



## **Redes de Internet**

**Ano Letivo 2020/2021 – Semestre de Inverno**

**TURMA: 51D GRUPO: 18**

**3º TRABALHO**

**NÚMERO: 40708 NOME: Francisco Gomes**

**NÚMERO: 45157 NOME: Tiago Grilo**

## Índice

<b>Fase 1 – Endereçamento .....</b>	<b>3</b>
<b>Tarefa 1 - Atribuição de endereços IPv4 .....</b>	<b>3</b>
<b>Fase 2 – OSPFv2, RIPv2, rotas estáticas e redistribuição de rotas .....</b>	<b>4</b>
<b>Tarefa 1 – Configuração do protocolo OSPF .....</b>	<b>4</b>
<b>Tarefa 2 – Configuração de rotas estáticas de interligação entre domínios (ISP e alguns clientes) .....</b>	<b>8</b>
<b>Tarefa 3 – Configuração do protocolo RIPv2 .....</b>	<b>9</b>
<b>Tarefa 4 - Redistribuição de rotas no AS do ISP entre os protocolos de routing IGP.....</b>	<b>10</b>
<b>Fase 3 – BGPv4, redistribuição de rotas entre o OSPFv2 e o BGP .....</b>	<b>11</b>
<b>Tarefa 1 - BGPv4 básico .....</b>	<b>11</b>
<b>Tarefa 2 – Implementação de políticas no iBGP no ISP.....</b>	<b>22</b>
<b>Tarefa 3 - Políticas de eBGP, entre o ISP e os seus clientes .....</b>	<b>23</b>
<b>Tarefa 4 - Route Refletor (RR) .....</b>	<b>24</b>
<b>Fase 4 – BGPv4 avançado .....</b>	<b>26</b>
<b>Tarefa 1 - Ligações eBGP de trânsito e peering do ISP.....</b>	<b>26</b>
<b>Tarefa 2 - Políticas de segurança do ISP relativas aos AS dos tiers superiores .....</b>	<b>28</b>
<b>Tarefa 3 - Políticas de tráfego de saída do ISP.....</b>	<b>33</b>

## Fase 1 – Endereçamento

### Tarefa 1 - Atribuição de endereços IPv4

Durante o endereçamento deparamo-nos com um erro, a rede N49 liga o ISP a um cliente, logo deve usar uma rede do bloco 30.3.0.0/16 porque esta ligado a área 3, alteramos de 10.0.49.0/30 para 30.3.49.0/30 e a *network* no OSPF

```
PE7#show run | s interface GigabitEthernet5/0
interface GigabitEthernet5/0
 ip address 30.3.49.1 255.255.255.252
 negotiation auto
 no passive-interface GigabitEthernet5/0
PE7#
```

```
RC2_1#show run | s interface GigabitEthernet5/0
interface GigabitEthernet5/0
 ip address 30.3.49.2 255.255.255.252
 negotiation auto
RC2_1#
```

```
PE7#show run | s ospf
 ip ospf network point-to-point
 ip ospf network point-to-point
router ospf 1
 log-adjacency-changes
 auto-cost reference-bandwidth 10000
 area 3 nssa
 redistribute static subnets
 redistribute rip subnets
 passive-interface default
 no passive-interface FastEthernet1/1
 no passive-interface GigabitEthernet3/0
 network 10.3.145.0 0.0.0.3 area 3
 network 10.3.245.0 0.0.0.3 area 3
 network 30.3.48.0 0.0.0.3 area 3
 network 30.3.49.0 0.0.0.3 area 3
 network 30.3.255.7 0.0.0.0 area 3
PE7#
```

- Neste caso não faz sentido a divisão pois dentro da área 0 o bloco de endereços alocado (30.0.0.0/16) não é usada, dado os routers usarem os endereços alocados a redes internas.
- Iria de alguma maneira limitar a organização de Áreas e iria dificultar a “leitura” da topologia dado que os endereços não iam coincidir com o número da rede (N).
- Para além de algumas alterações necessárias na configuração do BGP dos AS exteriores não pertencentes ao ISP, todo o trabalho foi realizado dentro do ISP, do qual somos gestores, de maneira a seguir as boas práticas de gestão de redes.
- Um dos pontos positivos é a facilidade de organização e compreensão da topologia. Um dos pontos negativos é a quantidade de endereços desperdiçados.

## Fase 2 – OSPFv2, RIPv2, rotas estáticas e redistribuição de rotas

### Tarefa 1 – Configuração do protocolo OSPF

Ao confirmar a configuração do OSPF deparamos nos com um erro, o router 202\_1 corria um processo OSPF diferente dos restantes na sua área, foi alterado para OSPF202. No OSPF do router 202\_2 dois dos endereços estavam errados, sendo substituídos com o comando *network 10.202.9.0* e *network 10.202.10.0* no router 202\_3 tiveram de ser feitas as mesmas alterações.

```
R202_1#show run | s ospf
ip ospf network point-to-point
ip ospf network point-to-point
ip ospf network point-to-point
router ospf 202
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 1000
redistribute bgp 202 subnets
passive-interface default
no passive-interface GigabitEthernet3/0
no passive-interface GigabitEthernet4/0
no passive-interface GigabitEthernet5/0
network 10.202.9.0 0.0.0.3 area 0
network 10.202.11.0 0.0.0.3 area 0
network 20.202.131.0 0.0.0.3 area 0
network 20.202.132.0 0.0.0.3 area 0
network 20.202.255.251 0.0.0.0 area 0
R202_1#
```

```
R202_2#show run | s ospf
ip ospf network point-to-point
ip ospf network point-to-point
router ospf 202
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 1000
redistribute bgp 202 subnets
passive-interface default
no passive-interface GigabitEthernet4/0
no passive-interface GigabitEthernet5/0
network 10.202.9.0 0.0.0.3 area 0
network 10.202.10.0 0.0.0.3 area 0
network 11.102.6.0 0.0.0.3 area 0
network 20.202.255.252 0.0.0.0 area 0
R202_2#
```

```
R202_3#show run | s ospf
ip ospf network point-to-point
ip ospf network point-to-point
router ospf 202
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 1000
redistribute bgp 202 subnets
passive-interface default
no passive-interface FastEthernet0/0
no passive-interface GigabitEthernet4/0
network 10.202.10.0 0.0.0.3 area 0
network 10.202.11.0 0.0.0.3 area 0
network 11.102.7.0 0.0.0.3 area 0
network 20.202.141.0 0.0.0.3 area 0
network 20.202.142.0 0.0.0.3 area 0
network 20.202.255.253 0.0.0.0 area 0
R202_3#
```

No OSPF do router no AS 102 e 202 alteramos as networks ligadas, retirando o resumo e adicionando a rede concreta com a qual tem ligação.

```
R102_2#show run | s ospf
ip ospf network point-to-point
router ospf 102
log-adjacency-changes
redistribute bgp 102 subnets
passive-interface default
no passive-interface GigabitEthernet4/0
network 10.102.3.0 0.0.0.3 area 0
network 11.102.3.252 0.0.0.0 area 0
network 11.102.6.0 0.0.0.3 area 0
network 11.102.7.0 0.0.0.3 area 0
R102_2#
```

```
R202_2#show run | s ospf
ip ospf network point-to-point
ip ospf network point-to-point
router ospf 202
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 1000
redistribute bgp 202 subnets
passive-interface default
no passive-interface GigabitEthernet4/0
no passive-interface GigabitEthernet5/0
network 10.202.9.0 0.0.0.3 area 0
network 10.202.10.0 0.0.0.3 area 0
network 11.102.6.0 0.0.0.3 area 0
network 20.202.255.252 0.0.0.0 area 0
R202_2#
```

No AS303 foram feitas algumas alterações no processo OSPF ativo nesse AS, em ambos os routers, alteramos as redes ligadas, retirando os resumos e colocando as redes mais concretas. No router 303\_1 o OSPF tinha como vizinho a sua própria interface f1/1 também foi retirada, porque as próprias interfaces não são anunciadas com o comando network.

```
R303_1#show run | s ospf
ip ospf network point-to-point
router ospf 303
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 1000
redistribute bgp 303 subnets
passive-interface default
no passive-interface FastEthernet0/0
no passive-interface FastEthernet1/1
network 10.0.31.0 0.0.0.3 area 0
network 20.202.142.0 0.0.0.3 area 0
network 40.0.0.0 0.0.0.255 area 0
network 40.0.3.251 0.0.0.0 area 0
R303_1#
```

```
R303_2#show run | s ospf
ip ospf network point-to-point
router ospf 303
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 1000
redistribute bgp 303 subnets
passive-interface default
no passive-interface FastEthernet0/0
no passive-interface FastEthernet1/1
network 10.0.31.0 0.0.0.3 area 0
network 30.1.254.128 0.0.0.127 area 0
network 40.0.0.0 0.0.0.255 area 0
network 40.0.3.252 0.0.0.0 area 0
R303_2#
```

