



# **Mergulho profundo**

## ONTAP Select

NetApp  
January 29, 2026

# Índice

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Mergulho profundo .....                                                                                    | 1  |
| Armazenar .....                                                                                            | 1  |
| Armazenamento ONTAP Select : Conceitos e características gerais .....                                      | 1  |
| Serviços de RAID de hardware para armazenamento local conectado ONTAP Select .....                         | 6  |
| Serviços de configuração RAID de software ONTAP Select para armazenamento local conectado .....            | 13 |
| ONTAP Select VSAN e configurações de matriz externa .....                                                  | 22 |
| Aumente a capacidade de armazenamento do ONTAP Select .....                                                | 26 |
| Suporte de eficiência de armazenamento ONTAP Select .....                                                  | 30 |
| Rede .....                                                                                                 | 32 |
| Conceitos e características de rede ONTAP Select .....                                                     | 32 |
| ONTAP Select configurações de rede de nó único e múltiplo .....                                            | 34 |
| ONTAP Select .....                                                                                         | 39 |
| Configurações de rede ONTAP Select suportadas .....                                                        | 42 |
| Configuração do ONTAP Select VMware vSphere vSwitch no ESXi .....                                          | 43 |
| ONTAP Select .....                                                                                         | 52 |
| Separação de tráfego de dados e gerenciamento ONTAP Select .....                                           | 54 |
| Arquitetura de alta disponibilidade .....                                                                  | 56 |
| Configurações de alta disponibilidade do ONTAP Select .....                                                | 56 |
| ONTAP Select HA RSM e agregados espelhados .....                                                           | 59 |
| ONTAP Select HA aprimora a proteção de dados .....                                                         | 62 |
| Desempenho .....                                                                                           | 65 |
| Visão geral do desempenho do ONTAP Select .....                                                            | 65 |
| Desempenho do ONTAP Select 9.6: armazenamento SSD de alta disponibilidade com conexão direta premium ..... | 65 |

# Mergulho profundo

## Armazenar

### Armazenamento ONTAP Select : Conceitos e características gerais

Descubra conceitos gerais de armazenamento que se aplicam ao ambiente ONTAP Select antes de explorar os componentes de armazenamento específicos.

#### Fases de configuração de armazenamento

As principais fases de configuração do armazenamento host ONTAP Select incluem o seguinte:

- Pré-requisitos de pré-implantação
  - Certifique-se de que cada host do hipervisor esteja configurado e pronto para uma implantação do ONTAP Select .
  - A configuração envolve unidades físicas, controladores e grupos RAID, LUNs, bem como preparação de rede relacionada.
  - Esta configuração é executada fora do ONTAP Select .
- Configuração usando o utilitário do administrador do hipervisor
  - Você pode configurar certos aspectos do armazenamento usando o utilitário de administração do hipervisor (por exemplo, vSphere em um ambiente VMware).
  - Esta configuração é executada fora do ONTAP Select .
- Configuração usando o utilitário de administração ONTAP Select Deploy
  - Você pode usar o utilitário de administração Deploy para configurar as principais construções de armazenamento lógico.
  - Isso é executado explicitamente por meio de comandos CLI ou automaticamente pelo utilitário como parte de uma implantação.
- Configuração pós-implantação
  - Após a conclusão de uma implantação do ONTAP Select , você pode configurar o cluster usando o ONTAP CLI ou o System Manager.
  - Esta configuração é executada fora do ONTAP Select Deploy .

#### Armazenamento gerenciado versus não gerenciado

O armazenamento acessado e controlado diretamente pelo ONTAP Select é considerado armazenamento gerenciado. Qualquer outro armazenamento no mesmo host do hipervisor é considerado armazenamento não gerenciado.

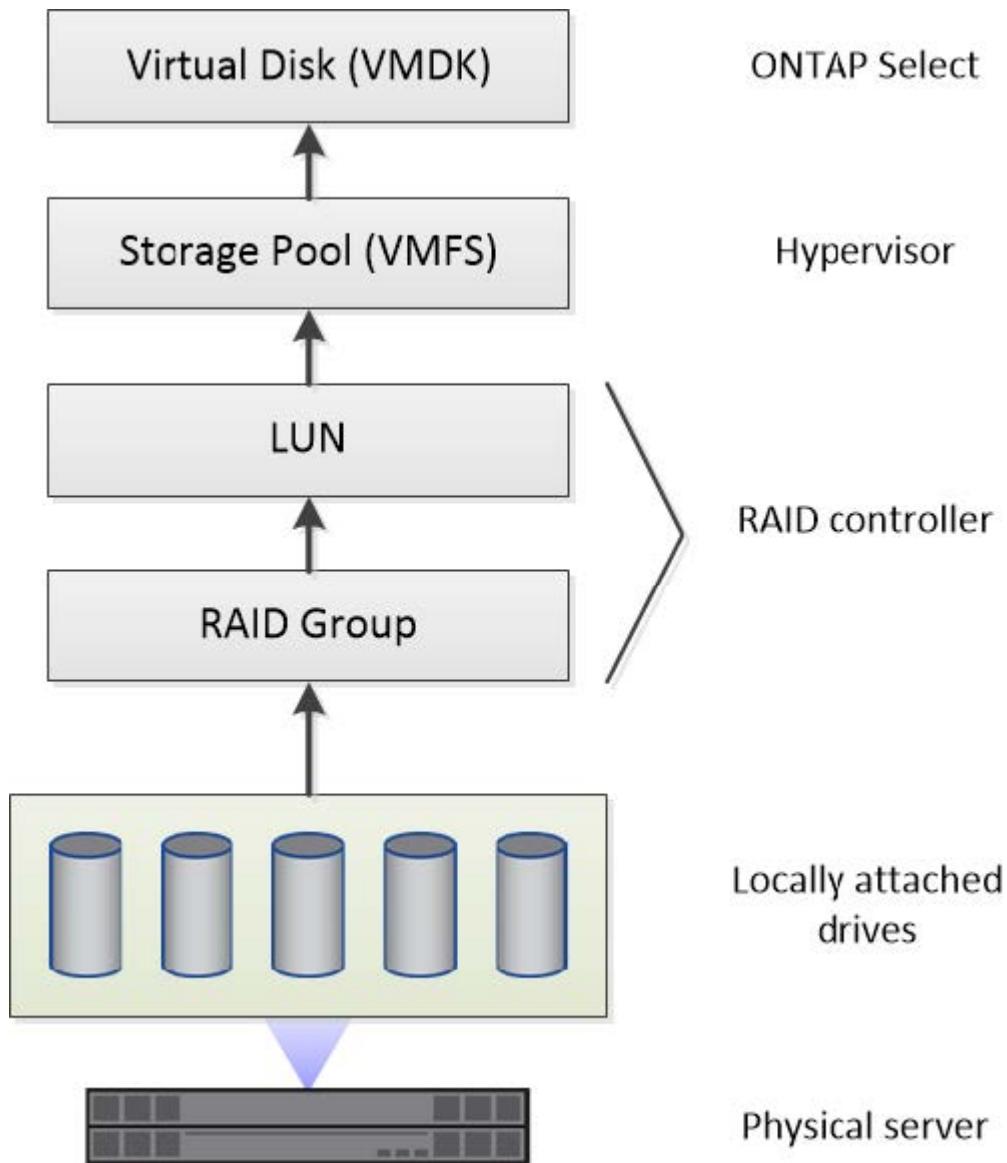
#### Armazenamento físico homogêneo

Todas as unidades físicas que compõem o armazenamento gerenciado do ONTAP Select devem ser homogêneas. Ou seja, todo o hardware deve ser o mesmo em relação às seguintes características:

- Tipo (SAS, NL-SAS, SATA, SSD)
- Velocidade (RPM)

## Ilustração do ambiente de armazenamento local

Cada host do hipervisor contém discos locais e outros componentes de armazenamento lógico que podem ser usados pelo ONTAP Select. Esses componentes de armazenamento são organizados em uma estrutura em camadas, a partir do disco físico.



## Características dos componentes de armazenamento local

Existem vários conceitos que se aplicam aos componentes de armazenamento local usados em um ambiente ONTAP Select. Você deve se familiarizar com esses conceitos antes de se preparar para uma implantação do ONTAP Select. Esses conceitos são organizados de acordo com a categoria: grupos RAID e LUNs, pools de armazenamento e discos virtuais.

## Agrupando unidades físicas em grupos RAID e LUNs

Um ou mais discos físicos podem ser anexados localmente ao servidor host e disponibilizados para o ONTAP Select. Os discos físicos são atribuídos a grupos RAID, que são então apresentados ao sistema operacional do host do hipervisor como um ou mais LUNs. Cada LUN é apresentado ao sistema operacional do host do hipervisor como um disco rígido físico.

Ao configurar um host ONTAP Select , você deve estar ciente do seguinte:

- Todo o armazenamento gerenciado deve ser acessível por meio de um único controlador RAID
- Dependendo do fornecedor, cada controlador RAID suporta um número máximo de unidades por grupo RAID

## Um ou mais grupos RAID

Cada host ONTAP Select deve ter um único controlador RAID. Você deve criar um único grupo RAID para o ONTAP Select. No entanto, em certas situações, você pode considerar a criação de mais de um grupo RAID. Consulte "[Resumo das melhores práticas](#)" .

### Considerações sobre pool de armazenamento

Há vários problemas relacionados aos pools de armazenamento dos quais você deve estar ciente como parte da preparação para implantar o ONTAP Select.



Em um ambiente VMware, um pool de armazenamento é sinônimo de um armazenamento de dados VMware.

## Pools de armazenamento e LUNs

Cada LUN é visto como um disco local no host do hipervisor e pode fazer parte de um pool de armazenamento. Cada pool de armazenamento é formatado com um sistema de arquivos que o sistema operacional do host do hipervisor pode usar.

Você deve garantir que os pools de armazenamento sejam criados corretamente como parte de uma implantação do ONTAP Select . Você pode criar um pool de armazenamento usando a ferramenta de administração do hipervisor. Por exemplo, com o VMware, você pode usar o cliente vSphere para criar um pool de armazenamento. O pool de armazenamento é então passado para o utilitário de administração do ONTAP Select Deploy.

### Gerenciar os discos virtuais no ESXi

Há vários problemas relacionados aos discos virtuais dos quais você deve estar ciente como parte da preparação para implantar o ONTAP Select.

## Discos virtuais e sistemas de arquivos

A máquina virtual ONTAP Select possui várias unidades de disco virtuais alocadas. Cada disco virtual é, na verdade, um arquivo contido em um pool de armazenamento e é mantido pelo hipervisor. O ONTAP Select utiliza diversos tipos de discos, principalmente discos de sistema e discos de dados.

Você também deve estar ciente do seguinte sobre discos virtuais:

- O pool de armazenamento deve estar disponível antes que os discos virtuais possam ser criados.
- Os discos virtuais não podem ser criados antes da criação da máquina virtual.
- Você deve confiar no utilitário de administração ONTAP Select Deploy para criar todos os discos virtuais (ou seja, um administrador nunca deve criar um disco virtual fora do utilitário Deploy).

## Configurando os discos virtuais

Os discos virtuais são gerenciados pelo ONTAP Select. Eles são criados automaticamente quando você cria

um cluster usando o utilitário de administração Deploy.

### Ilustração do ambiente de armazenamento externo no ESXi

A solução ONTAP Select vNAS permite que o ONTAP Select utilize datastores localizados em um armazenamento externo ao host do hipervisor. Os datastores podem ser acessados pela rede usando o VMware vSAN ou diretamente em um conjunto de armazenamento externo.

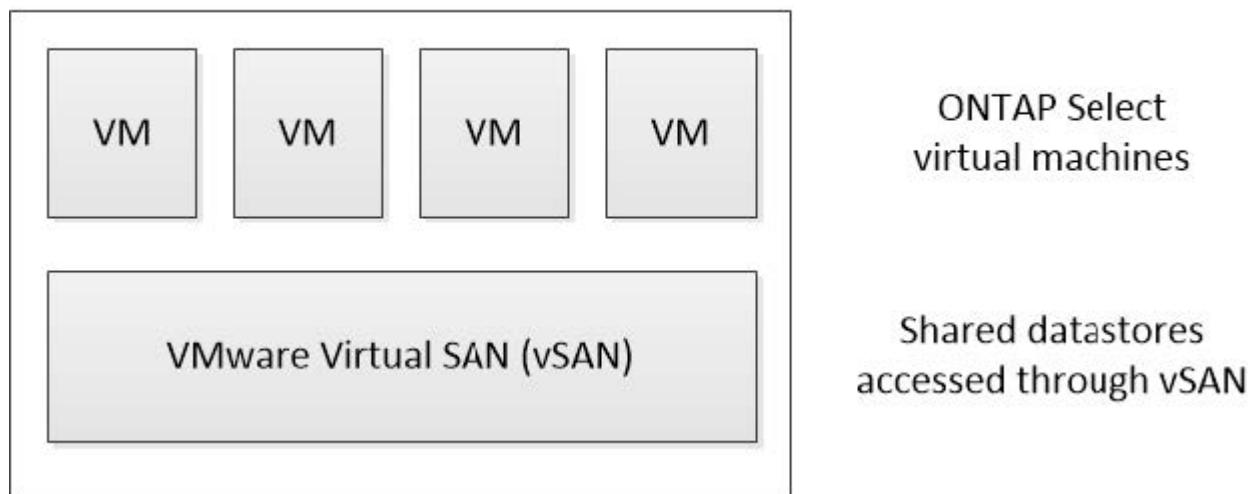
O ONTAP Select pode ser configurado para usar os seguintes tipos de armazenamentos de dados de rede VMware ESXi que são externos ao host do hipervisor:

- vSAN (SAN Virtual)
- VMFS
- NFS

#### Armazenamentos de dados vSAN

Cada host ESXi pode ter um ou mais datastores VMFS locais. Normalmente, esses datastores são acessíveis apenas ao host local. No entanto, o VMware vSAN permite que cada host em um cluster ESXi compartilhe todos os datastores do cluster como se fossem locais. A figura a seguir ilustra como o vSAN cria um pool de datastores que são compartilhados entre os hosts no cluster ESXi.

#### ESXi cluster

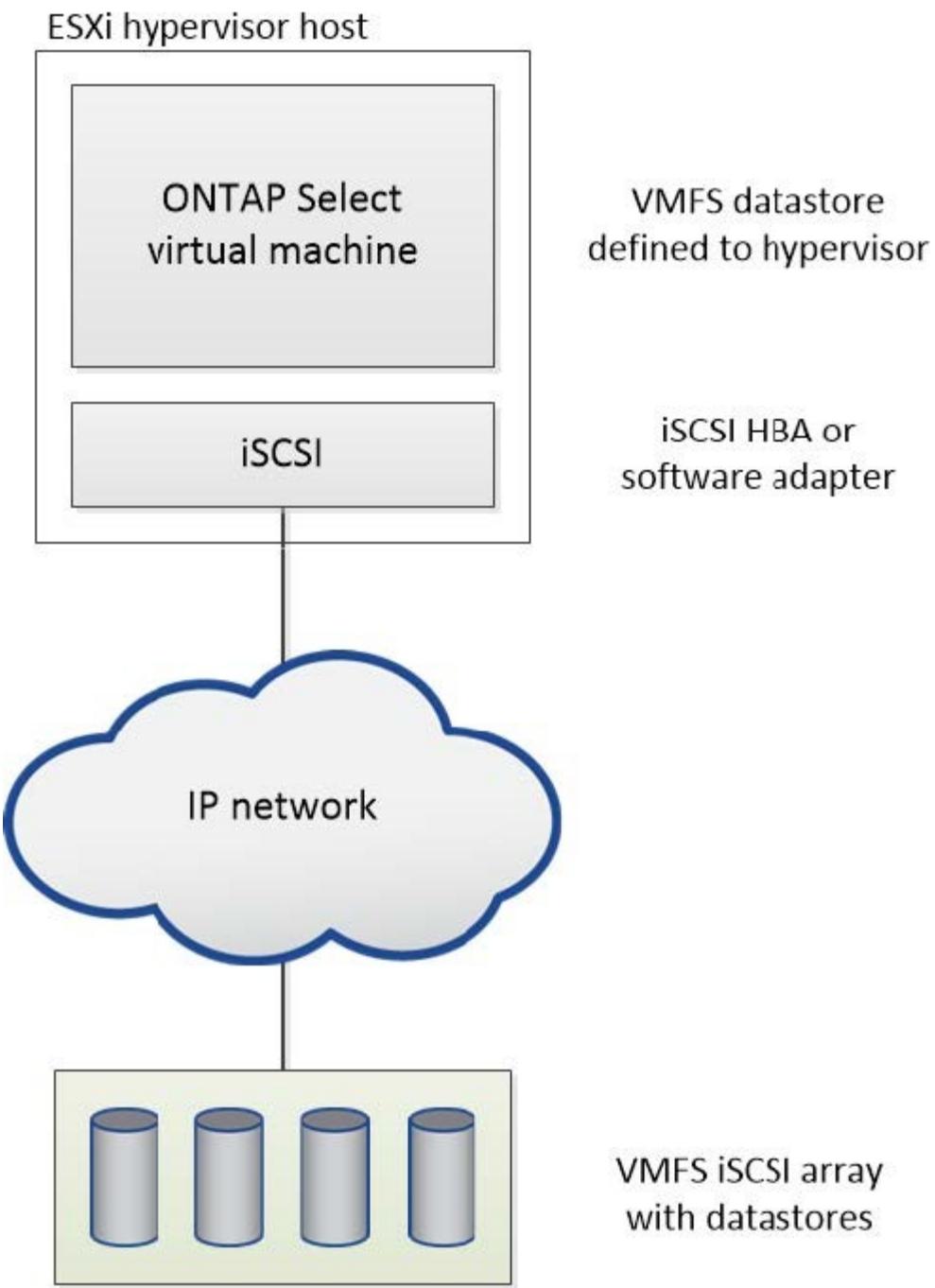


#### Armazenamento de dados VMFS em matriz de armazenamento externo

Você pode criar um armazenamento de dados VMFS residindo em um conjunto de armazenamento externo. O armazenamento é acessado usando um dos vários protocolos de rede. A figura a seguir ilustra um armazenamento de dados VMFS em um conjunto de armazenamento externo acessado usando o protocolo iSCSI.



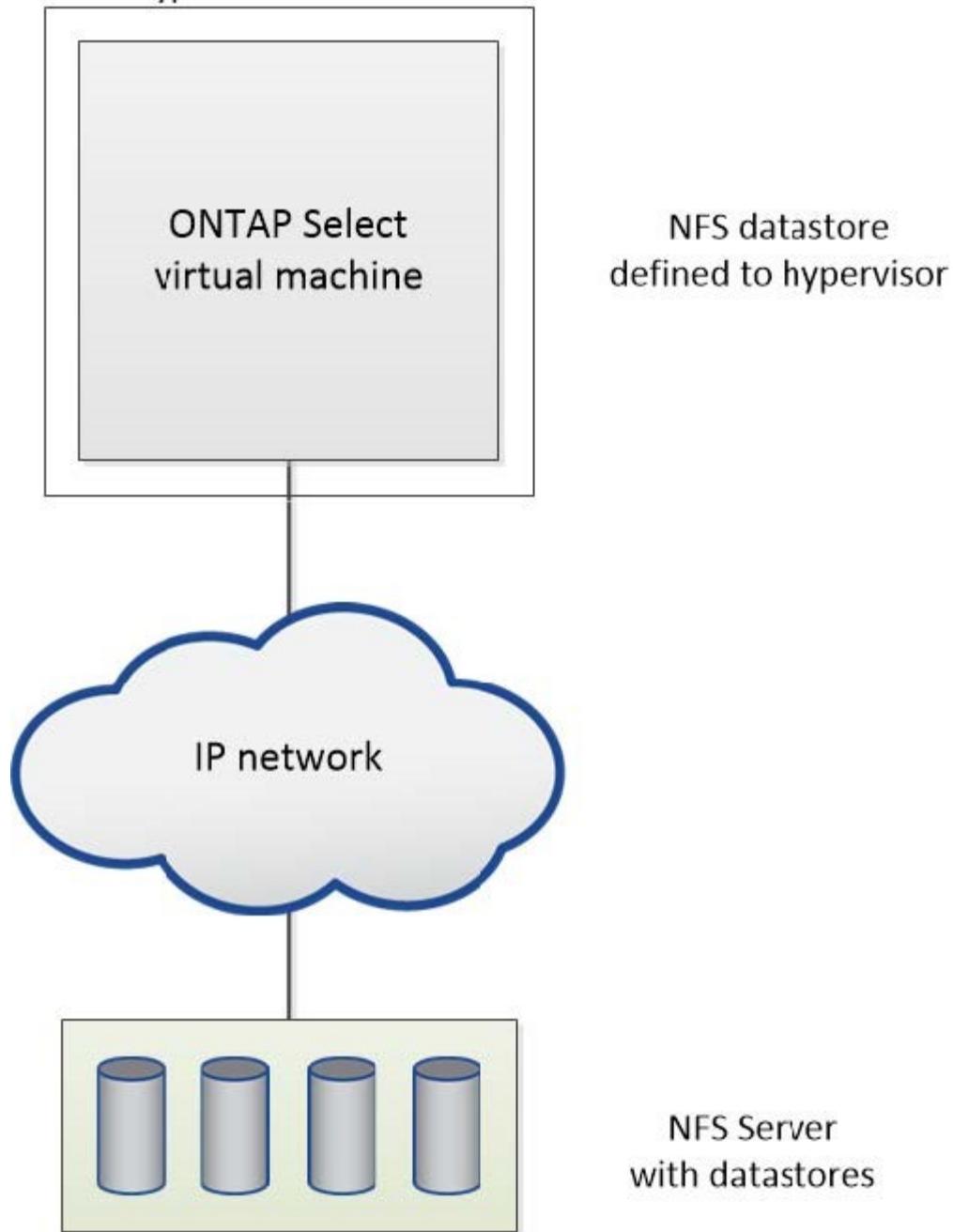
O ONTAP Select oferece suporte a todos os conjuntos de armazenamento externo descritos na documentação de compatibilidade de armazenamento/SAN da VMware, incluindo iSCSI, Fiber Channel e Fiber Channel over Ethernet.



#### Armazenamento de dados NFS em matriz de armazenamento externo

Você pode criar um armazenamento de dados NFS residindo em um conjunto de armazenamento externo. O armazenamento é acessado usando o protocolo de rede NFS. A figura a seguir ilustra um armazenamento de dados NFS em um armazenamento externo acessado por meio do dispositivo do servidor NFS.

## ESXi hypervisor host



## Serviços de RAID de hardware para armazenamento local conectado ONTAP Select

Quando um controlador RAID de hardware está disponível, o ONTAP Select pode mover serviços RAID para o controlador de hardware, aumentando o desempenho de gravação e protegendo contra falhas na unidade física. Consequentemente, a proteção RAID para todos os nós do cluster ONTAP Select é fornecida pelo controlador RAID conectado localmente e não pelo software RAID do ONTAP .



Os agregados de dados ONTAP Select são configurados para usar RAID 0 porque o controlador RAID físico está fornecendo segmentação RAID para as unidades subjacentes. Nenhum outro nível de RAID é suportado.

## Configuração do controlador RAID para armazenamento local conectado

Todos os discos conectados localmente que fornecem armazenamento de apoio ao ONTAP Select devem estar atrás de um controlador RAID. A maioria dos servidores comuns vem com várias opções de controlador RAID em diferentes faixas de preço, cada uma com diferentes níveis de funcionalidade. O objetivo é oferecer suporte ao maior número possível dessas opções, desde que atendam a determinados requisitos mínimos do controlador.



Não é possível desanexar discos virtuais de VMs ONTAP Select que utilizam a configuração RAID de hardware. A desanexação de discos só é suportada por VMs ONTAP Select que utilizam a configuração RAID de software. Ver "["Substituir uma unidade com falha em uma configuração RAID de software ONTAP Select"](#)" para maiores informações.

O controlador RAID que gerencia os discos ONTAP Select deve atender aos seguintes requisitos:

- O controlador RAID de hardware deve ter uma unidade de backup de bateria (BBU) ou cache de gravação com suporte flash (FBWC) e suportar 12 Gbps de taxa de transferência.
- O controlador RAID deve suportar um modo que possa suportar pelo menos uma ou duas falhas de disco (RAID 5 e RAID 6).
- O cache da unidade deve ser definido como desabilitado.
- A política de gravação deve ser configurada para o modo de gravação com um fallback para gravação em caso de falha de BBU ou flash.
- A política de E/S para leituras deve ser definida como armazenada em cache.

Todos os discos conectados localmente que fornecem armazenamento de backup ao ONTAP Select devem ser colocados em grupos RAID executando RAID 5 ou RAID 6. Para unidades SAS e SSDs, o uso de grupos RAID de até 24 unidades permite que o ONTAP aproveite os benefícios de distribuir as solicitações de leitura recebidas por um número maior de discos. Isso proporciona um ganho significativo de desempenho. Com as configurações SAS/SSD, os testes de desempenho foram realizados em configurações de LUN único e de vários LUNs. Não foram encontradas diferenças significativas; portanto, para simplificar, a NetApp recomenda criar o menor número possível de LUNs necessário para atender às suas necessidades de configuração.

Unidades NL-SAS e SATA exigem um conjunto diferente de práticas recomendadas. Por questões de desempenho, o número mínimo de discos ainda é oito, mas o tamanho do grupo RAID não deve ser maior que 12 unidades. A NetApp também recomenda o uso de um disco reserva por grupo RAID; no entanto, é possível usar discos reservas globais para todos os grupos RAID. Por exemplo, você pode usar dois discos reservas para cada três grupos RAID, com cada grupo RAID consistindo de oito a 12 unidades.



A extensão máxima e o tamanho do armazenamento de dados para versões mais antigas do ESX são 64 TB, o que pode afetar o número de LUNs necessários para dar suporte à capacidade bruta total fornecida por essas unidades de grande capacidade.

## Modo RAID

Muitos controladores RAID suportam até três modos de operação, cada um representando uma diferença significativa no caminho de dados utilizado pelas solicitações de gravação. Esses três modos são os seguintes:

- Writethrough. Todas as solicitações de E/S recebidas são gravadas no cache do controlador RAID e imediatamente liberadas para o disco antes de confirmar a solicitação de volta ao host.
- Writearound. Todas as solicitações de E/S recebidas são gravadas diretamente no disco, ignorando o cache do controlador RAID.

- Writeback. Todas as solicitações de E/S recebidas são gravadas diretamente no cache do controlador e imediatamente confirmadas pelo host. Os blocos de dados são descarregados no disco de forma assíncrona usando o controlador.

O modo write-back oferece o caminho de dados mais curto, com a confirmação de E/S ocorrendo imediatamente após os blocos entrarem no cache. Este modo oferece a menor latência e a maior taxa de transferência para cargas de trabalho mistas de leitura/gravação. No entanto, sem a presença de uma BBU ou tecnologia flash não volátil, os usuários correm o risco de perder dados se o sistema sofrer uma queda de energia ao operar neste modo.

O ONTAP Select requer a presença de uma bateria reserva ou unidade flash; portanto, podemos ter certeza de que os blocos em cache serão descarregados no disco em caso desse tipo de falha. Por esse motivo, é necessário que o controlador RAID esteja configurado no modo de gravação.

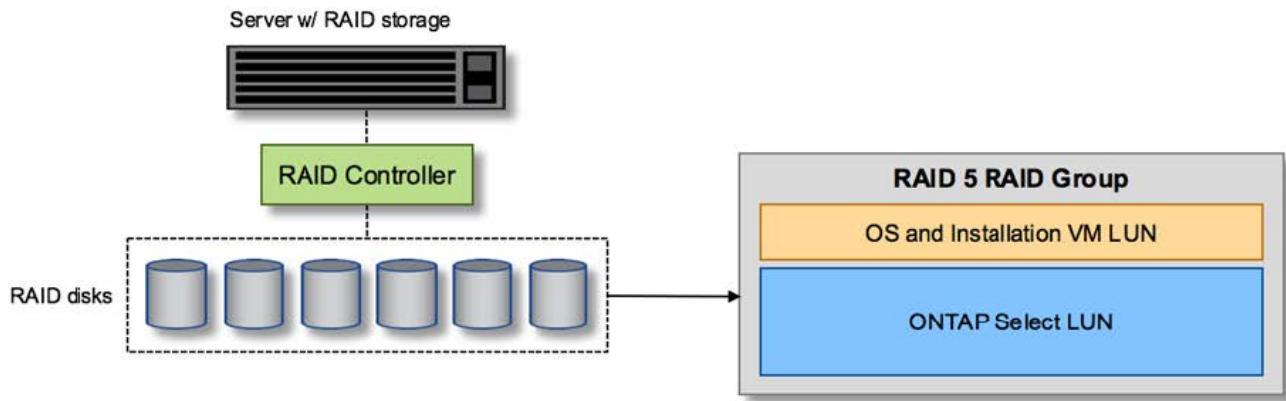
### Discos locais compartilhados entre o ONTAP Select e o SO

A configuração de servidor mais comum é aquela em que todos os spindles conectados localmente ficam atrás de um único controlador RAID. Você deve provisionar no mínimo duas LUNs: uma para o hipervisor e outra para a VM ONTAP Select .

Por exemplo, considere um HP DL380 g8 com seis unidades internas e um único controlador RAID Smart Array P420i. Todas as unidades internas são gerenciadas por este controlador RAID, e nenhum outro armazenamento está presente no sistema.

A figura a seguir mostra esse estilo de configuração. Neste exemplo, não há nenhum outro armazenamento presente no sistema; portanto, o hipervisor deve compartilhar o armazenamento com o nó ONTAP Select .

### Configuração de LUN do servidor apenas com spindles gerenciados por RAID



O provisionamento de LUNs do SO a partir do mesmo grupo RAID do ONTAP Select permite que o SO do hipervisor (e qualquer VM cliente que também seja provisionada a partir desse armazenamento) se beneficie da proteção RAID. Essa configuração evita que uma falha em um único disco derrube todo o sistema.

