## Exercício 1 - Autoconfiguração *stateless* de endereços IPv6: *Router Advertisement*

**Objetivo**: Demonstrar como um dispositivo configura seu endereço IPv6, a rota padrão e o servidor de DNS com base nas informações enviadas pelo roteador por meio de mensagens RA (Router Advertisement).

**Parte 1 -** Antes de iniciar os testes, realize as configurações prévias descritas a seguir.

1. Acesse o **Cliente01**. As credenciais dessa máquina são:
   Login: root
   Senha: toor

2. Suba a interface eth0 dessa máquina. Abra o terminal **Termit** e execute o comando:

```
#ip link set dev eth0 up
```

3. Verifique as configurações usando o seguinte comando:

```
#ip address show

#cat /etc/resolv.conf
```

**Parte 2 -** Faça o mesmo processo na máquina **Cliente02**.

1. Acesse o **Cliente02**. As credenciais dessa máquina também são:
   Login: root
   Senha: toor

2. Suba a interface eth0 da máquina **Cliente02**. Abra o terminal Termit e execute o comando:

```
#ip link set dev eth0 up
```

3. Verifique as configurações usando o seguinte comando:

```
#ip address show

#cat /etc/resolv.conf
```

**Parte 3 -** Agora faça as seguintes configurações no servidor **DNS**.

1. Acesse o servidor **DNS**. As credenciais dessa máquina são:
   ceptro login: root
   Password: ceptro

2. Primeiro, configure o endereço IPv6 do servidor. Edite o arquivo /etc/network/interfaces

```
#nano /etc/network/interfaces
```

3. No arquivo interfaces insira a seguinte configuração:

```
# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

source /etc/network/interfaces.d/*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

# The primary network interface
auto ens3
iface ens3 inet6 static
   address 2001:db8:fada::53
   netmask 64
   gateway 2001:db8:fada::1
```

4. Salve o arquivo (CTRL+O e CTRL+X).

5. Reinicie o serviço de rede:

```
#systemctl restart networking
```

6. Configure o servidor DNS recursivo local:

```
#echo "nameserver ::1" > /etc/resolv.conf
```

7. Em seguida, configure o servidor DNS Recursivo. Nesta prática utilizaremos o *software* Unbound. Edite o arquivo /etc/unbound/unbound.conf

```
#nano /etc/unbound/unbound.conf
```

8. No arquivo **unbound.conf** insira a seguinte configuração:

```
# Unbound configuration file for Debian.
#
# See the unbound.conf(5) man page.
#
# See /usr/share/doc/unbound/examples/unbound.conf for a commented
# reference config file.
#
# The following line includes additional configuration files from the
# /etc/unbound/unbound.conf.d directory.
include-toplevel: "/etc/unbound/unbound.conf.d/*.conf"

server:
        interface: ::1
        interface: 2001:db8:fada::53
        access-control: 2001:db8::/32 allow
        port: 53
        hide-identity: yes
        hide-version: yes
```

9. Salve o arquivo (CTRL+O e CTRL+X).

10. Verifique se as configurações estão corretas:

```
#unbound-checkconf /etc/unbound/unbound.conf

unbound-checkconf: no errors in /etc/unbound/unbound.conf
```

11. Depois de alterar o arquivo de configuração, reinicie o Unbound e verifique se está rodando sem erros com os seguintes comandos:

```
#systemctl restart unbound

#systemctl status unbound
```

**Parte 4 -** Agora faça as seguintes configurações no roteador Mikrotik.

1. Antes de acessar o roteador inicie o programa Wireshark na máquina **Cliente01**. No Wireshark inicie a captura de pacotes na interface eth0.

2. Acesse o roteador **MikrotikClientes**. As credenciais de acesso dessa máquina são:
   Login: admin
   Não tem senha, basta dar *enter*.