No AS65005 ambos os routers tinham mascara /23 na ligação N40 o que estava errado, pois devia ser uma /24

```
RC3_1#show run | s ospf
ip ospf cost 20
ip ospf network point-to-point
router ospf 3
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 1000
redistribute bgp 65005 subnets
passive-interface default
network 10.0.39.0 0.0.0.3 area 0
network 10.1.29.0 0.0.0.63 area 0
network 60.0.26.0 0.0.0.255 area 0
network 60.0.27.251 0.0.0.0 area 0
RC3_1#
```

```
RC3_2#show run | s ospf
ip ospf cost 20
ip ospf network point-to-point
router ospf 3
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 1000
redistribute bgp 65005 subnets
passive-interface default
network 10.0.39.0 0.0.0.3 area 0
network 10.1.29.0 0.0.0.63 area 0
network 60.0.26.0 0.0.0.255 area 0
network 60.0.27.252 0.0.0.0 area 0
RC3_2#
```

No PE2 foi adicionada a network do switch ao OSPF que não estava presente, e esta ligada, logo devia ser conhecida pelo router.

```
PE2#show run | s ospf
ip ospf network point-to-point
router ospf 1
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 10000
redistribute bgp 302 subnets
passive-interface default
no passive-interface GigabitEthernet2/0
network 10.1.22.0 0.0.0.3 area 1
network 30.1.254.128 0.0.0.127 area 1
network 30.1.255.2 0.0.0.0 area 1
PE2#
```

No PE6 a network da rede N44 tinha a máscara errada, apresentado uma /24 onde devia estar uma /30, também foi corrigido.

```
PE6#show run | s ospf
ip ospf network point-to-point
ip ospf network point-to-point
ip ospf cost 2
ip ospf network point-to-point
router ospf 1
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 1000
redistribute bgp 302 subnets
passive-interface default
no passive-interface FastEthernet0/0
no passive-interface FastEthernet1/0
no passive-interface GigabitEthernet5/0
network 10.1.38.0 0.0.0.3 area 1
network 10.1.41.0 0.0.0.3 area 1
network 10.1.44.0 0.0.0.3 area 1
network 30.1.212.0 0.0.0.3 area 1
network 30.1.255.6 0.0.0.0 area 1
PE6#
```

- a) Vão existir 9 DR's porque a todas as redes /30 são point to point logo não tem DR, assim vão existir 9 LSA tipo 2.
- b) Sendo NSSA recebe LSAs tipo 1, 3 e 7. Não existem DRs logo não há LSAs tipo 2, mas poderiam existir caso houvesse um DR na área 3.
- c) Alteraríamos o custo da rota que não queremos usar para mais alto, dado que o OSPF escolhe sempre a rota com menor custo.
- d) Porque no PE1 G4/0 tinha definido o *IP OSPF Cost* como 5, no PE3 G4/0 foi definido o mesmo valor.
- e) Igualaria o custo da métrica OSPF nessas duas ligações.

## Tarefa 2 – Configuração de rotas estáticas de interligação entre domínios (ISP e alguns clientes)

No RC1\_1 temos a rota 0.0.0.0 com destino 30.3.48.2 (PE7 G2/0) para todo o tráfego originado nesse cliente tem como destino o PE7 que posteriormente faz o seu transporte.

```
RC1_1#show run | s ip route
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 30.3.48.2
RC1_1#
```

No PE7 temos a rota 60.0.31.128 com destino 30.3.48.1 (RC1\_1 G2/0) para que todo o tráfego com destino a esta rede seja direcionado para essa interface.

```
PE7#show run | s ip route
ip route 60.0.31.128 255.255.255.128 30.3.48.1
PE7#
```



### Tarefa 3 – Configuração do protocolo RIPv2

O router RC2\_1 não tinha o RIP configurado corretamente, o endereço 30.0.0.0 não estava presente e isto não permitia a comunicação com a Área 3 do ISP, tinha o endereço 60.0.0.0 o que não é necessário para a comunicação.

```
RC2_1#show run | s rip
router rip
version 2
network 10.0.0.0
network 30.0.0.0
no auto-summary
RC2_1#
```

O router PE7 tinha no RIP dois endereços desnecessários que foram retirados, 10.0.0.0 e 60.0.0.0

```
PE7#show run | s rip
redistribute rip subnets
router rip
version 2
passive-interface default
no passive-interface GigabitEthernet5/0
network 30.0.0.0
default-information originate
no auto-summary
PE7#
```

- a) Para não enviar as rotas para quem não tem interesse, pomos essas interfaces como passive, de maneira a não enviar as mensagens RIP.
- b) O endereço do cliente 2 não é classfull, sendo um /23 logo nunca se poderia usar RIPv1 porque apenas trabalha com endereços do tipo classfull.

## Tarefa 4 - Redistribuição de rotas no AS do ISP entre os protocolos de routing IGP

- a) Escolhemos tipo E2 porque apenas envia as rotas com o custo externo, tendo menor métrica do que sendo com tipo E1
- b) Redistribuímos o RIP no OSPF, porque o ISP é que deve conhecer a rede cliente, e não o contrário, o cliente apenas precisa de saber para onde enviar o pacote.
- c) Sim, porque o Cliente 1 usa redes estáticas e o Cliente 2 usa RIP, logo o PE7 tem de redistribuir os dois tipos de endereços.
- d) Como é a rede de ligação do ISP ao cliente não podia, pois tem que estar na gama de endereços do ISP.
- e) Essa rota estática é desnecessária, pois, o PE7 aprende a rota por RIP.
- f) Retirando o point to point na ligação, um deles iria ser eleito DR, e iria haver mais LSAs tipo 2 que são desnecessários.
- g) Não, pois, algumas networks são desnecessárias ou estão erradas, a seguinte configuração é a correta:

```
router ospf 202
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 1000
redistribute bgp 202 subnets
passive-interface default
no passive-interface GigabitEthernet3/0
no passive-interface GigabitEthernet4/0
no passive-interface GigabitEthernet5/0
network 10.202.9.0 0.0.0.3 area 0
network 10.202.11.0 0.0.0.3 area 0
network 20.202.131.0 0.0.0.3 area 0
network 20.202.132.0 0.0.0.3 area 0
network 20.202.255.251 0.0.0.0 area 0
```

- h) O router 6 com esse comando envia uma rota estática a ser usada como saída dessa área NSSA.
- i) Não pode ser Totally Stub pois a área 3 necessita de receber rotas exteriores, e sendo NSSA estas rotas são recebidas em LSAs do tipo 7.

De seguida estão os Ping do PE1 para os PC dos clientes 1 e 2:

```
PE1#ping 60.0.31.129
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 60.0.31.129, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 88/101/124 ms
PE1#
```

```
PE1#ping 60.0.28.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 60.0.28.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 72/114/148 ms
PE1#
```

## Fase 3 – BGPv4, redistribuição de rotas entre o OSPFv2 e o BGP

### Tarefa 1 - BGPv4 básico

O R202\_3 não estava configurado corretamente, os endereços de vizinhança não estavam de acordo com o endereçamento definido o que iria causar falhas na comunicação BGP e não tinha os *update-source loopback* configurados. Na *address-family* foram colocados como *active* e *next-hop-self* os endereços corretos dos *loopbacks* dos routers pertencentes ao AS202.

```
R202_3#show run | s bgp
redistribute bgp 202 subnets
router bgp 202
  bgp log-neighbor-changes
  neighbor 11.102.7.1 remote-as 102
  neighbor 20.202.141.2 remote-as 302
  neighbor 20.202.142.2 remote-as 303
  neighbor 20.202.255.251 remote-as 202
  neighbor 20.202.255.251 update-source Loopback0
  neighbor 20.202.255.252 remote-as 202
  neighbor 20.202.255.252 update-source Loopback0
  !
  address-family ipv4
    neighbor 11.102.7.1 activate
    neighbor 20.202.141.2 activate
    neighbor 20.202.142.2 activate
    neighbor 20.202.255.251 activate
    neighbor 20.202.255.251 next-hop-self
    neighbor 20.202.255.252 activate
    neighbor 20.202.255.252 next-hop-self
    no auto-summary
    no synchronization
    network 20.202.0.0 mask 255.255.0.0
  exit-address-family
R202_3#
```

- A mensagem o endereço da interface do router que a enviou. Se o ping for feito com *source loopbacks*, o endereço origem vai ser o endereço *loopbacks* do router que enviou a mensagem, caso contrário continua a ser a interface. Porque criamos as vizinhanças BGP usando os endereços de *loopbacks*, isto evita que a vizinhança com os *peers* seja perdida.
- Se um router não conhecer o *next-hop* que vem numa mensagem *Update*, e adicionado a sua tabela de routing.
- Não, pois neste trabalho apenas trabalhamos como endereços IPv4. Num ISP real já faria sentido dado ao número de máquinas e protocolos diferentes que possam existir e interagir.
- Não, apenas em AS com múltiplos routers que tenham ligação a outros AS. Um router que não tenha ligação com um outro AS não tem necessidade de ter iBGP.
- Não, pois não conhece as redes internas de outros AS's.
- Dado que os routers P são routers internos ao ISP, os routers dos outros ASs não conhecem as suas redes, embora os routers P tenham conhecimento sobre os endereços dos outros AS (via redistribuição do BGP no OSPF), se não constarem na tabela de ambos, o *ping* não é possível.