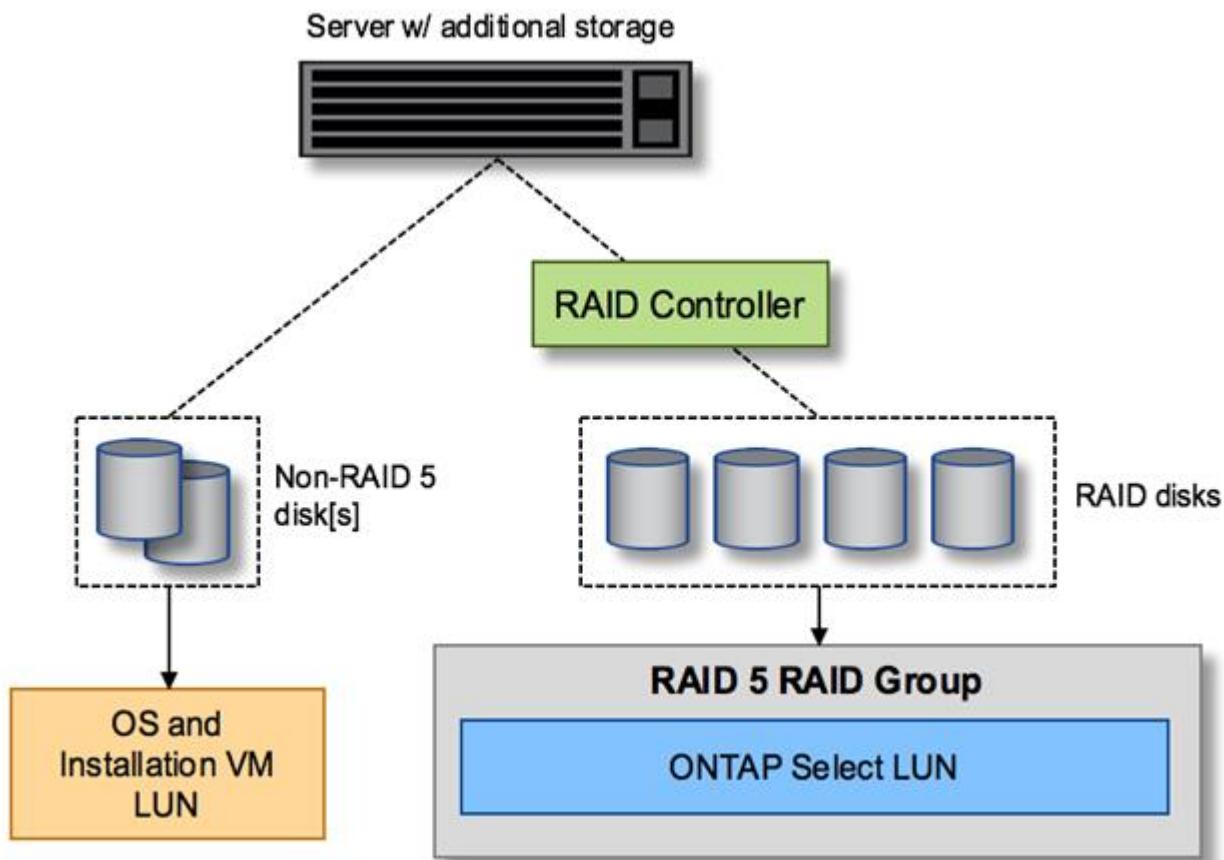
### Discos locais divididos entre ONTAP Select e OS

A outra configuração possível oferecida pelos fornecedores de servidores envolve a configuração do sistema com múltiplos controladores RAID ou de disco. Nessa configuração, um conjunto de discos é gerenciado por um controlador de disco, que pode ou não oferecer serviços RAID. Um segundo conjunto de discos é gerenciado por um controlador RAID de hardware capaz de oferecer serviços RAID 5/6.

Com esse estilo de configuração, o conjunto de spindles localizado atrás do controlador RAID, capaz de fornecer serviços RAID 5/6, deve ser usado exclusivamente pela VM ONTAP Select . Dependendo da capacidade total de armazenamento gerenciada, você deve configurar os spindles de disco em um ou mais grupos RAID e uma ou mais LUNs. Essas LUNs seriam então usadas para criar um ou mais datastores, com todos os datastores protegidos pelo controlador RAID.

O primeiro conjunto de discos é reservado para o sistema operacional do hipervisor e qualquer VM cliente que não esteja usando armazenamento ONTAP , conforme mostrado na figura a seguir.

### Configuração de LUN do servidor em sistema misto RAID/não RAID



### Vários LUNs

Há dois casos em que as configurações de grupo RAID único/LUN único devem ser alteradas. Ao usar unidades NL-SAS ou SATA, o tamanho do grupo RAID não deve exceder 12 unidades. Além disso, uma única LUN pode se tornar maior do que os limites de armazenamento do hipervisor subjacente, seja o tamanho máximo da extensão do sistema de arquivos individual ou o tamanho máximo do pool de armazenamento total. Nesse caso, o armazenamento físico subjacente deve ser dividido em várias LUNs para permitir a criação bem-sucedida do sistema de arquivos.

### Limites do sistema de arquivos da máquina virtual VMware vSphere

O tamanho máximo de um armazenamento de dados em algumas versões do ESX é 64 TB.

Se um servidor tiver mais de 64 TB de armazenamento conectado, pode ser necessário provisionar vários LUNs, cada um com menos de 64 TB. A criação de vários grupos RAID para melhorar o tempo de

reconstrução RAID para unidades SATA/NL-SAS também resulta no provisionamento de vários LUNs.

Quando vários LUNs são necessários, um ponto importante a ser considerado é garantir que eles tenham desempenho semelhante e consistente. Isso é especialmente importante se todos os LUNs forem usados em um único agregado ONTAP. Alternativamente, se um subconjunto de um ou mais LUNs tiver um perfil de desempenho nitidamente diferente, recomendamos fortemente isolar esses LUNs em um agregado ONTAP separado.

Várias extensões de sistema de arquivos podem ser usadas para criar um único armazenamento de dados até o tamanho máximo do armazenamento de dados. Para restringir a capacidade que requer uma licença do ONTAP Select, certifique-se de especificar um limite de capacidade durante a instalação do cluster. Essa funcionalidade permite que o ONTAP Select use (e, portanto, exija uma licença para) apenas um subconjunto do espaço em um armazenamento de dados.

Como alternativa, pode-se começar criando um único datastore em uma única LUN. Quando for necessário espaço adicional que exija uma licença de capacidade maior do ONTAP Select, esse espaço poderá ser adicionado ao mesmo datastore como uma extensão, até o tamanho máximo do datastore. Após atingir o tamanho máximo, novos datastores poderão ser criados e adicionados ao ONTAP Select. Ambos os tipos de operações de extensão de capacidade são suportados e podem ser obtidos usando a funcionalidade de adição de armazenamento do ONTAP Deploy. Cada nó do ONTAP Select pode ser configurado para suportar até 400 TB de armazenamento. O provisionamento de capacidade de vários datastores requer um processo de duas etapas.

A criação inicial do cluster pode ser usada para criar um cluster ONTAP Select consumindo parte ou todo o espaço no armazenamento de dados inicial. Uma segunda etapa é executar uma ou mais operações de adição de capacidade usando armazenamentos de dados adicionais até que a capacidade total desejada seja atingida. Essa funcionalidade é detalhada na seção ["Aumentar a capacidade de armazenamento"](#).



A sobrecarga do VMFS é diferente de zero (consulte ["VMware KB 1001618"](#)) e tentar usar todo o espaço relatado como livre por um armazenamento de dados resultou em erros espúrios durante as operações de criação do cluster.

Um buffer de 2% é deixado sem uso em cada armazenamento de dados. Esse espaço não requer uma licença de capacidade porque não é usado pelo ONTAP Select. O ONTAP Deploy calcula automaticamente o número exato de gigabytes para o buffer, desde que um limite de capacidade não seja especificado. Se um limite de capacidade for especificado, esse tamanho será aplicado primeiro. Se o tamanho do limite de capacidade estiver dentro do tamanho do buffer, a criação do cluster falhará e será exibida uma mensagem de erro especificando o parâmetro de tamanho máximo correto que pode ser usado como limite de capacidade:

```
"InvalidPoolCapacitySize: Invalid capacity specified for storage pool
"ontap-select-storage-pool", Specified value: 34334204 GB. Available
(after leaving 2% overhead space): 30948"
```

O VMFS 6 é compatível tanto com novas instalações quanto como destino de uma operação do Storage vMotion de uma VM ONTAP Deploy ou ONTAP Select existente.

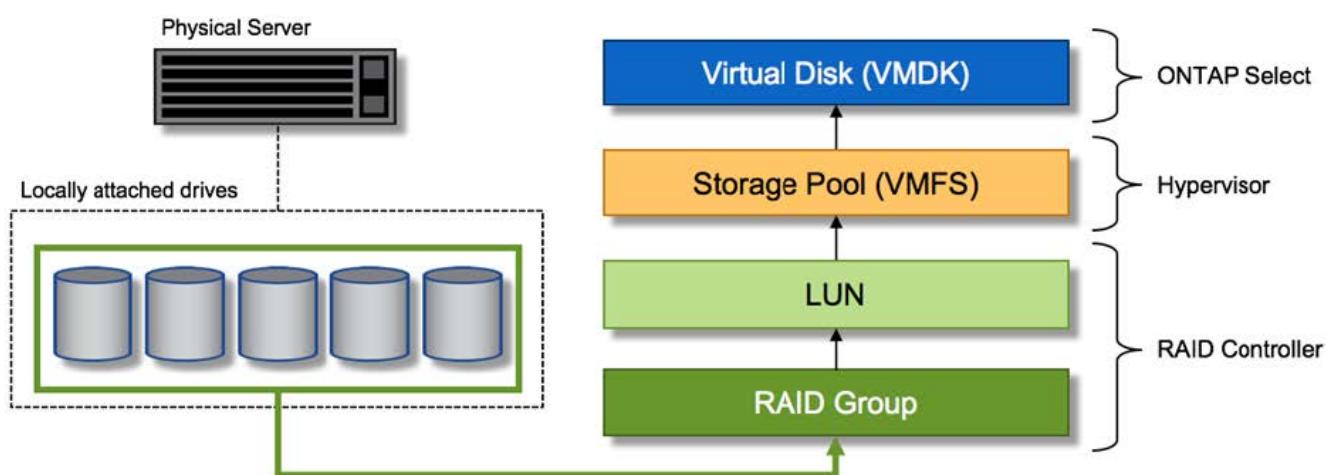
A VMware não oferece suporte a atualizações locais do VMFS 5 para o VMFS 6. Portanto, o Storage vMotion é o único mecanismo que permite a transição de um datastore VMFS 5 para um datastore VMFS 6. No entanto, o suporte ao Storage vMotion com ONTAP Select e ONTAP Deploy foi expandido para abranger outros cenários além do propósito específico de transição do VMFS 5 para o VMFS 6.

## ONTAP Select

Em sua essência, o ONTAP Select apresenta ao ONTAP um conjunto de discos virtuais provisionados a partir de um ou mais pools de armazenamento. O ONTAP recebe um conjunto de discos virtuais que ele trata como físicos, e a parte restante da pilha de armazenamento é abstraída pelo hipervisor. A figura a seguir mostra essa relação em mais detalhes, destacando a relação entre o controlador RAID físico, o hipervisor e a VM do ONTAP Select .

- A configuração do grupo RAID e do LUN ocorre no software do controlador RAID do servidor. Essa configuração não é necessária ao usar VSAN ou matrizes externas.
- A configuração do pool de armazenamento ocorre de dentro do hipervisor.
- Os discos virtuais são criados e de propriedade de VMs individuais; neste exemplo, pelo ONTAP Select.

## Mapeamento de disco virtual para disco físico



## Provisionamento de disco virtual

Para proporcionar uma experiência mais otimizada ao usuário, a ferramenta de gerenciamento do ONTAP Select , ONTAP Deploy, provisiona automaticamente discos virtuais do pool de armazenamento associado e os anexa à VM do ONTAP Select . Essa operação ocorre automaticamente durante a configuração inicial e durante as operações de adição de armazenamento. Se o nó do ONTAP Select fizer parte de um par de HA, os discos virtuais serão atribuídos automaticamente a um pool de armazenamento local e espelhado.

O ONTAP Select divide o armazenamento anexado subjacente em discos virtuais de tamanho igual, cada um com no máximo 16 TB. Se o nó do ONTAP Select fizer parte de um par de HA, no mínimo dois discos virtuais serão criados em cada nó do cluster e atribuídos ao plex local e espelhado para serem usados em um agregado espelhado.

Por exemplo, um ONTAP Select pode atribuir um armazenamento de dados ou LUN de 31 TB (o espaço restante após a implantação da VM e o provisionamento dos discos de sistema e raiz). Em seguida, quatro discos virtuais de ~7,75 TB são criados e atribuídos ao plex local e espelhado ONTAP apropriado.

i Adicionar capacidade a uma VM ONTAP Select provavelmente resulta em VMDKs de tamanhos diferentes. Para obter detalhes, consulte a seção "[Aumentar a capacidade de armazenamento](#)". Ao contrário dos sistemas FAS , VMDKs de tamanhos diferentes podem existir no mesmo agregado. O ONTAP Select usa uma faixa RAID 0 entre esses VMDKs, o que permite o uso total de todo o espaço em cada VMDK, independentemente do seu tamanho.

## NVRAM virtualizada

Os sistemas NetApp FAS são tradicionalmente equipados com uma placa PCI NVRAM física, uma placa de alto desempenho que contém memória flash não volátil. Essa placa proporciona um aumento significativo no desempenho de gravação, permitindo que o ONTAP reconheça imediatamente as gravações recebidas no cliente. Ela também pode agendar a movimentação de blocos de dados modificados de volta para a mídia de armazenamento mais lenta, em um processo conhecido como desescalonamento.

Sistemas comuns normalmente não são equipados com esse tipo de equipamento. Portanto, a funcionalidade desta placa NVRAM foi virtualizada e colocada em uma partição no disco de inicialização do sistema ONTAP Select. É por esse motivo que o posicionamento do disco virtual do sistema da instância é extremamente importante. É também por isso que o produto requer a presença de um controlador RAID físico com um cache resiliente para configurações de armazenamento local conectado.

A NVRAM é colocada em seu próprio VMDK. Dividir a NVRAM em seu próprio VMDK permite que a VM ONTAP Select use o driver vNVMe para se comunicar com seu VMDK NVRAM. Também requer que a VM ONTAP Select use a versão de hardware 13, compatível com ESX 6.5 e versões mais recentes.

### Caminho de dados explicado: NVRAM e controlador RAID

A interação entre a partição do sistema NVRAM virtualizada e o controlador RAID pode ser melhor destacada percorrendo o caminho de dados percorrido por uma solicitação de gravação quando ela entra no sistema.

As solicitações de gravação recebidas na VM ONTAP Select são direcionadas à partição NVRAM da VM. Na camada de virtualização, essa partição existe dentro de um disco de sistema ONTAP Select, um VMDK conectado à VM ONTAP Select. Na camada física, essas solicitações são armazenadas em cache no controlador RAID local, assim como todas as alterações de bloco direcionadas aos spindles subjacentes. A partir daí, a gravação é confirmada de volta para o host.

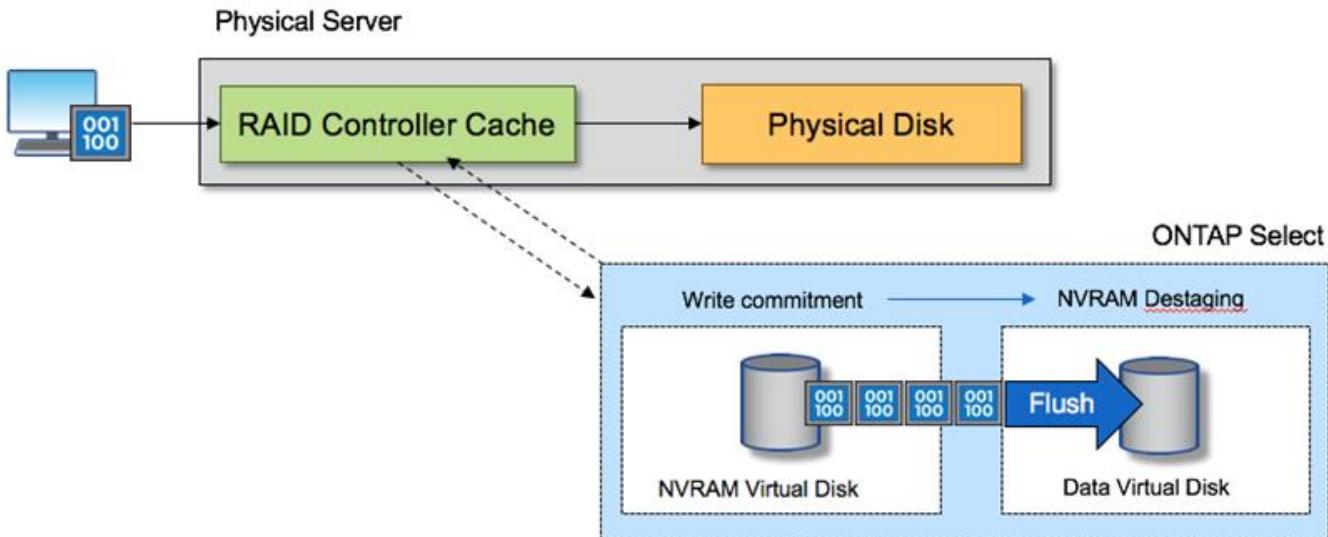
Neste ponto, fisicamente, o bloco reside no cache do controlador RAID, aguardando para ser descarregado no disco. Logicamente, o bloco reside na NVRAM aguardando o desmantelamento para os discos de dados do usuário apropriados.

Como os blocos alterados são armazenados automaticamente no cache local do controlador RAID, as gravações recebidas na partição NVRAM são armazenadas em cache automaticamente e descarregadas periodicamente na mídia de armazenamento físico. Isso não deve ser confundido com a descarga periódica do conteúdo da NVRAM de volta para os discos de dados ONTAP. Esses dois eventos não estão relacionados e ocorrem em momentos e frequências diferentes.

A figura a seguir mostra o caminho de E/S que uma gravação de entrada percorre. Ela destaca a diferença entre a camada física (representada pelo cache e discos do controlador RAID) e a camada virtual (representada pela NVRAM da VM e pelos discos virtuais de dados).

 Embora os blocos alterados no VMDK da NVRAM sejam armazenados no cache do controlador RAID local, o cache não reconhece a construção da VM ou seus discos virtuais. Ele armazena todos os blocos alterados no sistema, do qual a NVRAM é apenas uma parte. Isso inclui solicitações de gravação destinadas ao hipervisor, se ele for provisionado a partir dos mesmos spindles de suporte.

\*Gravações de entrada na VM ONTAP Select \*



A partição NVRAM é separada em seu próprio VMDK. Esse VMDK é conectado usando o driver vNVME disponível nas versões ESX 6.5 ou posteriores. Essa alteração é mais significativa para instalações ONTAP Select com RAID de software, que não se beneficiam do cache do controlador RAID.

## Serviços de configuração RAID de software ONTAP Select para armazenamento local conectado

O RAID de software é uma camada de abstração RAID implementada na pilha de software ONTAP. Ele fornece a mesma funcionalidade da camada RAID em uma plataforma ONTAP tradicional, como o FAS. A camada RAID realiza cálculos de paridade de unidades e fornece proteção contra falhas individuais de unidades em um nó ONTAP Select.

Independentemente das configurações de RAID de hardware, o ONTAP Select também oferece uma opção de RAID de software. Um controlador RAID de hardware pode não estar disponível ou ser indesejável em determinados ambientes, como quando o ONTAP Select é implantado em um hardware de formato compacto. O RAID de software expande as opções de implantação disponíveis para incluir esses ambientes. Para habilitar o RAID de software em seu ambiente, aqui estão alguns pontos a serem lembrados:

- Está disponível com uma licença Premium ou Premium XL.
- Ele suporta apenas unidades SSD ou NVMe (requer licença Premium XL) para discos raiz e de dados ONTAP.
- É necessário um disco de sistema separado para a partição de inicialização do ONTAP Select VM.
  - Escolha um disco separado, um SSD ou uma unidade NVMe, para criar um armazenamento de dados para os discos do sistema (NVRAM, cartão Boot/CF, Coredump e Mediator em uma configuração de vários nós).

### Notas

- Os termos disco de serviço e disco de sistema são usados indistintamente.
  - Os discos de serviço são os VMDKs usados dentro da VM ONTAP Select para atender a vários itens,

como clustering, inicialização e assim por diante.

- Os discos de serviço estão fisicamente localizados em um único disco físico (coletivamente chamado de disco físico de serviço/sistema), visto do host. Esse disco físico deve conter um armazenamento de dados DAS. O ONTAP Deploy cria esses discos de serviço para a VM do ONTAP Select durante a implantação do cluster.
- Não é possível separar ainda mais os discos do sistema ONTAP Select em vários armazenamentos de dados ou em várias unidades físicas.
- O RAID de hardware não está obsoleto.

## Configuração de RAID de software para armazenamento local conectado

Ao usar RAID de software, a ausência de um controlador RAID de hardware é ideal, mas, se um sistema tiver um controlador RAID existente, ele deve atender aos seguintes requisitos:

- O controlador RAID de hardware deve ser desabilitado para que os discos possam ser apresentados diretamente ao sistema (um JBOD). Essa alteração geralmente pode ser feita no BIOS do controlador RAID.
- Ou o controlador RAID de hardware deve estar no modo SAS HBA. Por exemplo, algumas configurações de BIOS permitem um modo “AHCI” além do RAID, que pode ser escolhido para habilitar o modo JBOD. Isso permite uma passagem, para que as unidades físicas possam ser vistas como estão no host.

Dependendo do número máximo de unidades suportadas pelo controlador, um controlador adicional pode ser necessário. Com o modo SAS HBA, certifique-se de que o controlador de E/S (SAS HBA) seja compatível com uma velocidade mínima de 6 Gb/s. No entanto, a NetApp recomenda uma velocidade de 12 Gbps.

Nenhum outro modo ou configuração de controlador RAID de hardware é suportado. Por exemplo, alguns controladores permitem suporte a RAID 0, o que pode habilitar artificialmente a passagem de discos, mas as implicações podem ser indesejáveis. O tamanho suportado de discos físicos (somente SSD) é entre 200 GB e 16 TB.



Os administradores precisam controlar quais unidades estão em uso pela VM ONTAP Select e evitar o uso inadvertido dessas unidades no host.

## ONTAP Select discos virtuais e físicos

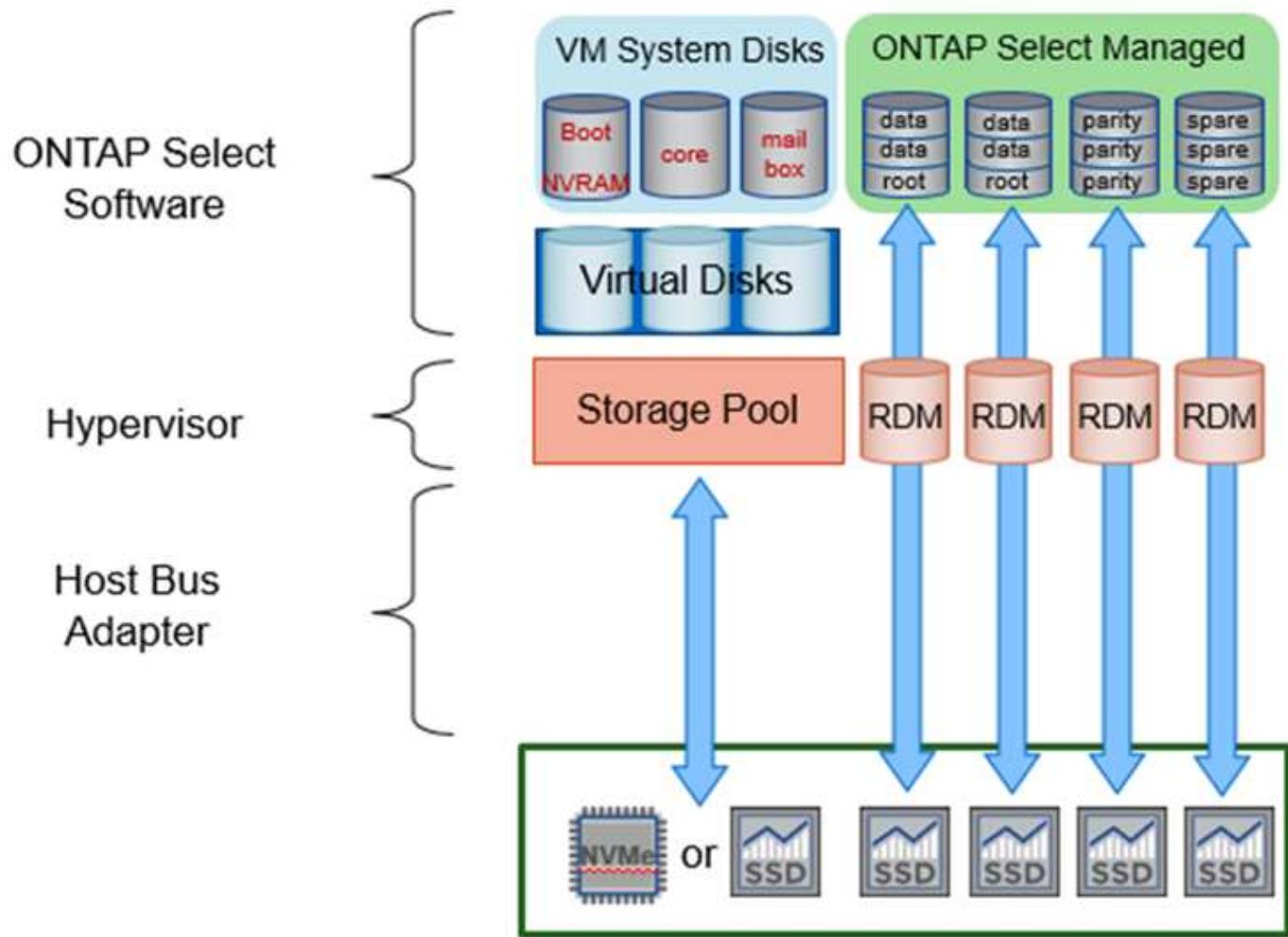
Para configurações com controladores RAID de hardware, a redundância de disco físico é fornecida pelo controlador RAID. O ONTAP Select é apresentado com um ou mais VMDKs a partir dos quais o administrador do ONTAP pode configurar agregados de dados. Esses VMDKs são distribuídos em um formato RAID 0 porque o uso do RAID de software do ONTAP é redundante, ineficiente e ineficaz devido à resiliência fornecida no nível do hardware. Além disso, os VMDKs usados para discos do sistema estão no mesmo repositório de dados que os VMDKs usados para armazenar dados do usuário.

Ao usar RAID de software, o ONTAP Deploy apresenta ao ONTAP Select um conjunto de discos virtuais (VMDKs) e discos físicos Raw Device Mappings [RDMs] para SSDs e dispositivos passthrough ou DirectPath IO para NVMeS.

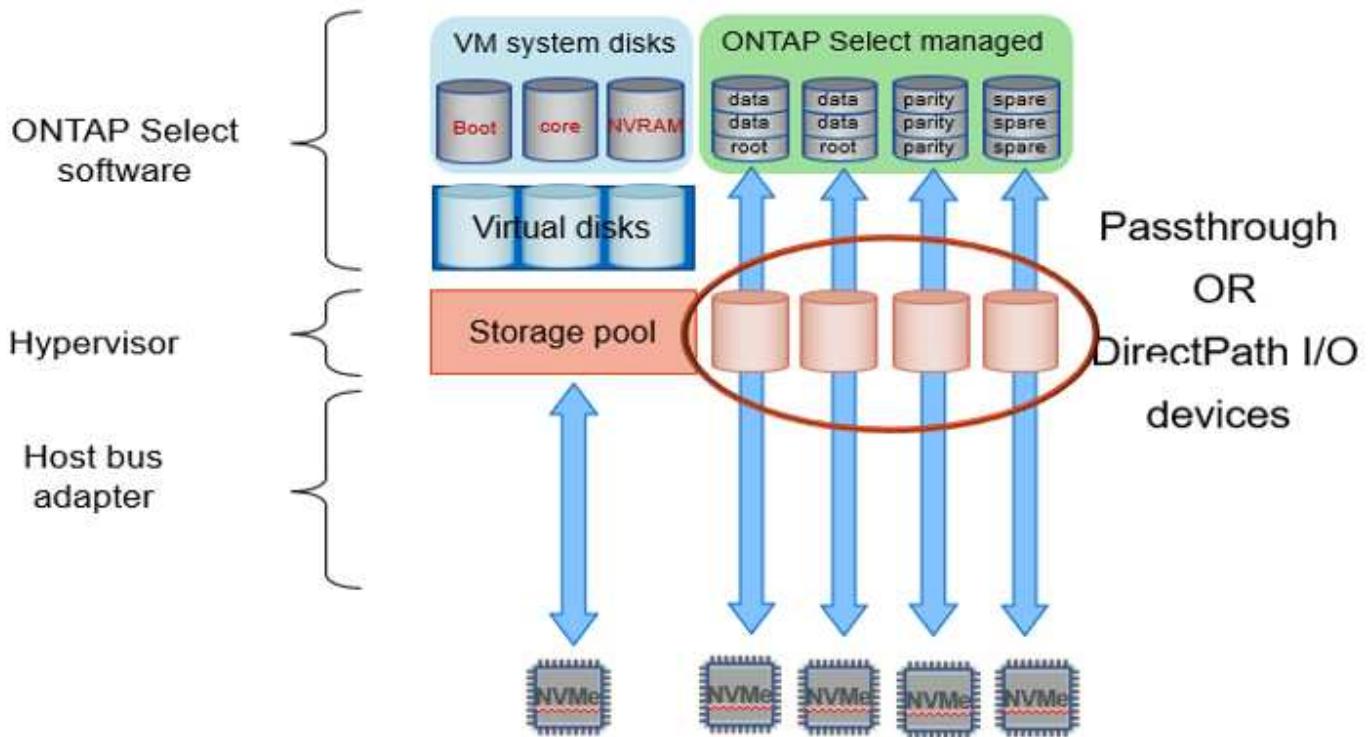
As figuras a seguir mostram essa relação com mais detalhes, destacando a diferença entre os discos virtualizados usados para os componentes internos da VM ONTAP Select e os discos físicos usados para armazenar dados do usuário.

- RAID de software ONTAP Select : uso de discos virtualizados e RDMs\*

## ONTAP Select with Software RAID



Os discos do sistema (VMDKs) residem no mesmo armazenamento de dados e no mesmo disco físico. O disco NVRAM virtual requer uma mídia rápida e durável. Portanto, apenas armazenamentos de dados do tipo NVMe e SSD são suportados.