3. Habilite o protocolo IPv6 e, logo em seguida, reinicie o roteador **MikrotikClientes**.

```
/system package enable ipv6
/system reboot
```

4. Adicione um endereço IP na interface ether1 e na ether2 que será utilizada para o envio das mensagens RA.

```
/ipv6 address
  add address=2001:db8:fada::1/64 interface=ether1 advertise=no
  add address=2001:db8:beba:cafe::1/64 interface=ether2 advertise=no
```

5. Configure o roteador **MikrotikClientes** de modo que ele envie as mensagens RA. Primeiro, crie o prefixo que será enviado.

```
/ipv6 nd prefix add prefix=2001:db8:beba:cafe::/64 interface=ether2
on-link=yes autonomous=yes
```

6. Observe que este comando cria um `ipv6 nd prefix` que será utilizado no RA que é transmitido para os hosts clientes.

```
/ ipv6 nd prefix print

Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
 0    prefix=2001:db8:beba:cafe::/64 interface=ether2 on-link=yes
      autonomous=yes valid-lifetime=4w2d preferred-lifetime=1w
```

7. Para enviar as informações do servidor DNS recursivo da rede nas mensagens de Router Advertisement (RA), adicione o endereço do DNS no **MikrotikClientes:**

```
/ip dns set server=2001:db8:fada::53

/ip dns print
                      servers: 2001:db8:fada::53
              dynamic-servers:
        allow-remote-requests: no
          max-udp-packet-size: 4096
         query-server-timeout: 2s
          query-total-timeout: 10s
      max-concurrent-queries: 100
 max-concurrent-tcp-sessions: 20
                  cache-size: 2048KiB
               cache-max-ttl: 1w
                  cache-used: 17KiB
```

8. Habilite o Router Advertisement (RA)

```
/ipv6 nd add interface=ether2 managed-address-configuration=no
other-configuration=no advertise-dns=yes
```

Ao definir advertise-dns=yes, o anúncio enviará as informações do servidor DNS recursivo na mensagem RA. Para que as máquinas clientes receptoras utilizem as informações de DNS anunciadas é necessário que elas possuam um software cliente de descoberta de servidor DNS recursivo para IPv6.

9. Verifique o recebimento dos endereços IPs nas máquinas **Cliente01** e **Cliente02**.

```
#ip address show
```

As máquinas clientes devem ter recebido o prefixo 2001:db8:beba:cafe::/64 do roteador e configurado um endereço IPv6 com ele de maneira *stateless*. Os primeiros 64 bits do endereço é o prefixo de rede que foi anunciado na mensagem RA e os últimos 64 bits do endereço é o Identificador da Interface que foi gerado automaticamente.

10. Ainda no terminal das máquinas **Cliente01** e **Cliente02.** Valide a configuração obtida por RA para o uso do servidor DNS recursivo. Utilize os seguintes comandos**:**

```
#cat /etc/resolv.conf
nameserver 2001:db8:fada::53

#dig -x 2001:db8::

; <<>> DiG 9.11.4-2-Debian <<>> -x 2001:db8::
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NXDOMAIN, id: 6530
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 0, AUTHORITY: 1, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags:; udp: 1232
;; QUESTION SECTION:
;0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.8.b.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa.
IN PTR

;; AUTHORITY SECTION:
8.b.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa. 10800 IN      SOA     localhost. nobody.invalid.
1 3600 1200 604800 10800

;; Query time: 30 msec
;; SERVER: 2001:db8:fada::53#53(2001:db8:fada::53)
;; WHEN: Thu Apr 17 09:54:06 -03 2025
;; MSG SIZE  rcvd: 160
```

11. Verifique a conectividade entre os equipamentos. Realize um ping6 da máquina **Cliente01** para o **Cliente02**.

```
#ping6 [IPCliente02]
```

Obs: Lembre-se de substituir [IPCliente02] pelo endereço IPv6 do Cliente02.

12. Efetue a análise dos pacotes capturados. Aplique o filtro **icmpv6** no *Wireshark* e procure pelos pacotes RA. Analise os pacotes RA e veja se os dados contidos nos pacotes conferem com a teoria.

## Exercício 2 - DHCPv6 stateful

**Objetivo**: Demonstrar o funcionamento do DHCPv6 no modo *stateful*. Neste modo, o servidor DHCPv6 atribui um endereço IPv6 completo à interface do cliente, registrando qual endereço foi entregue a cada dispositivo. Além do endereço IPv6, o servidor também fornecerá o endereço do servidor DNS recursivo da rede.

