

# Laboratório Jool [SIIT-DC]

## Objetivo

- Utilizando um servidor equipado com o software Jool, no modo SIIT [*Stateless IP/ICMP Translation Algorithm*] (RFC 7915), fornecer conectividade entre um cliente **IPv4** e um servidor **IPv6**, o qual está hospedado em um *datacenter* com uma rede *IPv6-Only*.

## Topologia

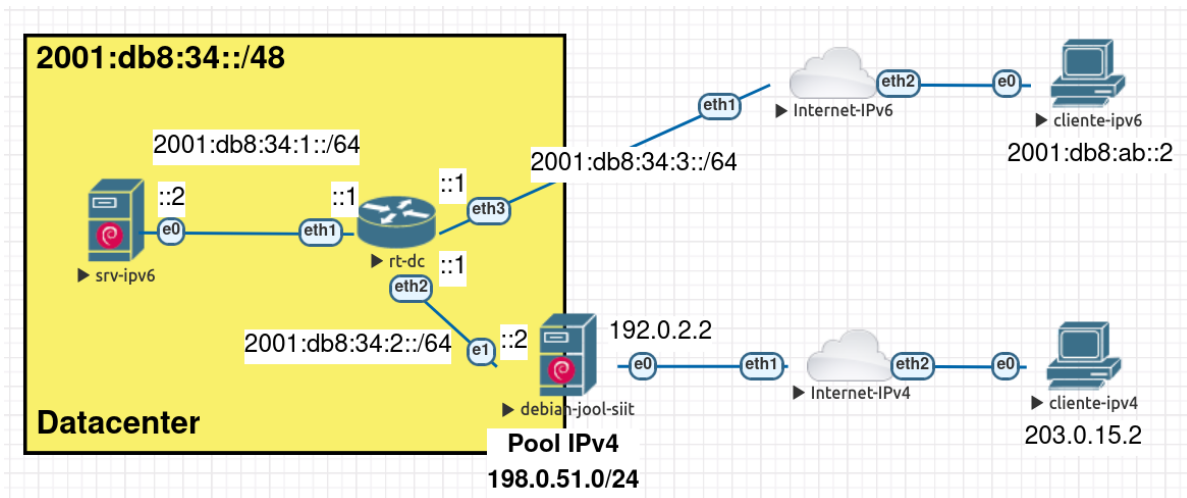


Fig. 1: Topologia SIIT-DC

## Softwares Utilizados

- **Clientes (IPv4/IPv6) e Servidores:** Debian 12 (Bookworm)
  - **Jool:** Versão 4.1.10

### ⚠ Importante

Para todos os equipamentos, use as seguintes credenciais:

- **Usuário:** root
- **Senha:** toor

## Tutorial

### Parte 1 - Testes de Conectividade

#### **i** Nota

Todos os equipamentos estão com suas configurações de redes realizadas. No tutorial serão abordadas apenas as configurações necessárias para o funcionamento do SIIT-DC.

Antes de realizar as configurações, faça os seguintes testes de conectividade

1. No servidor **debian-jool-siit**, faça os seguintes testes de **ping**.

```
# ping -c4 2001:db8:34:1::2
# ping -c4 2001:db8:ab::2
# ping -c4 203.0.15.2
```

Dessa forma verifica-se que o servidor **debian-jool-siit** tem conectividade com todos os *hosts* da rede.

2. No **cliente-ipv6**, faça o seguinte teste de **ping** para o **srv-ipv6**.

```
# ping -c4 2001:db8:34:1::2
```

O **cliente-ipv4** não conseguirá se comunicar com o **srv-ipv6** (esse é o objetivo desse laboratório), mas tente efetuar um teste de conectividade para o endereço 198.0.51.10 (o qual será utilizado posteriormente)

3. No **cliente-ipv4**, faça o seguinte teste de ping.

```
# ping -c4 198.0.51.10
```

Houve algum sucesso?

## Parte 2 - Configurando o SIIT

Para permitir a conectividade entre o **cliente-ipv4** e o **srv-ipv6**, vamos configurar o Jool SIIT no servidor **debian-jool-siit**.

1. No servidor **debian-jool-siit**, ative o encaminhamento de pacotes nas interfaces.

```
# sysctl -w net.ipv4.conf.all.forwarding=1
# sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1
```

2. Ative o módulo do Jool SIIT.

```
# modprobe jool_siit
```

3. Crie a instância Jool SIIT chamada "siit-dc", a qual utilizará a rede IPv6 **64:ff9b::/96**.

```
# jool_siit instance add "siit-dc" --netfilter --pool6 64:ff9b::/96
```

Para realizar o processo de tradução, vamos utilizar a rede 64:ff9b::/96 (RFC 6052), a qual será utilizada para "incorporar" os endereços IPv4.

**Por exemplo:** 64:ff9b:198.0.51.10

4. Verifique se a instância foi criada corretamente.

```
# jool_siit instance display
```

Agora vamos relacionar um **endereço IPv4** do pool IPv4 do *datacenter* (**198.0.51.0/24**) ao endereço IPv6 do **srv-ipv6**, dessa forma permitindo que o **debian-jool-siit** faça a tradução IPv4↔IPv6.