Os discos do sistema (VMDKs) residem no mesmo armazenamento de dados e no mesmo disco físico. O disco NVRAM virtual requer uma mídia rápida e durável. Portanto, apenas armazenamentos de dados do tipo NVMe e SSD são suportados. Ao usar unidades NVMe para dados, o disco do sistema também deve ser um dispositivo NVMe por questões de desempenho. Uma boa opção para o disco do sistema em uma configuração totalmente NVMe é uma placa INTEL Optane.

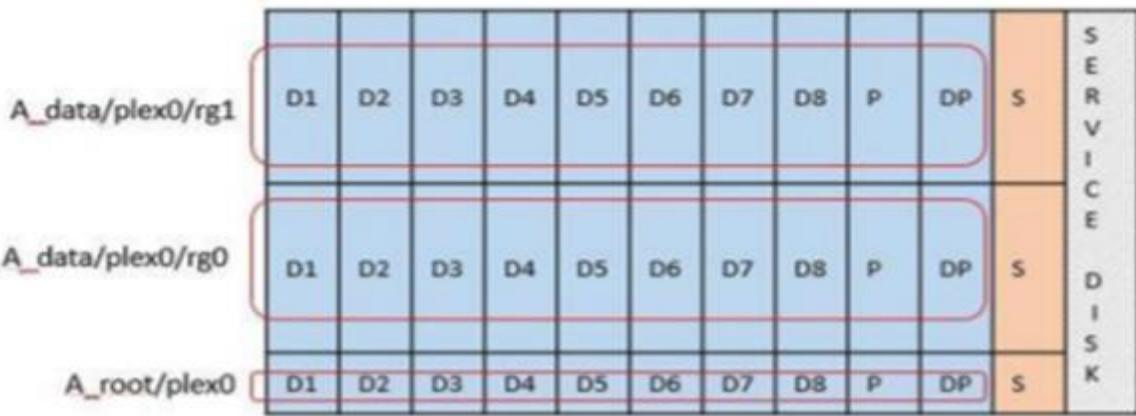


Com a versão atual, não é possível separar ainda mais os discos do sistema ONTAP Select em vários armazenamentos de dados ou unidades físicas.

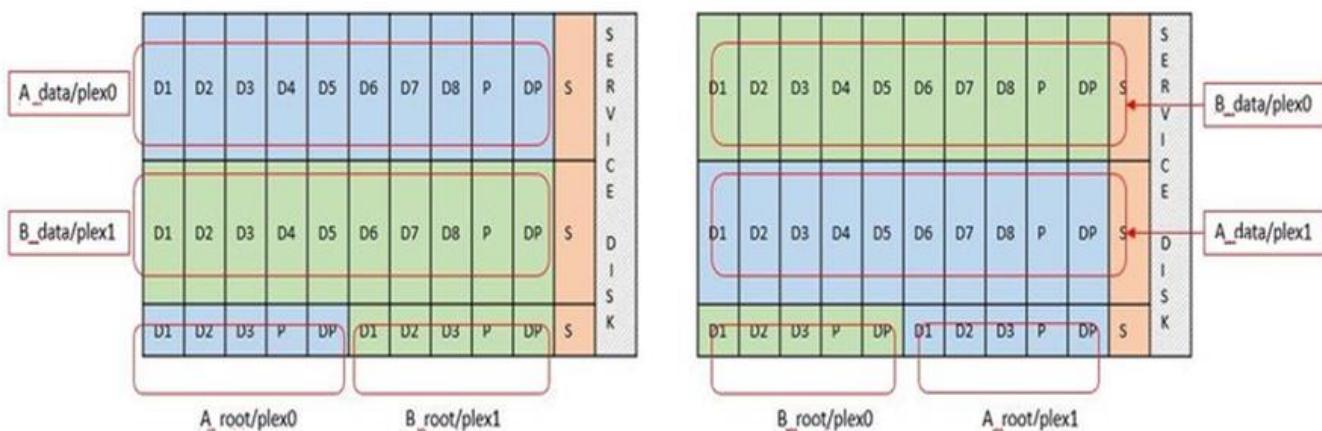
Cada disco de dados é dividido em três partes: uma pequena partição raiz (stripe) e duas partções de tamanho igual para criar dois discos vistos na VM ONTAP Select. As partções usam o esquema de dados raiz (RD2), conforme mostrado nas figuras a seguir, para um único cluster de nó e para um nó em um par de HA.

P denota uma unidade de paridade. DP denota uma unidade de paridade dupla e S denota uma unidade sobressalente.

#### Particionamento de disco RDD para clusters de nó único



### Particionamento de disco RDD para clusters multinós (pares HA)



O RAID de software ONTAP oferece suporte aos seguintes tipos de RAID: RAID 4, RAID-DP e RAID-TEC. Essas são as mesmas construções RAID usadas pelas plataformas FAS e AFF. Para provisionamento raiz, o ONTAP Select suporta apenas RAID 4 e RAID-DP. Ao usar RAID-TEC para o agregado de dados, a proteção geral é RAID-DP. O ONTAP Select HA usa uma arquitetura sem compartilhamento que replica a configuração de cada nó para o outro nó. Isso significa que cada nó deve armazenar sua partição raiz e uma cópia da partição raiz do seu par. Como um disco de dados possui uma única partição raiz, o número mínimo de discos de dados varia dependendo se o nó do ONTAP Select faz parte de um par de HA ou não.

Para clusters de nó único, todas as partições de dados são usadas para armazenar dados locais (ativos). Para nós que fazem parte de um par de HA, uma partição de dados é usada para armazenar dados locais (ativos) para esse nó e a segunda partição de dados é usada para espelhar dados ativos do par de HA.

### Dispositivos Passthrough (DirectPath IO) vs. Mapas de Dispositivos Brutos (RDMs)

Atualmente, o VMware ESX não oferece suporte a discos NVMe como Raw Device Maps. Para que o ONTAP Select assuma o controle direto dos discos NVMe, as unidades NVMe devem ser configuradas no ESX como dispositivos de passagem. Observe que configurar um dispositivo NVMe como dispositivo de passagem requer suporte do BIOS do servidor e é um processo disruptivo, exigindo a reinicialização do host ESX. Além disso, o número máximo de dispositivos de passagem por host ESX é 16. No entanto, o ONTAP Deploy limita esse número a 14. Esse limite de 14 dispositivos NVMe por nó ONTAP Select significa que uma configuração totalmente NVMe fornecerá uma densidade de IOPs (IOPs/TB) muito alta, em detrimento da capacidade total.

Como alternativa, se uma configuração de alto desempenho com maior capacidade de armazenamento for desejada, a configuração recomendada é uma VM ONTAP Select de tamanho grande, uma placa INTEL Optane para o disco do sistema e um número nominal de unidades SSD para armazenamento de dados.



Para aproveitar ao máximo o desempenho do NVMe, considere o grande tamanho da VM ONTAP Select .

Há uma diferença adicional entre dispositivos de passagem e RDMs. Os RDMs podem ser mapeados para uma VM em execução. Dispositivos de passagem exigem uma reinicialização da VM. Isso significa que qualquer procedimento de substituição ou expansão de capacidade (adição de unidade) de disco NVMe exigirá uma reinicialização da VM ONTAP Select . A operação de substituição e expansão de capacidade (adição de unidade) de disco é conduzida por um fluxo de trabalho no ONTAP Deploy. O ONTAP Deploy gerencia a reinicialização do ONTAP Select para clusters de nó único e o failover/fallback para pares de alta disponibilidade. No entanto, é importante observar a diferença entre trabalhar com unidades de dados SSD (não são necessárias reinicializações/failovers do ONTAP Select ) e trabalhar com unidades de dados NVMe (não são necessárias reinicializações/failovers do ONTAP Select ).

## Provisionamento de disco físico e virtual

Para proporcionar uma experiência mais otimizada ao usuário, o ONTAP Deploy provisiona automaticamente os discos do sistema (virtuais) a partir do repositório de dados especificado (disco físico do sistema) e os anexa à VM do ONTAP Select . Essa operação ocorre automaticamente durante a configuração inicial para que a VM do ONTAP Select possa inicializar. Os RDMs são particionados e o agregado raiz é criado automaticamente. Se o nó do ONTAP Select fizer parte de um par de HA, as partições de dados serão atribuídas automaticamente a um pool de armazenamento local e a um pool de armazenamento espelho. Essa atribuição ocorre automaticamente durante as operações de criação de cluster e de adição de armazenamento.

Como os discos de dados na VM ONTAP Select estão associados aos discos físicos subjacentes, há implicações de desempenho ao criar configurações com um número maior de discos físicos.



O tipo de grupo RAID do agregado raiz depende do número de discos disponíveis. O ONTAP Deploy seleciona o tipo de grupo RAID apropriado. Se houver discos suficientes alocados ao nó, ele usa RAID-DP; caso contrário, cria um agregado raiz RAID-4.

Ao adicionar capacidade a uma VM ONTAP Select usando RAID de software, o administrador deve considerar o tamanho da unidade física e o número de unidades necessárias. Para mais detalhes, consulte a seção ["Aumentar a capacidade de armazenamento"](#) .

Semelhante aos sistemas FAS e AFF , somente unidades com capacidades iguais ou maiores podem ser adicionadas a um grupo RAID existente. Unidades com maior capacidade têm o tamanho adequado. Se você estiver criando novos grupos RAID, o tamanho do novo grupo RAID deve corresponder ao tamanho do grupo RAID existente para garantir que o desempenho geral agregado não se deteriore.

## Associe um disco ONTAP Select ao disco ESX correspondente

Os discos ONTAP Select geralmente são rotulados como NET xy. Você pode usar o seguinte comando ONTAP para obter o UUID do disco:

```

<system name>::> disk show NET-1.1
Disk: NET-1.1
Model: Micron_5100_MTFD
Serial Number: 1723175C0B5E
UID:
*500A0751:175C0B5E*:00000000:00000000:00000000:00000000:00000000:00000000:
00000000:00000000
BPS: 512
Physical Size: 894.3GB
Position: shared
Checksum Compatibility: advanced_zoned
Aggregate: -
Plex: -This UID can be matched with the device UID displayed in the
'storage devices' tab for the ESX host

```

| Name                                          | LUN | Type  | Capacity  | Operational State | Hardware Acceleration | Drive Type | Transport     |
|-----------------------------------------------|-----|-------|-----------|-------------------|-----------------------|------------|---------------|
| Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b54)         | 0   | disk  | 894.25 GB | Attached          | Unknown               | Flash      | SAS           |
| Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d93)         | 0   | disk  | 894.25 GB | Attached          | Unknown               | Flash      | SAS           |
| Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d35)         | 0   | disk  | 894.25 GB | Attached          | Unknown               | Flash      | SAS           |
| Local IDE-SI CD-ROM (mpn:vhba1:C0:T4:L0)      | 0   | cdrom |           | Attached          | Not supported         | HDD        | Block Adapter |
| Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b54)         | 0   | disk  | 894.25 GB | Attached          | Unknown               | Flash      | SAS           |
| Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d88)         | 0   | disk  | 894.25 GB | Attached          | Unknown               | Flash      | SAS           |
| Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d54)         | 0   | disk  | 894.25 GB | Attached          | Unknown               | Flash      | SAS           |
| NETAPP Fibre Channel Disk (naa.600a0900517... | 0   | disk  | 10.00 GB  | Attached          | Supported             | HDD        | Fibre Channel |
| Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d76)         | 0   | disk  | 894.25 GB | Attached          | Unknown               | Flash      | SAS           |
| Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d94)         | 0   | disk  | 894.25 GB | Attached          | Unknown               | Flash      | SAS           |
| Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d95)         | 0   | disk  | 894.25 GB | Attached          | Unknown               | Flash      | SAS           |

No shell do ESXi, você pode inserir o seguinte comando para piscar o LED de um determinado disco físico (identificado por seu naa.unique-id).

```
esxcli storage core device set -d <naa_id> -l=locator -L=<seconds>
```

## Falhas de múltiplas unidades ao usar RAID de software

É possível que um sistema se depare com uma situação em que várias unidades estejam com falha ao mesmo tempo. O comportamento do sistema depende da proteção RAID agregada e do número de unidades com falha.

Um agregado RAID4 pode sobreviver a uma falha de disco, um agregado RAID-DP pode sobreviver a duas falhas de disco e um agregado RAID-TEC pode sobreviver a três falhas de disco.

Se o número de discos com falha for menor que o número máximo de falhas suportado pelo tipo RAID e se um disco reserva estiver disponível, o processo de reconstrução será iniciado automaticamente. Se não houver discos reservas disponíveis, o agregado fornecerá dados em um estado degradado até que discos reservas sejam adicionados.

Se o número de discos com falha for maior que o número máximo de falhas suportado pelo tipo de RAID, o

plex local será marcado como com falha e o estado agregado será degradado. Os dados são fornecidos pelo segundo plex residente no parceiro de alta disponibilidade. Isso significa que quaisquer solicitações de E/S para o nó 1 são enviadas pela porta de interconexão de cluster e0e (iSCSI) para os discos fisicamente localizados no nó 2. Se o segundo plex também falhar, o agregado será marcado como com falha e os dados ficarão indisponíveis.

Um plex com falha deve ser excluído e recriado para que o espelhamento adequado dos dados seja retomado. Observe que uma falha em vários discos, resultando na degradação de um agregado de dados, também resulta na degradação de um agregado raiz. O ONTAP Select usa o esquema de particionamento raiz-dados-dados (RDD) para dividir cada unidade física em uma partição raiz e duas partícões de dados. Portanto, a perda de um ou mais discos pode afetar vários agregados, incluindo a raiz local ou a cópia do agregado raiz remoto, bem como o agregado de dados local e a cópia do agregado de dados remoto.

```
C3111E67::> storage aggregate plex delete -aggregate aggr1 -plex plex1
Warning: Deleting plex "plex1" of mirrored aggregate "aggr1" in a non-
shared HA configuration will disable its synchronous mirror protection and
disable
    negotiated takeover of node "sti-rx2540-335a" when aggregate
"aggr1" is online.
Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 78] Job succeeded: DONE

C3111E67::> storage aggregate mirror -aggregate aggr1
Info: Disks would be added to aggregate "aggr1" on node "sti-rx2540-335a"
in the following manner:
    Second Plex
        RAID Group rg0, 5 disks (advanced_zoned checksum, raid_dp)
                                         Usable
Physical
    Position    Disk          Type          Size
Size
-----
-----
-       shared    NET-3.2      SSD          -
-       shared    NET-3.3      SSD          -
-       shared    NET-3.4      SSD          208.4GB
208.4GB
-       shared    NET-3.5      SSD          208.4GB
208.4GB
-       shared    NET-3.12     SSD          208.4GB
208.4GB

Aggregate capacity available for volume use would be 526.1GB.
625.2GB would be used from capacity license.
Do you want to continue? {y|n}: y
```

```
C3111E67::> storage aggregate show-status -aggregate aggr1
Owner Node: sti-rx2540-335a
Aggregate: aggr1 (online, raid_dp, mirrored) (advanced_zoned checksums)
  Plex: /aggr1/plex0 (online, normal, active, pool0)
    RAID Group /aggr1/plex0/rg0 (normal, advanced_zoned checksums)
                                                Usable
Physical
  Position Disk
  Size Status
  ----- -----
  shared   NET-1.1
447.1GB (normal)          0  SSD      -  205.1GB
  shared   NET-1.2
447.1GB (normal)          0  SSD      -  205.1GB
  shared   NET-1.3
447.1GB (normal)          0  SSD      -  205.1GB
  shared   NET-1.10
447.1GB (normal)          0  SSD      -  205.1GB
  shared   NET-1.11
447.1GB (normal)          0  SSD      -  205.1GB
Plex: /aggr1/plex3 (online, normal, active, pool1)
  RAID Group /aggr1/plex3/rg0 (normal, advanced_zoned checksums)
                                                Usable
Physical
  Position Disk
  Size Status
  ----- -----
  shared   NET-3.2
447.1GB (normal)          1  SSD      -  205.1GB
  shared   NET-3.3
447.1GB (normal)          1  SSD      -  205.1GB
  shared   NET-3.4
447.1GB (normal)          1  SSD      -  205.1GB
  shared   NET-3.5
447.1GB (normal)          1  SSD      -  205.1GB
  shared   NET-3.12
447.1GB (normal)          1  SSD      -  205.1GB
10 entries were displayed..
```

Para testar ou simular uma ou várias falhas de unidade, use o `storage disk fail -disk NET-x.y -immediate` comando. Se houver um sobressalente no sistema, o agregado começará a ser reconstruído. Você pode verificar o status da reconstrução usando o comando `storage aggregate show`. Você pode remover a unidade simulada com falha usando o ONTAP Deploy. Observe que o ONTAP marcou a unidade como `Broken`. A unidade não está realmente quebrada e pode ser adicionada novamente usando o ONTAP Deploy. Para apagar o rótulo "Quebrado", digite os seguintes comandos na CLI do ONTAP Select :

```
set advanced
disk unfail -disk NET-x.y -spare true
disk show -broken
```

A saída do último comando deve estar vazia.

## NVRAM virtualizada

Os sistemas NetApp FAS são tradicionalmente equipados com uma placa PCI NVRAM física. Esta placa é uma placa de alto desempenho que contém memória flash não volátil que proporciona um aumento significativo no desempenho de gravação. Ela faz isso concedendo ao ONTAP a capacidade de confirmar imediatamente as gravações recebidas de volta ao cliente. Ela também pode agendar a movimentação de blocos de dados modificados de volta para mídias de armazenamento mais lentas em um processo conhecido como desescalonamento.

Sistemas comuns normalmente não são equipados com esse tipo de equipamento. Portanto, a funcionalidade da placa NVRAM foi virtualizada e colocada em uma partição no disco de inicialização do sistema ONTAP Select . É por esse motivo que o posicionamento do disco virtual do sistema da instância é extremamente importante.

## ONTAP Select VSAN e configurações de matriz externa

As implantações de NAS Virtual (vNAS) oferecem suporte a clusters ONTAP Select em SAN Virtual (VSAN), alguns produtos HCI e tipos de array externo de datastores. A infraestrutura subjacente dessas configurações proporciona resiliência ao datastore.

O requisito mínimo é que a configuração subjacente seja suportada pela VMware e esteja listada nas respectivas HCLs da VMware.

## Arquitetura vNAS

A nomenclatura vNAS é usada para todas as configurações que não utilizam DAS. Para clusters ONTAP Select de vários nós, isso inclui arquiteturas nas quais os dois nós ONTAP Select no mesmo par de HA compartilham um único armazenamento de dados (incluindo armazenamentos de dados vSAN). Os nós também podem ser instalados em armazenamentos de dados separados do mesmo array externo compartilhado. Isso permite eficiências de armazenamento no lado do array para reduzir o espaço ocupado geral de todo o par de HA do ONTAP Select . A arquitetura das soluções vNAS do ONTAP Select é muito semelhante à do ONTAP Select em DAS com um controlador RAID local. Ou seja, cada nó do ONTAP Select continua a ter uma cópia dos dados de seu parceiro de HA. As políticas de eficiência de armazenamento do ONTAP são definidas por nó. Portanto, as eficiências de armazenamento no lado do array são preferíveis porque podem ser potencialmente aplicadas a conjuntos de dados de ambos os nós do ONTAP Select .

Também é possível que cada nó ONTAP Select em um par de HA utilize um array externo separado. Essa é

uma opção comum ao usar o ONTAP Select Metrocluster SDS com armazenamento externo.

Ao usar matrizes externas separadas para cada nó do ONTAP Select , é muito importante que as duas matrizes forneçam características de desempenho semelhantes à VM do ONTAP Select .

#### Arquiteturas vNAS versus DAS local com controladores RAID de hardware

A arquitetura vNAS é logicamente mais semelhante à arquitetura de um servidor com DAS e um controlador RAID. Em ambos os casos, o ONTAP Select consome espaço de armazenamento de dados. Esse espaço de armazenamento de dados é dividido em VMDKs, e esses VMDKs formam os agregados de dados tradicionais do ONTAP . O ONTAP Deploy garante que os VMDKs sejam dimensionados corretamente e atribuídos ao plex correto (no caso de pares de alta disponibilidade) durante as operações de criação de cluster e adição de armazenamento.

Existem duas diferenças principais entre vNAS e DAS com controlador RAID. A diferença mais imediata é que o vNAS não requer um controlador RAID. O vNAS pressupõe que o array externo subjacente forneça a persistência e a resiliência de dados que um DAS com controlador RAID ofereceria. A segunda diferença, mais sutil, tem a ver com o desempenho da NVRAM .

#### vNAS NVRAM

A NVRAM do ONTAP Select é um VMDK. Em outras palavras, o ONTAP Select emula um espaço endereçável de bytes ( NVRAM tradicional) sobre um dispositivo endereçável de bloco (VMDK). No entanto, o desempenho da NVRAM é absolutamente crítico para o desempenho geral do nó ONTAP Select .

Para configurações DAS com um controlador RAID de hardware, o cache do controlador RAID de hardware atua como o cache NVRAM de fato, porque todas as gravações no NVRAM VMDK são primeiros hospedadas no cache do controlador RAID.

Para arquiteturas VNAs, o ONTAP Deploy configura automaticamente os nós do ONTAP Select com um argumento de inicialização chamado Single Instance Data Logging (SIDL). Quando esse argumento de inicialização está presente, o ONTAP Select ignora a NVRAM e grava a carga de dados diretamente no agregado de dados. A NVRAM é usada apenas para registrar o endereço dos blocos alterados pela operação WRITE. A vantagem desse recurso é evitar uma gravação dupla: uma gravação na NVRAM e uma segunda gravação quando a NVRAM é descentralizada. Esse recurso só é habilitado para vNAS porque as gravações locais no cache do controlador RAID têm uma latência adicional insignificante.

O recurso SIDL não é compatível com todos os recursos de eficiência de armazenamento do ONTAP Select . O recurso SIDL pode ser desabilitado no nível agregado usando o seguinte comando:

```
storage aggregate modify -aggregate aggr-name -single-instance-data
-logging off
```

Observe que o desempenho de gravação será afetado se o recurso SIDL estiver desativado. É possível reativar o recurso SIDL após todas as políticas de eficiência de armazenamento em todos os volumes desse agregado serem desativadas:

```
volume efficiency stop -all true -vserver * -volume * (all volumes in the
affected aggregate)
```

## Colocar nós ONTAP Select ao usar vNAS no ESXi

O ONTAP Select inclui suporte para clusters ONTAP Select de vários nós em armazenamento compartilhado. O ONTAP Deploy permite a configuração de vários nós ONTAP Select no mesmo host ESX, desde que esses nós não façam parte do mesmo cluster. Observe que essa configuração é válida apenas para ambientes VNAS (armazenamentos de dados compartilhados). Várias instâncias do ONTAP Select por host não são suportadas ao usar armazenamento DAS, pois essas instâncias competem pelo mesmo controlador RAID de hardware.

O ONTAP Deploy garante que a implantação inicial do cluster VNAS multinó não coloque várias instâncias do ONTAP Select do mesmo cluster no mesmo host. A figura a seguir mostra um exemplo de implantação correta de dois clusters de quatro nós que se cruzam em dois hosts.

### Implantação inicial de clusters VNAS multinós



Após a implantação, os nós do ONTAP Select podem ser migrados entre hosts. Isso pode resultar em configurações não ideais e sem suporte, nas quais dois ou mais nós do ONTAP Select do mesmo cluster compartilham o mesmo host subjacente. A NetApp recomenda a criação manual de regras de antiafinidade de VM para que a VMware mantenha automaticamente a separação física entre os nós do mesmo cluster, não apenas os nós do mesmo par de HA.



As regras antiafinidade exigem que o DRS esteja habilitado no cluster ESX.

Veja o exemplo a seguir sobre como criar uma regra antiafinidade para as VMs do ONTAP Select. Se o cluster do ONTAP Select contiver mais de um par de HA, todos os nós do cluster deverão ser incluídos nessa regra.

Getting Started Summary Monitor **Configure** Permissions Hosts VMs Datastores Networks Update Manager

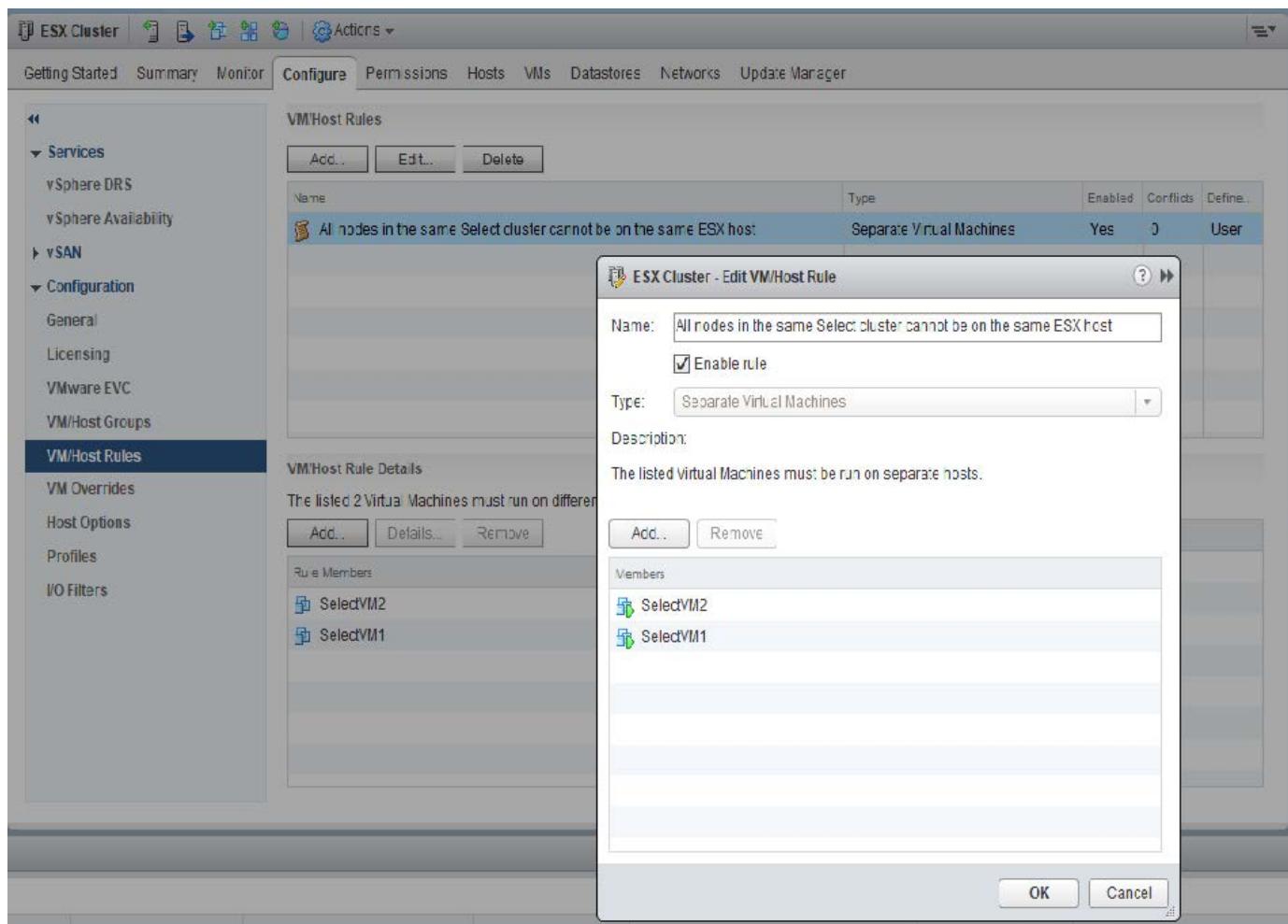
« Services vSphere DRS vSphere Availability vSAN General Disk Management Fault Domains & Stretched Cluster Health and Performance iSCSI Targets iSCSI Initiator Groups Configuration Assist Updates Configuration General Licensing VMware EVC VM/Host Groups **VM/Host Rules** VM Overrides Host Options Profiles I/O Filters

VM/Host Rules

Add... Edit... Delete

| Name                | Type | Enabled | Conflicts | Defined By |
|---------------------|------|---------|-----------|------------|
| This list is empty. |      |         |           |            |

No VM/Host rule selected



Dois ou mais nós ONTAP Select do mesmo cluster ONTAP Select podem ser encontrados no mesmo host ESX por um dos seguintes motivos:

- O DRS não está presente devido a limitações de licença do VMware vSphere ou se o DRS não estiver habilitado.
- A regra antiafinidade do DRS é ignorada porque uma operação de HA do VMware ou uma migração de VM iniciada pelo administrador tem precedência.

Observe que o ONTAP Deploy não monitora proativamente os locais de VM do ONTAP Select. No entanto, uma operação de atualização de cluster reflete esta configuração não suportada nos logs do ONTAP Deploy:

 UnsupportedClusterConfiguration cluster 2018-05-16 11:41:19-04:00 ONTAP Select Deploy does not support multiple nodes within the same cluster sharing the same host:

## Aumente a capacidade de armazenamento do ONTAP Select

O ONTAP Deploy pode ser usado para adicionar e licenciar armazenamento adicional para cada nó em um cluster ONTAP Select.

A funcionalidade de adição de armazenamento no ONTAP Deploy é a única maneira de aumentar o armazenamento sob gerenciamento, e a modificação direta da VM do ONTAP Select não é suportada. A figura a seguir mostra o ícone "+" que inicia o assistente de adição de armazenamento.

**Cluster Details**

|                     |                 |                     |                     |
|---------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| Name                | onenode95IP15   | Cluster Size        | Single node cluster |
| ONTAP Image Version | 9.5RC1          | Licensing           | licensed            |
| IPv4 Address        | 10.193.83.15    | Domain Names        | -                   |
| Netmask             | 255.255.255.128 | Server IP Addresses | -                   |
| Gateway             | 10.193.83.1     | NTP Server          | 216.239.35.0        |
| Last Refresh        | -               |                     |                     |

**Node Details**

Node

|  |             |                           |             |                                              |
|--|-------------|---------------------------|-------------|----------------------------------------------|
|  | <b>Node</b> | onenode95IP15-01 — 1.3 TB | <b>Host</b> | 10.193.39.54 — (Small (4 CPU, 16 GB Memory)) |
|--|-------------|---------------------------|-------------|----------------------------------------------|

As seguintes considerações são importantes para o sucesso da operação de expansão de capacidade. Adicionar capacidade requer que a licença existente cubra a quantidade total de espaço (existente mais o novo). Uma operação de adição de armazenamento que resulte no nó exceder sua capacidade licenciada falha. Uma nova licença com capacidade suficiente deve ser instalada primeiro.

Se a capacidade extra for adicionada a um agregado ONTAP Select existente, o novo pool de armazenamento (datastore) deverá ter um perfil de desempenho semelhante ao do pool de armazenamento (datastore) existente. Observe que não é possível adicionar armazenamento não SSD a um nó ONTAP Select instalado com uma personalidade semelhante à AFF(flash habilitado). A combinação de DAS e armazenamento externo também não é suportada.