- g) Sim, essas dentro dos AS não são anunciadas essas redes ponto a ponto, logo podem ser privadas. As redes entre AS tem que ser conhecidas para garantir a comunicação e transito de tráfego nas mesmas.
- h) Não, os routers para os dois endereços escolhem o menor caminho, diferentes um do outro.

```
PE7#trace 8.8.8.8 source loopback 0

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 8.8.8.8

 0  10.3.245.1  8 msec  20 msec  12 msec
 1  10.1.44.2  16 msec  20 msec  20 msec
 2  10.1.38.1  20 msec  32 msec  32 msec
 3  10.1.28.1  64 msec  28 msec  60 msec
 4  10.1.23.1  80 msec  68 msec  76 msec
 5  20.202.132.1 84 msec  76 msec  96 msec
 6  10.202.9.1 128 msec 132 msec 104 msec
 7  11.102.6.1 116 msec 124 msec 112 msec
PE7#
```

```
PE7#trace 4.4.4.4 source loopback 0

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 4.4.4.4

 0  10.3.245.1 20 msec 8 msec 16 msec
 1  10.1.44.2 12 msec 20 msec 24 msec
 2  10.1.38.1 52 msec 12 msec 28 msec
 3  10.1.28.1 68 msec 48 msec 56 msec
 4  10.1.23.1 84 msec 84 msec 72 msec
 5  10.1.17.1 84 msec 84 msec 80 msec
 6  20.201.12.1 96 msec 108 msec 92 msec
 7  11.101.4.1 128 msec 104 msec 88 msec
PE7#
```

- i) Segue esta rota até ao endereço 4.4.4.4

```
PC302_3> trace 4.4.4.4 -m 20
trace to 4.4.4.4, 20 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  60.0.28.252  7.955 ms  9.733 ms  10.179 ms
 2  10.0.50.1    20.449 ms  21.580 ms  21.251 ms
 3  30.3.49.1    31.562 ms  33.076 ms  30.374 ms
 4  10.3.245.1   43.717 ms  42.500 ms  41.584 ms
 5  10.1.44.2    55.445 ms  72.120 ms  73.783 ms
 6  10.1.38.1    73.658 ms  64.295 ms  63.426 ms
 7  10.1.28.1    94.850 ms  93.256 ms  94.157 ms
 8  10.1.23.1   125.714 ms 105.016 ms 107.253 ms
 9  10.1.17.1   105.844 ms 116.101 ms 106.445 ms
10  20.201.12.1 139.141 ms 191.608 ms 149.569 ms
11  *11.101.4.1 160.318 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

- j)

```
PC101_1> trace 8.8.8.8
trace to 8.8.8.8, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  11.101.1.251  6.230 ms  8.338 ms  11.606 ms
 2  11.101.2.2   19.423 ms  19.254 ms  28.975 ms
 3  *10.102.3.2  52.317 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
PC101_1>
```

- k)

```
PC101_1> trace 20.202.141.1
trace to 20.202.141.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  11.101.1.251  1.326 ms  8.404 ms  9.539 ms
 2  11.101.2.2   30.487 ms  30.170 ms  32.188 ms
 3  10.102.3.2   51.819 ms  43.838 ms  53.670 ms
 4  11.102.6.2   41.324 ms  42.213 ms  52.884 ms
 5  *10.202.10.2  85.345 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
PC101_1>
```

l)

```
R201_1#trace 20.202.141.1

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 20.202.141.1

 0 20.201.12.2 8 msec 12 msec 12 msec
 1 20.202.131.1 [AS 202] 8 msec 24 msec 32 msec
 2 10.202.11.2 60 msec 64 msec 32 msec
R201_1#
```

- m) Quando um router recebe uma mensagem para o qual não lhe é conhecido o destino, envia para essa interface e a mensagem não é processada.
- n) A interface loopbacks, pois não tem possibilidade de ficar inativa.
- o) Sim, em cada os comando *Update-source* e *next-hop-self* estão corretamente configurados, ou seja, cada router BGP tem as loopbacks dos seus *peers* com esses comandos.
- p) Sim, os endereços aprendidos via BGP nesses AS's tem que ser enviados para os outros routers do mesmo AS usando um protocolo interno, como o OSPF
- q) Sim, a sincronização era usada antigamente porque nem todos os routers de transito entre AS usavam iBGP, atualmente todos os ASBRs usam iBGP logo torna-se desnecessário, daí o uso do comando *no synchronization*

Foram escolhidos os routers R101\_1, R201\_1, R301\_1, PE1 e RC3\_1 para realizar os testes pedidos. De seguida estão os prints do ping de cada router à Internet1(4.4.4.4):

```
R101_1#ping 4.4.4.4

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 4.4.4.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms
R101_1#
```

```
R201_1#ping 4.4.4.4

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 4.4.4.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/18/24 ms
R201_1#
```

```
R301_1#ping 4.4.4.4

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 4.4.4.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 104/148/176 ms
R301_1#
```

```
PE1#ping 4.4.4.4

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 4.4.4.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 20/37/48 ms
PE1#
```

```

RC3_1#ping 4.4.4.4 source loopback 0

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 4.4.4.4, timeout is 2 seconds:
Packet sent with a source address of 60.0.27.251
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 108/120/136 ms
RC3_1#

```

De seguida estão os prints das tabelas de routing dos routers, mas como os prints foram feitos já próximos do final do trabalho alguns já não representam o pedido neste ponto mas os resultados obtidos são os esperados

Ip Route do R101\_1:

```

R101_1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

  4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C      4.4.4.4 is directly connected, Loopback1
  20.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
B      20.201.0.0/20 [20/0] via 11.101.4.2, 01:53:18
B      20.202.0.0/16 [20/0] via 11.101.2.2, 01:52:55
  8.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
B      8.8.8.8 [20/0] via 11.101.2.2, 01:53:18
  40.0.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
B      40.0.0.0 [20/0] via 11.101.2.2, 01:52:25
  11.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 5 masks
C      11.101.4.0/30 is directly connected, GigabitEthernet5/0
C      11.101.2.0/30 is directly connected, GigabitEthernet2/0
B      11.102.0.0/22 [20/0] via 11.101.2.2, 01:53:18
S      11.101.0.0/21 is directly connected, Null0
C      11.101.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C      11.101.7.251/32 is directly connected, Loopback0
  60.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
B      60.0.26.0/23 [20/0] via 11.101.4.2, 01:52:19
B      60.0.0.0/19 [20/0] via 11.101.4.2, 01:52:49
  30.0.0.0/14 is subnetted, 1 subnets
B      30.0.0.0 [20/0] via 11.101.4.2, 01:52:50
B      194.14.56.0/22 [20/0] via 11.101.4.2, 01:52:19
R101_1#

```

Ip Route do R201\_1:

```
R201_1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

  4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
B       4.4.4.4 [20/0] via 11.101.4.1, 01:53:33
 20.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 4 masks
C       20.201.15.251/32 is directly connected, Loopback0
C       20.201.12.0/30 is directly connected, GigabitEthernet2/0
S       20.201.0.0/20 is directly connected, Null0
B       20.202.0.0/16 [20/0] via 11.102.5.1, 01:53:10
  8.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
B       8.8.8.8 [20/0] via 11.102.5.1, 01:53:33
 40.0.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
B       40.0.0.0 [20/0] via 20.201.12.2, 01:52:56
 11.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 3 masks
C       11.102.5.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
C       11.101.4.0/30 is directly connected, GigabitEthernet5/0
B       11.102.0.0/22 [20/0] via 11.102.5.1, 01:53:34
B       11.101.0.0/21 [20/0] via 11.101.4.1, 01:53:34
 60.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
B       60.0.26.0/23 [20/0] via 20.201.12.2, 01:52:57
B       60.0.0.0/19 [20/1] via 20.201.12.2, 01:53:29
 30.0.0.0/14 is subnetted, 1 subnets
B       30.0.0.0 [20/1] via 20.201.12.2, 01:53:29
B      194.14.56.0/22 [20/0] via 20.201.12.2, 01:52:58
R201_1#
```

Ip Route do R301\_1:

