualizar a string NQN do host no subsistema NVMe do ONTAP correspondente para corresponder à string NQN do host `/etc/nvme/hostnqn`.

5. Reinicie o host.

## Configurar o NVMe/FC

Você pode configurar o NVMe/FC para adaptadores Broadcom/Emulex ou Marvell/Qlogic.

## Broadcom/Emulex

### Passos

1. Verifique se você está usando o adaptador suportado. Para obter detalhes adicionais sobre os adaptadores suportados, consulte o ["Ferramenta de Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Verifique se você está usando o firmware Broadcom lpfc recomendado e o driver da caixa de entrada. Para obter a lista mais atual de versões de firmware e drivers de adaptador compatíveis, ["Matriz de interoperabilidade do NetApp"](#) consulte .

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.4
```

3. Verifique se `lpfc_enable_fc4_type` está definido como 3.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. Verifique se as portas do iniciador estão ativas e em execução e você pode ver os LIFs de destino.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

## Marvell/QLogic

O driver nativo da caixa de entrada qla2xxx incluído no kernel RHEL 9,0 tem as correções mais recentes. Essas correções são essenciais para o suporte ao ONTAP.

### Passos

1. Verifique se você está executando o driver de adaptador e as versões de firmware compatíveis:



```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
```

1. Verify is set (verificar `ql2xnvmeenable` é definido) que permite que o adaptador Marvell funcione como um iniciador NVMe/FC:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

### Ativar 1MB I/o (Opcional)

O ONTAP relata um MDTS (MAX Data Transfer Size) de 8 nos dados do controlador de identificação. Isso significa que o tamanho máximo da solicitação de e/S pode ser de até 1MBMB. Para emitir solicitações de e/S de tamanho 1 MB para um host NVMe/FC Broadcom, você deve aumentar `lpfc` o valor `lpfc_sg_seg_cnt` do parâmetro para 256 do valor padrão 64.



Essas etapas não se aplicam a hosts Qlogic NVMe/FC.

### Passos

1. Defina `lpfc_sg_seg_cnt` o parâmetro como 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Execute o `dracut -f` comando e reinicie o host.
3. Verifique se o valor esperado de `lpfc_sg_seg_cnt` é 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

### Configurar o NVMe/TCP

O NVMe/TCP não tem a funcionalidade de conexão automática. Portanto, se um caminho for desativado e não for restaurado dentro do período de tempo limite padrão de 10 minutos, o NVMe/TCP não poderá se reconectar automaticamente. Para evitar um tempo limite, você deve definir o período de repetição para eventos de failover para pelo menos 30 minutos.

### Passos

1. Verifique se a porta do iniciador é capaz de buscar dados da página de log de descoberta nas LIFs NVMe/TCP suportadas:

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51

Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...

```

2. Da mesma forma, verifique se os outros combos de LIF iniciador-alvo NVMe/TCP são capazes de obter com sucesso os dados da página de log de descoberta. Por exemplo,

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. Execute `nvme connect-all` o comando em todos os LIFs de destino do iniciador NVMe/TCP compatíveis nos nós. Certifique-se de definir um período de repetição do temporizador mais longo `ctrl_loss_tmo` (por exemplo, 30 minutos, que pode ser definido através `-l 1800`de ) durante a ligação de tudo para que tente novamente durante um período de tempo mais longo em caso de perda de caminho. Por exemplo,`

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

## Validar o NVMe-of

Use o procedimento a seguir para validar o NVMe-of.

### Passos

1. Verifique se o multipath NVMe no kernel está realmente habilitado, verificando:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Verifique se as configurações apropriadas de NVMf (por exemplo, modelo definido como `NetApp ONTAP Controller` e balanceamento de carga `iopolicy` definido como `round-robin`) para os respectivos namespaces ONTAP refletem corretamente no host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Verifique se os namespaces do ONTAP refletem corretamente no host.

Exemplo (a):

```

# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
Usage
-----
-----
/dev/nvme0n1 814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller  1
85.90 GB / 85.90 GB

Format          FW Rev
-----
4 KiB + 0 B    FFFFFFFF

```

Exemplo (b):

```

# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
Usage
-----
-----
/dev/nvme0n1 81CZ5BQuUNfGAAAAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller  1
85.90 GB / 85.90 GB

Format          FW Rev
-----
4 KiB + 0 B    FFFFFFFF

```

4. Verifique se o estado do controlador de cada caminho está ativo e tem um status ANA adequado.

Exemplo (a):

```

# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized

```

#### Exemplo (b):

```

# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.1.51 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.8
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.56 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.9
live optimized
+- nvme15 tcp traddr=192.168.2.57 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.9
live non-optimized
+- nvme5 tcp traddr=192.168.1.52 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.8
live non-optimized

```

5. Verifique se o plug-in NetApp exibe os valores adequados para cada dispositivo de namespace ONTAP.

#### Exemplo (a):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
NSID
-----
-----
/dev/nvme0n1    vs_fcnvme_141    /vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns    1

UUID          Size
-----
72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2    85.90GB
```

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

#### Exemplo (b):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1    vs_tcp_118
/vol/tcpnvme_118_1_0_0/tcpnvme_118_ns

NSID    UUID          Size
-----
1        4a3e89de-b239-45d8-be0c-b81f6418283c    85.90GB
```

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_118",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpnvme_118_1_0_0/tcpnvme_118_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "4a3e89de-b239-45d8-be0c-b81f6418283c",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ]
}
```

## Problemas conhecidos

A configuração de host NVMe-of para RHEL 9,0 com ONTAP tem os seguintes problemas conhecidos:

ID de erro do NetApp	Título	Descrição
"1479047"	Os hosts NVMe-of RHEL 9,0 criam controladoras de descoberta persistente duplicadas	Em hosts NVMe over Fabrics (NVMe-of), você pode usar o comando "nvme Discover -p" para criar PDCs (Controladoras de descoberta persistentes). Quando este comando é usado, apenas um PDC deve ser criado por combinação iniciador-alvo. No entanto, se você estiver executando o ONTAP 9.10,1 e o Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 9,0 com um host NVMe-of, um PDC duplicado será criado sempre que "nvme Discover -p" for executado. Isso leva ao uso desnecessário de recursos no host e no destino.

## **Informações sobre direitos autorais**

Copyright © 2024 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 INTERRUPTÃO 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 SOFTWARES, 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.