Se o armazenamento conectado localmente for adicionado a um sistema para fornecer pools de armazenamento local (DAS) adicionais, será necessário criar um grupo RAID e uma LUN (ou LUNs) adicionais. Assim como nos sistemas FAS, deve-se tomar cuidado para garantir que o desempenho do novo grupo RAID seja semelhante ao do grupo RAID original se você estiver adicionando novo espaço ao mesmo agregado. Se você estiver criando um novo agregado, o layout do novo grupo RAID poderá ser diferente se as implicações de desempenho para o novo agregado forem bem compreendidas.

O novo espaço pode ser adicionado ao mesmo armazenamento de dados como uma extensão, desde que o tamanho total do armazenamento de dados não exceda o tamanho máximo suportado. Adicionar uma extensão de armazenamento de dados ao armazenamento de dados no qual o ONTAP Select já está instalado pode ser feito dinamicamente e não afeta as operações do nó do ONTAP Select.

Se o nó ONTAP Select fizer parte de um par HA, alguns problemas adicionais deverão ser considerados.

Em um par de HA, cada nó contém uma cópia espelhada dos dados de seu parceiro. Adicionar espaço ao nó 1 requer que uma quantidade idêntica de espaço seja adicionada ao seu parceiro, o nó 2, para que todos os dados do nó 1 sejam replicados para o nó 2. Em outras palavras, o espaço adicionado ao nó 2 como parte da operação de adição de capacidade para o nó 1 não fica visível ou acessível no nó 2. O espaço é adicionado ao nó 2 para que os dados do nó 1 fiquem totalmente protegidos durante um evento de HA.

Há uma consideração adicional em relação ao desempenho. Os dados no nó 1 são replicados de forma síncrona para o nó 2. Portanto, o desempenho do novo espaço (armazenamento de dados) no nó 1 deve corresponder ao desempenho do novo espaço (armazenamento de dados) no nó 2. Em outras palavras, adicionar espaço em ambos os nós, mas usar tecnologias de unidade diferentes ou tamanhos de grupo RAID diferentes, pode levar a problemas de desempenho. Isso se deve à operação RAID SyncMirror usada para manter uma cópia dos dados no nó parceiro.

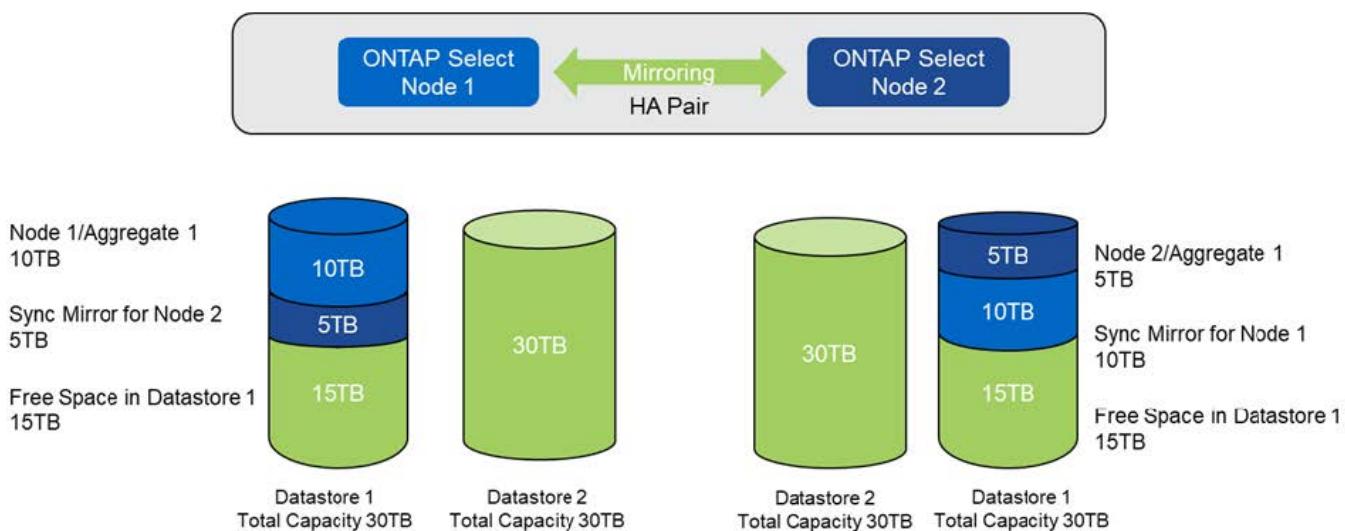
Para aumentar a capacidade acessível ao usuário em ambos os nós de um par de HA, duas operações de adição de armazenamento devem ser realizadas, uma para cada nó. Cada operação de adição de armazenamento requer espaço adicional em ambos os nós. O espaço total necessário em cada nó é igual ao

espaço necessário no nó 1 mais o espaço necessário no nó 2.

A configuração inicial é com dois nós, cada nó com dois repositórios de dados com 30 TB de espaço em cada um. O ONTAP Deploy cria um cluster de dois nós, com cada nó consumindo 10 TB de espaço do repositório de dados 1. O ONTAP Deploy configura cada nó com 5 TB de espaço ativo por nó.

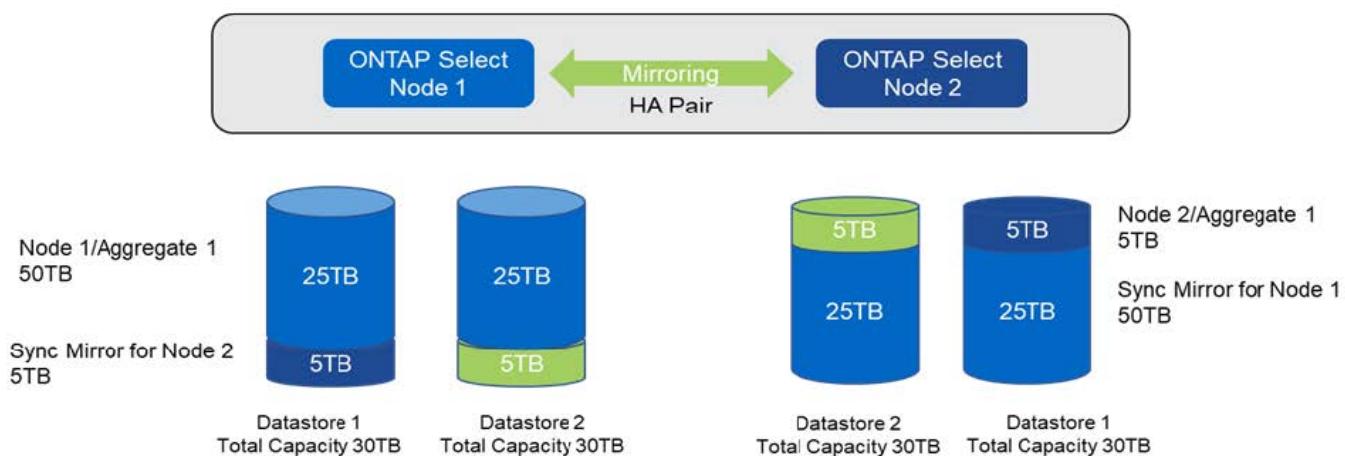
A figura a seguir mostra os resultados de uma única operação de adição de armazenamento para o nó 1. O ONTAP Select ainda usa a mesma quantidade de armazenamento (15 TB) em cada nó. No entanto, o nó 1 tem mais armazenamento ativo (10 TB) do que o nó 2 (5 TB). Ambos os nós estão totalmente protegidos, pois cada nó hospeda uma cópia dos dados do outro. Há espaço livre adicional no armazenamento de dados 1, e o armazenamento de dados 2 ainda está completamente livre.

#### Distribuição de capacidade: alocação e espaço livre após uma única operação de adição de armazenamento



Duas operações adicionais de adição de armazenamento no nó 1 consomem o restante do armazenamento de dados 1 e parte do armazenamento de dados 2 (usando o limite de capacidade). A primeira operação de adição de armazenamento consome os 15 TB de espaço livre restantes no armazenamento de dados 1. A figura a seguir mostra o resultado da segunda operação de adição de armazenamento. Nesse ponto, o nó 1 tem 50 TB de dados ativos sob gerenciamento, enquanto o nó 2 tem os 5 TB originais.

#### Distribuição de capacidade: alocação e espaço livre após duas operações adicionais de adição de armazenamento para o nó 1



O tamanho máximo de VMDK usado durante operações de adição de capacidade é de 16 TB. O tamanho máximo de VMDK usado durante operações de criação de cluster continua sendo de 8 TB. O ONTAP Deploy cria VMDKs do tamanho correto dependendo da sua configuração (cluster de nó único ou multinó) e da quantidade de capacidade que está sendo adicionada. No entanto, o tamanho máximo de cada VMDK não deve exceder 8 TB durante as operações de criação de cluster e 16 TB durante as operações de adição de armazenamento.

## Aumente a capacidade do ONTAP Select com RAID de software

O assistente de adição de armazenamento também pode ser usado para aumentar a capacidade gerenciada para nós do ONTAP Select usando RAID por software. O assistente apresenta apenas as unidades DAS SDD disponíveis e que podem ser mapeadas como RDMs para a VM do ONTAP Select .

Embora seja possível aumentar a licença de capacidade em um único TB, ao trabalhar com RAID de software, não é possível aumentar fisicamente a capacidade em um único TB. Semelhante à adição de discos a um array FAS ou AFF , certos fatores determinam a quantidade mínima de armazenamento que pode ser adicionada em uma única operação.

Observe que, em um par de alta disponibilidade (HA), adicionar armazenamento ao nó 1 requer que um número idêntico de unidades também esteja disponível no par de alta disponibilidade do nó (nó 2). Tanto as unidades locais quanto os discos remotos são usados por uma operação de adição de armazenamento no nó 1. Ou seja, as unidades remotas são usadas para garantir que o novo armazenamento no nó 1 seja replicado e protegido no nó 2. Para adicionar armazenamento utilizável localmente no nó 2, uma operação de adição de armazenamento separada e um número separado e igual de unidades devem estar disponíveis em ambos os nós.

O ONTAP Select particiona quaisquer novas unidades na mesma raiz, dados e partições de dados das unidades existentes. A operação de particionamento ocorre durante a criação de um novo agregado ou durante a expansão em um agregado existente. O tamanho da faixa da partição raiz em cada disco é definido para corresponder ao tamanho da partição raiz existente nos discos existentes. Portanto, cada um dos dois tamanhos iguais de partição de dados pode ser calculado como a capacidade total do disco menos o tamanho da partição raiz dividido por dois. O tamanho da faixa da partição raiz é variável e é calculado durante a configuração inicial do cluster da seguinte forma. O espaço raiz total necessário (68 GB para um cluster de nó único e 136 GB para pares de alta disponibilidade) é dividido entre o número inicial de discos menos quaisquer unidades sobressalentes e de paridade. O tamanho da faixa da partição raiz é mantido constante em todas as unidades adicionadas ao sistema.

Se você estiver criando um novo agregado, o número mínimo de unidades necessárias varia dependendo do tipo de RAID e se o nó ONTAP Select faz parte de um par HA.

Ao adicionar armazenamento a um agregado existente, algumas considerações adicionais são necessárias. É possível adicionar unidades a um grupo RAID existente, desde que o grupo RAID ainda não esteja no limite máximo. As práticas recomendadas tradicionais de FAS e AFF para adicionar spindles a grupos RAID existentes também se aplicam aqui, e criar um ponto de acesso no novo spindle é uma preocupação potencial. Além disso, apenas unidades com tamanhos de partição de dados iguais ou maiores podem ser adicionadas a um grupo RAID existente. Conforme explicado acima, o tamanho da partição de dados não é o mesmo que o tamanho bruto da unidade. Se as partições de dados adicionadas forem maiores do que as partições existentes, as novas unidades terão o tamanho correto. Em outras palavras, uma parte da capacidade de cada nova unidade permanece inutilizada.

Também é possível usar as novas unidades para criar um novo grupo RAID como parte de um agregado existente. Nesse caso, o tamanho do grupo RAID deve corresponder ao tamanho do grupo RAID existente.

## **Suporte de eficiência de armazenamento ONTAP Select**

O ONTAP Select oferece opções de eficiência de armazenamento semelhantes às opções de eficiência de armazenamento presentes em matrizes FAS e AFF .

As implantações do ONTAP Select Virtual NAS (vNAS) usando VSAN all-flash ou matrizes flash genéricas devem seguir as práticas recomendadas para o ONTAP Select com armazenamento de conexão direta (DAS) não SSD.

Uma personalidade semelhante à AFF é ativada automaticamente em novas instalações, desde que você tenha armazenamento DAS com unidades SSD e uma licença premium.

Com uma personalidade semelhante à do AFF, os seguintes recursos SE em linha são ativados automaticamente durante a instalação:

- Detecção de padrão zero em linha
- Desduplicação em linha de volume
- Desduplicação de fundo de volume
- Compressão adaptável em linha
- Compactação de dados em linha
- Desduplicação agregada em linha
- Desduplicação agregada em segundo plano

Para verificar se o ONTAP Select habilitou todas as políticas de eficiência de armazenamento padrão, execute o seguinte comando em um volume recém-criado:

```
<system name>::> set diag
Warning: These diagnostic commands are for use by NetApp personnel only.
Do you want to continue? {y|n}: y
twonode95IP15::*> sis config
Vserver: SVM1
Volume: _export1_NFS_volume
Schedule:
Policy: auto
Compression: true
Inline Compression: true
Compression Type: adaptive
Application IO Si: 8K
Compression Algorithm: lzopro
Inline Dedupe: true
Data Compaction: true
Cross Volume Inline Deduplication: true
Cross Volume Background Deduplication: true
```



Para atualizações do ONTAP Select a partir da versão 9.6, você deve instalar o ONTAP Select no armazenamento SSD DAS com uma licença premium. Além disso, você deve marcar a caixa de seleção **Habilitar Eficiências de Armazenamento** durante a instalação inicial do cluster com o ONTAP Deploy. A habilitação de uma personalidade semelhante à AFF após a atualização do ONTAP, quando as condições anteriores não foram atendidas, requer a criação manual de um argumento de inicialização e a reinicialização do nó. Entre em contato com o suporte técnico para obter mais detalhes.

## Configurações de eficiência de armazenamento ONTAP Select

A tabela a seguir resume as várias opções de eficiência de armazenamento disponíveis, habilitadas por padrão ou não habilitadas por padrão, mas recomendadas, dependendo do tipo de mídia e da licença do software.

| Recursos ONTAP Select                              | SSD DAS (premium ou premium XL <sup>1</sup> ) | DAS HDD (todas as licenças)          | vNAS (todas as licenças)             |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Detecção de zero em linha                          | Sim (padrão)                                  | Sim Habilido pelo usuário por volume | Sim Habilido pelo usuário por volume |
| Desduplicação em linha de volume                   | Sim (padrão)                                  | Não disponível                       | Não suportado                        |
| Compressão em linha de 32K (compressão secundária) | Sim Habilido pelo usuário por volume.         | Sim Habilido pelo usuário por volume | Não suportado                        |
| Compressão inline 8K (compressão adaptativa)       | Sim (padrão)                                  | Sim Habilido pelo usuário por volume | Não suportado                        |
| Compressão de fundo                                | Não suportado                                 | Sim Habilido pelo usuário por volume | Sim Habilido pelo usuário por volume |
| Scanner de compressão                              | Sim                                           | Sim                                  | Sim Habilido pelo usuário por volume |
| Compactação de dados em linha                      | Sim (padrão)                                  | Sim Habilido pelo usuário por volume | Não suportado                        |
| Scanner de compactação                             | Sim                                           | Sim                                  | Não suportado                        |
| Desduplicação agregada em linha                    | Sim (padrão)                                  | N / D                                | Não suportado                        |
| Desduplicação de fundo de volume                   | Sim (padrão)                                  | Sim Habilido pelo usuário por volume | Sim Habilido pelo usuário por volume |
| Desduplicação agregada em segundo plano            | Sim (padrão)                                  | N / D                                | Não suportado                        |

<sup>1</sup> O ONTAP Select 9.6 suporta uma nova licença (premium XL) e um novo tamanho de VM (grande). No entanto, a VM grande só é compatível com configurações DAS usando RAID por software. Configurações de RAID por hardware e vNAS não são compatíveis com a VM grande do ONTAP Select na versão 9.6.

## Notas sobre o comportamento de atualização para configurações de SSD DAS

Após a atualização para o ONTAP Select 9.6 ou posterior, aguarde o `system node upgrade-revert show` comando para indicar que a atualização foi concluída antes de verificar os valores de eficiência de armazenamento para volumes existentes.

Em um sistema atualizado para o ONTAP Select 9.6 ou posterior, um novo volume criado em um agregado existente ou em um agregado recém-criado tem o mesmo comportamento de um volume criado em uma nova implantação. Os volumes existentes que passam pela atualização do código do ONTAP Select têm a maioria das mesmas políticas de eficiência de armazenamento de um volume recém-criado, com algumas variações:

## Cenário 1

Se nenhuma política de eficiência de armazenamento foi habilitada em um volume antes da atualização, então:

- Volumes com space guarantee = volume não têm compactação de dados em linha, desduplicação em linha agregada e desduplicação em segundo plano agregadas habilitadas. Essas opções podem ser habilitadas após a atualização.
- Volumes com space guarantee = none não têm a compactação em segundo plano habilitada. Esta opção pode ser habilitada após a atualização.
- A política de eficiência de armazenamento nos volumes existentes é definida como automática após a atualização.

## Cenário 2

Se algumas eficiências de armazenamento já estiverem habilitadas em um volume antes da atualização, então:

- Volumes com space guarantee = volume não vejo nenhuma diferença após a atualização.
- Volumes com space guarantee = none tenha a desduplicação agregada em segundo plano ativada.
- Volumes com storage policy inline-only ter sua política definida como automática.
- Os volumes com políticas de eficiência de armazenamento definidas pelo usuário não têm nenhuma alteração na política, com exceção dos volumes com space guarantee = none . Esses volumes têm a desduplicação agregada em segundo plano habilitada.

# Rede

## Conceitos e características de rede ONTAP Select

Primeiro, familiarize-se com os conceitos gerais de rede aplicáveis ao ambiente ONTAP Select . Em seguida, explore as características e opções específicas disponíveis com os clusters de nó único e de vários nós.

### Rede física

A rede física suporta uma implantação de cluster ONTAP Select principalmente fornecendo a infraestrutura de comutação de camada 2 subjacente. A configuração relacionada à rede física inclui tanto o host do hipervisor quanto o ambiente de rede comutada mais amplo.

### Opções de NIC do host

Cada host do hipervisor ONTAP Select deve ser configurado com duas ou quatro portas físicas. A configuração exata que você escolher dependerá de vários fatores, incluindo:

- Se o cluster contém um ou vários hosts ONTAP Select

- Qual sistema operacional do hipervisor é usado
- Como o switch virtual é configurado
- Se o LACP é usado com os links ou não

### Configuração do switch físico

Você deve garantir que a configuração dos switches físicos seja compatível com a implantação do ONTAP Select. Os switches físicos são integrados aos switches virtuais baseados em hipervisor. A configuração exata que você escolher depende de vários fatores. As principais considerações incluem o seguinte:

- Como você manterá a separação entre as redes interna e externa?
- Você manterá uma separação entre as redes de dados e de gerenciamento?
- Como as VLANs da camada dois serão configuradas?

### Rede lógica

O ONTAP Select utiliza duas redes lógicas diferentes, separando o tráfego por tipo. Especificamente, o tráfego pode fluir entre os hosts dentro do cluster, bem como para os clientes de armazenamento e outras máquinas fora do cluster. Os switches virtuais gerenciados pelos hipervisores ajudam a dar suporte à rede lógica.

#### Rede interna

Em uma implantação de cluster com vários nós, os nós individuais do ONTAP Select se comunicam por meio de uma rede "interna" isolada. Essa rede não fica exposta nem disponível fora dos nós do cluster ONTAP Select.



A rede interna só está presente em um cluster de vários nós.

A rede interna tem as seguintes características:

- Usado para processar tráfego intracluster ONTAP, incluindo:
  - Conjunto
  - Interconexão de alta disponibilidade (HA-IC)
  - Espelho de sincronização RAID (RSM)
- Rede de camada única e dois baseada em uma VLAN
- Endereços IP estáticos são atribuídos pelo ONTAP Select:
  - Somente IPv4
  - DHCP não utilizado
  - Endereço link-local
- O tamanho da MTU é de 9000 bytes por padrão e pode ser ajustado dentro do intervalo de 7500-9000 (inclusive)

#### Rede externa

A rede externa processa o tráfego entre os nós de um cluster ONTAP Select e os clientes de armazenamento externo, bem como as outras máquinas. A rede externa faz parte de cada implantação de cluster e possui as seguintes características:

- Usado para processar tráfego ONTAP , incluindo:
  - Dados (NFS, CIFS, iSCSI)
  - Gerenciamento (cluster e nó; opcionalmente SVM)
  - Intercluster (opcional)
- Suporta opcionalmente VLANs:
  - Grupo de portas de dados
  - Grupo de portos de gestão
- Endereços IP atribuídos com base nas escolhas de configuração do administrador:
  - IPv4 ou IPv6
- O tamanho da MTU é 1500 bytes por padrão (pode ser ajustado)

A rede externa está presente com clusters de todos os tamanhos.

### **Ambiente de rede de máquina virtual**

O host do hipervisor fornece vários recursos de rede.

O ONTAP Select depende dos seguintes recursos expostos pela máquina virtual:

#### **Portas de máquina virtual**

Há várias portas disponíveis para uso pelo ONTAP Select. Elas são atribuídas e utilizadas com base em diversos fatores, incluindo o tamanho do cluster.

#### **Comutador virtual**

O software do switch virtual no ambiente do hipervisor, seja vSwitch (VMware) ou Open vSwitch (KVM), conecta as portas expostas pela máquina virtual às portas físicas da placa de rede Ethernet. Você deve configurar um vSwitch para cada host ONTAP Select , conforme apropriado para o seu ambiente.

## **ONTAP Select configurações de rede de nó único e múltiplo**

O ONTAP Select suporta configurações de rede de nó único e multinó.

#### **Configuração de rede de nó único**

As configurações ONTAP Select de nó único não exigem a rede interna ONTAP , porque não há tráfego de cluster, HA ou espelho.

Ao contrário da versão multinó do produto ONTAP Select , cada VM ONTAP Select contém três adaptadores de rede virtuais, apresentados às portas de rede ONTAP e0a, e0b e e0c.

Essas portas são usadas para fornecer os seguintes serviços: gerenciamento, dados e LIFs intercluster.

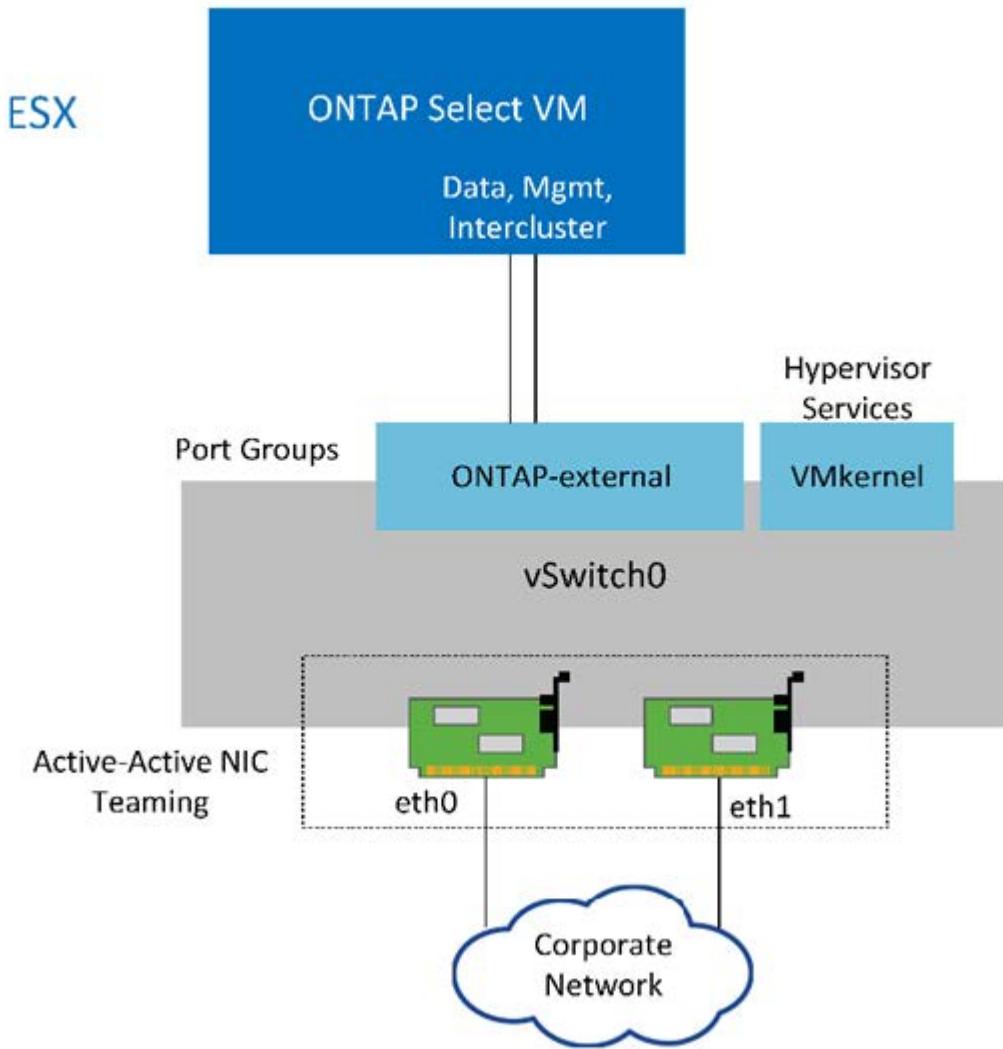
#### **KVM**

O ONTAP Select pode ser implantado como um cluster de nó único. O host do hipervisor inclui um switch virtual que fornece acesso à rede externa.

#### **ESXi**

A relação entre essas portas e os adaptadores físicos subjacentes pode ser vista na figura a seguir, que descreve um nó de cluster ONTAP Select no hipervisor ESX.

## Configuração de rede do cluster ONTAP Select de nó único



Embora dois adaptadores sejam suficientes para um cluster de nó único, o agrupamento de NICs ainda é necessário.

### Atribuição de LIF

Conforme explicado na seção sobre atribuição de LIF multinó deste documento, os IPspaces são usados pelo ONTAP Select para manter o tráfego de rede do cluster separado do tráfego de dados e gerenciamento. A variante de nó único desta plataforma não contém uma rede de cluster. Portanto, não há portas presentes no IPspace do cluster.



Os LIFs de gerenciamento de cluster e nó são criados automaticamente durante a configuração do cluster do ONTAP Select. Os LIFs restantes podem ser criados após a implantação.

### LIFs de gerenciamento e dados (e0a, e0b e e0c)

As portas ONTAP e0a, e0b e e0c são delegadas como portas candidatas para LIFs que transportam os seguintes tipos de tráfego:

- Tráfego de protocolo SAN/NAS (CIFS, NFS e iSCSI)
  - Tráfego de gerenciamento de cluster, nó e SVM
  - Tráfego intercluster (SnapMirror e SnapVault)

## Configuração de rede multinó

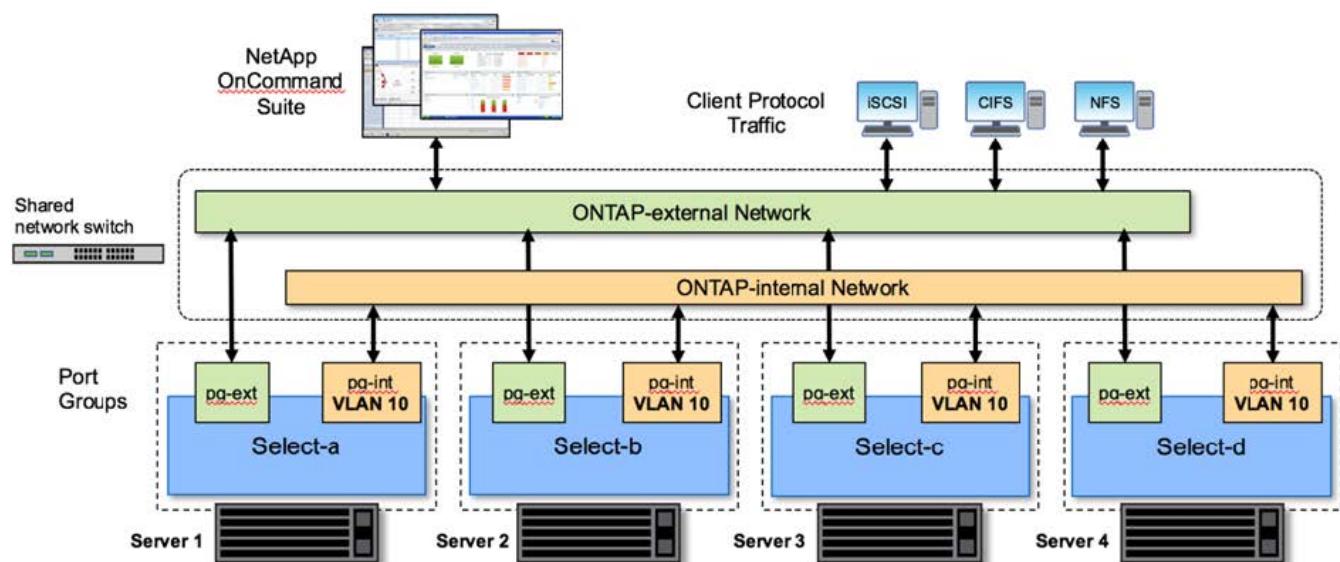
A configuração de rede ONTAP Select multinó consiste em duas redes.

Trata-se de uma rede interna, responsável por fornecer serviços de cluster e replicação interna, e uma rede externa, responsável por fornecer serviços de acesso e gerenciamento de dados. O isolamento ponta a ponta do tráfego que flui dentro dessas duas redes é extremamente importante para permitir a construção de um ambiente adequado à resiliência do cluster.

Essas redes são representadas na figura a seguir, que mostra um cluster ONTAP Select de quatro nós em execução em uma plataforma VMware vSphere. Clusters de seis e oito nós têm um layout de rede semelhante.