```
R301_1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

 4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
B    4.4.4.4 [20/0] via 30.1.212.2, 01:53:02
 20.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
B    20.201.0.0/20 [20/0] via 30.1.254.132, 01:53:13
B    20.202.0.0/16 [20/0] via 30.1.254.133, 01:53:33
194.14.59.0/32 is subnetted, 1 subnets
C    194.14.59.251 is directly connected, Loopback0
 8.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
B    8.8.8.8 [20/0] via 30.1.254.133, 01:53:33
40.0.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
B    40.0.0.0 [20/0] via 30.1.254.133, 01:53:33
11.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
B    11.102.0.0/22 [20/0] via 30.1.254.133, 01:53:33
B    11.101.0.0/21 [20/0] via 30.1.212.2, 01:53:02
60.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
B    60.0.26.0/23 [20/0] via 30.1.254.132, 01:53:14
B    60.0.0.0/19 [20/0] via 30.1.212.2, 01:53:33
30.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 3 masks
B    30.0.0.0/14 [20/0] via 30.1.212.2, 01:53:33
C    30.1.254.128/25 is directly connected, FastEthernet1/1
C    30.1.212.0/30 is directly connected, GigabitEthernet2/0
C    194.14.56.0/23 is directly connected, FastEthernet0/0
S    194.14.56.0/22 is directly connected, Null0
R301_1#
```



## Ip Route do PE1:

```
4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
B 4.4.4.4 [20/0] via 20.201.12.1, 01:53:18
20.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 3 masks
C 20.202.131.0/30 is directly connected, GigabitEthernet5/0
C 20.201.12.0/30 is directly connected, GigabitEthernet2/0
B 20.201.0.0/20 [20/0] via 20.201.12.1, 01:53:42
B 20.202.0.0/16 [20/0] via 20.202.131.1, 01:53:42
8.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
B 8.8.8.8 [20/0] via 20.201.12.1, 01:53:42
40.0.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
O E2 40.0.0.0 [110/1] via 10.1.17.2, 01:53:42, GigabitEthernet4/0
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 26 subnets, 3 masks
O IA 10.0.26.0/30 [110/13] via 10.1.20.2, 01:54:26, GigabitEthernet3/0
O IA 10.0.27.0/30 [110/14] via 10.1.20.2, 01:54:27, GigabitEthernet3/0
O 10.1.25.0/30 [110/25] via 10.1.17.2, 01:54:34, GigabitEthernet4/0
O 10.1.29.0/26 [110/115] via 10.1.17.2, 01:54:34, GigabitEthernet4/0
O 10.1.28.0/30 [110/25] via 10.1.17.2, 01:54:34, GigabitEthernet4/0
C 10.1.19.0/30 is directly connected, FastEthernet1/0
C 10.1.17.0/30 is directly connected, GigabitEthernet4/0
O 10.1.23.0/30 [110/15] via 10.1.17.2, 01:54:34, GigabitEthernet4/0
O 10.1.22.0/30 [110/35] via 10.1.17.2, 01:54:35, GigabitEthernet4/0
C 10.1.20.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O IA 10.0.42.0/30 [110/24] via 10.1.20.2, 01:54:28, GigabitEthernet3/0
O 10.1.41.0/30 [110/45] via 10.1.17.2, 01:54:35, GigabitEthernet4/0
O 10.1.44.0/30 [110/37] via 10.1.17.2, 01:54:35, GigabitEthernet4/0
O IA 10.0.35.0/30 [110/16] via 10.1.20.2, 01:54:29, GigabitEthernet3/0
O 10.1.38.0/30 [110/35] via 10.1.17.2, 01:54:36, GigabitEthernet4/0
O 10.1.36.0/30 [110/35] via 10.1.17.2, 01:54:36, GigabitEthernet4/0
O E2 10.0.50.0/30 [110/20] via 10.1.20.2, 01:54:24, GigabitEthernet3/0
O IA 10.3.145.0/30 [110/124] via 10.1.20.2, 01:54:30, GigabitEthernet3/0
O IA 10.0.255.4/32 [110/15] via 10.1.20.2, 01:54:30, GigabitEthernet3/0
O IA 10.0.255.6/32 [110/25] via 10.1.20.2, 01:54:30, GigabitEthernet3/0
O IA 10.0.255.1/32 [110/11] via 10.1.20.2, 01:54:30, GigabitEthernet3/0
O IA 10.0.255.3/32 [110/14] via 10.1.20.2, 01:54:30, GigabitEthernet3/0
O IA 10.0.255.2/32 [110/14] via 10.1.20.2, 01:54:31, GigabitEthernet3/0
O IA 10.0.242.0/30 [110/13] via 10.1.20.2, 01:54:31, GigabitEthernet3/0
O IA 10.0.241.0/30 [110/13] via 10.1.20.2, 01:54:31, GigabitEthernet3/0
O IA 10.3.245.0/30 [110/34] via 10.1.20.2, 01:54:31, GigabitEthernet3/0
11.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
B 11.102.0.0/22 [20/0] via 20.201.12.1, 01:53:48
B 11.101.0.0/21 [20/0] via 20.201.12.1, 01:53:24
60.0.0.0/8 is variably subnetted, 5 subnets, 5 masks
O E2 60.0.28.0/24 [110/20] via 10.1.20.2, 01:54:27, GigabitEthernet3/0
B 60.0.26.0/23 [200/0] via 30.1.255.4, 01:53:46
O E2 60.0.0.0/19 [110/1] via 10.1.17.2, 01:54:29, GigabitEthernet4/0
O E2 60.0.31.128/25 [110/20] via 10.1.20.2, 01:54:28, GigabitEthernet3/0
O E2 60.0.29.252/32 [110/20] via 10.1.20.2, 01:54:28, GigabitEthernet3/0
30.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 5 masks
O E2 30.0.0.0/14 [110/1] via 10.1.17.2, 01:54:30, GigabitEthernet4/0
O IA 30.3.49.0/30 [110/44] via 10.1.20.2, 01:54:33, GigabitEthernet3/0
O IA 30.3.48.0/30 [110/44] via 10.1.20.2, 01:54:34, GigabitEthernet3/0
O 30.1.43.0/24 [110/125] via 10.1.17.2, 01:54:41, GigabitEthernet4/0
O 30.1.254.128/25 [110/135] via 10.1.17.2, 01:54:41, GigabitEthernet4/0
O 30.1.212.0/30 [110/36] via 10.1.17.2, 01:54:41, GigabitEthernet4/0
C 30.1.255.1/32 is directly connected, Loopback0
O 30.1.255.2/32 [110/36] via 10.1.17.2, 01:54:41, GigabitEthernet4/0
O 30.1.255.3/32 [110/6] via 10.1.17.2, 01:54:42, GigabitEthernet4/0
O 30.1.255.4/32 [110/16] via 10.1.17.2, 01:54:42, GigabitEthernet4/0
O IA 30.3.255.7/32 [110/35] via 10.1.20.2, 01:54:35, GigabitEthernet3/0
O 30.1.255.5/32 [110/26] via 10.1.17.2, 01:54:42, GigabitEthernet4/0
O 30.1.255.6/32 [110/36] via 10.1.17.2, 01:54:42, GigabitEthernet4/0
O E2 194.14.56.0/22 [110/1] via 10.1.17.2, 01:53:49, GigabitEthernet4/0
```

Ip Route do RC3\_1:

```
RC3_1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.1.29.3 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       10.1.29.0/26 is directly connected, FastEthernet1/0
C       10.0.39.0/30 is directly connected, FastEthernet1/1
    60.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 3 masks
C       60.0.26.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
S       60.0.26.0/23 is directly connected, Null0
C       60.0.27.251/32 is directly connected, Loopback0
B*    0.0.0.0/0 [20/0] via 10.1.29.3, 01:53:55
RC3_1#
```

Ip BGP do R101\_1:

```
R101_1#show ip bgp
BGP table version is 12, local router ID is 11.101.7.251
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
*> 4.4.4.4/32      0.0.0.0              0         32768 i
* 8.8.8.8/32      11.101.4.2           0         0 201 102 i
*>                11.101.2.2           0         0 102 i
*> 11.101.0.0/21   0.0.0.0              0         32768 i
* 11.102.0.0/22   11.101.4.2           0         0 201 102 i
*>                11.101.2.2           0         0 102 i
* 20.201.0.0/20   11.101.2.2           0         0 102 201 i
*>                11.101.4.2           0         0 201 i
* 20.202.0.0/16   11.101.4.2           0         0 201 102 202 i
*>                11.101.2.2           0         0 102 202 i
* 30.0.0.0/14     11.101.2.2           0         0 102 201 302 i
*>                11.101.4.2           0         0 201 302 i
* 40.0.0.0/22     11.101.4.2           0         0 201 302 303 i
*>                11.101.2.2           0         0 102 202 303 i
* 60.0.0.0/19     11.101.2.2           0         0 102 201 302 i
*>                11.101.4.2           0         0 201 302 i
* 60.0.26.0/23    11.101.2.2           0         0 102 201 302 i
*>                11.101.4.2           0         0 201 302 i
* 194.14.56.0/22  11.101.2.2           0         0 102 201 302 301 i
*>                11.101.4.2           0         0 201 302 301 i
R101_1#
```

Ip BGP do R201\_1:

```
R201_1#show ip bgp
BGP table version is 12, local router ID is 20.201.15.251
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
*  4.4.4.4/32      11.102.5.1
*>                 11.101.4.1           0           0 101 i
*  8.8.8.8/32      11.101.4.1           0           0 101 102 i
*>                 11.102.5.1           0           0 102 i
* 11.101.0.0/21    11.102.5.1           0           0 102 101 i
*>                 11.101.4.1           0           0 101 i
* 11.102.0.0/22    11.101.4.1           0           0 101 102 i
*>                 11.102.5.1           0           0 102 i
*> 20.201.0.0/20    0.0.0.0              0          32768 i
* 20.202.0.0/16    11.101.4.1           0           0 101 102 202 i
*>                 11.102.5.1           0           0 102 202 i
*> 30.0.0.0/14      20.201.12.2          1           0 302 i
* 40.0.0.0/22      11.101.4.1           0           0 101 102 202 303 i
*                  11.102.5.1           0           0 102 202 303 i
*>                 20.201.12.2          0           0 302 303 i
*> 60.0.0.0/19      20.201.12.2          1           0 302 i
*> 60.0.26.0/23     20.201.12.2          0           0 302 i
*> 194.14.56.0/22   20.201.12.2          0           0 302 301 i
R201_1#
```

Ip BGP do R301\_1:

```
R301_1#show ip bgp
BGP table version is 16, local router ID is 194.14.59.251
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network          Next Hop          Metric LocPrf Weight Path
*> 4.4.4.4/32        30.1.212.2                0 302 201 101 i
*                   30.1.254.132              0 303 302 201 101 i
*                   30.1.254.132              0 302 201 101 i
*> 8.8.8.8/32        30.1.212.2                0 302 201 102 i
*                   30.1.254.132              0 302 201 102 i
*>                   30.1.254.133              0 303 202 102 i
*> 11.101.0.0/21     30.1.212.2                0 302 201 101 i
*                   30.1.254.132              0 303 302 201 101 i
*                   30.1.254.132              0 302 201 101 i
*> 11.102.0.0/22     30.1.212.2                0 302 201 102 i
*                   30.1.254.132              0 302 201 102 i
*>                   30.1.254.133              0 303 202 102 i
*> 20.201.0.0/20     30.1.212.2                0 302 201 i
*                   30.1.254.132              0 303 302 201 i
*>                   30.1.254.132              0 302 201 i
*> 20.202.0.0/16     30.1.212.2                0 302 202 i
*                   30.1.254.132              0 302 202 i
*>                   30.1.254.133              0 303 202 i
*> 30.0.0.0/14       30.1.212.2                0          0 302 i
*                   30.1.254.132              0 303 302 i
*                   30.1.254.132              1          0 302 i
*> 40.0.0.0/22       30.1.212.2                0 302 303 i
*                   30.1.254.133              0 302 303 i
*>                   30.1.254.133              0          0 303 i
*> 60.0.0.0/19       30.1.212.2                0          0 302 i
*                   30.1.254.132              0 303 302 i
*                   30.1.254.132              1          0 302 i
*> 60.0.26.0/23      30.1.212.2                0 302 i
*                   30.1.254.132              0 303 302 i
*>                   30.1.254.132              0 302 i
*> 194.14.56.0/22    0.0.0.0                   0          32768 i
R301_1#
```

Ip BGP do PE1:

```
PE1#show ip bgp
BGP table version is 23, local router ID is 30.1.255.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
*> 4.4.4.4/32      20.201.12.1                100 201 101 i
*                  20.202.131.1                0 202 102 101 i
*> 8.8.8.8/32      20.201.12.1                100 201 102 i
*                  20.202.131.1                0 202 102 i
*> 11.101.0.0/21   20.201.12.1                0 201 101 i
*                  20.202.131.1                0 202 102 101 i
*> 11.102.0.0/22   20.201.12.1                0 201 102 i
*                  20.202.131.1                0 202 102 i
* 20.201.0.0/20    20.202.131.1                0 202 102 201 i
*>                  20.201.12.1                0 201 i
* 20.202.0.0/16    20.201.12.1                0 201 102 202 i
*>                  20.202.131.1                0 100 202 i
* i30.0.0.0/14     30.1.255.4                 1 100 0 i
* i                 30.1.255.3                 1 100 0 i
*>                  10.1.17.2                  1 32768 i
r 40.0.0.0/22      20.202.131.1                0 202 303 i
r>i                 30.1.255.2                 0 100 0 303 i
* i60.0.0.0/19     30.1.255.4                 1 100 0 i
* i                 30.1.255.3                 1 100 0 i
*>                  10.1.17.2                  1 32768 i
*>i60.0.26.0/23    30.1.255.4                 0 100 0 65005 i
r>i194.14.56.0/22  30.1.255.2                 0 100 0 301 i
PE1#
```

Ip BGP do RC3\_1:

```
RC3_1#show ip bgp
BGP table version is 3, local router ID is 60.0.27.251
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
* 0.0.0.0          10.1.29.1                0 0 302 i
*>                  10.1.29.3                0 0 302 i
*> 60.0.26.0/23     0.0.0.0                  0 32768 i
RC3_1#
```

## Tarefa 2 – Implementação de políticas no iBGP no ISP

O *route-map* implementado como no PE1 não tem qualquer efeito, visto que apenas permite que as redes 30.0.0.0 e 60.0.0.0 passem para fora, mas isso já acontece devido a vizinhança BGP.

Os routers PE1 e PE3 já estão com *full routing* entre eles, os routers PE conhecem as redes internas do cliente por BGP.

- a) Por *default* o BGP anuncia as redes, as quais esta ligado como *neighbours* e anuncia também as que recebe dos *neighbours* dele, isto porque um router BGP anuncia as redes a que esta ligado a todos os vizinhos. Este comportamento pode levar ao anúncio de rotas indesejadas.
- b) O tempo do *hold* são 180 segundos, o tempo de *keepalive* são 60 segundo. O timer *hold* serve para garantir que o vizinho está a funcionar, usado para manter a vizinhança, o timer *keepalive* garante que a ligação esta activa. Os tempos são tao longos porque se ao fim de 180 não receber nenhum *keepalive* a ligação e dada como morta, um router que receba uma mensagem *keepalive* faz reset ao seu *hold*, a cada 60 segundos cada router envia uma mensagem *keepalive*.
- c) Ao reduzir os timers os faz com que a topologia reaja mais rápidos a mudanças, como quando um router deixa de funcionar.
- d) O BPG usa as *loopbacks* porque são as interfaces que não "caem", apenas se o próprio *router* ficar inativo, isto uma ligação mais persistente.

As tabelas representadas acima já representam os resultados pedidos.

### Tarefa 3 - Políticas de eBGP, entre o ISP e os seus clientes

Em relação as medidas de segurança em relação a comunicação do ISP para os seus clientes o seguinte foi configurado.

Nas políticas de tráfego entre o ISP e os seus clientes o BGP aceita um máximo de 50 prefixos, isto foi configurado com o comando *neighbor x.x.x.x maximum-prefix 50*.

O ISP apenas anuncia a rota default, para isso tem que se usar o comando *neighbor xx.xx.xx.xx default-originate*, desta maneira anuncia a rota default para o vizinho xx.xx.xx.xx.

No caso dos clientes simples apenas o cliente 3 não foi correctamente configurado, embora tenhamos feito *prefix-list* de maneira aos routers do AS65005 de maneira a não receber nenhuma rota exterior e apenas a *default* e as suas redes interiores, no RC3\_1 foi possível fazer o ping para a internet, estando a funcionar como previsto, o PC65005 também funciona como previsto, no entanto no **RC3\_2 o trafego não sai do próprio router, embora as prefix-list sejam iguais.**

- a) Primeiro ia ser criada uma AS privada e ligar o Router C2\_1 ao PE5 por exemplo. Configuraríamos o BGP 65006 (ASN privado) e as ligações de vizinhança com o Router PE5, o último passo seria configurar *prefix-list* para evitar tráfego indesejado. Podemos manter o RIP como IGP nesse AS. Teria de ser feita a redistribuição de BGP no RIP.
- b)

```
PC301_1> trace 60.0.26.1 -m 25
trace to 60.0.26.1, 25 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  194.14.57.251  14.746 ms  15.864 ms  17.299 ms
 2  30.1.254.132   46.258 ms  47.294 ms  46.876 ms
 3  10.1.22.2      77.425 ms  77.356 ms  75.756 ms
 4  10.1.25.2     107.873 ms 107.048 ms  92.771 ms
 5  10.1.29.4     122.364 ms 120.993 ms 122.156 ms
 6  *60.0.26.1    140.169 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC301_1>