**Parte 1 -** Configure o servidor DHCPv6.

1. Entre no equipamento DHCPv6
   Login: root
   Senha: toor

2. Suba a interface **ens3** dessa máquina.

```
#ip link set dev ens3 up
```

3. Em seguida, configure o ISC KEA DHCP. Adicione as linhas em negrito e apague as linhas em vermelho nas configurações do arquivo encontrado em /etc/kea/kea-dhcp6.conf:

```
#nano /etc/kea/kea-dhcp6.conf
```

4. Edite a seguinte configuração (apague as linhas em vermelho):

```
{
  "Dhcp6": {
    "interfaces-config": {
      "interfaces": ["ens3"]
    },

   "option-data": [
        {
           "name": "dns-servers",
           "data": "2001:db8:fada::53",
           "always-send": true
        }],

    "control-socket": {
      "socket-type": "unix",
      "socket-name": "/run/kea/kea6-ctrl-socket"
    },

    "renew-timer": 1000,
    "rebind-timer": 2000,
    "preferred-lifetime": 3000,
```

```
    "valid-lifetime": 4000,


    "lease-database": {
      "type": "memfile",
      "persist": true
    },

    "subnet6": [
      {
        "id": 1,
        "interface": "ens3",
        "subnet": "2001:db8:cafe::/48",
        "pd-pools": [
          {
           "prefix": "2001:db8:cafe::",
            "prefix-len": 48,
            "delegated-len": 56
          }
        ]
        "subnet": "2001:db8:beba:c0ca::/64",
        "pools": [
          {
            "pool": "2001:db8:beba:c0ca::1234-2001:db8:beba:c0ca::ffff"
          }
        ]
      }
    ]
  }
}
```

O servidor DHCPv6 deve ser configurado para ouvir as requisições em uma interface de rede específica. Note que no nosso exemplo utilizamos a interface **"ens3"**. Lembre-se de alterar a interface conforme a configuração do seu ambiente. O parâmetro **`option-data`** contém o endereço da máquina que funcionará como servidor DNS recursivo.

5. Salve o arquivo (CTRL+O e CTRL+X).

6. Verifique se as configurações estão corretas:

```
#kea-dhcp6 -t /etc/kea/kea-dhcp6.conf

2025-04-25 14:20:41.244 INFO  [kea-dhcp6.hosts/848.140536302457344]
HOSTS_BACKENDS_REGISTERED the following host backend types are available:
mysql postgresql
2025-04-25 14:20:41.245 INFO  [kea-dhcp6.dhcpsrv/848.140536302457344]
```

```
DHCPSRV_CFGMGR_ADD_IFACE listening on interface ens3
2025-04-25 14:20:41.246 INFO  [kea-dhcp6.dhcpsrv/848.140536302457344]
DHCPSRV_CFGMGR_NEW_SUBNET6 a new subnet has been added to configuration:
2001:db8:beba:c0ca::/64 with params: t1=1000, t2=2000,
preferred-lifetime=3000, valid-lifetime=4000, rapid-commit is false
```

7. Depois de alterar o arquivo de configuração, reinicie o serviço DHCPv6 com o seguinte comando:

```
#systemctl restart kea-dhcp6-server
```

8. Verifique se o serviço DHCPv6 foi reiniciado e está rodando sem erros:

```
#systemctl status kea-dhcp6-server
```

9. Para consultar as informações de leases de endereços IPs atribuídos aos clientes consulte o arquivo:

```
#cat /var/lib/kea/kea-leases6.csv
```

Observe que o arquivo de leases encontra-se vazio, pois ainda não configuramos o cliente DHCP nas máquinas clientes.

10. Por último, inicie o programa Wireshark. No Wireshark inicie a captura de pacotes na interface **ens3** e aplique o filtro `dhcpv6`.

**Parte 2 -** Configure o serviço do Cliente DHCPv6 nas máquinas **Cliente03 e Cliente04**.

1. Acesse o **Cliente03**. As credenciais dessa máquina também são:
   Login: root
   Senha: toor

2. Suba a interface eth0 da máquina **Cliente03**. Abra o terminal Termit e execute o comando:

```
#ip link set dev eth0 up
```

3. Verifique as configurações de endereços usando os seguintes comandos:

```
#ip address show

#cat /etc/resolv.conf
```

4. Ative o cliente DHCPv6:

```
#dhclient -6 eth0
```

5. Verifique se o endereço IPv6 e DNS foram atribuídos usando os seguintes comando:

```
#ip address show

#cat /etc/resolv.conf
```