Cada instância do ONTAP Select reside em um servidor físico separado. O tráfego interno e externo é isolado usando grupos de portas de rede separados, atribuídos a cada interface de rede virtual, permitindo que os nós do cluster compartilhem a mesma infraestrutura de comutação física.

\*Visão geral de uma configuração de rede de cluster multinó ONTAP Select \*



Cada VM ONTAP Select contém sete adaptadores de rede virtuais, apresentados ao ONTAP como um conjunto de sete portas de rede, de e0a a e0g. Embora o ONTAP trate esses adaptadores como NICs físicas, eles são, na verdade, virtuais e mapeados para um conjunto de interfaces físicas por meio de uma camada de rede virtualizada. Como resultado, cada servidor de hospedagem não requer seis portas de rede físicas.

Não há suporte para adicionar adaptadores de rede virtuais à VM ONTAP Select .

Essas portas são pré-configuradas para fornecer os seguintes serviços:

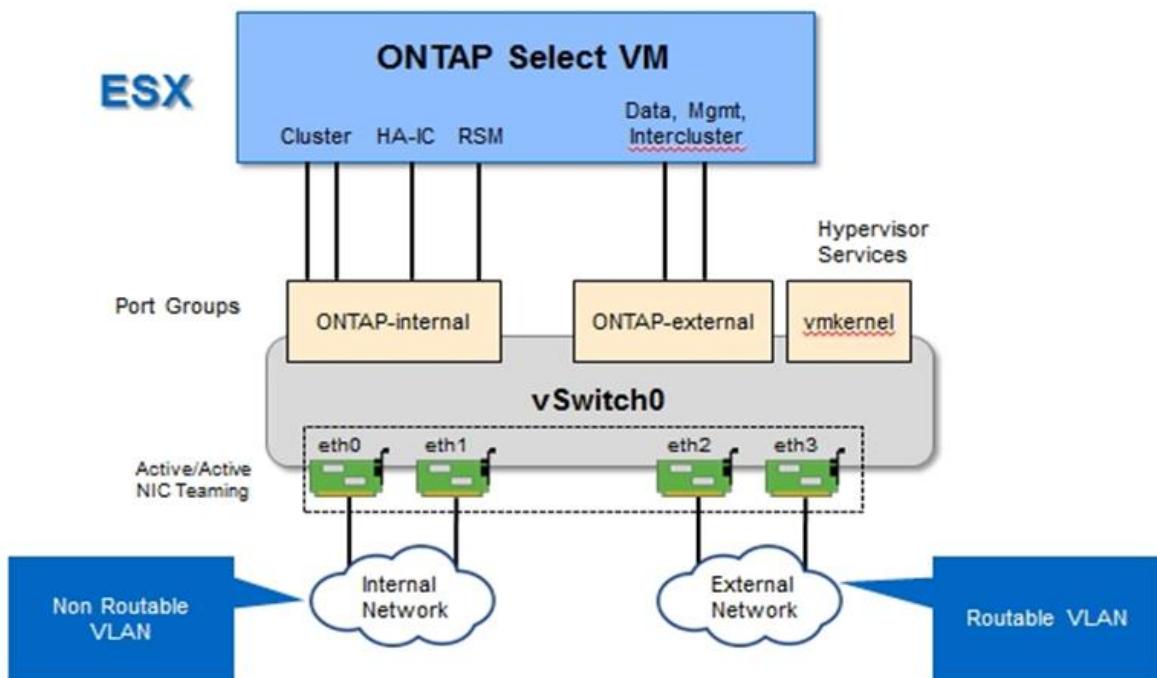
- e0a, e0b e e0g: Gerenciamento e IIEs de dados

- e0c, e0d. LIFs de rede de cluster
- e0e. RSM
- e0f. Interconexão HA

As portas e0a, e0b e e0g residem na rede externa. Embora as portas e0c a e0f desempenhem diversas funções diferentes, coletivamente elas compõem a rede Select interna. Ao tomar decisões de projeto de rede, essas portas devem ser colocadas em uma única rede de camada 2. Não há necessidade de separar esses adaptadores virtuais em diferentes redes.

A relação entre essas portas e os adaptadores físicos subjacentes é ilustrada na figura a seguir, que descreve um nó de cluster ONTAP Select no hipervisor ESX.

#### Configuração de rede de um único nó que faz parte de um cluster ONTAP Select multinó



A segregação do tráfego interno e externo entre diferentes NICs físicas evita que latências sejam introduzidas no sistema devido ao acesso insuficiente aos recursos da rede. Além disso, a agregação por meio do agrupamento de NICs garante que a falha de um único adaptador de rede não impeça o nó do cluster ONTAP Select de acessar a respectiva rede.

Observe que tanto o grupo de portas de rede externa quanto o de rede interna contêm todos os quatro adaptadores de placa de rede de forma simétrica. As portas ativas no grupo de portas de rede externa são as portas em espera na rede interna. Por outro lado, as portas ativas no grupo de portas de rede interna são as portas em espera no grupo de portas de rede externa.

#### Atribuição de LIF

Com a introdução dos IPspaces, as funções de porta do ONTAP foram descontinuadas. Assim como os arrays FAS, os clusters ONTAP Select contêm um IPspace padrão e um IPspace de cluster. Ao colocar as portas de rede e0a, e0b e e0g no IPspace padrão e as portas e0c e e0d no IPspace de cluster, essas portas foram essencialmente isoladas da hospedagem de LIFs que não pertencem a ele. As portas restantes dentro do cluster ONTAP Select são consumidas pela atribuição automática de interfaces que fornecem serviços

internos. Elas não são expostas pelo shell do ONTAP, como é o caso das interfaces de interconexão RSM e HA.



Nem todos os LIFs são visíveis através do shell de comando do ONTAP. As interfaces de interconexão HA e RSM ficam ocultas do ONTAP e são usadas internamente para fornecer seus respectivos serviços.

As portas de rede e LIFs são explicadas em detalhes nas seções a seguir.

#### LIFs de gerenciamento e dados (e0a, e0b e e0g)

As portas ONTAP e0a, e0b e e0g são delegadas como portas candidatas para LIFs que transportam os seguintes tipos de tráfego:

- Tráfego de protocolo SAN/NAS (CIFS, NFS e iSCSI)
- Tráfego de gerenciamento de cluster, nó e SVM
- Tráfego intercluster (SnapMirror e SnapVault)



Os LIFs de gerenciamento de cluster e nó são criados automaticamente durante a configuração do cluster do ONTAP Select. Os LIFs restantes podem ser criados após a implantação.

#### LIFs de rede de cluster (e0c, e0d)

As portas ONTAP e0c e e0d são delegadas como portas home para interfaces de cluster. Dentro de cada nó de cluster ONTAP Select, duas interfaces de cluster são geradas automaticamente durante a configuração do ONTAP usando endereços IP locais de link (169.254.xx).



Essas interfaces não podem receber endereços IP estáticos, e interfaces de cluster adicionais não devem ser criadas.

O tráfego de rede do cluster deve fluir por uma rede de camada 2 não roteada e de baixa latência. Devido aos requisitos de taxa de transferência e latência do cluster, espera-se que o cluster ONTAP Select esteja fisicamente localizado em proximidade (por exemplo, multipacote, data center único). Não há suporte para a criação de configurações de cluster estendido de quatro, seis ou oito nós, separando os nós de alta disponibilidade em uma WAN ou em distâncias geográficas significativas. Uma configuração estendida de dois nós com um mediador é compatível.

Para mais detalhes, consulte a seção ["Práticas recomendadas de HA estendido de dois nós \(MetroCluster SDS\)"](#).



Para garantir a máxima taxa de transferência para o tráfego de rede do cluster, esta porta de rede está configurada para usar quadros jumbo (7500 a 9000 MTU). Para a operação correta do cluster, verifique se os quadros jumbo estão habilitados em todos os switches virtuais e físicos upstream que fornecem serviços de rede internos aos nós do cluster ONTAP Select.

#### Tráfego RAID SyncMirror (e0e)

A replicação síncrona de blocos entre nós parceiros de HA ocorre usando uma interface de rede interna localizada na porta de rede e0e. Essa funcionalidade ocorre automaticamente, usando interfaces de rede configuradas pelo ONTAP durante a configuração do cluster, e não requer configuração por parte do administrador.

 A porta e0e é reservada pelo ONTAP para tráfego de replicação interna. Portanto, nem a porta nem o LIF hospedado são visíveis na CLI do ONTAP ou no Gerenciador de Sistemas. Esta interface é configurada para usar um endereço IP local de link gerado automaticamente, e a reatribuição de um endereço IP alternativo não é suportada. Esta porta de rede requer o uso de quadros jumbo (7500 a 9000 MTU).

### Interconexão HA (e0f)

Os arrays NetApp FAS utilizam hardware especializado para transmitir informações entre pares de HA em um cluster ONTAP. No entanto, ambientes definidos por software não costumam ter esse tipo de equipamento disponível (como dispositivos InfiniBand ou iWARP), portanto, uma solução alternativa é necessária. Embora diversas possibilidades tenham sido consideradas, os requisitos do ONTAP para o transporte de interconexão exigiam que essa funcionalidade fosse emulada em software. Como resultado, em um cluster ONTAP Select, a funcionalidade da interconexão de HA (tradicionalmente fornecida por hardware) foi projetada no sistema operacional, usando a Ethernet como mecanismo de transporte.

Cada nó ONTAP Select é configurado com uma porta de interconexão HA, e0f. Essa porta hospeda a interface de rede de interconexão HA, responsável por duas funções principais:

- Espelhamento do conteúdo da NVRAM entre pares HA
- Envio/recebimento de informações de status de HA e mensagens de pulsação de rede entre pares de HA

O tráfego de interconexão HA flui por essa porta de rede usando uma única interface de rede por meio da disposição em camadas de quadros de acesso direto à memória remota (RDMA) dentro de pacotes Ethernet.

 De forma semelhante à porta RSM (e0e), nem a porta física nem a interface de rede hospedada são visíveis aos usuários, seja pela CLI do ONTAP ou pelo Gerenciador de Sistemas. Como resultado, o endereço IP dessa interface não pode ser modificado e o estado da porta não pode ser alterado. Essa porta de rede requer o uso de quadros jumbo (7500 a 9000 MTU).

## ONTAP Select

Características das redes internas e externas do ONTAP Select.

### ONTAP Select

A rede interna do ONTAP Select, presente apenas na versão multinó do produto, é responsável por fornecer ao cluster ONTAP Select serviços de comunicação de cluster, interconexão de alta disponibilidade e replicação síncrona. Essa rede inclui as seguintes portas e interfaces:

- **e0c, e0d.** Hospedagem de LIFs de rede de cluster
- **e0e.** Hospedando o RSM LIF
- **e0f.** Hospedando o LIF de interconexão HA

A taxa de transferência e a latência desta rede são cruciais para determinar o desempenho e a resiliência do cluster ONTAP Select. O isolamento da rede é necessário para a segurança do cluster e para garantir que as interfaces do sistema sejam mantidas separadas do restante do tráfego da rede. Portanto, esta rede deve ser usada exclusivamente pelo cluster ONTAP Select.



Não há suporte para o uso da rede interna Select para tráfego diferente do tráfego do cluster Select, como tráfego de aplicativos ou de gerenciamento. Não pode haver outras VMs ou hosts na VLAN interna do ONTAP .

Os pacotes de rede que trafegam pela rede interna devem estar em uma rede dedicada de camada 2 com marcação VLAN. Isso pode ser feito executando uma das seguintes tarefas:

- Atribuição de um grupo de portas com tags VLAN às NICs virtuais internas (e0c a e0f) (modo VST)
- Usando a VLAN nativa fornecida pelo switch upstream, onde a VLAN nativa não é usada para nenhum outro tráfego (atribuir um grupo de portas sem ID de VLAN, ou seja, modo EST)

Em todos os casos, a marcação de VLAN para tráfego de rede interno é feita fora da VM ONTAP Select .



Somente vSwitches padrão e distribuídos do ESX são suportados. Outros switches virtuais ou conectividade direta entre hosts ESX não são suportados. A rede interna deve estar totalmente aberta; NAT ou firewalls não são suportados.

Em um cluster ONTAP Select , o tráfego interno e o tráfego externo são separados por meio de objetos de rede virtuais da camada 2, conhecidos como grupos de portas. A atribuição adequada desses grupos de portas pelo vSwitch é extremamente importante, especialmente para a rede interna, responsável por fornecer serviços de cluster, interconexão de alta disponibilidade e replicação de espelho. Largura de banda insuficiente para essas portas de rede pode causar degradação do desempenho e até mesmo afetar a estabilidade do nó do cluster. Portanto, clusters de quatro, seis e oito nós exigem que a rede interna do ONTAP Select utilize conectividade de 10 Gb; placas de rede de 1 Gb não são suportadas. No entanto, compensações podem ser feitas para a rede externa, pois limitar o fluxo de dados de entrada para um cluster ONTAP Select não afeta sua capacidade de operar de forma confiável.

Um cluster de dois nós pode usar quatro portas de 1 Gb para tráfego interno ou uma única porta de 10 Gb em vez das duas portas de 10 Gb exigidas pelo cluster de quatro nós. Em um ambiente em que as condições impeçam o servidor de receber quatro placas de rede de 10 Gb, duas placas de rede de 10 Gb podem ser usadas para a rede interna e duas placas de rede de 1 Gb podem ser usadas para a rede ONTAP externa.

#### Validação e solução de problemas de rede interna

A rede interna em um cluster multinó pode ser validada usando a funcionalidade de verificação de conectividade de rede. Esta função pode ser invocada a partir da CLI de implantação executando o comando `network connectivity-check start` comando.

Execute o seguinte comando para visualizar a saída do teste:

```
network connectivity-check show --run-id X (X is a number)
```

Esta ferramenta é útil apenas para solucionar problemas de rede interna em um cluster Select de vários nós. A ferramenta não deve ser usada para solucionar problemas de clusters de nó único (incluindo configurações de vNAS), conectividade do ONTAP Deploy com o ONTAP Select ou problemas de conectividade do lado do cliente.

O assistente de criação de cluster (parte da interface gráfica do usuário do ONTAP Deploy) inclui o verificador de rede interna como uma etapa opcional disponível durante a criação de clusters multinós. Dada a importância da rede interna em clusters multinós, incluir essa etapa no fluxo de trabalho de criação de clusters melhora a taxa de sucesso das operações de criação de clusters.

A partir do ONTAP Deploy 2.10, o tamanho da MTU usada pela rede interna pode ser definido entre 7.500 e 9.000. O verificador de conectividade de rede também pode ser usado para testar tamanhos de MTU entre 7.500 e 9.000. O valor padrão da MTU é definido como o valor do switch de rede virtual. Esse valor padrão teria que ser substituído por um valor menor se uma sobreposição de rede, como VXLAN, estivesse presente no ambiente.

## ONTAP Select

A rede externa do ONTAP Select é responsável por todas as comunicações de saída do cluster e, portanto, está presente tanto nas configurações de nó único quanto nas de vários nós. Embora essa rede não tenha os requisitos de taxa de transferência rigorosamente definidos da rede interna, o administrador deve ter cuidado para não criar gargalos de rede entre o cliente e a VM do ONTAP, pois problemas de desempenho podem ser erroneamente caracterizados como problemas do ONTAP Select.

 De forma semelhante ao tráfego interno, o tráfego externo pode ser marcado na camada vSwitch (VST) e na camada de switch externo (EST). Além disso, o tráfego externo pode ser marcado pela própria VM ONTAP Select em um processo conhecido como VGT. Consulte a seção "["Separação de tráfego de dados e gerenciamento"](#) para mais detalhes.

A tabela a seguir destaca as principais diferenças entre as redes interna e externa do ONTAP Select.

### Referência rápida de rede interna versus externa

| Descrição                 | Rede interna                        | Rede externa                                                 |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Serviços de rede          | Cluster HA/IC RAID SyncMirror (RSM) | Gerenciamento de dados Intercluster (SnapMirror e SnapVault) |
| Isolamento de rede        | Obrigatório                         | Opcional                                                     |
| Tamanho do quadro (MTU)   | 7.500 a 9.000                       | 1.500 (padrão) 9.000 (com suporte)                           |
| Atribuição de endereço IP | Gerado automaticamente              | Definido pelo usuário                                        |
| Supporte DHCP             | Não                                 | Não                                                          |

### Agrupamento de NIC

Para garantir que as redes interna e externa tenham as características de largura de banda e resiliência necessárias para fornecer alto desempenho e tolerância a falhas, recomenda-se o agrupamento de adaptadores de rede física. Configurações de cluster de dois nós com um único link de 10 Gb são suportadas. No entanto, a prática recomendada pela NetApp é usar o agrupamento de NICs nas redes interna e externa do cluster ONTAP Select.

### Geração de endereço MAC

Os endereços MAC atribuídos a todas as portas de rede do ONTAP Select são gerados automaticamente pelo utilitário de implantação incluído. O utilitário utiliza um identificador organizacional exclusivo (OUI) específico da plataforma e da NetApp para garantir que não haja conflito com os sistemas FAS. Uma cópia desse endereço é então armazenada em um banco de dados interno na VM de instalação do ONTAP Select (ONTAP Deploy) para evitar reatribuições accidentais durante futuras implantações de nós. Em nenhum momento o administrador deve modificar o endereço MAC atribuído a uma porta de rede.

## Configurações de rede ONTAP Select suportadas

Selecione o melhor hardware e configure sua rede para otimizar o desempenho e a resiliência.

Os fornecedores de servidores entendem que os clientes têm necessidades diferentes e que a escolha é crucial. Por isso, ao adquirir um servidor físico, há inúmeras opções disponíveis para a tomada de decisões sobre conectividade de rede. A maioria dos sistemas comuns é fornecida com diversas opções de placas de rede, oferecendo opções de porta única e multiporta com diferentes permutações de velocidade e taxa de transferência. Isso inclui suporte para adaptadores de placa de rede de 25 Gb/s e 40 Gb/s com VMware ESX.

Como o desempenho da VM ONTAP Select está diretamente vinculado às características do hardware subjacente, aumentar a taxa de transferência da VM selecionando NICs de alta velocidade resulta em um cluster com melhor desempenho e em uma melhor experiência geral do usuário. Quatro NICs de 10 Gb ou duas NICs de alta velocidade (25/40 Gb/s) podem ser usadas para obter um layout de rede de alto desempenho. Há diversas outras configurações que também são suportadas. Para clusters de dois nós, são suportadas 4 portas de 1 Gb ou 1 porta de 10 Gb. Para clusters de nó único, são suportadas 2 portas de 1 Gb.

### Configurações mínimas e recomendadas de rede

Há várias configurações Ethernet suportadas com base no tamanho do cluster.

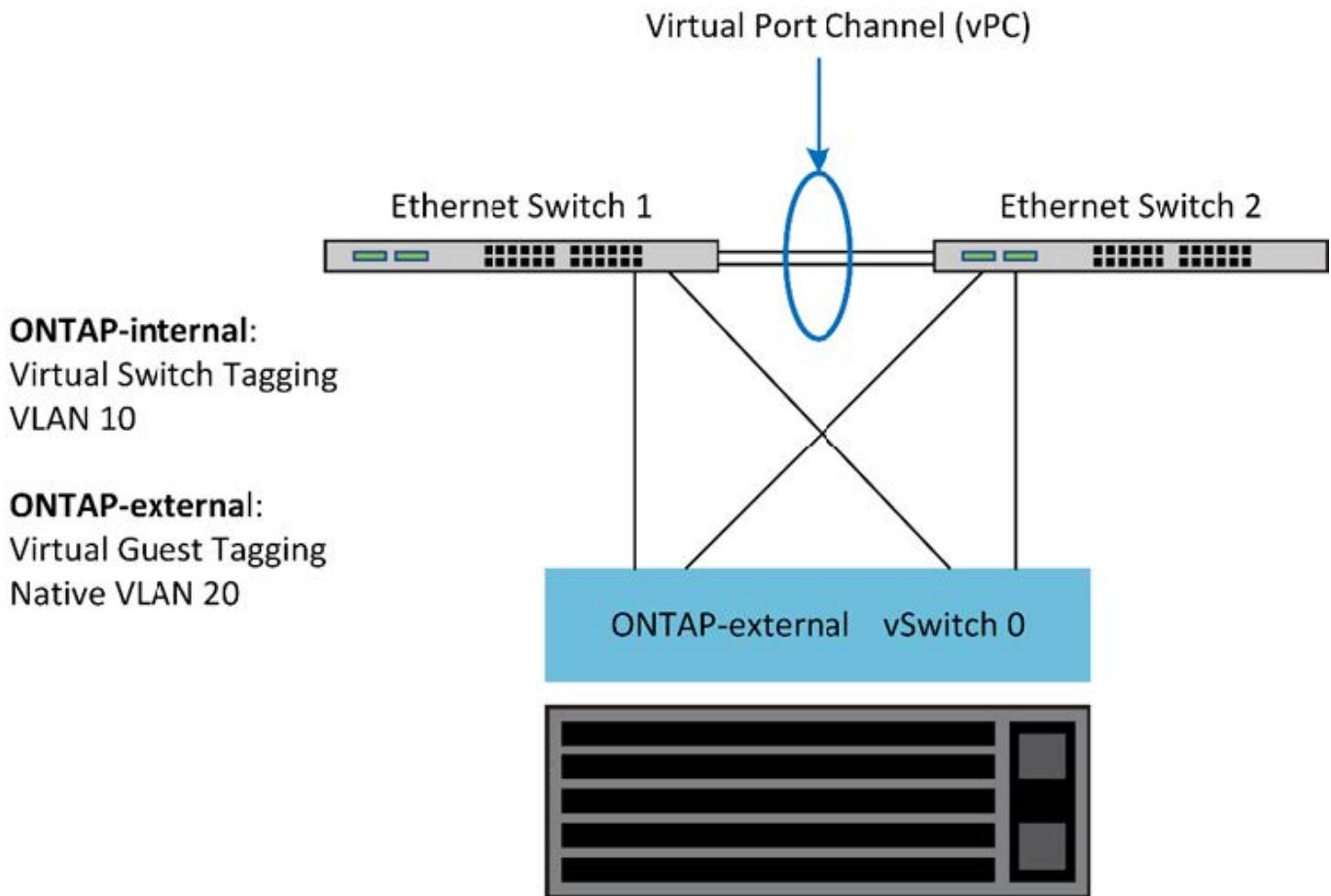
| Tamanho do cluster                      | Requisitos mínimos    | Recomendação              |
|-----------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Cluster de nó único                     | 2 x 1GbE              | 2 x 10GbE                 |
| Cluster de dois nós ou MetroCluster SDS | 4 x 1GbE ou 1 x 10GbE | 2 x 10GbE                 |
| Agrupamento de 4/6/8 nós                | 2 x 10GbE             | 4 x 10GbE ou 2 x 25/40GbE |



A conversão entre topologias de link único e de link múltiplo em um cluster em execução não é suportada devido à possível necessidade de conversão entre diferentes configurações de agrupamento de NIC necessárias para cada topologia.

### Configuração de rede usando vários switches físicos

Quando houver hardware suficiente disponível, a NetApp recomenda usar a configuração multiswitch mostrada na figura a seguir, devido à proteção adicional contra falhas de switch físico.



## Configuração do ONTAP Select VMware vSphere vSwitch no ESXi

ONTAP Select vSwitch e as políticas de平衡amento de carga para configurações de duas e quatro NICs.

O ONTAP Select suporta o uso de configurações de vSwitch padrão e distribuídos. Os vSwitches distribuídos suportam construções de agregação de links (LACP). A agregação de links é uma construção de rede comum usada para agrregar largura de banda entre vários adaptadores físicos. O LACP é um padrão independente de fornecedor que fornece um protocolo aberto para endpoints de rede que agrupa grupos de portas de rede físicas em um único canal lógico. O ONTAP Select pode trabalhar com grupos de portas configurados como um Grupo de Agregação de Links (LAG). No entanto, a NetApp recomenda o uso de portas físicas individuais como portas de uplink simples (tronco) para evitar a configuração LAG. Nesses casos, as práticas recomendadas para vSwitches padrão e distribuídos são idênticas.

Esta seção descreve a configuração do vSwitch e as políticas de balanceamento de carga que devem ser usadas em configurações de duas e quatro NICs.

Ao configurar os grupos de portas a serem usados pelo ONTAP Select, as seguintes práticas recomendadas devem ser seguidas: a política de balanceamento de carga no nível do grupo de portas é "Rota Baseada no ID da Porta Virtual de Origem". A VMware recomenda que o STP seja definido como Portfast nas portas do switch conectadas aos hosts ESXi.

Todas as configurações do vSwitch exigem no mínimo dois adaptadores de rede físicos agrupados em uma única equipe de NICs. O ONTAP Select suporta um único link de 10 Gb para clusters de dois nós. No entanto, é uma prática recomendada da NetApp garantir a redundância de hardware por meio da agregação de NICs.

Em um servidor vSphere, as equipes de NICs são a construção de agregação usada para agrupar vários adaptadores de rede físicos em um único canal lógico, permitindo que a carga da rede seja compartilhada entre todas as portas membros. É importante lembrar que as equipes de NICs podem ser criadas sem o suporte do switch físico. Políticas de balanceamento de carga e failover podem ser aplicadas diretamente a uma equipe de NICs, que desconhece a configuração do switch upstream. Nesse caso, as políticas são aplicadas apenas ao tráfego de saída.



Canais de porta estáticos não são suportados com o ONTAP Select. Canais habilitados para LACP são suportados com vSwitches distribuídos, mas o uso de LAGs LACP pode resultar em distribuição de carga desigual entre os membros do LAG.

Para clusters de nó único, o ONTAP Deploy configura a VM do ONTAP Select para usar um grupo de portas para a rede externa e o mesmo grupo de portas ou, opcionalmente, um grupo de portas diferente para o tráfego de gerenciamento do cluster e do nó. Para clusters de nó único, o número desejado de portas físicas pode ser adicionado ao grupo de portas externas como adaptadores ativos.

Para clusters multinós, o ONTAP Deploy configura cada VM do ONTAP Select para usar um ou dois grupos de portas para a rede interna e, separadamente, um ou dois grupos de portas para a rede externa. O tráfego de gerenciamento de cluster e nó pode usar o mesmo grupo de portas que o tráfego externo ou, opcionalmente, um grupo de portas separado. O tráfego de gerenciamento de cluster e nó não pode compartilhar o mesmo grupo de portas com o tráfego interno.

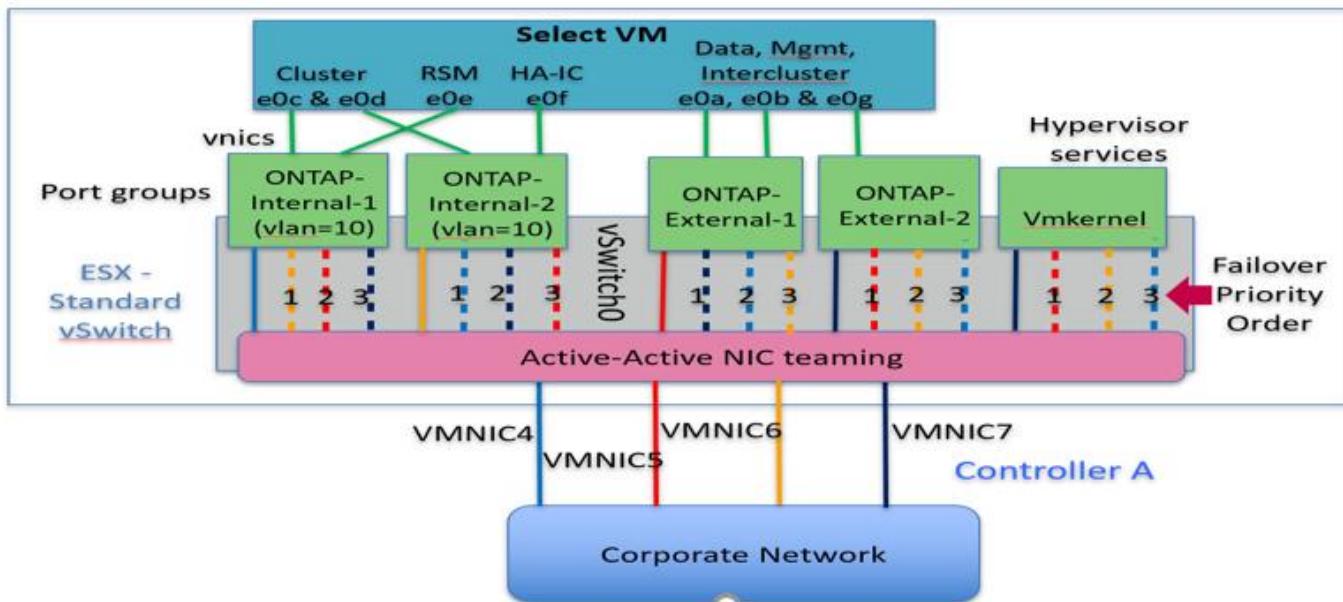


O ONTAP Select suporta no máximo quatro VMNICs.

### vSwitch padrão ou distribuído e quatro portas físicas por nó

Quatro grupos de portas podem ser atribuídos a cada nó em um cluster multinó. Cada grupo de portas possui uma única porta física ativa e três portas físicas em espera, como na figura a seguir.

### vSwitch com quatro portas físicas por nó



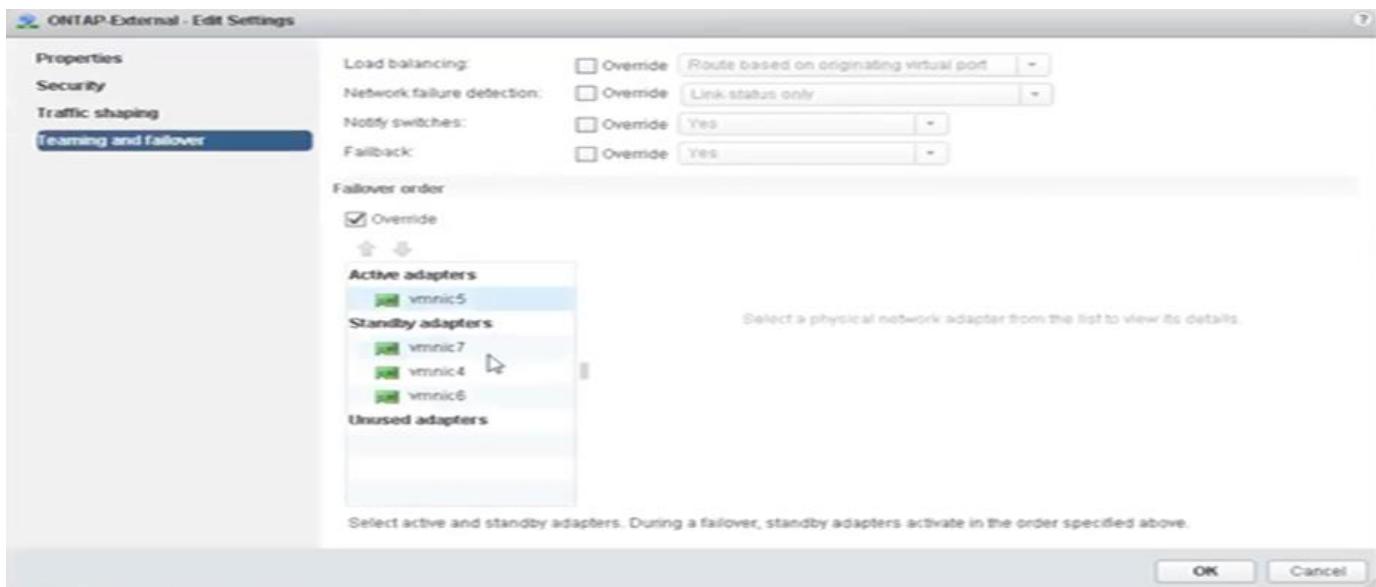
A ordem das portas na lista de espera é importante. A tabela a seguir fornece um exemplo da distribuição de portas físicas entre os quatro grupos de portas.

