

Nome: Nathan Medeiros Cristiano.

Turma: RED129005

LABORATÓRIO 12

USANDO MINHA MÁQUINA / IFSC

ARP, ND e IPv6

12.2 ARP

- Faça um ping do PC1 no PC2 e observe a sequência de pacotes trocados.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length Info
75	491.4926...	42:00:aa:00:00:00	Broadcast	ARP	42 Who has 10.0.0.21? Tell 10.0.0.20
76	491.4926...	42:00:aa:00:00:00	42:00:aa:00:00:01	ARP	42 10.0.0.21 is at 42:00:aa:00:00:01
91	496.6402...	42:00:aa:00:00:00	42:00:aa:00:00:01	ARP	42 Who has 10.0.0.20? Tell 10.0.0.21
92	496.6403...	42:00:aa:00:00:00	42:00:aa:00:00:01	ARP	42 10.0.0.20 is at 42:00:aa:00:00:00

- Anotando o Cache deste primeiro ping

```
IMUNES: pc1 (console) bash
root@pc1:/# arp -a
? (10.0.0.21) at 42:00:aa:00:00:01 [ether] on eth0
root@pc1:/# 

IMUNES: pc2 (console) bash
root@pc2:/# arp -a
? (10.0.0.20) at 42:00:aa:00:00:00 [ether] on eth0
root@pc2:/# 

IMUNES: pc4 (console) bash
root@pc4:/# arp -a
root@pc4:/# 

IMUNES: pc3 (console) bash
root@pc3:/# arp -a
root@pc3:/# 
```

- Faça um ping do PC1 para o PC3.

As tabelas foram atualizadas após o ping?

```
IMUNES: pc1 (console) bash
root@pc1:/# arp -a
? (10.0.0.22) at 42:00:aa:00:00:02 [ether] on eth0
? (10.0.0.21) at 42:00:aa:00:00:01 [ether] on eth0
root@pc1:/# 
```

Sim, foi atualizado!

- Faça um ping do PC1 para o PC4.

As tabelas foram atualizadas após o ping?

```
IMUNES: pc1 (console) bash
root@pc1:/# arp -a
? (10.0.0.22) at 42:00:aa:00:00:02 [ether] on eth0
? (10.0.0.21) at 42:00:aa:00:00:01 [ether] on eth0
? (10.0.0.23) at 42:00:aa:00:00:03 [ether] on eth0
root@pc1:/#
```

Sim, foi atualizado!

- Confira, anote e explique o significado do cache do arp da sua máquina real (não Imunes) fazendo:

```
Arquivo Editar Ver Pesquisar Terminal Ajuda
aluno: ~$ ip neigh show
191.36.13.126 dev eth0 lladdr ac:71:2e:08:c8:e8 REACHABLE
191.36.13.77 dev eth0 lladdr a8:a1:59:95:c9:1f REACHABLE
fe80::ae71:2eff:fe08:c8e8 dev eth0 lladdr ac:71:2e:08:c8:e8 router REACHABLE
aluno: ~$
```

Aqui aparecem dois IPs, em suas duas versões IPV4 e IPV6, juntamente com o MAC de cada dispositivo.

12.3 ND e IPv6

- *Neighbor Discovery*

```
root@pc2:/# ndisc6 -m fc00:2::1 eth0
Soliciting fc00:2::1 (fc00:2::1) on eth0...
Target link-layer address: 42:00:AA:00:00:06
from fc00:2::1
root@pc2:/#
```

- Faça um ping6 entre o pc3 ao pc2:

```
root@pc3:/# ip addr add fc00:2::21/64 dev eth0
root@pc3:/# ping6 -c1 fc00:2::20
PING fc00:2::20(fc00:2::20) 56 data bytes
64 bytes from fc00:2::20: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.261 ms

--- fc00:2::20 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.261/0.261/0.261/0.000 ms
root@pc3:/#
```

- Se tudo estiver devidamente configurado, deve-se obter sucesso no ping entre o pc3 e pc2. Entrega direta ou indireta?

Obteve sucesso! foi entrega direta

- Faça um ping6 entre o pc3 ao pc0.

```
root@pc3:/# ping6 -c1 fc00::20
ping6: connect: Network is unreachable
root@pc3:/# █
```

Não obteve sucesso! pois o pc0 está em uma sub-rede diferente de pc3, por conta disso é necessário configurar um gateway padrão ao pc3, para fazer a entrega indireta ao pc0.