6. Repita o mesmo processo na máquina **Cliente04**. Acesse o **Cliente04**. As credenciais dessa máquina também são:
   Login: root
   Senha: toor

7. Suba a interface eth0 da máquina **Cliente04**. Abra o terminal **Termit** e execute o comando:

```
#ip link set dev eth0 up
```

8. Verifique as configurações de endereços usando os seguintes comandos:

```
#ip address show

#cat /etc/resolv.conf
```

9. Ative o cliente DHCPv6:

```
#dhclient -6 eth0
```

10. Verifique se o endereço IPv6 e DNS foram atribuídos usando os seguintes comando:

```
#ip address show

#cat /etc/resolv.conf
```

11. Acesse novamente o servidor **DHCPv6** e consulte as informações de leases de endereços IPs que foram atribuídos aos clientes :

```
#cat /var/lib/kea/kea-leases6.csv
```

12. Agora, verifique a conectividade entre os equipamentos. Realize um ping6 da máquina **Cliente03** para o **Cliente01**.

```
#ping6 [IPCliente01]
```

Obs: Lembre-se de substituir [IPCliente01] pelo endereço IPv6 do Cliente01.
Você conseguiu efetuar um ping no Cliente01?

Diferentemente do DHCPv4, o DHCPv6 não envia o endereço da rota padrão da rede. Deste modo, para que os clientes obtenham conectividade com outras redes, é necessário utilizar o DHCPv6 em conjunto com o protocolo *Neighbor Discovery* ou realizar a configuração da rota padrão manualmente em cada cliente.

**Parte 3 -** Agora faça as seguintes configurações no roteador.

Para usar DHCPv6 em conjunto com o protocolo *Neighbor Discovery* é necessário habilitar o envio das mensagens RA nos roteadores da rede, para que estes se anunciem como roteadores padrão.

1. Acesse o roteador **MikrotikClientes**. As credenciais de acesso dessa máquina são:
   Login: admin
   Não tem senha, basta dar *enter*.

2. Adicione um endereço IP na interface ether3 que será utilizada para o envio das mensagens RA.

```
/ipv6 address add address=2001:db8:beba:c0ca::1/64 interface=ether3
advertise=no
```

3. Configure o roteador **MikrotikClientes** de modo que ele envie a rota padrão da rede nas mensagens RA.

```
/ipv6 nd prefix add prefix=::/64 interface=ether3 on-link=yes autonomous=no
```

Ao definir 'autonomous=no' em um prefixo RA, o anúncio não envia um prefixo no qual as máquinas clientes receptoras selecionam um endereço. Elas apenas usam o RA para definir uma rota padrão.

4. Observe que este comando cria um `ipv6 nd prefix` que será utilizado no RA que é transmitido para os hosts clientes.

```
/ ipv6 nd prefix print

Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
 0    prefix=2001:db8:beba:cafe::/64 interface=ether2 on-link=yes
      autonomous=yes valid-lifetime=4w2d preferred-lifetime=1w

 1    prefix=::/64 interface=ether3 on-link=yes autonomous=no
      valid-lifetime=4w2d preferred-lifetime=1w
```

5. Agora, finalize as configurações do Router Advertisement (RA) :

```
/ipv6 nd add interface=ether3 managed-address-configuration=yes
other-configuration=yes advertise-dns=no
```

6. Verifique a conectividade entre os equipamentos. Realize um ping6 da máquina **Cliente03** para o **Cliente01**.

```
#ping6 [IPCliente01]
```

Obs: Lembre-se de substituir [IPCliente01] pelo endereço IPv6 do Cliente01.
Você conseguiu efetuar um ping no Cliente01?