### Configurações mínimas e recomendadas de rede

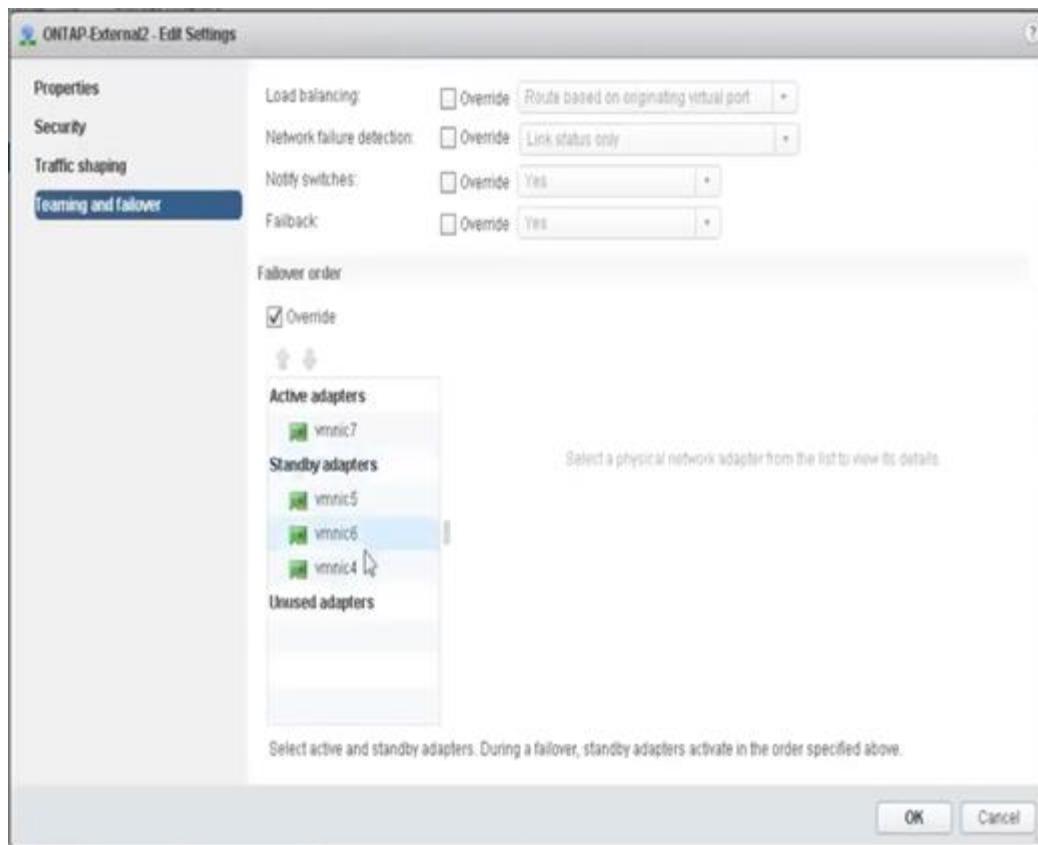
| Grupo Portuário | Externo 1 | Externo 2 | Interno 1 | Interno 2 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Ativo           | vmnic0    | vmnic1    | vmnic2    | vmnic3    |
| Espera 1        | vmnic1    | vmnic0    | vmnic3    | vmnic2    |
| Espera 2        | vmnic2    | vmnic3    | vmnic0    | vmnic1    |
| Espera 3        | vmnic3    | vmnic2    | vmnic1    | vmnic0    |

As figuras a seguir mostram as configurações dos grupos de portas de rede externa da interface gráfica do usuário (ONTAP-External e ONTAP-External2). Observe que os adaptadores ativos são de placas de rede diferentes. Nesta configuração, vmnic 4 e vmnic 5 são portas duplas na mesma placa de rede física, enquanto vmnic 6 e vmnic 7 são portas duplas semelhantes em uma placa de rede separada (as vnmics de 0 a 3 não são usadas neste exemplo). A ordem dos adaptadores em espera fornece um failover hierárquico, com as portas da rede interna sendo as últimas. A ordem das portas internas na lista de espera é trocada de forma semelhante entre os dois grupos de portas externas.

\*Parte 1: Configurações de grupo de portas externas ONTAP Select \*



\*Parte 2: Configurações de grupo de portas externas ONTAP Select \*

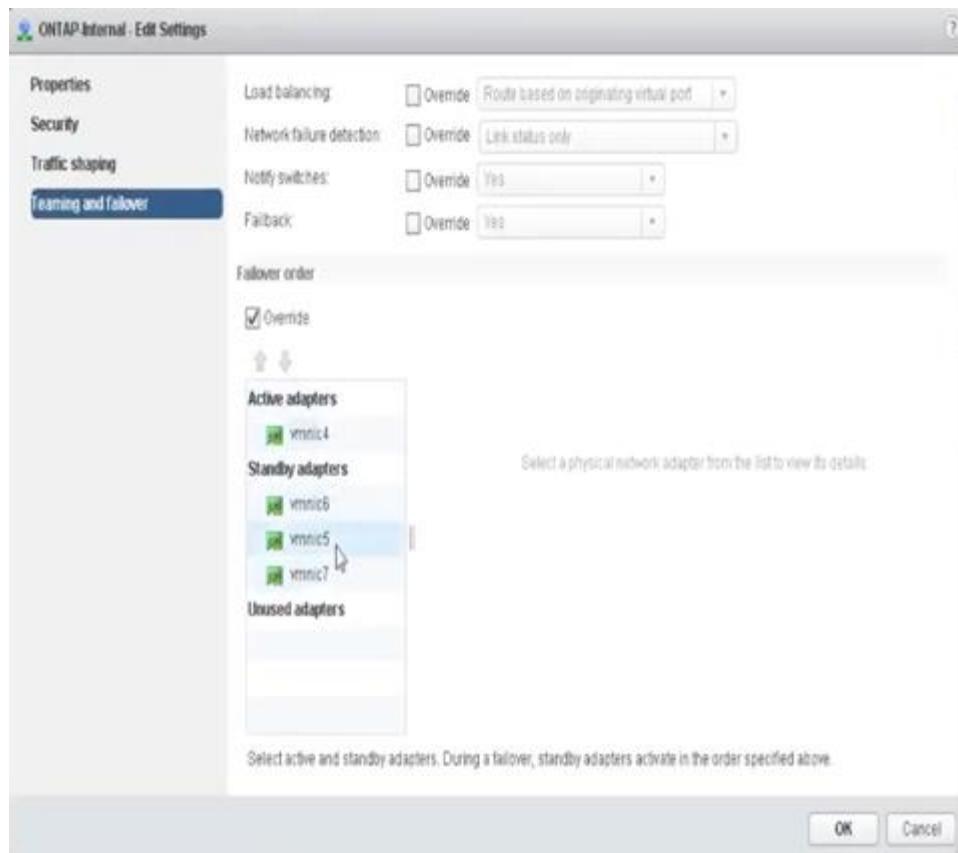


Para facilitar a leitura, as atribuições são as seguintes:

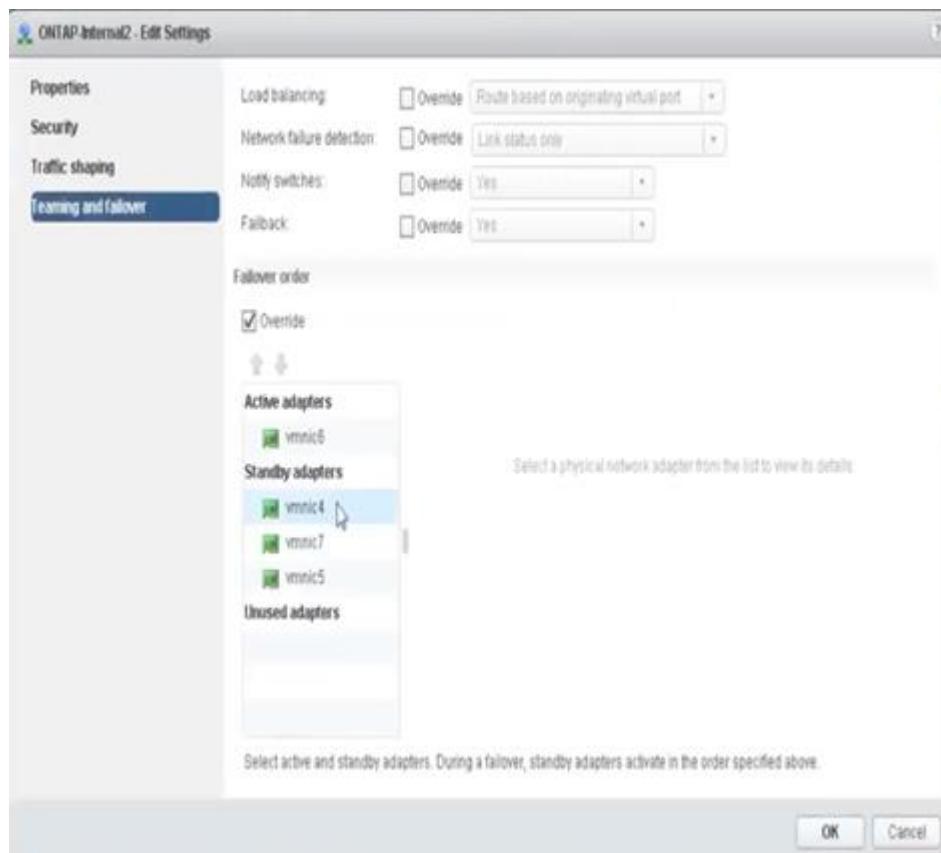
| ONTAP-Externo                                                                  | ONTAP-Externo2                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Adaptadores ativos: vmnic5<br>Adaptadores de espera:<br>vmnic7, vmnic4, vmnic6 | Adaptadores ativos: vmnic7<br>Adaptadores de espera:<br>vmnic5, vmnic6, vmnic4 |

As figuras a seguir mostram as configurações dos grupos de portas de rede interna (ONTAP-Internal e ONTAP-Internal2). Observe que os adaptadores ativos são de placas de rede diferentes. Nesta configuração, vmnic 4 e vmnic 5 são portas duplas no mesmo ASIC físico, enquanto vmnic 6 e vmnic 7 são portas duplas semelhantes em um ASIC separado. A ordem dos adaptadores em espera fornece um failover hierárquico, com as portas da rede externa sendo as últimas. A ordem das portas externas na lista de espera é trocada de forma semelhante entre os dois grupos de portas internas.

\*Parte 1: Configurações do grupo de portas internas do ONTAP Select \*



\*Parte 2: ONTAP Select \*



Para facilitar a leitura, as atribuições são as seguintes:

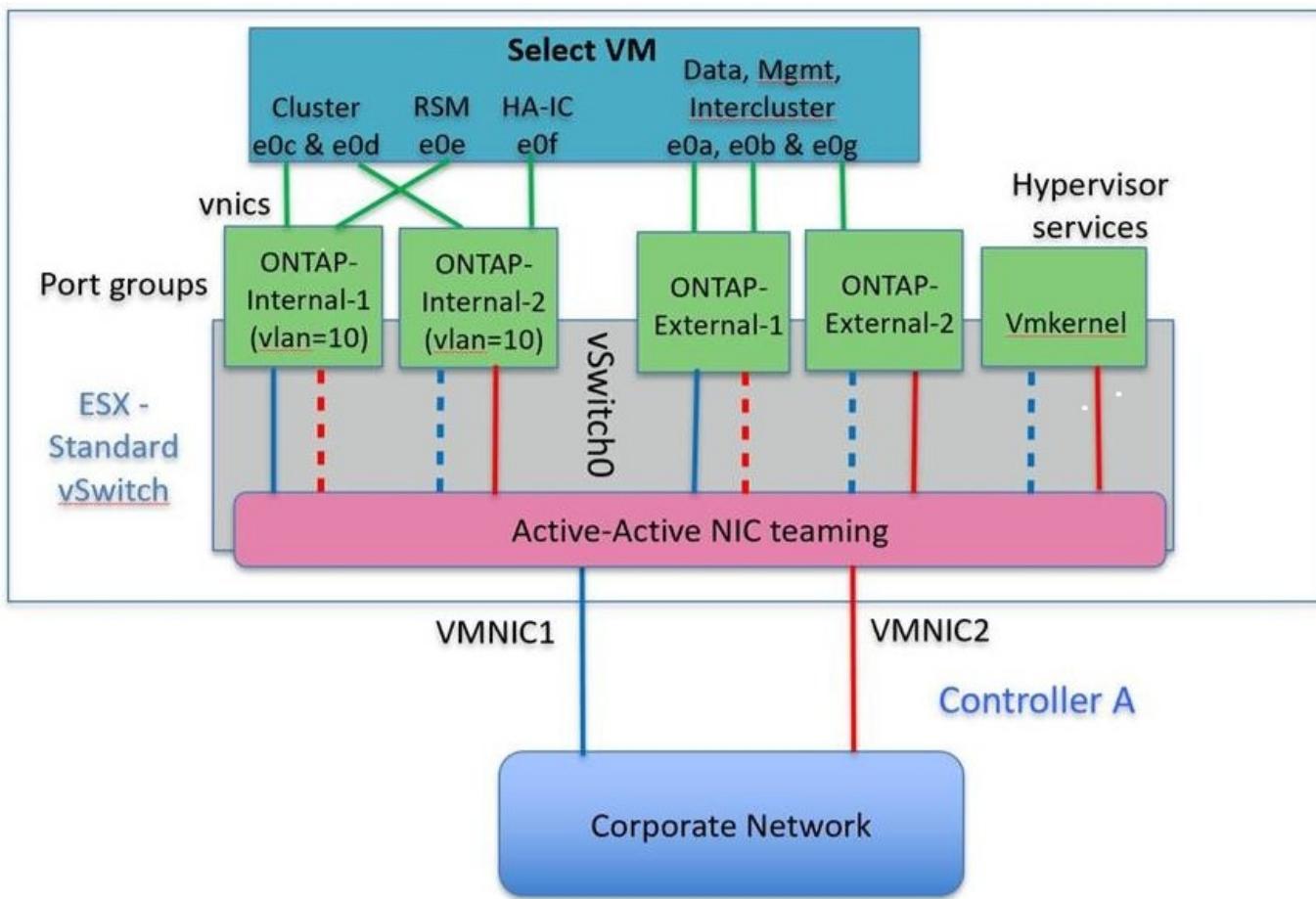
| ONTAP- Interno                                                           | ONTAP-Interno2                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Adaptadores ativos: vmnic4 Adaptadores de espera: vmnic6, vmnic5, vmnic7 | Adaptadores ativos: vmnic6 Adaptadores de espera: vmnic4, vmnic7, vmnic5 |

### vSwitch padrão ou distribuído e duas portas físicas por nó

Ao usar duas placas de rede de alta velocidade (25/40 Gb), a configuração de grupo de portas recomendada é conceitualmente muito semelhante à configuração com quatro adaptadores de 10 Gb. Quatro grupos de portas devem ser usados mesmo ao usar apenas dois adaptadores físicos. As atribuições dos grupos de portas são as seguintes:

| Grupo Portuário | Externo 1 (e0a,e0b) | Interno 1 (e0c,e0e) | Interno 2 (e0d,e0f) | Externo 2 (e0g) |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| Ativo           | vmnic0              | vmnic0              | vmnic1              | vmnic1          |
| Espera          | vmnic1              | vmnic1              | vmnic0              | vmnic0          |

### vSwitch com duas portas físicas de alta velocidade (25/40Gb) por nó

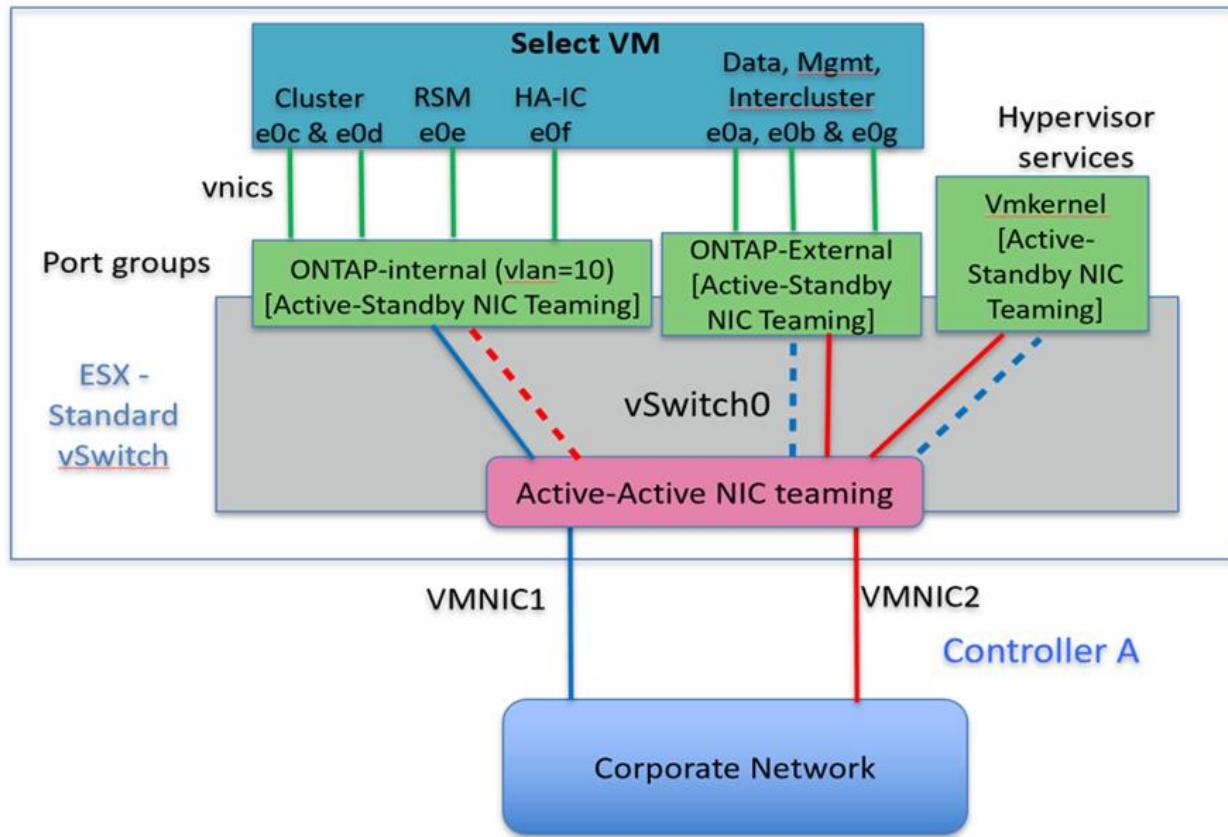


Ao usar duas portas físicas (10 Gb ou menos), cada grupo de portas deve ter um adaptador ativo e um adaptador em espera configurados em direções opostas. A rede interna está presente apenas para clusters ONTAP Select de vários nós. Para clusters de único nó, ambos os adaptadores podem ser configurados como ativos no grupo de portas externas.

O exemplo a seguir mostra a configuração de um vSwitch e os dois grupos de portas responsáveis por gerenciar os serviços de comunicação interna e externa para um cluster ONTAP Select multinó. A rede

externa pode usar a VMNIC da rede interna em caso de interrupção da rede, pois as VMNICs da rede interna fazem parte desse grupo de portas e estão configuradas em modo de espera. O oposto ocorre com a rede externa. Alternar as VMNICs ativas e em espera entre os dois grupos de portas é fundamental para o failover adequado das VMs do ONTAP Select durante interrupções da rede.

### vSwitch com duas portas físicas (10 Gb ou menos) por nó

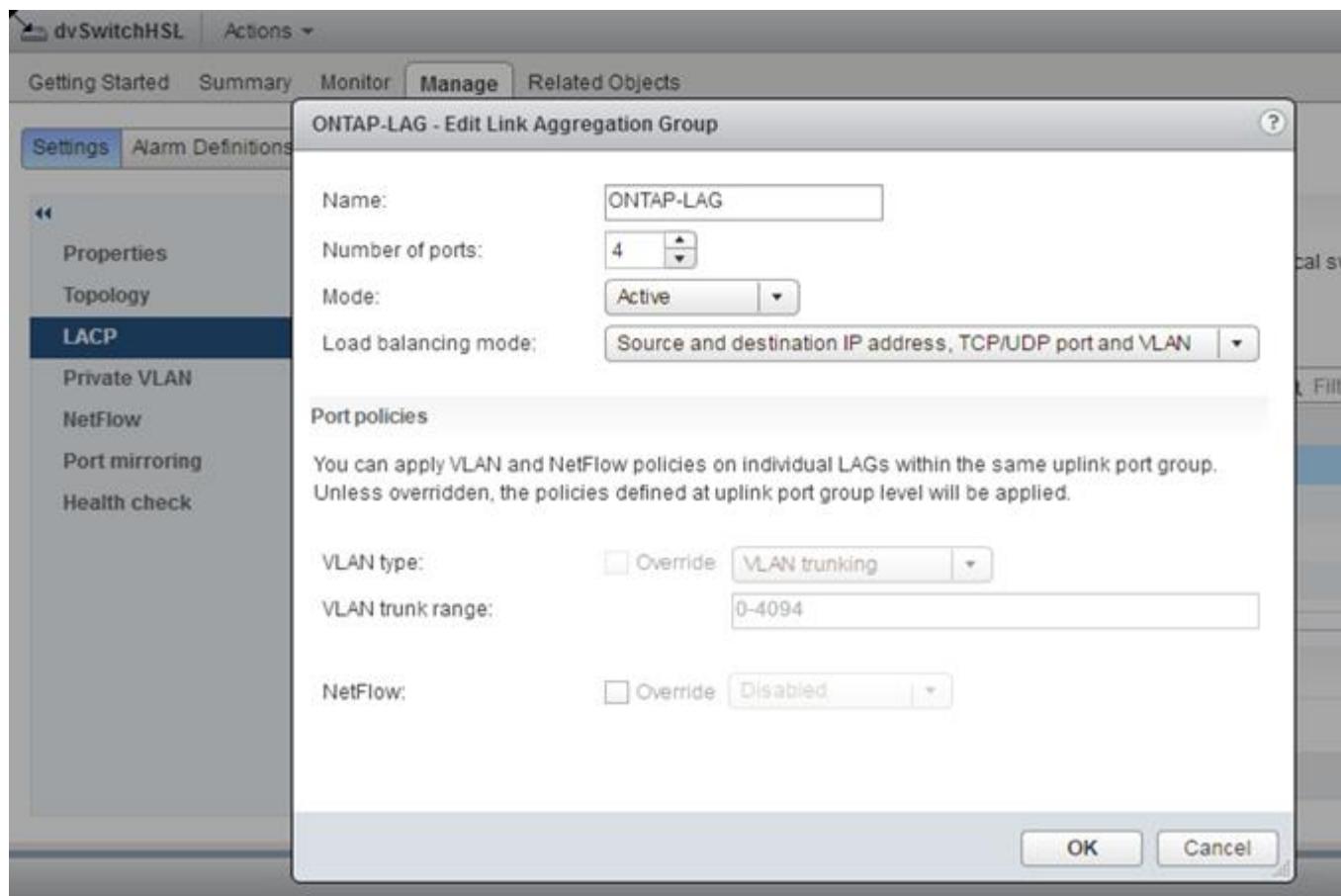


### vSwitch distribuído com LACP

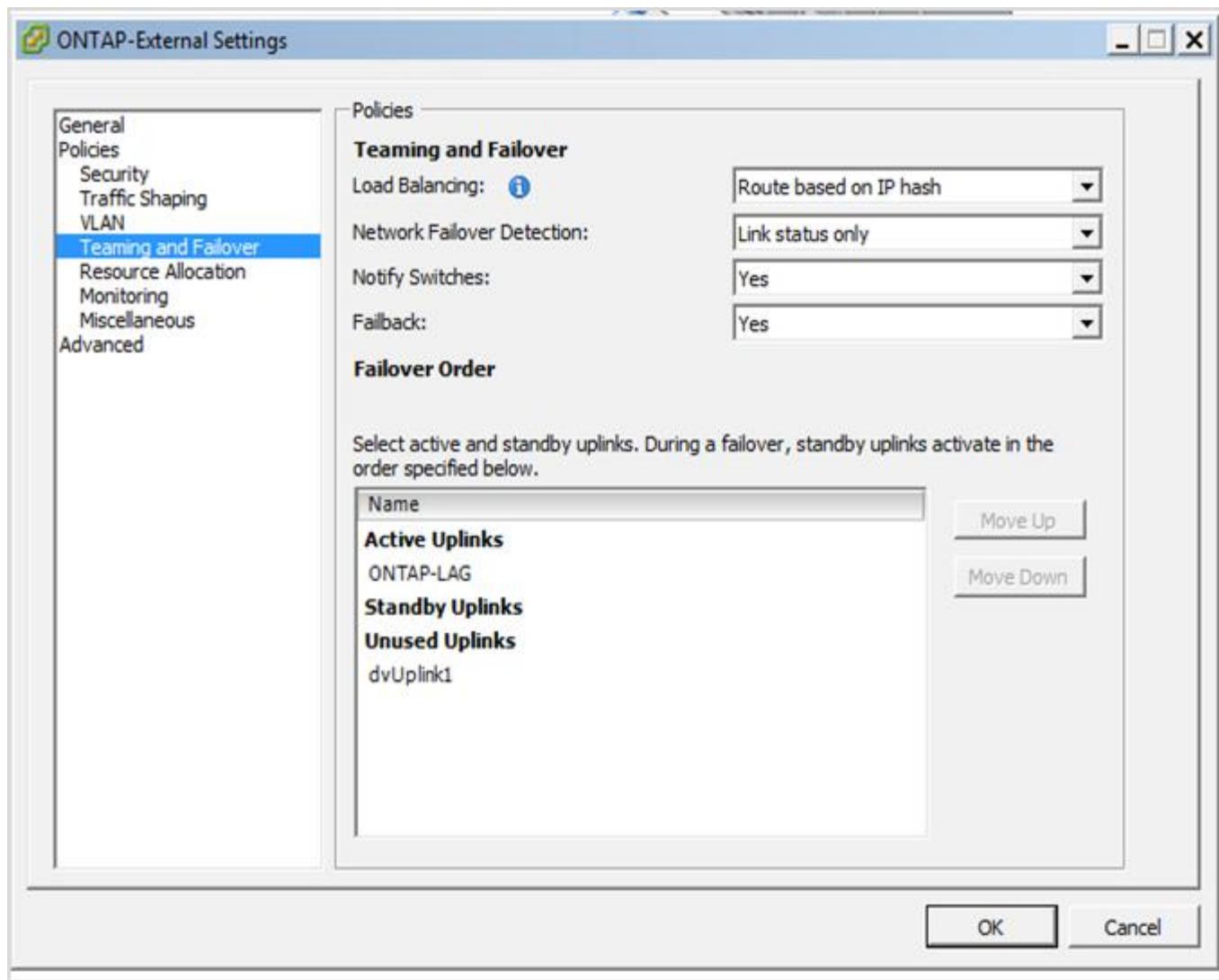
Ao usar vSwitches distribuídos em sua configuração, o LACP pode ser usado (embora não seja uma prática recomendada) para simplificar a configuração da rede. A única configuração LACP suportada requer que todas as VMNICs estejam em um único LAG. O switch físico de uplink deve suportar um tamanho de MTU entre 7.500 e 9.000 em todas as portas do canal. As redes ONTAP Select interna e externa devem ser isoladas no nível do grupo de portas. A rede interna deve usar uma VLAN não roteável (isolada). A rede externa pode usar VST, EST ou VGT.

Os exemplos a seguir mostram a configuração distribuída do vSwitch usando LACP.