- Configurando PC3

Adotando um "Default Gateway"

```
root@pc3:/# ip addr show dev eth0
2: eth0@if11: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP
group default qlen 50
    link/ether 42:00:aa:00:00:05 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff link-netnsid 0
    inet6 fc00:2::21/64 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::4000:aaff:fe00:5/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
root@pc3:/# █
```

```
root@pc3:/# ip -6 route show
::1 dev lo0 proto kernel metric 256 pref medium
fc00:2::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
root@pc3:/# █
```

```
root@pc3:/# ip -6 route add default via fc00:2::1 dev eth0
root@pc3:/# ip -6 route show
::1 dev lo0 proto kernel metric 256 pref medium
fc00:2::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
default via fc00:2::1 dev eth0 metric 1024 pref medium
root@pc3:/# █
```

- **Ping entre pc3 e pc0 novamente!**

Obteve sucesso? Sim ou não e por quê?

```
root@pc3:/# ping6 -c4 fc00::20
PING fc00::20(fc00::20) 56 data bytes
64 bytes from fc00::20: icmp_seq=1 ttl=62 time=0.272 ms
64 bytes from fc00::20: icmp_seq=2 ttl=62 time=0.148 ms
64 bytes from fc00::20: icmp_seq=3 ttl=62 time=0.163 ms
64 bytes from fc00::20: icmp_seq=4 ttl=62 time=0.148 ms
```

Sim, foi obtido sucesso entre os testes. Funcionou agora por conta da configuração feita, foi adotado um "Default Gateway" para o pc3.

- **Traceroute6 e anote a rota para todos os demais PCs**

Baseado na captura de pacotes do Wireshark explique o processo de descoberta de vizinhança (*Neighbor Solicitation* - NS e *Neighbor Advertisement* - NA), citando os endereços de multicast e link local utilizados. Obs.: ao final do roteiro há alguns exemplos de mensagens.

Numa mensagem do tipo *Neighbor Solicitation* qual é o endereço IPv6 de origem e destino? Explique/defina ambos.

```
root@pc0:/# traceroute6 fc00:1::20
traceroute to fc00:1::20 (fc00:1::20) from fc00::20, port 33434, from port 65278
, 30 hops max, 60 bytes packets
 1  fc00::1 (fc00::1)  0.003 ms  0.157 ms  0.030 ms
 2  fc00:1::20 (fc00:1::20)  0.013 ms  0.021 ms  0.002 ms
root@pc0:/# traceroute6 fc00:2::20
traceroute to fc00:2::20 (fc00:2::20) from fc00::20, port 33434, from port 65277
, 30 hops max, 60 bytes packets
 1  fc00::1 (fc00::1)  0.003 ms  0.075 ms  0.184 ms
 2  fc00:3::1 (fc00:3::1)  0.027 ms  0.145 ms  0.087 ms
 3  fc00:2::20 (fc00:2::20)  0.042 ms  0.034 ms  0.002 ms
root@pc0:/# traceroute6 fc00:2::21
traceroute to fc00:2::21 (fc00:2::21) from fc00::20, port 33434, from port 65276
, 30 hops max, 60 bytes packets
 1  fc00::1 (fc00::1)  0.003 ms  0.080 ms  0.212 ms
 2  fc00:3::1 (fc00:3::1)  0.027 ms  0.195 ms  0.070 ms
 3  fc00:2::21 (fc00:2::21)  0.044 ms  0.026 ms  0.002 ms
root@pc0:/#
```

116	1952.769979	fe80::4000:aaff:fe0..	fc00:2::20	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fc00:2::20 from 42:00:aa:00:00:06
117	1952.770108	fe80::4000:aaff:fe0..	fc00:2::1	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fc00:2::1 from 42:00:aa:00:00:04
118	1952.770121	fc00:2::1	fe80::4000:aaff:fe0..	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fc00:2::1 (rtr, sol)
119	1952.770152	fc00:2::20	fe80::4000:aaff:fe0..	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fc00:2::20 (sol)
120	1957.889740	fe80::4000:aaff:fe0..	fe80::4000:aaff:fe0..	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::4000:aaff:fe0:4 from 42:00:aa:00:00:06
121	1957.889813	fe80::4000:aaff:fe0..	fe80::4000:aaff:fe0..	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::4000:aaff:fe0:6 from 42:00:aa:00:00:04
122	1957.889838	fe80::4000:aaff:fe0..	fe80::4000:aaff:fe0..	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fe80::4000:aaff:fe0:6 (rtr, sol)
123	1957.889859	fe80::4000:aaff:fe0..	fe80::4000:aaff:fe0..	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fe80::4000:aaff:fe0:4 (sol)
124	1961.726010	fe80::4000:aaff:fe0..	ff02::9	RIPng	146 Command Response, Version 1
125	1963.790298	fc00::20	fc00::2:21	UDP	74 65276 - 33437 Len=12
126	1963.798407	fc00:2::21	fc00::20	ICMPv6	122 Destination Unreachable (Port unreachable)
127	1963.791009	fc00::20	fc00:2::21	UDP	74 65276 - 33437 Len=12
128	1963.791037	fc00:2::21	fc00::20	ICMPv6	122 Destination Unreachable (Port unreachable)
129	1963.791348	fc00::20	fc00:2::21	UDP	74 65276 - 33437 Len=12
130	1963.791380	fc00:2::21	fc00::20	ICMPv6	122 Destination Unreachable (Port unreachable)
131	1968.897963	fe80::4000:aaff:fe0..	fc00:2::21	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fc00:2::21 from 42:00:aa:00:00:06
132	1968.898072	fe80::4000:aaff:fe0..	fc00:2::1	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fc00:2::1 from 42:00:aa:00:00:05
133	1968.898086	fc00:2::1	fe80::4000:aaff:fe0..	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fc00:2::1 (rtr, sol)
134	1968.898115	fc00:2::21	fe80::4000:aaff:fe0..	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fc00:2::21 (sol)