7. Ainda no terminal das máquinas **Cliente03** e **Cliente04.** Valide a configuração obtida por meio do DHCPv6 para o uso do servidor DNS recursivo. Utilize os seguintes comandos**:**

```
#cat /etc/resolv.conf
nameserver 2001:db8:fada::53

#dig -x 2001:db8::

; <<>> DiG 9.11.4-2-Debian <<>> -x 2001:db8::
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NXDOMAIN, id: 6530
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 0, AUTHORITY: 1, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags:; udp: 1232
;; QUESTION SECTION:
;0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.8.b.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa.
IN PTR

;; AUTHORITY SECTION:
8.b.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa. 10800 IN      SOA     localhost. nobody.invalid.
1 3600 1200 604800 10800

;; Query time: 30 msec
;; SERVER: 2001:db8:fada::53#53(2001:db8:fada::53)
;; WHEN: Thu Apr 17 09:54:06 -03 2025
;; MSG SIZE  rcvd: 160
```

## Exercício 3 - DHCPv6 Prefix Delegation

**Objetivo**: Demonstrar o funcionamento da opção **Prefix Delegation** do DHCPv6. O servidor DHCPv6-PD atribuirá um prefixo de rede /56 IPv6 ao roteador **MikrotikClientes.** Após o recebimento do prefixo, o **MikrotikClientes** irá dividi-lo em prefixos /64 e os distribuirá em cada uma das sub-redes. Cada sub-rede receberá o prefixo /64 via mensagens RA, e assim os dispositivos clientes configuram seus endereços IPv6 por SLAAC.

**Parte 1 -** Configure o servidor DHCPv6-PD.

1. Entre no equipamento DHCPv6-PD
   Login: root
   Senha: toor

2. Configure o endereço IPv6 do servidor. Edite o arquivo /etc/network/interfaces

```
#nano /etc/network/interfaces
```

3. No arquivo interfaces insira a seguinte configuração:

```
# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

source /etc/network/interfaces.d/*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

# The primary network interface
auto ens3
iface ens3 inet6 static
   address 2001:db8:fada::100
   netmask 64
   gateway 2001:db8:fada::1
```

4. Salve o arquivo (CTRL+O e CTRL+X).

5. Reinicie o serviço de rede:

```
#systemctl restart networking
```

6. Em seguida, configure o ISC KEA DHCP. Adicione as linhas em negrito nas configurações do arquivo encontrado em /etc/kea/kea-dhcp6.conf:

```
#nano /etc/kea/kea-dhcp6.conf
```

7. Insira a seguinte configuração:

```
{
  "Dhcp6": {
    "interfaces-config": {
      "interfaces": ["ens3/2001:db8:fada::100"]
    },

    "control-socket": {
      "socket-type": "unix",
      "socket-name": "/run/kea/kea6-ctrl-socket"
    },

   "option-data": [
        {
           "name": "dns-servers",
           "data": "2001:db8:fada::53",
           "always-send": true
        }],

    "renew-timer": 1000,
    "rebind-timer": 2000,
    "preferred-lifetime": 3000,
    "valid-lifetime": 4000,

    "lease-database": {
      "type": "memfile",
      "persist": true
    },

    "subnet6": [
      {
        "id": 1,
        "interface": "ens3",
        "subnet": "2001:db8:ba1a::/48",
        "pd-pools": [
```

```
            {
             "prefix": "2001:db8:ba1a::",
              "prefix-len": 48,
              "delegated-len": 56
            }
          ],
       "relay": {
                  "ip-addresses": [ "2001:db8:fada::100" ]
          }
        }
     ]
   }
}
```

O servidor DHCPv6 deve ser configurado para escutar as requisições em uma interface de rede específica. No nosso exemplo, utilizamos a interface **"ens3"**. Além disso, também configuramos o servidor para escutar em um endereço unicast específico: o endereço 2001:db8:fada::100, atribuído à interface **"ens3"**. O parâmetro **`relay`** define o endereço IP no qual o servidor DHCPv6 pode ser acessado pelos clientes por meio de um relay.
**Lembre-se de alterar a interface e o endereço IPv6 conforme a configuração do seu ambiente.**

8. Salve o arquivo (CTRL+O e CTRL+X).

9. Verifique se as configurações estão corretas:

```
#kea-dhcp6 -t /etc/kea/kea-dhcp6.conf

2025-04-25 14:22:25.073 INFO  [kea-dhcp6.hosts/792.139884220023296]
HOSTS_BACKENDS_REGISTERED the following host backend types are available:
mysql postgresql
2025-04-25 14:22:25.074 INFO  [kea-dhcp6.dhcpsrv/792.139884220023296]
DHCPSRV_CFGMGR_USE_UNICAST listening on unicast address
2001:db8:fada::100, on interface ens3
2025-04-25 14:22:25.075 INFO  [kea-dhcp6.dhcpsrv/792.139884220023296]
DHCPSRV_CFGMGR_NEW_SUBNET6 a new subnet has been added to configuration:
2001:db8:ba1a::/48 with params: t1=1000, t2=2000, preferred-lifetime=3000,
valid-lifetime=4000, rapid-commit is false
```