O endereço utilizado será o **198.0.51.10**.

5. No servidor **debian-jool-siit**, faça o seguinte comando:

```
# jool_siit -i "siit-dc" eamt add 198.0.51.10 2001:db8:34:1::2
```

6. Verifique se a relação de IPs foi realizada com sucesso.

```
# jool_siit -i "siit-dc" eamt display
```

Se tudo estiver correto, deve-se exibir a seguinte saída:

```
+-----+-----+
|                               IPv6 Prefix |          IPv4 Prefix |
+-----+-----+
|                               2001:db8:34:1::2/128 |          198.0.51.10/32 |
+-----+-----+
```

### Parte 3 - Criando rota para a rede 64:ff9b::/96

Para que o processo de tradução ocorra corretamente, faz-se necessário a criação de uma *rota estática*, com destino a rede **64:ff9b::/96**.

Essa rota deve ser criada no roteador **rt-dc** e ter como destino o endereço IPv6 do servidor **debian-jool-siit**.

1. No roteador **rt-dc**, digite o seguinte comando.

```
/ipv6 route add dst-address=64:ff9b::/96 gateway=2001:db8:34:2::2
```

### Parte 4 - Testes de Conectividade

Com todas as configurações concluídas, é possível realizar a comunicação entre o **cliente-ipv4** e o **srv-ipv6** utilizando o endereço **198.0.51.10**.

1. No **cliente-ipv4** faça o seguinte teste de ping.

```
# ping -c4 198.0.51.10
```

Houve sucesso?

### Parte 5 - Analisando os pacotes com Wireshark

Para entender melhor a dinâmica de tradução do SIIT, vamos utilizar o software de análise de pacotes **Wireshark**.

1. No **cliente-ipv4**:

1.1 Abra o **Wireshark**.

◦ Clique no ícone da *barbatana* localizada na barra de tarefas superior.

1.2 Comece a realizar a **captura de pacotes** na interface **ens3**.

◦ Dê um duplo-clique na interface **ens3**.

1.3 Deixe o **Wireshark** aberto.

Realize os passos anteriores no **srv-ipv6**

Para o Wireshark capturar os pacotes, vamos repetir o teste de ping no **cliente-ipv4**.

2. No **cliente-ipv4**, repita o teste de ping.

```
# ping -c4 198.0.51.10
```

3. Ainda no **cliente-ipv4**, abra o **Wireshark** e filtre os pacotes ICMP, digitando o seguinte filtro na **barra de filtros** e digitando **ENTER**.

```
icmp.type==0||icmp.type==8
```

Consegue identificar os pacotes de *ICMP Echo Request* e *Echo Reply*, bem como os endereços **IPv4** de **Origem** [*Source*] e **Destino** [*Destination*]?

4. No **srv-ipv6**, abra o **Wireshark** e filtre os pacotes ICMPv6 digitando o seguinte filtro.

```
icmpv6.type==128||icmpv6.type==129
```

Consegue identificar os pacotes de *ICMPv6 Echo Request* e *Echo Reply*, bem como os endereços **IPv6** de **Origem** [*Source*] e **Destino** [*Destination*]?

Existe alguma diferença entre as informações exibidas no **Wireshark** do **cliente-ipv4**?

5. Faça também o teste de ping a partir do **cliente-ipv6** com destino ao **srv-ipv6**.

Notou alguma diferença nos pacotes?

## Parte 6 - Processo de Tradução

Como podemos verificar nos pacotes capturados pelo Wireshark, o **cliente-ipv4** está se comunicando com o **srv-ipv6** através do endereço IPv4 **198.0.51.10**.

Nota-se também que, o servidor **srv-ipv6** está recebendo os pacotes **ICMPv6** contendo o endereço IPv6 **64:ff9b::cb00:f02** como origem dos pacotes.

Esse endereço **IPv6** é nada mais do que o endereço IPv4 do **cliente-ipv4** (203.0.15.2), incorporado à rede **IPv6** utilizada pelo Jool SIIT para tradução (64:ff9b::/96), logo:

- 64:ff9b::cb00:f02 = 64:ff9b::203.0.15.2
- **cb00:0f02** em **Hexadecimal** é **203.0.15.2** em **Decimal**

Todo o processo de tradução está ilustrado na imagem abaixo:

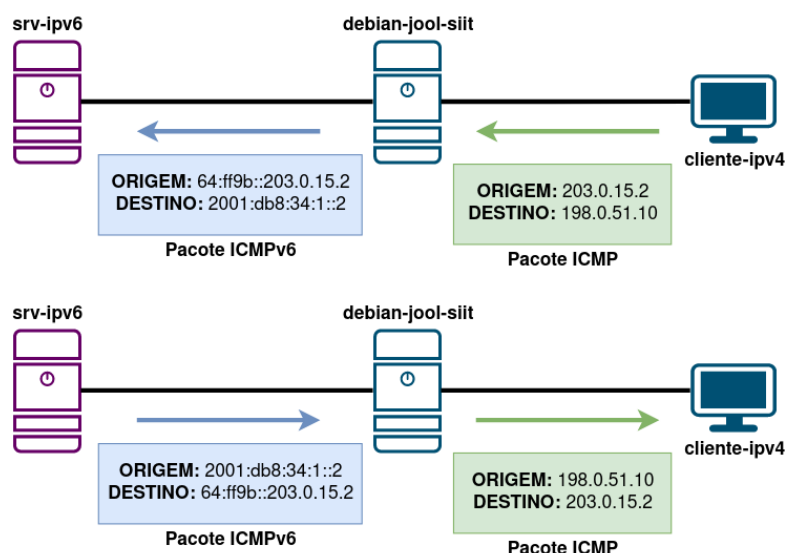


Fig. 2: Processo de Tradução SIIT-DC

## Parte 7 - Ativar as configurações permanentemente

Todas as configurações realizadas até o momento não são permanentes. Dessa forma, caso haja a necessidade de reiniciar o servidor, as mesmas serão perdidas.

O Jool oferece a possibilidade de armazenar as configurações em um arquivo (do formato

**JSON**). Portanto, é possível manter as configurações permanentemente e facilitar futuras automatizações.

É possível encontrar exemplos de arquivos no diretório `/usr/share/doc/jool-tools/examples/`:

- `jool.conf` (NAT64)
- `jool_siit.conf` (SIIT)

Para esse tutorial, foi preparado um arquivo com todas as configurações realizadas até o momento.

Você pode baixar esse arquivo através do seguinte *link*:

<https://moodle.saladeaula.nic.br/mod/resource/view.php?id=2396>

1. Antes de realizar as configurações, reinicie o servidor (dessa forma vamos perder todas as configurações realizadas no Jool).

```
# reboot
```

2. Após o servidor reiniciar, ative o módulo do Jool.

```
# modprobe jool_siit
```

#### ⚠ Importante

É possível ativar o módulo do Jool de forma permanente. Para isso, adicione a seguinte linha no arquivo `/etc/modules`

```
# jool_siit
```

3. Ative o encaminhamento de pacotes nas interfaces.

```
# sysctl -w net.ipv4.conf.all.forwarding=1
# sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1
```

#### ⚠ Importante

É possível ativar o módulo do Jool de forma permanente. Para isso, adicione as seguintes linhas no arquivo `/etc/sysctl.conf`

```
# net.ipv4.ip_forward = 1
# net.ipv6.conf.all.forwarding = 1
```

4. Crie o diretório onde vamos armazenar o arquivo de configuração do Jool.

```
# mkdir /etc/jool
```

5. Acesse o diretório e baixe o arquivo JSON..

```
# cd /etc/jool
# touch jool_siit.conf
```

6. Utilizando o editor de texto **nano**, insira as configurações contidas no arquivo preparado para ao tutorial.

```
# nano jool_siit.conf
```

Para salvar as alterações utilize a combinação de teclas **Ctrl+O** (confirmar com a tecla **ENTER**)

Para sair do nano utilize a combinação de teclas **Ctrl+X**

7. Ative o serviço do Jool.

```
# systemctl start jool_siit
```

8. Verifique se a instância foi criada e se as configurações foram realizadas corretamente.

```
# jool_siit instance display
# jool_siit -i "siit-dc" eamt display
```

9. Realize novamente os testes de conectividade e verifique se os mesmo funcionam.

#### **i** Nota

Caso seja necessário atualizar alguma configuração, basta editar o arquivo **jool.conf** e reiniciar o serviço do Jool com o seguinte comando.

```
# systemctl restart jool_siit
```

## Referências

- **Webinar LACNIC - Configuring IPv6 Only Linux Servers**
  - [ENG] <https://www.youtube.com/watch?v=RgyqKlAErsI&t>
  - [ESP] <https://www.youtube.com/watch?v=tG40ZikILWs>
  - [PT-BR] <https://www.youtube.com/watch?v=X6aJd3Z9dLg>
- **The Road Towards IPv6 Only Networks**
  - [ENG] <https://www.youtube.com/watch?v=XY7lprwqotc>
  - [ESP] <https://www.youtube.com/watch?v=aLA5y3X74c0>
  - [PT-BR] <https://www.youtube.com/watch?v=KzJ-Ng2Wolo&t>
- **RFC 7915**  
<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc7915>
- **RFC 6052**  
<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6052>
- **Site Oficial do Projeto Jool**  
<https://nicmx.github.io/Jool/en/index.html>
- **SIIT-DC: Stateless IP/ICMP Translation for IPv6 Data Centre Environments & SIIT-DC: Dual Translation Mode**  
<https://www.ietf.org/proceedings/91/slides/slides-91-v6ops-3.pdf>
- **Preparando serviços de um Data Center IPv6-only com SIIT-DC e Jool**  
<https://www.linkedin.com/pulse/preparando-servi%25C3%25A7os-de-um-data-center-com-ipv6-only-e-de-godoy/?trackingId=5Nl%2Bf2c7QT6VnMoV%2By99kQ%3D%3D>