O “*Neighbor Solicitation* - NS e *Neighbor Advertisement* - NA” tem um princípio de funcionamento equivalente ao protocolo ARP do IPV4, usado para descobrir o endereço de MAC do dispositivo vinculado ao respectivo IP.

- **Funcionamento:** O computador (N) quer enviar um pacote para o (X), mas só sabe o seu endereço IPv6.

O (N) envia uma mensagem **NS** (Solicitação) para um endereço de multicast especial na rede local.

A mensagem seria semelhante a dizer "Olá a todos na rede, **quem de vocês tem este endereço IPv6?**" (Não é igual ao Broadcast).

O (X), que tem aquele endereço IPv6, recebe a mensagem de solicitação.

Ele responde com uma mensagem **NA (Anúncio)** enviada diretamente de volta ao N.

A mensagem é: "**Eu tenho esse IP!** O meu endereço MAC (físico) é este aqui."

116 2025-11-15 18:00... fe80::4000:aaf.. fc00:2::20	ICMP...	86 Neighbor Solicitation for fc00:2::20 from 42:00:aa:00:00:06
117 2025-11-15 18:00... fe80::4000:aaf.. fc00:2::1	ICMP...	86 Neighbor Solicitation for fc00:2::1 from 42:00:aa:00:00:04
118 2025-11-15 18:00... fc00:2::1	fe80::4000:aaf.. ICMP...	78 Neighbor Advertisement fc00:2::1 (rtr, sol)
119 2025-11-15 18:00... fc00:2::20	fe80::4000:aaf.. ICMP...	78 Neighbor Advertisement fc00:2::20 (sol)

- **Entendendo o “ip -6 neighbor show”**

Qual é a funcionalidade desse comando? :

Ele exibe a tabela de vizinhança no cache do respectivo dispositivo. Sendo equivalente ao “arp-n” do IPV4.

Qual é o significado do conteúdo dessa tabela? :

Ele detalha o IPV6 do vizinho, a interface utilizada na comunicação entre os dispositivos, e o endereço MAC do vizinho.

A tabela mostrada em cada um dos casos é compatível com o diagrama da rede montado? :

Sim é compatível. A imagem do comando vai mostrar! que cada dispositivo só “enxerga” sua vizinhança imediata, (sub-rede).

Por que, por exemplo, na tabela do pc2 não há uma referência explícita ao pc0? :

Porque pc0 e pc2 não são vizinhos.

Explique sucintamente as diferenças na comunicação e na montagem da tabela IP x MAC, em IPv4 e IPv6. :

O IPV4:

Para descobrir um MAC, um PC envia um **ARP Request** (Solicitação) para o endereço de broadcast (um "grito" para todos na rede).

O IPV6:

Para descobrir um MAC, um PC envia uma **Neighbor Solicitation** (Solicitação) para um endereço de multicast especial (muito mais eficiente, pois não "grita" para todos, apenas para os interessados). A resposta é um **Neighbor Advertisement** (Anúncio).

The image shows four separate terminal windows, each titled with the host name and 'bash'. Each window displays the output of the command 'ip -6 neighbor show'. The outputs are as follows:

- pc0:** Shows two entries: one for a link-layer address (lladdr) 42:00:aa:00:00:00 with a 'router' flag and a 'STALE' status, and another for lladdr 42:00:aa:00:00:00 with a 'router' flag and a 'STALE' status.
- pc1:** Shows two entries: one for lladdr 42:00:aa:00:00:02 with a 'router' flag and a 'STALE' status, and another for lladdr 42:00:aa:00:00:02 with a 'router' flag and a 'STALE' status.
- pc2:** Shows three entries: one for lladdr 42:00:aa:00:00:06 with a 'router' flag and a 'STALE' status, one for lladdr 42:00:aa:00:00:06 with a 'router' flag and a 'STALE' status, and one for lladdr 42:00:aa:00:00:05 with a 'STALE' status.
- pc3:** Shows three entries: one for lladdr 42:00:aa:00:00:06 with a 'router' flag and a 'STALE' status, one for lladdr 42:00:aa:00:00:06 with a 'router' flag and a 'STALE' status, and one for lladdr 42:00:aa:00:00:04 with a 'STALE' status.