10. Depois de alterar o arquivo de configuração, reinicie o serviço DHCPv6 com o seguinte comando:

```
#systemctl restart kea-dhcp6-server
```

11. Verifique se o serviço DHCPv6 foi reiniciado e está rodando sem erros:

```
#systemctl status kea-dhcp6-server
```

12. Para consultar as informações de leases de endereços IPs atribuídos aos clientes consulte o arquivo:

```
#cat /var/lib/kea/kea-leases6.csv
```

Observe que o arquivo de leases encontra-se vazio, pois ainda não configuramos o cliente DHCP nas máquinas clientes.

13. Por último, inicie o programa **Wireshark**. No Wireshark inicie a captura de pacotes na interface **ens3** e aplique o filtro `dhcpv6`.

**Parte 2 -** Agora faça as seguintes configurações no roteador.

1. Acesse o roteador **MikrotikClientes**. As credenciais de acesso dessa máquina são:
   Login: admin
   Não tem senha, basta dar *enter*.

2. Crie o cliente DHCP-PD no **MikrotikClientes.** Configure o cliente DHCP para receber o prefixo IPv6 e adicioná-lo a um bloco com o seguinte comando:

```
/ipv6 dhcp-client add interface=ether1 request=prefix
pool-name=dhcpv6-pool-cpe pool-prefix-length=64
```

3. Observe que o servidor DHCPv6 enviou o prefixo 2001:db8:ba1a::/56:

```
/ ipv6 dhcp-client print

Flags: D - dynamic, X - disabled, I - invalid
 #     IN.. STATUS             REQ PREFIX
 0     et.. bound              pre 2001:db8:ba1a::/56, 1h6m1s
```

4. Verifique se o bloco de endereços também foi criado:

```
/ipv6 pool print

Flags: D - dynamic
 #    NAME            PREFIX                  PREFIX-LENGTH
EXPIRES-AFTER
 0 D dhcpv6-pool-cpe 2001:db8:ba1a::/56                64 1h3m2s
```

5. Nos próximos passos, iremos configurar o roteador **MikrotikClientes** para que divida o prefixo recebido de modo a distribuir prefixos /64 em cada interface. Adicione um endereço IP nas interfaces que serão utilizadas para o envio das mensagens RA.

```
/ipv6 address add address=::1/64 interface=ether4
from-pool=dhcpv6-pool-cpe advertise=yes
```

6. Observe que este comando já cria um `ipv6 nd prefix` dinâmico que será utilizado nas mensagens RA e transmitido para a sub-rede das máquinas **clientes05 e clientes06**:

```
/ipv6 nd prefix print

Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
 0    prefix=2001:db8:beba:cafe::/64 interface=ether2 on-link=yes
      autonomous=yes valid-lifetime=4w2d preferred-lifetime=1w

 1    prefix=::/64 interface=ether3 on-link=yes autonomous=no
      valid-lifetime=4w2d preferred-lifetime=1w

 2 ID prefix=2001:db8:ba1a::/64 interface=ether4 on-link=yes
autonomous=yes valid-lifetime=4w2d preferred-lifetime=1w
```

7. Também podemos observar que endereços IPv6 foram alocados as interfaces automaticamente do bloco de prefixo recebido:

```
/ipv6 address print

Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic, G - global, L - link-local
 #    ADDRESS                                 FROM-POOL INTERFACE                ADVERTISE
 0 DL fe80::5267:ff:fe01:1/64                           ether2                    no
 1 DL fe80::5267:ff:fe01:3/64                           ether4                    no
 2 DL fe80::5267:ff:fe01:2/64                           ether3                    no
 3 DL fe80::5267:ff:fe01:0/64                           ether1                    no
 4  G 2001:db8:beba:cafe::1/64                          ether2                    no
 5  G 2001:db8:beba:c0ca::1/64                          ether3                    no
```

```
 6  G 2001:db8:ba1a::1/64                    dhcpv6...  ether4                    yes
```

```
/ipv6 pool used print

POOL              PREFIX                                  OWNER              INFO
dhcpv6-pool-cpe   2001:db8:ba1a::/64                      Address            ether4
```

Agora, só precisamos finalizar as configurações do Router Advertisement (RA) para que o roteador **MikrotikClientes** envie as mensagens RA. Porém, antes de habilitarmos o RA vamos configurar as máquinas clientes.