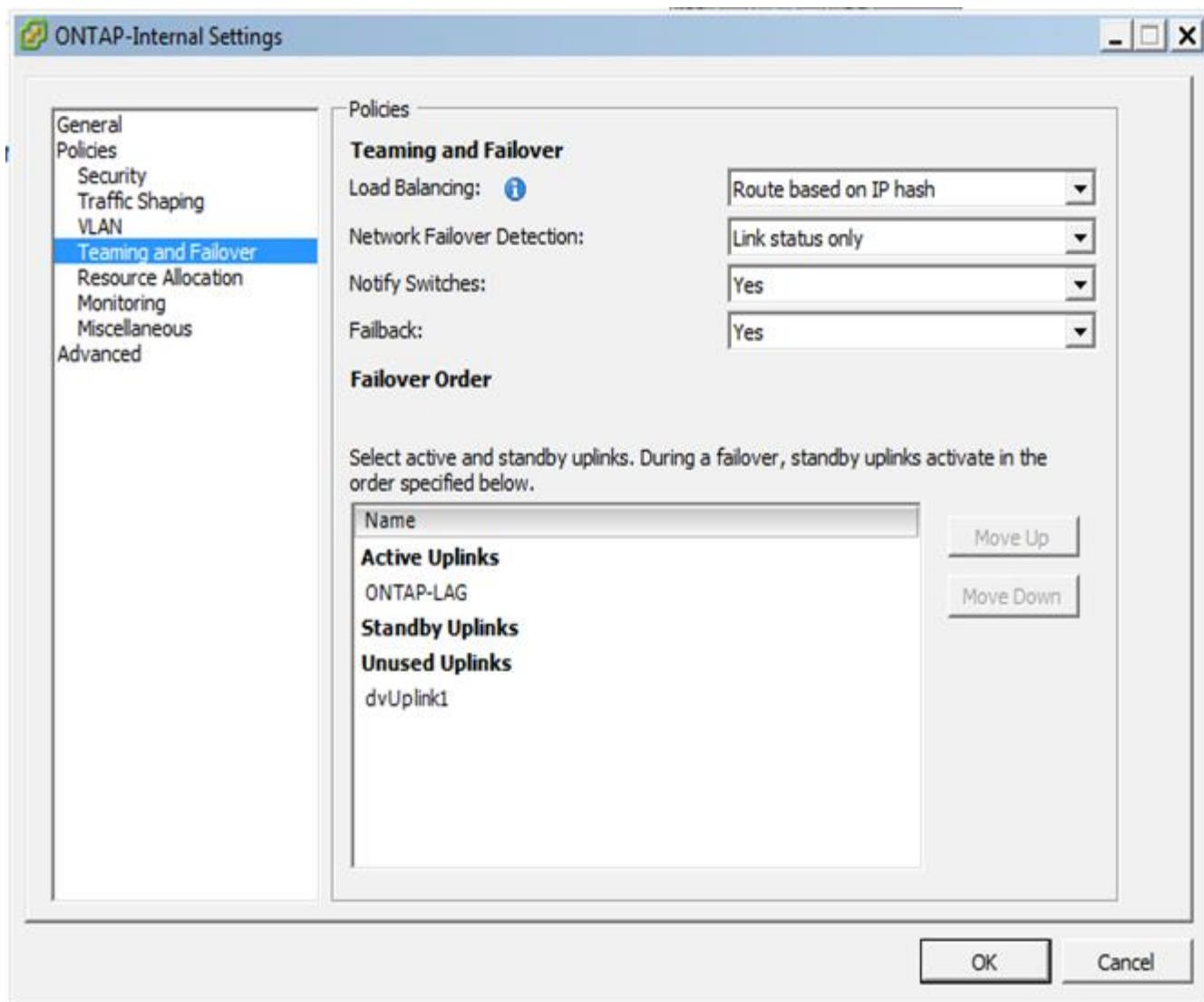
### Propriedades LAG ao usar LACP



Configurações de grupos de portas externas usando um vSwitch distribuído com LACP habilitado



Configurações de grupos de portas internas usando um vSwitch distribuído com LACP habilitado



O LACP exige que você configure as portas do switch upstream como um canal de porta. Antes de habilitar isso no vSwitch distribuído, certifique-se de que um canal de porta habilitado para LACP esteja configurado corretamente.

## ONTAP Select

Detalhes de configuração do switch físico upstream com base em ambientes de switch único e múltiplos switches.

Deve-se considerar cuidadosamente as decisões de conectividade da camada de comutadores virtuais para comutadores físicos. A separação do tráfego interno do cluster dos serviços de dados externos deve se estender à camada de rede física upstream por meio do isolamento fornecido pelas VLANs da camada 2.

As portas do switch físico devem ser configuradas como trunkports. O tráfego externo do ONTAP Select pode ser separado entre várias redes de camada 2 de duas maneiras. Um método é usar portas virtuais com tags VLAN do ONTAP com um único grupo de portas. O outro método é atribuir grupos de portas separados no modo VST à porta de gerenciamento e0a. Você também deve atribuir portas de dados a e0b e e0c/e0g, dependendo da versão do ONTAP Select e da configuração de nó único ou multinó. Se o tráfego externo for separado entre várias redes de camada 2, as portas do switch físico de uplink devem ter essas VLANs em sua lista de VLANs permitidas.

O tráfego de rede interna do ONTAP Select ocorre por meio de interfaces virtuais definidas com endereços IP locais de link. Como esses endereços IP não são roteáveis, o tráfego interno entre os nós do cluster deve fluir por uma única rede de camada 2. Os saltos de rota entre os nós do cluster do ONTAP Select não são suportados.

### Switch físico compartilhado

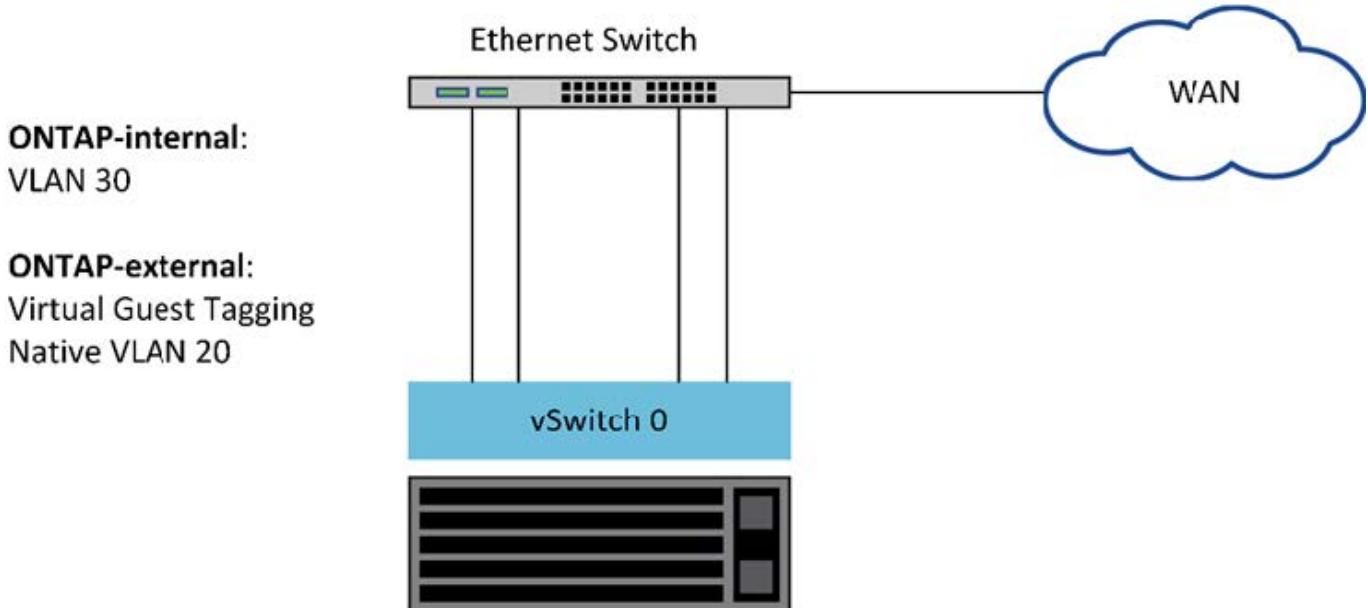
A figura a seguir ilustra uma possível configuração de switch usada por um nó em um cluster ONTAP Select multinó. Neste exemplo, as placas de rede físicas usadas pelos vSwitches que hospedam os grupos de portas de rede interna e externa são conectadas ao mesmo switch upstream. O tráfego do switch é mantido isolado usando domínios de broadcast contidos em VLANs separadas.



Para a rede interna do ONTAP Select, a marcação é feita no nível do grupo de portas. Embora o exemplo a seguir use VGT para a rede externa, tanto VGT quanto VST são suportados nesse grupo de portas.

### Configuração de rede usando switch físico compartilhado

#### Single Switch

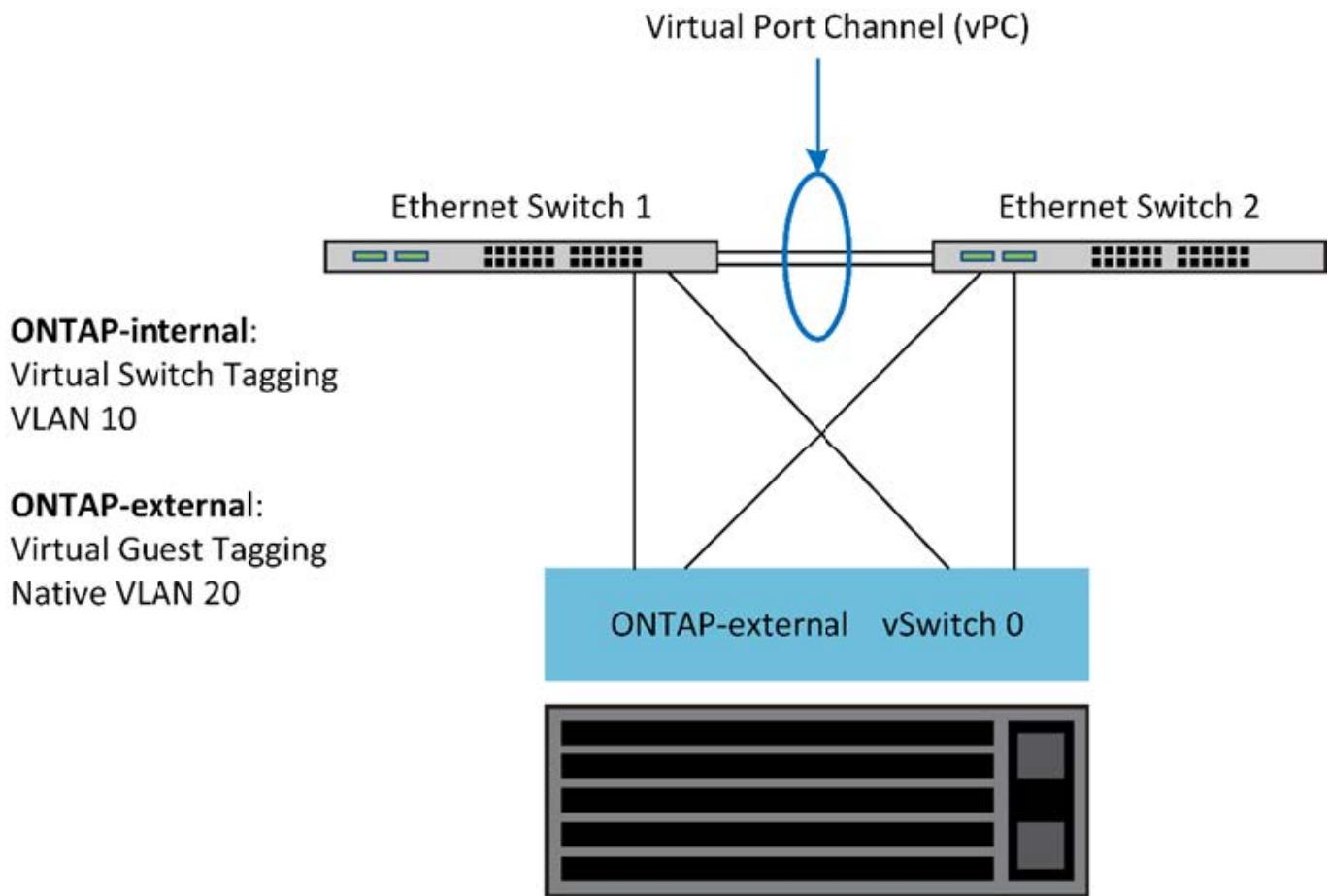


Nessa configuração, o switch compartilhado se torna um ponto único de falha. Se possível, vários switches devem ser usados para evitar que uma falha física de hardware cause uma interrupção na rede do cluster.

### Vários interruptores físicos

Quando a redundância for necessária, vários switches de rede físicos devem ser utilizados. A figura a seguir mostra uma configuração recomendada para um nó em um cluster ONTAP Select multinó. As placas de rede dos grupos de portas internas e externas são conectadas a diferentes switches físicos, protegendo o usuário de uma única falha de switch de hardware. Um canal de porta virtual é configurado entre os switches para evitar problemas de spanning tree.

## Configuração de rede usando vários switches físicos



## Separação de tráfego de dados e gerenciamento ONTAP Select

Isole o tráfego de dados e o tráfego de gerenciamento em redes separadas da camada 2.

O tráfego de rede externa do ONTAP Select é definido como tráfego de dados (CIFS, NFS e iSCSI), gerenciamento e replicação (SnapMirror). Em um cluster ONTAP, cada estilo de tráfego usa uma interface lógica separada que deve ser hospedada em uma porta de rede virtual. Na configuração multinó do ONTAP Select, essas portas são designadas como e0a e e0b/e0g. Na configuração de nó único, elas são designadas como e0a e e0b/e0c, enquanto as portas restantes são reservadas para serviços internos do cluster.

A NetApp recomenda isolar o tráfego de dados e o tráfego de gerenciamento em redes separadas de camada 2. No ambiente ONTAP Select, isso é feito usando tags de VLAN. Isso pode ser feito atribuindo um grupo de portas com tags de VLAN ao adaptador de rede 1 (porta e0a) para tráfego de gerenciamento. Em seguida, você pode atribuir um ou mais grupos de portas separados às portas e0b e e0c (clusters de nó único) e e0b e e0g (clusters de vários nós) para tráfego de dados.

Se a solução VST descrita anteriormente neste documento não for suficiente, pode ser necessário colocar os LIFs de dados e de gerenciamento na mesma porta virtual. Para isso, use um processo conhecido como VGT, no qual a marcação de VLAN é realizada pela VM.

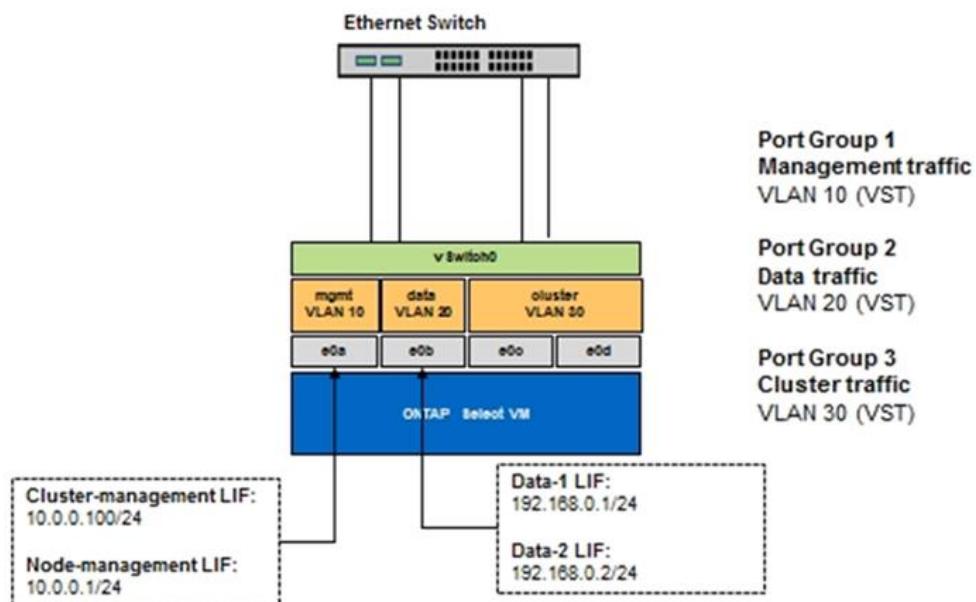


A separação de dados e redes de gerenciamento por meio do VGT não está disponível ao usar o utilitário ONTAP Deploy. Este processo deve ser executado após a conclusão da configuração do cluster.

Há uma ressalva adicional ao usar VGT e clusters de dois nós. Em configurações de cluster de dois nós, o endereço IP de gerenciamento do nó é usado para estabelecer a conectividade com o mediador antes que o ONTAP esteja totalmente disponível. Portanto, apenas a marcação EST e VST é suportada no grupo de portas mapeado para o LIF de gerenciamento do nó (porta e0a). Além disso, se tanto o gerenciamento quanto o tráfego de dados estiverem usando o mesmo grupo de portas, apenas EST/VST serão suportados para todo o cluster de dois nós.

Ambas as opções de configuração, VST e VGT, são suportadas. A figura a seguir mostra o primeiro cenário, VST, no qual o tráfego é marcado na camada vSwitch por meio do grupo de portas atribuído. Nessa configuração, os LIFs de gerenciamento de cluster e nó são atribuídos à porta ONTAP e0a e marcados com a VLAN ID 10 por meio do grupo de portas atribuído. Os LIFs de dados são atribuídos à porta e0b e e0c ou e0g e recebem a VLAN ID 20 usando um segundo grupo de portas. As portas do cluster usam um terceiro grupo de portas e estão na VLAN ID 30.

### Separação de dados e gerenciamento usando VST



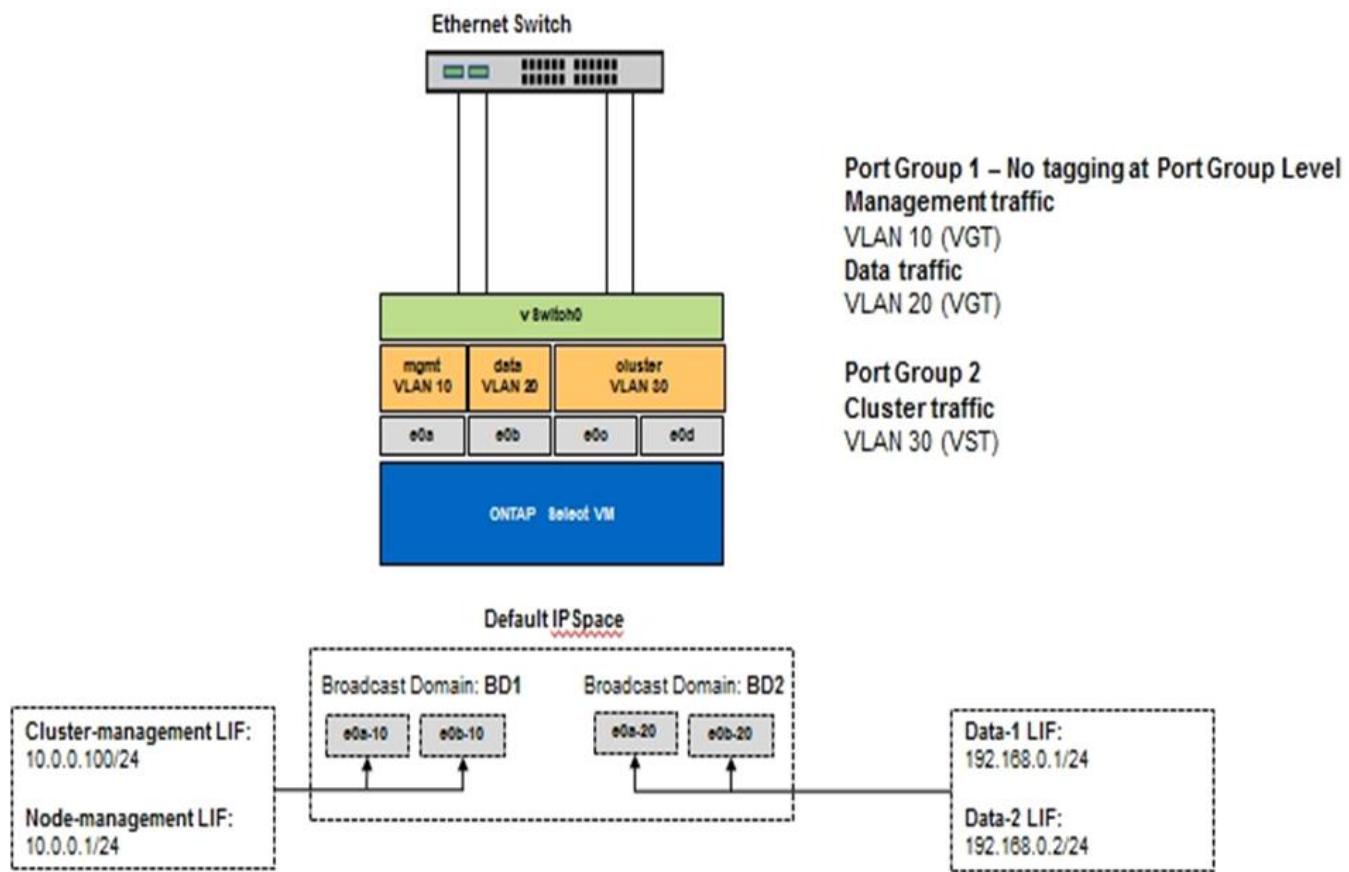
A figura a seguir mostra o segundo cenário, VGT, no qual o tráfego é marcado pela VM ONTAP usando portas VLAN colocadas em domínios de transmissão separados. Neste exemplo, as portas virtuais e0a-10/e0b-10/(e0c ou e0g)-10 e e0a-20/e0b-20 são colocadas sobre as portas e0a e e0b da VM. Essa configuração permite que a marcação de rede seja realizada diretamente no ONTAP, em vez de na camada vSwitch. LIFs de gerenciamento e dados são colocados nessas portas virtuais, permitindo uma subdivisão adicional da camada 2 dentro de uma única porta da VM. A VLAN do cluster (ID de VLAN 30) ainda é marcada no grupo de portas.

### Notas:

- Este estilo de configuração é especialmente desejável ao utilizar múltiplos espaços IP. Agrupe as portas VLAN em espaços IP personalizados separados se desejar maior isolamento lógico e multilocação.
- Para oferecer suporte ao VGT, os adaptadores de rede do host ESXi/ESX devem estar conectados às

portas trunk no switch físico. Os grupos de portas conectados ao switch virtual devem ter seus IDs de VLAN definidos como 4095 para habilitar o trunking no grupo de portas.

## Separação de dados e gerenciamento usando VGT



## Arquitetura de alta disponibilidade

### Configurações de alta disponibilidade do ONTAP Select

Descubra opções de alta disponibilidade para selecionar a melhor configuração de HA para seu ambiente.

Embora os clientes estejam começando a migrar cargas de trabalho de aplicativos de dispositivos de armazenamento de nível empresarial para soluções baseadas em software executadas em hardware comum, as expectativas e necessidades em relação à resiliência e tolerância a falhas não mudaram. Uma solução de alta disponibilidade que oferece um objetivo de ponto de recuperação zero (RPO) protege o cliente contra perda de dados devido a uma falha em qualquer componente da pilha de infraestrutura.

Uma grande parte do mercado de SDS é construída sobre a noção de armazenamento compartilhado, com a replicação de software fornecendo resiliência de dados ao armazenar múltiplas cópias de dados do usuário em diferentes silos de armazenamento. O ONTAP Select se baseia nessa premissa usando os recursos de replicação síncrona (RAID SyncMirror) fornecidos pelo ONTAP para armazenar uma cópia extra de dados do usuário dentro do cluster. Isso ocorre dentro do contexto de um par de HA. Cada par de HA armazena duas cópias de dados do usuário: uma no armazenamento fornecido pelo nó local e uma no armazenamento fornecido pelo parceiro de HA. Dentro de um cluster ONTAP Select, HA e replicação síncrona são vinculadas, e a funcionalidade das duas não pode ser dissociada ou usada independentemente. Como resultado, a

funcionalidade de replicação síncrona está disponível apenas na oferta de vários nós.

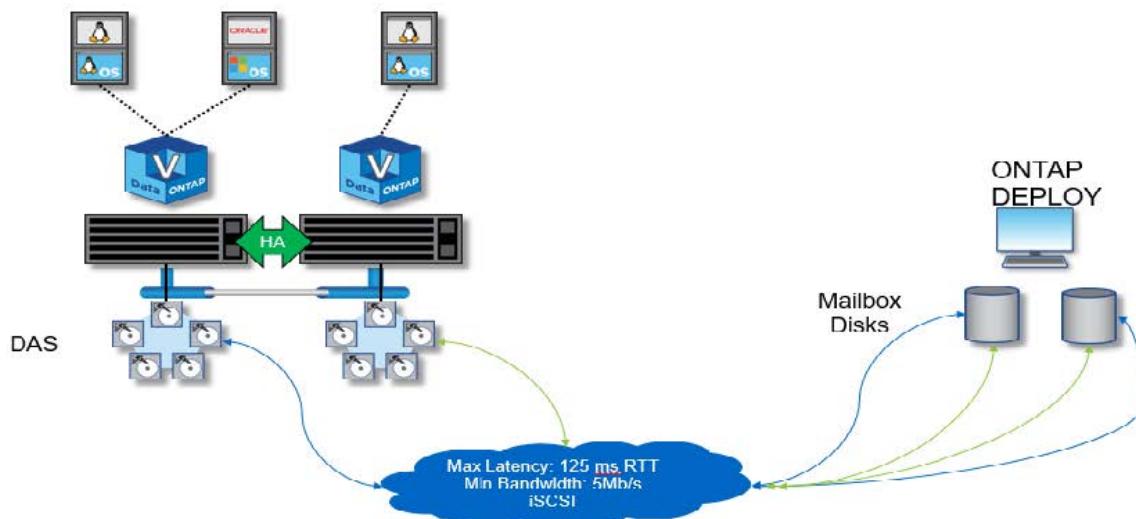


Em um cluster ONTAP Select, a funcionalidade de replicação síncrona é uma função da implementação de HA, não uma substituição para os mecanismos de replicação assíncrona SnapMirror ou SnapVault. A replicação síncrona não pode ser usada independentemente do HA.

Existem dois modelos de implantação de HA do ONTAP Select: os clusters multinós (quatro, seis ou oito nós) e os clusters de dois nós. A principal característica de um cluster ONTAP Select de dois nós é o uso de um serviço de mediação externo para resolver cenários de dupla personalidade. A VM do ONTAP Deploy atua como mediadora padrão para todos os pares de HA de dois nós que ela configura.

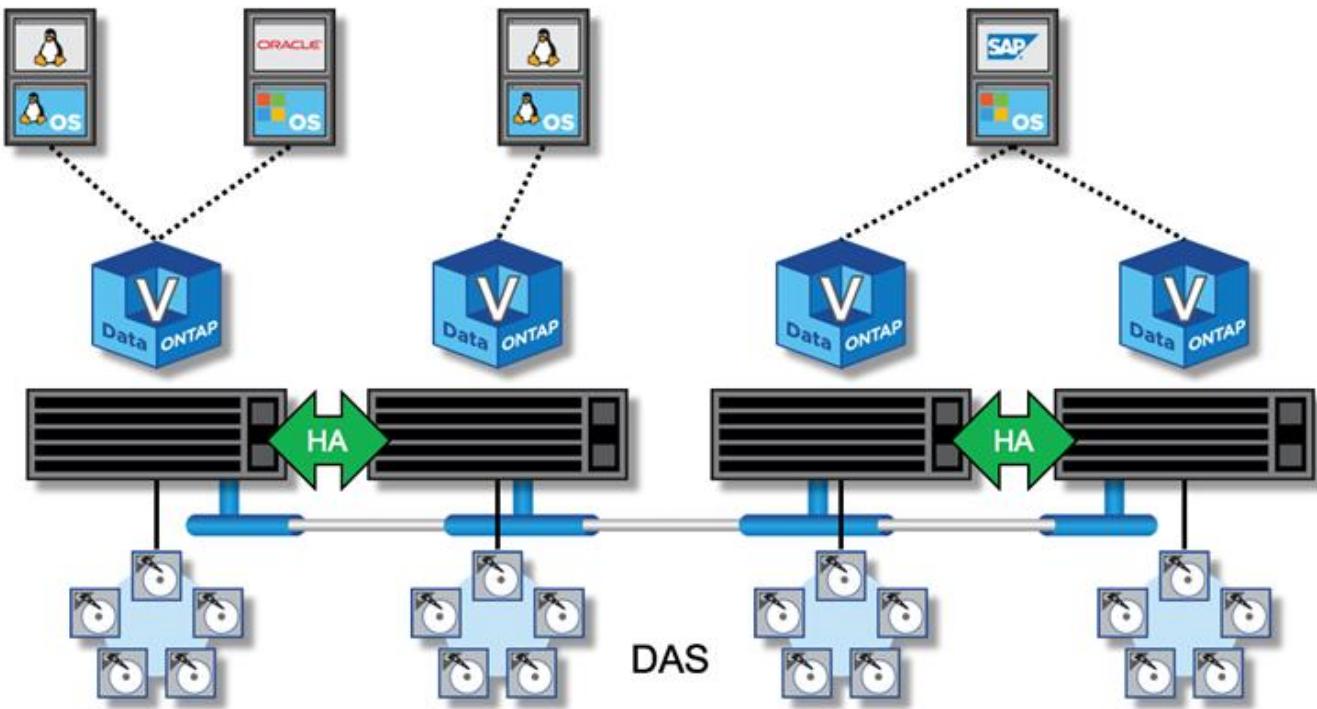
As duas arquiteturas são representadas nas figuras a seguir.

#### Cluster ONTAP Select de dois nós com mediador remoto e uso de armazenamento local conectado



O cluster ONTAP Select de dois nós é composto por um par de HA e um mediador. Dentro do par de HA, os agregados de dados em cada nó do cluster são espelhados de forma síncrona e, em caso de failover, não há perda de dados.

#### Cluster ONTAP Select de quatro nós usando armazenamento conectado localmente



- O cluster ONTAP Select de quatro nós é composto por dois pares de HA. Os clusters de seis e oito nós são compostos por três e quatro pares de HA, respectivamente. Dentro de cada par de HA, os agregados de dados em cada nó do cluster são espelhados de forma síncrona e, em caso de failover, não há perda de dados.
- Apenas uma instância do ONTAP Select pode estar presente em um servidor físico ao utilizar o armazenamento DAS. O ONTAP Select requer acesso não compartilhado ao controlador RAID local do sistema e foi projetado para gerenciar os discos conectados localmente, o que seria impossível sem conectividade física com o armazenamento.

### HA de dois nós versus HA de vários nós

Ao contrário dos conjuntos FAS, os nós ONTAP Select em um par HA se comunicam exclusivamente pela rede IP. Isso significa que a rede IP é um ponto único de falha (SPOF), e a proteção contra partções de rede e cenários de "split-brain" torna-se um aspecto importante do projeto. O cluster multinó pode suportar falhas de um único nó porque o quórum do cluster pode ser estabelecido pelos três ou mais nós sobreviventes. O cluster de dois nós depende do serviço mediador hospedado pela VM do ONTAP Deploy para obter o mesmo resultado.

O tráfego de rede de pulsação entre os nós do ONTAP Select e o serviço mediador do ONTAP Deploy é mínimo e resiliente, de modo que a VM do ONTAP Deploy pode ser hospedada em um data center diferente do cluster de dois nós do ONTAP Select.

A VM do ONTAP Deploy torna-se parte integrante de um cluster de dois nós ao atuar como mediadora para esse cluster. Se o serviço de mediação não estiver disponível, o cluster de dois nós continuará fornecendo dados, mas os recursos de failover de armazenamento do cluster ONTAP Select serão desativados. Portanto, o serviço de mediação do ONTAP Deploy deve manter comunicação constante com cada nó do ONTAP Select no par de alta disponibilidade. Uma largura de banda mínima de 5 Mbps e uma latência máxima de ida e volta (RTT) de 125 ms são necessárias para permitir o funcionamento adequado do quorum do cluster.