**Parte 3 -** Realize as configurações prévias descritas a seguir.

1. Acesse o **Cliente05**. As credenciais dessa máquina são:
   Login: root
   Senha: toor

2. Suba a interface eth0 dessa máquina. Abra o terminal **Termit** e execute o comando:

```
#ip link set dev eth0 up
```

3. Verifique as configurações usando o seguinte comando:

```
#ip address show

#cat /etc/resolv.conf
```

4. Agora faça o mesmo para o **Cliente06** (do passo 1. ao 3.)

5. Finalize as configurações do Router Advertisement. Acesse o roteador **MikrotikClientes** e habilite as mensagens RA na interface que recebeu o prefixo /64:

```
/ipv6 nd add interface=ether4 managed-address-configuration=no
other-configuration=yes advertise-dns=no
```

Note que nesse exemplo, definimos a flag advertise-dns=no. Desta forma, o anúncio não enviará as informações do servidor DNS recursivo na mensagem RA. Também definimos a flag other-configuration=yes que indica que a máquina cliente pode gerar o endereço IP de sua

interface utilizando SLAAC, mas deve solicitar as demais configurações de rede ao servidor DHCPv6, como por exemplo o endereço do servidor DNS recursivo a ser utilizado.

6. Retorne para as máquinas clientes e verifique se foram atribuídos endereços IPv6 usando o seguinte comando:

```
#ip address show
```

7. Verifique a conectividade entre os equipamentos. Realize um ping6 da máquina **Cliente06** para o **Cliente05, Cliente03 e Cliente01**.

```
#ping6 [IPCliente05]
#ping6 [IPCliente03]
#ping6 [IPCliente01]
```

Obs: Lembre-se de substituir [IPCliente05] pelo endereço IPv6 do Cliente05.

8. Em seguida, verifique as configurações de DNS recursivo.

```
#cat /etc/resolv.conf
```

A máquina cliente possui alguma informação de servidores DNS recursivos?

Note que nesta parte da topologia, não possuímos um servidor DHCPv6 na rede local ao qual as máquinas possam solicitar as informações do servidor DNS recursivo. Para isso, será preciso configurar o roteador **MikrotikClientes** como **DHCPv6 Relay,** ou seja, um intermediário/proxy que recebe uma solicitação DHCPv6 dos clientes e reencaminha ao servidor DHCPv6 real.

9. Acesse o roteador **MikrotikClientes** e configure o DHCPv6 Relay:

```
/ipv6 dhcp-relay add name=Relay-local interface=ether4
dhcp-server=2001:db8:fada::100 disabled=no
```

10. Retorne para as máquinas **Cliente05 e Cliente06** e ative o cliente DHCPv6 em modo *stateless*, isto é, elas irão requerer informações adicionais sem atribuir novos endereços IPv6:

```
#dhclient -6 -S eth0
```

11. Ainda no terminal das máquinas **Cliente05** e **Cliente06** valide a configuração de DNS recursivo obtida por meio do DHCPv6 em modo *stateless*:

```
#cat /etc/resolv.conf

nameserver 2001:db8:fada::53
```

12. Por último, verifique o funcionamento do serviço de DNS. Utilize o seguinte comando:

```
#dig -x 2001:db8::

; <<>> DiG 9.11.4-2-Debian <<>> -x 2001:db8::
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NXDOMAIN, id: 6530
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 0, AUTHORITY: 1, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags:; udp: 1232
;; QUESTION SECTION:
;0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.8.b.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa.
IN PTR

;; AUTHORITY SECTION:
8.b.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa. 10800 IN      SOA     localhost. nobody.invalid.
1 3600 1200 604800 10800

;; Query time: 30 msec
;; SERVER: 2001:db8:fada::53#53(2001:db8:fada::53)
;; WHEN: Thu Apr 17 09:54:06 -03 2025
;; MSG SIZE  rcvd: 160
```