Se a VM do ONTAP Deploy que atua como mediadora estiver temporária ou potencialmente indisponível permanentemente, uma VM secundária do ONTAP Deploy poderá ser usada para restaurar o quorum do cluster de dois nós. Isso resulta em uma configuração na qual a nova VM do ONTAP Deploy não consegue gerenciar os nós do ONTAP Select, mas participa com sucesso do algoritmo de quorum do cluster. A comunicação entre os nós do ONTAP Select e a VM do ONTAP Deploy é feita usando o protocolo iSCSI sobre IPv4. O endereço IP de gerenciamento do nó do ONTAP Select é o iniciador, e o endereço IP da VM do ONTAP Deploy é o destino. Portanto, não é possível oferecer suporte a endereços IPv6 para os endereços IP de gerenciamento de nós ao criar um cluster de dois nós. Os discos de caixa de correio hospedados do ONTAP Deploy são criados automaticamente e mascarados para os endereços IP de gerenciamento de nós do ONTAP Select apropriados no momento da criação do cluster de dois nós. Toda a configuração é executada automaticamente durante a instalação, e nenhuma outra ação administrativa é necessária. A instância do ONTAP Deploy que cria o cluster é a mediadora padrão para esse cluster.

Uma ação administrativa será necessária se o local original do mediador precisar ser alterado. É possível recuperar o quórum de um cluster mesmo se a VM original do ONTAP Deploy for perdida. No entanto, a NetApp recomenda que você faça backup do banco de dados do ONTAP Deploy após a instanciação de cada cluster de dois nós.

#### HA de dois nós versus HA estendido de dois nós (MetroCluster SDS)

É possível estender um cluster de alta disponibilidade ativo/ativo de dois nós por distâncias maiores e, potencialmente, colocar cada nó em um data center diferente. A única diferença entre um cluster de dois nós e um cluster estendido de dois nós (também conhecido como MetroCluster SDS) é a distância de conectividade de rede entre os nós.

O cluster de dois nós é definido como um cluster em que ambos os nós estão localizados no mesmo data center a uma distância de 300 m. Em geral, ambos os nós têm uplinks para o mesmo switch de rede ou conjunto de switches de rede ISL (Interswitch Link).

Um SDS MetroCluster de dois nós é definido como um cluster cujos nós estão fisicamente separados (salas, prédios e data centers diferentes) por mais de 300 m. Além disso, as conexões de uplink de cada nó são conectadas a switches de rede separados. O SDS MetroCluster não requer hardware dedicado. No entanto, o ambiente deve atender aos requisitos de latência (máximo de 5 ms para RTT e 5 ms para jitter, totalizando 10 ms) e distância física (máximo de 10 km).

O MetroCluster SDS é um recurso premium e requer uma licença Premium ou Premium XL. A licença Premium suporta a criação de VMs pequenas e médias, bem como mídias HDD e SSD. A licença Premium XL também suporta a criação de unidades NVMe.

 O MetroCluster SDS é compatível com armazenamento conectado localmente (DAS) e armazenamento compartilhado (vNAS). Observe que as configurações de vNAS geralmente apresentam uma latência inata maior devido à rede entre a VM ONTAP Select e o armazenamento compartilhado. As configurações do MetroCluster SDS devem fornecer uma latência máxima de 10 ms entre os nós, incluindo a latência do armazenamento compartilhado. Em outras palavras, medir apenas a latência entre as VMs Select não é adequado, pois a latência do armazenamento compartilhado não é desprezível para essas configurações.

#### ONTAP Select HA RSM e agregados espelhados

Evite perda de dados usando RAID SyncMirror (RSM), agregados espelhados e o caminho de gravação.

## Replicação síncrona

O modelo ONTAP HA é baseado no conceito de parceiros de HA. O ONTAP Select estende essa arquitetura para o mundo de servidores comuns não compartilhados, utilizando a funcionalidade RAID SyncMirror (RSM) presente no ONTAP para replicar blocos de dados entre nós do cluster, fornecendo duas cópias dos dados do usuário distribuídas por um par de HA.

Um cluster de dois nós com um mediador pode abranger dois data centers. Para mais informações, consulte a seção ["Práticas recomendadas de HA estendido de dois nós \(MetroCluster SDS\)"](#).

## Agregados espelhados

Um cluster ONTAP Select é composto de dois a oito nós. Cada par de HA contém duas cópias de dados do usuário, espelhadas de forma síncrona entre os nós por meio de uma rede IP. Esse espelhamento é transparente para o usuário e é uma propriedade do agregado de dados, configurada automaticamente durante o processo de criação do agregado de dados.

Todos os agregados em um cluster ONTAP Select devem ser espelhados para garantir a disponibilidade dos dados em caso de failover de um nó e para evitar um SPOF em caso de falha de hardware. Os agregados em um cluster ONTAP Select são criados a partir de discos virtuais fornecidos por cada nó no par de alta disponibilidade e usam os seguintes discos:

- Um conjunto local de discos (contribuído pelo nó ONTAP Select atual)
- Um conjunto espelhado de discos (contribuído pelo parceiro de HA do nó atual)



Os discos local e espelhado usados para construir um agregado espelhado devem ter o mesmo tamanho. Esses agregados são chamados de plex 0 e plex 1 (para indicar os pares de espelhos local e remoto, respectivamente). Os números reais de plex podem ser diferentes na sua instalação.

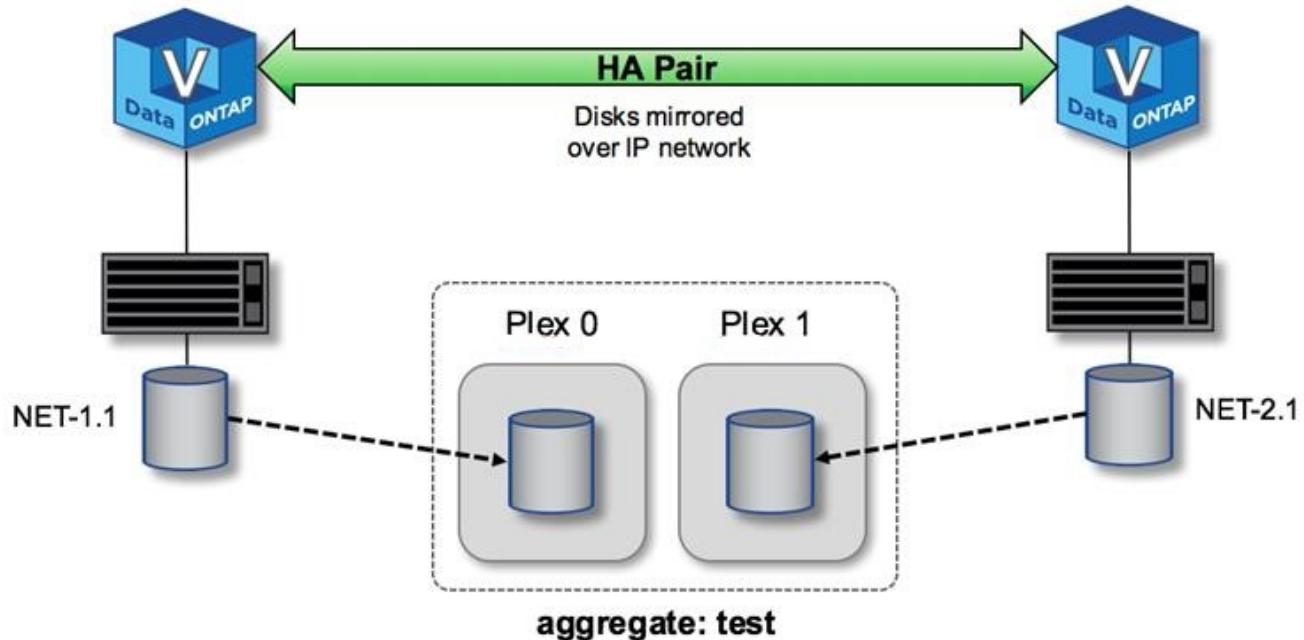
Essa abordagem é fundamentalmente diferente do funcionamento dos clusters ONTAP padrão. Isso se aplica a todos os discos raiz e de dados dentro do cluster ONTAP Select. O agregado contém cópias locais e espelhadas dos dados. Portanto, um agregado que contém N discos virtuais oferece N/2 discos de armazenamento exclusivo, pois a segunda cópia dos dados reside em seus próprios discos exclusivos.

A figura a seguir mostra um par de HA em um cluster ONTAP Select de quatro nós. Dentro desse cluster, há um único agregado (teste) que utiliza armazenamento de ambos os parceiros de HA. Esse agregado de dados é composto por dois conjuntos de discos virtuais: um conjunto local, fornecido pelo nó do cluster proprietário do ONTAP Select (Plex 0), e um conjunto remoto, fornecido pelo parceiro de failover (Plex 1).

O Plex 0 é o bucket que contém todos os discos locais. O Plex 1 é o bucket que contém os discos espelhados, ou discos responsáveis por armazenar uma segunda cópia replicada dos dados do usuário. O nó que possui o agregado contribui com discos para o Plex 0, e o parceiro de alta disponibilidade desse nó contribui com discos para o Plex 1.

Na figura a seguir, há um agregado espelhado com dois discos. O conteúdo desse agregado é espelhado em nossos dois nós de cluster, com o disco local NET-1.1 colocado no bucket do Plex 0 e o disco remoto NET-2.1 colocado no bucket do Plex 1. Neste exemplo, o agregado test pertence ao nó de cluster à esquerda e usa o disco local NET-1.1 e o disco espelhado do parceiro de alta disponibilidade NET-2.1.

- ONTAP Select agregado espelhado\*



Quando um cluster ONTAP Select é implantado, todos os discos virtuais presentes no sistema são automaticamente atribuídos ao plex correto, sem exigir nenhuma etapa adicional do usuário em relação à atribuição de discos. Isso evita a atribuição acidental de discos a um plex incorreto e proporciona uma configuração de disco espelhado ideal.

### Caminho de escrita

O espelhamento síncrono de blocos de dados entre nós do cluster e a exigência de que não haja perda de dados em caso de falha do sistema têm um impacto significativo no caminho que uma gravação de entrada percorre à medida que se propaga por um cluster ONTAP Select. Esse processo consiste em duas etapas:

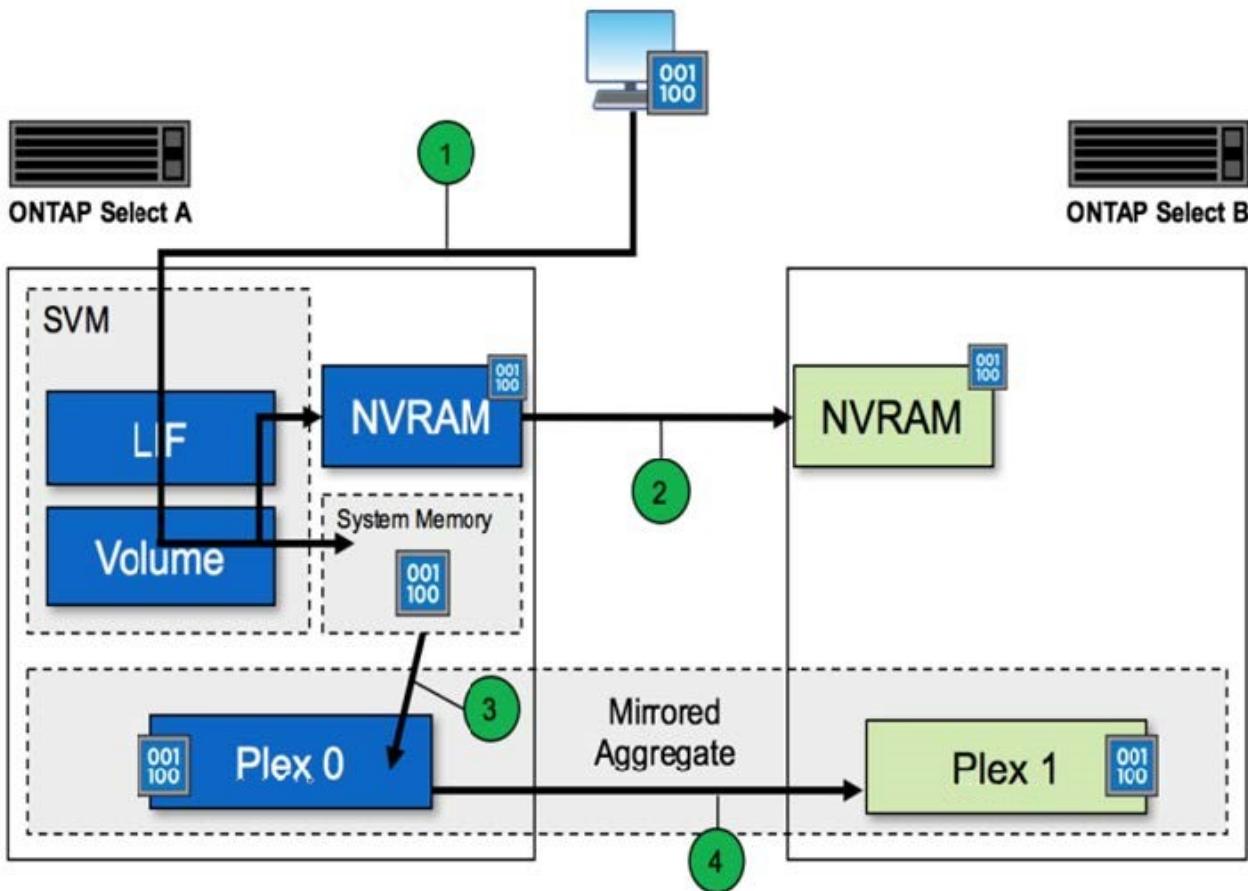
- Reconhecimento
- Desescalonamento

As gravações em um volume de destino ocorrem por meio de um LIF de dados e são confirmadas na partição NVRAM virtualizada, presente em um disco de sistema do nó ONTAP Select, antes de serem confirmadas de volta para o cliente. Em uma configuração de alta disponibilidade, ocorre uma etapa adicional, pois essas gravações na NVRAM são imediatamente espelhadas para o parceiro de alta disponibilidade do proprietário do volume de destino antes de serem confirmadas. Esse processo garante a consistência do sistema de arquivos no nó parceiro de alta disponibilidade, caso haja uma falha de hardware no nó original.

Após a gravação ser confirmada na NVRAM, o ONTAP move periodicamente o conteúdo dessa partição para o disco virtual apropriado, um processo conhecido como desescalonamento. Esse processo ocorre apenas uma vez, no nó do cluster proprietário do volume de destino, e não ocorre no parceiro de alta disponibilidade.

A figura a seguir mostra o caminho de gravação de uma solicitação de gravação de entrada para um nó ONTAP Select.

- Fluxo de trabalho de ONTAP Select \*



A confirmação de gravação recebida inclui as seguintes etapas:

- As gravações entram no sistema por meio de uma interface lógica de propriedade do ONTAP Select o nó A.
- As gravações são confirmadas na NVRAM do nó A e espelhadas no parceiro de HA, o nó B.
- Depois que a solicitação de E/S estiver presente em ambos os nós de HA, a solicitação será confirmada novamente para o cliente.

ONTAP Select desestaciona da NVRAM para o agregado de dados (ONTAP CP) inclui as seguintes etapas:

- As gravações são desalocadas da NVRAM virtual para o agregado de dados virtual.
- O mecanismo de espelho replica blocos de forma sincronizada para ambos os plexos.

## ONTAP Select HA aprimora a proteção de dados

O heartbeat de disco de alta disponibilidade (HA), a caixa de correio de HA, o heartbeat de HA, o failover de HA e o Giveback funcionam para aprimorar a proteção de dados.

### Disco pulsante

Embora a arquitetura ONTAP Select HA aproveite muitos dos caminhos de código usados pelos arrays FAS tradicionais, existem algumas exceções. Uma delas está na implementação de heartbeating baseado em disco, um método de comunicação não baseado em rede usado por nós de cluster para evitar que o isolamento da rede cause comportamento de "split-brain". Um cenário de "split-brain" é o resultado do

particionamento de cluster, normalmente causado por falhas de rede, em que cada lado acredita que o outro está inativo e tenta assumir o controle dos recursos do cluster.

Implementações de HA de nível empresarial devem lidar com esse tipo de cenário com elegância. O ONTAP faz isso por meio de um método personalizado de heartbeat baseado em disco. Essa é a função da caixa de correio de HA, um local no armazenamento físico usado pelos nós do cluster para transmitir mensagens de heartbeat. Isso ajuda o cluster a determinar a conectividade e, portanto, a definir o quorum em caso de failover.

Em matrizes FAS, que usam uma arquitetura de HA de armazenamento compartilhado, o ONTAP resolve problemas de split-brain das seguintes maneiras:

- Reservas persistentes SCSI
- Metadados de HA persistentes
- Estado HA enviado por interconexão HA

No entanto, na arquitetura "shared nothing" de um cluster ONTAP Select, um nó só consegue visualizar seu próprio armazenamento local e não o do parceiro de HA. Portanto, quando o particionamento de rede isola cada lado de um par de HA, os métodos anteriores para determinar o quórum do cluster e o comportamento de failover não estão disponíveis.

Embora o método atual de detecção e prevenção de split-brain não possa ser utilizado, ainda é necessário um método de mediação que se ajuste às restrições de um ambiente sem compartilhamento. O ONTAP Select amplia ainda mais a infraestrutura de caixa de correio existente, permitindo que ela atue como um método de mediação em caso de particionamento de rede. Como o armazenamento compartilhado não está disponível, a mediação é realizada por meio do acesso aos discos da caixa de correio via NAS. Esses discos são distribuídos por todo o cluster, incluindo o mediador em um cluster de dois nós, usando o protocolo iSCSI. Portanto, decisões inteligentes de failover podem ser tomadas por um nó do cluster com base no acesso a esses discos. Se um nó puder acessar os discos da caixa de correio de outros nós fora de seu parceiro de alta disponibilidade, é provável que ele esteja ativo e íntegro.

 A arquitetura de caixa de correio e o método de pulsação baseado em disco para resolver problemas de quorum de cluster e de cérebro dividido são os motivos pelos quais a variante multinó do ONTAP Select requer quatro nós separados ou um mediador para um cluster de dois nós.

## Postagem de caixa de correio HA

A arquitetura de caixa de correio de alta disponibilidade utiliza um modelo de postagem de mensagens. Em intervalos repetidos, os nós do cluster enviam mensagens para todos os outros discos de caixa de correio do cluster, incluindo o mediador, informando que o nó está ativo e em execução. Em um cluster íntegro, a qualquer momento, um único disco de caixa de correio em um nó do cluster recebe mensagens de todos os outros nós do cluster.

Anexado a cada nó do cluster Select, há um disco virtual usado especificamente para acesso compartilhado à caixa de correio. Esse disco é chamado de disco de caixa de correio mediador, pois sua principal função é atuar como um método de mediação do cluster em caso de falhas de nós ou particionamento de rede. Esse disco de caixa de correio contém partições para cada nó do cluster e é montado em uma rede iSCSI por outros nós do cluster Select. Periodicamente, esses nós publicam status de integridade na partição apropriada do disco da caixa de correio. O uso de discos de caixa de correio acessíveis pela rede, distribuídos pelo cluster, permite inferir a integridade do nó por meio de uma matriz de acessibilidade. Por exemplo, os nós A e B do cluster podem publicar na caixa de correio do nó D, mas não na caixa de correio do nó C. Além disso, o nó D do cluster não pode publicar na caixa de correio do nó C, portanto, é provável que o nó C esteja inativo.

ou isolado da rede e deva ser assumido.

## HA pulsação

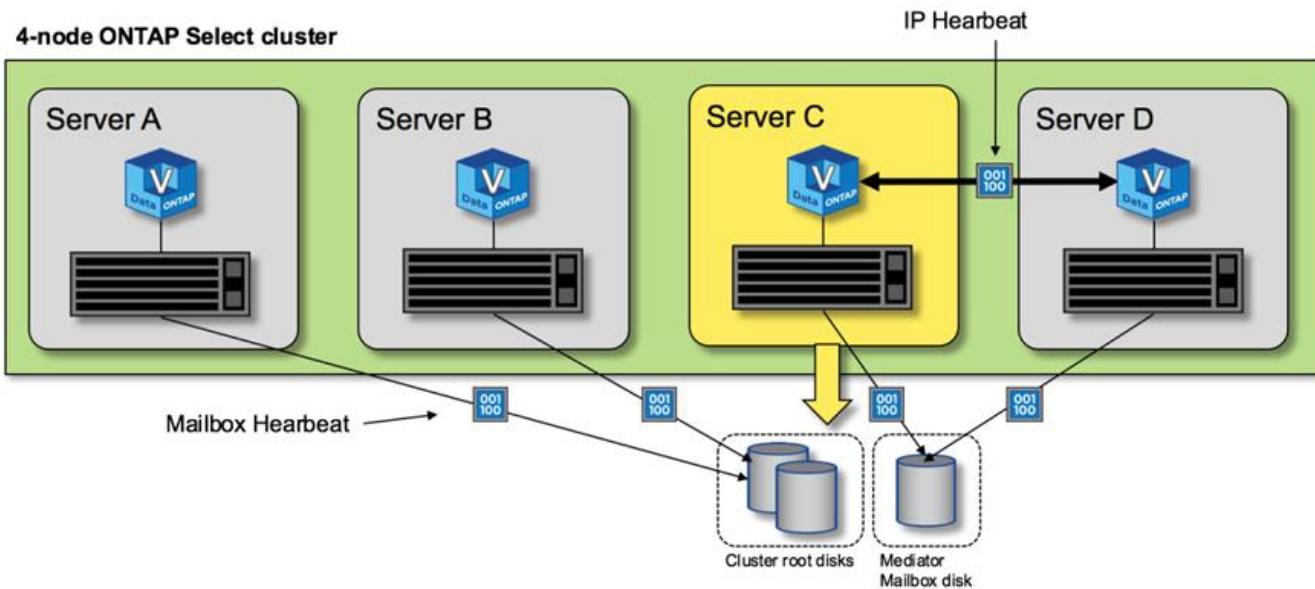
Assim como nas plataformas NetApp FAS, o ONTAP Select envia periodicamente mensagens de heartbeat de HA pela interconexão de HA. No cluster do ONTAP Select, isso é feito por meio de uma conexão de rede TCP/IP existente entre os parceiros de HA. Além disso, mensagens de heartbeat baseadas em disco são passadas para todos os discos da caixa de correio de HA, incluindo os discos da caixa de correio do mediador. Essas mensagens são passadas a cada poucos segundos e lidas periodicamente. A frequência com que são enviadas e recebidas permite que o cluster do ONTAP Select detecte eventos de falha de HA em aproximadamente 15 segundos, o mesmo período disponível nas plataformas FAS. Quando as mensagens de heartbeat não estão mais sendo lidas, um evento de failover é acionado.

A figura a seguir mostra o processo de envio e recebimento de mensagens de pulsação pelos discos de interconexão e mediador de HA da perspectiva de um único nó de cluster ONTAP Select, o nó C.



As pulsações de rede são enviadas pela interconexão de HA para o parceiro de HA, nó D, enquanto as pulsações de disco usam discos de caixa de correio em todos os nós do cluster, A, B, C e D.

## Pulsação cardíaca HA em um cluster de quatro nós: estado estável



## Failover e devolução de HA

Durante uma operação de failover, o nó sobrevivente assume as responsabilidades de fornecimento de dados para seu nó par, usando a cópia local dos dados do seu parceiro de HA. A E/S do cliente pode continuar ininterrupta, mas as alterações nesses dados devem ser replicadas antes que o retorno possa ocorrer. Observe que o ONTAP Select não suporta um retorno forçado, pois isso causa a perda das alterações armazenadas no nó sobrevivente.

A operação de sincronização reversa é acionada automaticamente quando o nó reinicializado se junta novamente ao cluster. O tempo necessário para a sincronização reversa depende de vários fatores. Esses fatores incluem o número de alterações que devem ser replicadas, a latência da rede entre os nós e a velocidade dos subsistemas de disco em cada nó. É possível que o tempo necessário para a sincronização reversa exceda a janela de retorno automático de 10 minutos. Nesse caso, é necessário um retorno manual após a sincronização reversa. O progresso da sincronização reversa pode ser monitorado usando o seguinte

comando:

```
storage aggregate status -r -aggregate <aggregate name>
```

## Desempenho

### Visão geral do desempenho do ONTAP Select

O desempenho de um cluster ONTAP Select pode variar consideravelmente devido às características do hardware e da configuração subjacentes. A configuração específica do hardware é o fator mais importante no desempenho de uma instância específica do ONTAP Select. Aqui estão alguns dos fatores que afetam o desempenho de uma instância específica do ONTAP Select :

- **Frequência central.** Em geral, uma frequência mais alta é preferível.
- **Soquete único versus multisocket.** O ONTAP Select não utiliza recursos multisocket, mas a sobrecarga do hipervisor para suportar configurações multisocket é responsável por algum desvio no desempenho total.
- **Configuração da placa RAID e driver do hipervisor associado.** O driver padrão fornecido pelo hipervisor pode precisar ser substituído pelo driver do fornecedor do hardware.
- **Tipo de unidade e número de unidades no(s) grupo(s) RAID.**
- **Versão do hipervisor e nível de patch.**

### Desempenho do ONTAP Select 9.6: armazenamento SSD de alta disponibilidade com conexão direta premium

Informações de desempenho para a plataforma de referência.

#### Plataforma de referência

Hardware ONTAP Select (Premium XL) (por nó)

- FUJITSU PRIMERGY RX2540 M4:
  - CPU Intel® Xeon® Gold 6142b a 2,6 GHz
  - 32 núcleos físicos (16 x 2 soquetes), 64 lógicos
  - 256 GB de RAM
  - Unidades por host: 24 SSD de 960 GB
  - ESX 6.5U1

Hardware do cliente

- 5 clientes NFSv3 IBM 3550m4

Informações de configuração

- SW RAID 1 x 9 + 2 RAID-DP (11 unidades)

- 22+1 RAID-5 (RAID-0 em ONTAP) / cache RAID NVRAM
- Nenhum recurso de eficiência de armazenamento em uso (compressão, desduplicação, cópias de instantâneo, SnapMirror e assim por diante)

A tabela a seguir lista a taxa de transferência medida em relação às cargas de trabalho de leitura/gravação em um par de nós ONTAP Select de alta disponibilidade (HA) usando RAID de software e RAID de hardware. As medições de desempenho foram realizadas usando a ferramenta de geração de carga SIO.



Esses números de desempenho são baseados no ONTAP Select 9.6.

**Resultados de desempenho para um único nó (parte de uma instância média de quatro nós) cluster ONTAP Select em um SSD de armazenamento conectado diretamente (DAS), com RAID de software e RAID de hardware**

| Descrição                                                        | Leitura sequencial de 64 KiB | Gravação sequencial de 64 KiB | Leitura aleatória de 8 KiB | Gravação aleatória de 8 KiB | WR/RD aleatório (50/50) 8 KiB |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| ONTAP Select uma instância grande com RAID de software DAS (SSD) | 2171 MiBps                   | 559 MiBps                     | 954 MiBps                  | 394 MiBps                   | 564 MiBps                     |
| ONTAP Select instância média com RAID de software DAS (SSD)      | 2090 MiBps                   | 592 MiBps                     | 677 MiBps                  | 335 MiBps                   | 441 3 MiBps                   |
| ONTAP Select instância média com RAID de hardware DAS (SSD)      | 2038 MiBps                   | 520 MiBps                     | 578 MiBps                  | 325 MiBps                   | 399 MiBps                     |

#### Leitura sequencial de 64K

Detalhes:

- SIO E/S direta habilitada
- 2 nós
- 2 x NIC de dados por nó
- 1 x agregado de dados por nó (RAID de hardware de 2 TB), (RAID de software de 8 TB)
- 64 processos SIO, 1 thread por processo
- 32 volumes por nó
- 1 x arquivos por processo; os arquivos têm 12.000 MB cada

## Gravação sequencial de 64K

Detalhes:

- SIO E/S direta habilitada
- 2 nós
- 2 x placas de interface de rede de dados (NICs) por nó
- 1 x agregado de dados por nó (RAID de hardware de 2 TB), (RAID de software de 4 TB)
- 128 processos SIO, 1 thread por processo
- Volumes por nó: 32 (RAID de hardware), 16 (RAID de software)
- 1 x arquivos por processo; os arquivos têm 30720 MB cada

## Leitura aleatória de 8K

Detalhes:

- SIO E/S direta habilitada
- 2 nós
- 2 x NICs de dados por nó
- 1 x agregado de dados por nó (RAID de hardware de 2 TB), (RAID de software de 4 TB)
- 64 processos SIO, 8 threads por processo
- Volumes por nó: 32
- 1 x arquivos por processo; os arquivos têm 12228 MB cada

## 8K gravação aleatória

Detalhes:

- SIO E/S direta habilitada
- 2 nós
- 2 x NICs de dados por nó
- 1 x agregado de dados por nó (RAID de hardware de 2 TB), (RAID de software de 4 TB)
- 64 processos SIO, 8 threads por processo
- Volumes por nó: 32
- 1 x arquivos por processo; os arquivos têm 8192 MB cada

## 8K aleatório 50% escreve 50% lê

Detalhes:

- SIO E/S direta habilitada
- 2 nós
- 2 x NICs de dados por nó
- 1 x agregado de dados por nó (RAID de hardware de 2 TB), (RAID de software de 4 TB)
- 64 threads SIO proc208 por proc

- Volumes por nó: 32
- 1 x arquivos por processo; os arquivos têm 12228 MB cada

## Informações sobre direitos autorais

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

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

ESTE SOFTWARE É FORNECIDO PELA NETAPP "NO PRESENTE ESTADO" E SEM QUAISQUER GARANTIAS EXPRESSAS OU IMPLÍCITAS, INCLUINDO, SEM LIMITAÇÕES, GARANTIAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZAÇÃO E ADEQUAÇÃO A UM DETERMINADO PROPÓSITO, CONFORME A ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE DESTE DOCUMENTO. 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 SOBRESSAENTES; PERDA DE USO, DADOS OU LUCROS; OU INTERRUPÇÃO DOS NEGÓCIOS), INDEPENDENTEMENTE DA CAUSA E DO PRINCÍPIO DE RESPONSABILIDADE, SEJA EM CONTRATO, POR RESPONSABILIDADE OBJETIVA OU PREJUÍZO (INCLUINDO NEGLIGÊNCIA OU DE OUTRO MODO), RESULTANTE DO USO DESTE SOFTWARE, 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.