PC65005_1> trace 194.14.56.1 -m 25
trace to 194.14.56.1, 25 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  60.0.26.251   13.996 ms  15.542 ms  12.700 ms
 2  * * *
 3  * * *
 4  30.1.212.1    122.546 ms 108.064 ms 123.576 ms
 5  *194.14.56.1  121.188 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC65005_1>
```

- c) Nesta altura do trabalho, ainda não foi possível concluir as regras do balanceamento de tráfego, como na pergunta acima podemos observar que isso não acontece. (tentar manipular local preference)
- d) Um elevado número de ligações a múltiplos AS pode tornar o ISP num AS de transito, o que não é ideal dado o tráfego todo que por ele teria que passar.

## Tarefa 4 - Route Refletor (RR)

Para tornar o iBGP menos escalável, implementamos um *Route Reflector* no PE4, como sugerido no enunciado.

Para cumprir com as regras do enunciado, apenas o PE1 e PE3 foram mantidos em *fullmesh*, em todos os outros routers foi retirada a vizinhança de todos os *routers* PE, mantendo os apenas vizinhos do *router* PE4. Uma vez sendo o PE4 vizinho de todos foi usado o comando *neighbor xxx.xxx.xxx.xxx route-reflector-client* para todos os vizinhos de PE4. Isto tornou todos os outros *routers* (excepto PE1 e PE3) clientes do PE4, ou seja, vão aprender endereços apenas através do PE4 por iBGP.

BGP do PE4:

```
PE4#show run | s bgp
router bgp 302
  bgp log-neighbor-changes
  neighbor 10.1.29.4 remote-as 65005
  neighbor 10.1.29.5 remote-as 65005
  neighbor 30.1.255.1 remote-as 302
  neighbor 30.1.255.1 update-source Loopback0
  neighbor 30.1.255.2 remote-as 302
  neighbor 30.1.255.2 update-source Loopback0
  neighbor 30.1.255.3 remote-as 302
  neighbor 30.1.255.3 update-source Loopback0
  neighbor 30.1.255.5 remote-as 302
  neighbor 30.1.255.5 update-source Loopback0
  neighbor 30.1.255.6 remote-as 302
  neighbor 30.1.255.6 update-source Loopback0
  !
  address-family ipv4
    neighbor 10.1.29.4 activate
    neighbor 10.1.29.4 default-originate
    neighbor 10.1.29.4 maximum-prefix 50
    neighbor 10.1.29.5 activate
    neighbor 10.1.29.5 default-originate
    neighbor 10.1.29.5 maximum-prefix 50
    neighbor 30.1.255.1 activate
    neighbor 30.1.255.1 route-reflector-client
    neighbor 30.1.255.1 next-hop-self
    neighbor 30.1.255.2 activate
    neighbor 30.1.255.2 route-reflector-client
    neighbor 30.1.255.2 next-hop-self
    neighbor 30.1.255.3 activate
    neighbor 30.1.255.3 route-reflector-client
    neighbor 30.1.255.3 next-hop-self
    neighbor 30.1.255.5 activate
    neighbor 30.1.255.5 route-reflector-client
    neighbor 30.1.255.5 next-hop-self
    neighbor 30.1.255.6 activate
    neighbor 30.1.255.6 route-reflector-client
    neighbor 30.1.255.6 next-hop-self
    no auto-summary
    no synchronization
    network 30.0.0.0 mask 255.252.0.0
    network 60.0.0.0 mask 255.255.224.0
  exit-address-family
PE4#
```



BGP do PE1:

```
PE1#show run | s bgp
  redistribute bgp 302 subnets
router bgp 302
  bgp log-neighbor-changes
  neighbor 20.201.12.1 remote-as 201
  neighbor 20.202.131.1 remote-as 202
  neighbor 30.1.255.3 remote-as 302
  neighbor 30.1.255.3 update-source Loopback0
  neighbor 30.1.255.4 remote-as 302
  neighbor 30.1.255.4 update-source Loopback0
  !
  address-family ipv4
    neighbor 20.201.12.1 activate
    neighbor 20.201.12.1 remove-private-as
    neighbor 20.201.12.1 prefix-list CUT202 out
    neighbor 20.201.12.1 route-map SET-WEIGHT in
    neighbor 20.202.131.1 activate
    neighbor 20.202.131.1 remove-private-as
    neighbor 20.202.131.1 prefix-list CUT201 out
    neighbor 20.202.131.1 route-map SET-WEIGHT-FIRST in
    neighbor 30.1.255.3 activate
    neighbor 30.1.255.3 next-hop-self
    neighbor 30.1.255.3 route-map SET-WEIGHT-SEC in
    neighbor 30.1.255.4 activate
    neighbor 30.1.255.4 next-hop-self
    no auto-summary
    no synchronization
    network 30.0.0.0 mask 255.252.0.0
    network 60.0.0.0 mask 255.255.224.0
  exit-address-family
PE1#
```

BGP do PE6:

```
PE6#show run | s bgp
  redistribute bgp 302 subnets
router bgp 302
  bgp log-neighbor-changes
  neighbor 30.1.212.1 remote-as 301
  neighbor 30.1.255.4 remote-as 302
  neighbor 30.1.255.4 update-source Loopback0
  !
  address-family ipv4
    neighbor 30.1.212.1 activate
    neighbor 30.1.212.1 remove-private-as
    neighbor 30.1.255.4 activate
    neighbor 30.1.255.4 next-hop-self
    no auto-summary
    no synchronization
    network 30.0.0.0 mask 255.252.0.0
    network 60.0.0.0 mask 255.255.224.0
  exit-address-family
PE6#
```

## Fase 4 – BGPv4 avançado

### Tarefa 1 - Ligações eBGP de trânsito e peering do ISP

Nesta primeira tarefa, queremos influenciar o tráfego do ISP através do IXP. O problema que nos deparamos foi que o PE2 aprendia endereços de outros AS, através do seu peer eBGP no AS303, isto não é o ideal, pois o tráfego que sairia do ISP para o exterior ia passar pelo AS303, a nossa solução foi implementar uma *prefix list* no R303\_2 para o PE2, esta *prefix-list* apenas permite passar a rede 40.0.0.0/22 do AS para o ISP, isto faz com que o PE2 já não aprenda essas rotas através do seu *peer* R303\_2.

Ip BGP do PE2 antes:

```
PE2#show ip bgp
BGP table version is 19, local router ID is 30.1.255.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop        Metric LocPrf Weight Path
r>i4.4.4.4/32      30.1.255.1         0     100      0 201 101 i
r 8.8.8.8/32       30.1.254.133       0     100      0 303 202 102 i
r>i               30.1.255.3         0     100      0 202 102 i
r>i11.101.0.0/21   30.1.255.1         0     100      0 201 101 i
r 11.102.0.0/22    30.1.254.133       0     100      0 303 202 102 i
r>i               30.1.255.3         0     100      0 202 102 i
r>i20.201.0.0/20   30.1.255.1         0     100      0 201 i
r 20.202.0.0/16    30.1.254.133       0     100      0 303 202 i
r>i               30.1.255.3         0     100      0 202 i
* i30.0.0.0/14     30.1.255.4         1     100      0 i
*>                 10.1.22.2          1           32768 i
* 40.0.0.0/22      30.1.254.131       1           0 301 303 i
*>                 30.1.254.133       1           0 303 i
* i60.0.0.0/19     30.1.255.4         1     100      0 i
*>                 10.1.22.2          1           32768 i
*>i60.0.26.0/23    30.1.255.4         0     100      0 65005 i
* 194.14.56.0/22   30.1.254.131       0           0 303 301 i
*>                 30.1.254.131       0           0 301 i
PE2#
```

Ip BGP do PE2 depois:

```
PE2#show ip bgp
BGP table version is 20, local router ID is 30.1.255.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop        Metric LocPrf Weight Path
r>i4.4.4.4/32      30.1.255.1         0     100      0 201 101 i
r>i8.8.8.8/32       30.1.255.3         0     100      0 202 102 i
r>i11.101.0.0/21   30.1.255.1         0     100      0 201 101 i
r>i11.102.0.0/22    30.1.255.3         0     100      0 202 102 i
r>i20.201.0.0/20   30.1.255.1         0     100      0 201 i
r>i20.202.0.0/16    30.1.255.3         0     100      0 202 i
r>i30.0.0.0/14     30.1.255.4         1     100      0 i
* 40.0.0.0/22      30.1.254.133       1           0 301 303 i
*>                 30.1.254.133       1           0 303 i
r>i60.0.0.0/19     30.1.255.4         1     100      0 i
*>i60.0.26.0/23    30.1.255.4         0     100      0 65005 i
*> 194.14.56.0/22   30.1.254.131       0           0 301 i
PE2#
```

Ao implementar a solução anterior, o cliente 4, deixou de aprender redes de AS exteriores através do AS303, no entanto ainda estava a propagar rotas desnecessárias para o ISP, foi implementada uma *prefix-list* parecida a anterior para apenas deixar passar a sua rede 194.14.50.6/22 para os seus vizinhos. Ao ver os resultados dos prints podemos confirmar os resultados positivos.

Ip BGP do PE6 antes:

```
PE6#show ip bgp
BGP table version is 33, local router ID is 30.1.255.6
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop        Metric LocPrf Weight Path
r>i4.4.4.4/32      30.1.255.1          0     100      0 201 101 i
r>i8.8.8.8/32      30.1.255.3          0     100      0 202 102 i
r>i11.101.0.0/21   30.1.255.1          0     100      0 201 101 i
r>i11.102.0.0/22   30.1.255.3          0     100      0 202 102 i
r>i20.201.0.0/20   30.1.255.1          0     100      0 201 i
r>i20.202.0.0/16   30.1.255.3          0     100      0 202 i
* i30.0.0.0/14     30.1.255.4          1     100        0 i
*>                 0.0.0.0            0          32768 i
r>i40.0.0.0/22     30.1.255.2          1     100        0 303 i
r>                 30.1.212.1          0          0 301 303 i
* i60.0.0.0/19     30.1.255.4          1     100        0 i
*>                 0.0.0.0            0          32768 i
*>i60.0.26.0/23    30.1.255.4          0     100      0 65005 i
* i194.14.56.0/22  30.1.255.2          0     100      0 301 i
*>                 30.1.212.1          0          0 301 i
PE6#
```

Ip BGP do PE6 depois:

```
PE6#show ip bgp
BGP table version is 24, local router ID is 30.1.255.6
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop        Metric LocPrf Weight Path
r>i4.4.4.4/32      30.1.255.1          0     100      0 201 101 i
r>i8.8.8.8/32      30.1.255.1          0     100      0 201 102 i
r>i11.101.0.0/21   30.1.255.1          0     100      0 201 101 i
r>i11.102.0.0/22   30.1.255.1          0     100      0 201 102 i
r>i20.201.0.0/20   30.1.255.1          0     100      0 201 i
r>i20.202.0.0/16   30.1.255.1          0     100      0 202 i
* i30.0.0.0/14     30.1.255.4          1     100        0 i
*>                 0.0.0.0            0          32768 i
r>i40.0.0.0/22     30.1.255.2          0     100        0 303 i
* i60.0.0.0/19     30.1.255.4          1     100        0 i
*>                 0.0.0.0            0          32768 i
*>i60.0.26.0/23    30.1.255.4          0     100      0 65005 i
* i194.14.56.0/22  30.1.255.2          0     100      0 301 i
*>                 30.1.212.1          0          0 301 i
PE6#
```

## Tarefa 2 - Políticas de segurança do ISP relativas aos AS dos tiers superiores

Quando foi feito um ping do AS202 para o AS201, notou-se que o AS302 estava a ser usado como AS de transito entre os mesmos, isto não vai de acordo com as boas praticas, no âmbito de impedir isto foram criadas *prefix-lists* no PE3 para impedir as redes 20.201.0.0/20 de serem anunciadas para o AS202, desta maneira o trafego não passa pelo AS302 quando tem como destino um AS da mesma *tier*. Como se pode ver no print abaixo, o *trace* que antes tomava o caminho AS202-AS302-AS201 agora toma o caminho AS202-AS102-AS201. Isto teve de ser feito em ambos os vizinhos do PE3 (N14\_1.1 e N13\_2.1)

Prefix-list que corta a rede 20.201.0.0/20:

```
ip prefix-list CUT201 seq 5 deny 20.201.0.0/20 le 32
ip prefix-list CUT201 seq 10 permit 0.0.0.0/0 le 32
```

Trace de R202\_3 para o R201\_1 antes:

```
R202_3#trace 20.201.15.251 source loopback 0

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 20.201.15.251

  1 20.202.141.2 44 msec 48 msec 44 msec
  2 10.1.17.1 88 msec 44 msec 76 msec
  3 20.201.12.1 [AS 201] 64 msec 108 msec 92 msec
R202_3#
```

Trace de R202\_3 para o R201\_1 depois:

```
R202_3#trace 20.201.15.251 source loopback 0

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 20.201.15.251

  1 11.102.7.1 40 msec 48 msec 28 msec
  2 10.102.3.1 92 msec 68 msec 64 msec
  3 11.102.5.2 96 msec 76 msec 76 msec
R202_3#
```

Ip BGP do R202\_3 antes:

```
R202_3#show ip bgp
BGP table version is 30, local router ID is 20.202.255.253
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop        Metric LocPrf Weight Path
* 4.4.4.4/32      20.202.141.2          0 100      0 302 201 101 i
*> i              20.202.255.252          0 100      0 102 101 i
*>                11.102.7.1          0 102 101 i
* 19.8.8.8/32     20.202.255.252          0 100      0 102 i
*>                11.102.7.1          0 102 i
* 11.101.0.0/21   20.202.141.2          0 302 201 101 i
*> i              20.202.255.252          0 100      0 102 101 i
*>                11.102.7.1          0 102 101 i
* 111.102.0.0/22  20.202.255.252          1 100      0 102 i
*>                11.102.7.1          1 100      0 102 i
* 20.201.0.0/20   20.202.142.2          0 303 302 201 i
*> i              20.202.255.252          0 100      0 102 201 i
*>                11.102.7.1          0 102 201 i
*>                20.202.141.2          0 302 201 i
* 120.202.0.0/16  20.202.255.251          0 100      0 302 201 i
*>                10.202.11.1          1 32768 i
* 30.0.0.0/14     20.202.142.2          1 100      0 303 302 i
*>                20.202.141.2          1 100      0 302 i
*> i              20.202.255.251          1 100      0 302 i
* 40.0.0.0/22     20.202.141.2          1 100      0 302 303 i
*>                20.202.142.2          1 100      0 303 i
* 60.0.0.0/19     20.202.142.2          1 100      0 303 302 i
*>                20.202.141.2          1 100      0 302 i
* 60.0.26.0/23    20.202.255.251          1 100      0 302 i
*>                20.202.142.2          1 100      0 303 302 i
*>                20.202.141.2          1 100      0 302 i
* 194.14.56.0/22  20.202.255.251          0 100      0 302 i
*>                20.202.142.2          0 100      0 303 301 i
*>                20.202.141.2          0 100      0 302 301 i
*> i              20.202.255.251          0 100      0 302 301 i
R202_3#
```

Ip BGP do R202\_3 depois:

```
R202_3#show ip bgp
BGP table version is 34, local router ID is 20.202.255.253
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop        Metric LocPrf Weight Path
* 4.4.4.4/32      20.202.141.2          0 303 201 101 i
*>                11.102.7.1          0 102 101 i
*> i              20.202.255.252          0 100      0 102 101 i
*>                11.102.7.1          0 102 i
* 8.8.8.8/32      20.202.255.252          0 100      0 102 i
*> i              20.202.255.252          0 100      0 102 i
* 11.101.0.0/21   20.202.141.2          0 302 201 101 i
*>                11.102.7.1          0 102 101 i
*> i              20.202.255.252          0 100      0 102 101 i
*>                11.102.7.1          1 100      0 102 i
* 11.102.0.0/22   20.202.255.252          1 100      0 102 i
*>                11.102.7.1          1 100      0 102 i
* 20.201.0.0/20   20.202.142.2          0 303 302 201 i
*> i              20.202.255.252          0 100      0 102 201 i
*>                11.102.7.1          0 102 201 i
* 120.202.0.0/16  20.202.255.251          0 100      0 i
*>                10.202.11.1          1 32768 i
* 130.0.0.0/14    20.202.255.251          1 100      0 302 i
*>                20.202.141.2          1 100      0 302 i
*>                20.202.142.2          0 303 302 i
* 40.0.0.0/22     20.202.141.2          1 100      0 302 303 i
*>                20.202.142.2          1 100      0 303 i
* 160.0.0.0/19    20.202.255.251          1 100      0 302 i
*>                20.202.141.2          1 100      0 302 i
*>                20.202.142.2          0 303 302 i
* 160.0.26.0/23   20.202.255.251          0 100      0 302 i
*>                20.202.141.2          0 100      0 302 i
* 194.14.56.0/22  20.202.255.251          0 100      0 303 302 i
*>                20.202.142.2          0 100      0 303 301 i
*>                20.202.141.2          0 100      0 302 301 i
*>                20.202.142.2          0 100      0 303 301 i
R202_3#
```

No PE1 também quer tiveram de ser implementadas *prefix-list* para impedir o tráfego indesejado, mas dado que o PE1 tem vizinhos em ambos AS, duas tiveram de ser implementadas. Para o vizinho N13\_1.1 temos de impedir a rede 20.201.0.0/20 e para o seu vizinho N12.1 temos de impedir a rede 20.202.0.0/20, porque embora o BGP tenha como preferência o caminho que passa pelos AS de *tier* superior o caminho indesejado continua na sua tabela de BGP.

Prefix-list que corta a rede 20.201.0.0/20:

```
ip prefix-list CUT201 seq 5 deny 20.201.0.0/20 le 32
ip prefix-list CUT201 seq 10 permit 0.0.0.0/0 le 32
```

Prefix-list que corta a rede 20.202.0.0/20:

```
ip prefix-list CUT202 seq 5 deny 20.202.0.0/16 le 32
ip prefix-list CUT202 seq 10 permit 0.0.0.0/0 le 32
```

Trace de R202\_1 para o R201\_1 antes:

```
R202_1#trace 20.201.15.251 source loopback 0

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 20.201.15.251

  1 20.202.131.2 16 msec 0 msec 28 msec
  2 20.201.12.1 [AS 201] 20 msec 32 msec 28 msec
R202_1#
```

Trace de R202\_1 para o R201\_1 depois:

```
R202_1#trace 20.201.15.251 source loopback 0

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 20.201.15.251

  1 10.202.11.2 20 msec
    10.202.9.1 32 msec
    10.202.11.2 28 msec
  2 11.102.6.1 72 msec
    11.102.7.1 36 msec
    11.102.6.1 80 msec
  3 10.102.3.1 64 msec 76 msec 76 msec
  4 11.102.5.2 76 msec 84 msec 64 msec
R202_1#
```

Ip BGP do R202\_1 antes:

```
R202_1#show ip bgp
BGP table version is 24, local router ID is 20.202.255.251
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop        Metric LocPrf Weight Path
r  4.4.4.4/32      20.202.255.253    0   100      0 102 101 i
r                 20.202.131.2      0   100      0 302 201 101 i
r                 20.202.132.2      0   100      0 302 201 101 i
r>1               20.202.255.252    0   100      0 102 101 i
r 10.0.0.0/32      20.202.255.253    0   100      0 102 i
r                 20.202.131.2      0   100      0 302 201 102 i
r>1               20.202.255.252    0   100      0 102 i
r 111.101.0.0/21   20.202.255.253    0   100      0 102 101 i
r                 20.202.131.2      0   100      0 302 201 101 i
r                 20.202.132.2      0   100      0 302 201 101 i
r>1               20.202.255.252    0   100      0 102 101 i
r 111.102.0.0/22   20.202.255.253    1   100      0 102 i
r                 20.202.131.2      0   100      0 302 201 102 i
r>1               20.202.255.252    1   100      0 102 i
* 120.201.0.0/20   20.202.255.253    0   100      0 102 201 i
* i               20.202.255.252    0   100      0 102 201 i
*>                20.202.131.2      0   100      0 302 201 i
* 120.202.0.0/16   20.202.255.253    1   100      0 i
*>                0.0.0.0            0   32768 i
* 130.0.0.0/14     20.202.255.253    1   100      0 302 i
r                 20.202.132.2      1   100      0 302 i
*>                20.202.131.2      1   100      0 302 i
r>140.0.0.0/22     20.202.255.253    1   100      0 303 i
r                 20.202.132.2      0   100      0 302 303 i
r                 20.202.131.2      0   100      0 302 303 i
* 160.0.0.0/19     20.202.255.253    1   100      0 302 i
r                 20.202.132.2      1   100      0 302 i
*>                20.202.131.2      1   100      0 302 i
* 160.0.26.0/23    20.202.255.253    0   100      0 302 i
r                 20.202.132.2      0   100      0 302 i
*>                20.202.131.2      0   100      0 302 i
* 1194.14.56.0/22  20.202.255.253    0   100      0 302 301 i
r                 20.202.132.2      0   100      0 302 301 i
*>                20.202.131.2      0   100      0 302 301 i
R202_1#
```

Ip BGP do R202\_1 depois:

```
R202_1#show ip bgp
BGP table version is 18, local router ID is 20.202.255.251
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop        Metric LocPrf Weight Path
r  4.4.4.4/32      20.202.132.2      0   100      0 302 201 101 i
r                 20.202.131.2      0   100      0 302 201 101 i
r i               20.202.255.253    0   100      0 102 101 i
r>1               20.202.255.252    0   100      0 102 101 i
r  8.0.0.0/32      20.202.131.2      0   100      0 302 201 102 i
r i               20.202.255.253    0   100      0 102 i
r>1               20.202.255.252    0   100      0 102 i
r 11.101.0.0/21    20.202.132.2      0   100      0 302 201 101 i
r                 20.202.131.2      0   100      0 302 201 101 i
r i               20.202.255.253    0   100      0 102 101 i
r>1               20.202.255.252    0   100      0 102 101 i
r 11.102.0.0/22    20.202.131.2      0   100      0 302 201 102 i
r i               20.202.255.253    1   100      0 102 i
r>1               20.202.255.252    1   100      0 102 i
* 120.201.0.0/20   20.202.255.253    0   100      0 102 201 i
r>1               20.202.255.252    0   100      0 102 201 i
*> 20.202.0.0/16   0.0.0.0            0   32768 i
* i               20.202.255.253    1   100      0 i
* 30.0.0.0/14      20.202.132.2      1   100      0 302 i
*>                20.202.131.2      1   100      0 302 i
* i               20.202.255.253    1   100      0 302 i
r 40.0.0.0/22      20.202.132.2      0   100      0 302 303 i
r                 20.202.131.2      0   100      0 302 303 i
r>1               20.202.255.253    1   100      0 303 i
* 60.0.0.0/19      20.202.132.2      1   100      0 302 i
*>                20.202.131.2      1   100      0 302 i
* 60.0.26.0/23    20.202.255.253    1   100      0 302 i
*>                20.202.132.2      1   100      0 302 i
* i               20.202.131.2      0   100      0 302 i
* 194.14.56.0/22  20.202.132.2      0   100      0 302 301 i
r                 20.202.131.2      0   100      0 302 301 i
*>                20.202.255.253    0   100      0 302 301 i
R202_1#
```



Ip BGP do R201\_1 antes:

```
R201_1#show ip bgp
BGP table version is 13, local router ID is 20.201.15.251
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
*  4.4.4.4/32     11.102.5.1             0          0 102 101 i
*>               11.101.4.1             0          0 101 i
*  8.8.8.8/32     11.101.4.1             0          0 101 102 i
*>               11.102.5.1             0          0 102 i
* 11.101.0.0/21   11.102.5.1             0          0 102 101 i
*>               11.101.4.1             0          0 101 i
* 11.102.0.0/22   11.101.4.1             0          0 101 102 i
*>               11.102.5.1             0          0 102 i
*> 20.201.0.0/20  0.0.0.0                0          32768 i
* 20.202.0.0/16   20.201.12.2            0          0 302 202 i
*                 11.101.4.1             0          0 101 102 202 i
*>               11.102.5.1             0          0 102 202 i
*> 30.0.0.0/14    20.201.12.2            1          0 302 i
* 40.0.0.0/22     11.102.5.1             0          0 102 202 303 i
*>               20.201.12.2            0          0 302 303 i
*> 60.0.0.0/19    20.201.12.2            1          0 302 i
*> 60.0.26.0/23   20.201.12.2            0          0 302 i
*> 194.14.56.0/22 20.201.12.2            0          0 302 301 i
R201_1#
```

Ip BGP do R201\_1 depois:

```
R201_1#show ip bgp
BGP table version is 12, local router ID is 20.201.15.251
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
*> 4.4.4.4/32     11.101.4.1             0          0 101 i
*                 11.102.5.1             0          0 102 101 i
*  8.8.8.8/32     11.101.4.1             0          0 101 102 i
*>               11.102.5.1             0          0 102 i
*                 20.201.12.2            0          0 302 202 102 i
*> 11.101.0.0/21   11.101.4.1             0          0 101 i
*                 11.102.5.1             0          0 102 101 i
* 11.102.0.0/22   11.101.4.1             0          0 101 102 i
*>               11.102.5.1             0          0 102 i
*                 20.201.12.2            0          0 302 202 102 i
*> 20.201.0.0/20  0.0.0.0                0          32768 i
* 20.202.0.0/16   11.101.4.1             0          0 101 102 202 i
*>               11.102.5.1             0          0 102 202 i
* 30.0.0.0/14     11.101.4.1             0          0 101 102 202 302 i
*                 11.102.5.1             0          0 102 202 302 i
*>               20.201.12.2            1          0 302 i
* 40.0.0.0/22     11.101.4.1             0          0 101 102 202 303 i
*                 11.102.5.1             0          0 102 202 303 i
*>               20.201.12.2            0          0 302 303 i
* 60.0.0.0/19     11.101.4.1             0          0 101 102 202 302 i
*                 11.102.5.1             0          0 102 202 302 i
*>               20.201.12.2            1          0 302 i
* 60.0.26.0/23   11.101.4.1             0          0 101 102 202 302 i
*                 11.102.5.1             0          0 102 202 302 i
*>               20.201.12.2            0          0 302 i
* 194.14.56.0/22 11.101.4.1             0          0 101 102 202 302 301 i
*                 11.102.5.1             0          0 102 202 302 301 i
*>               20.201.12.2            0          0 302 301 i
R201_1#
```



### Tarefa 3 - Políticas de tráfego de saída do ISP

Para fazer a primeira alteração necessária nos requisitos foi obrigar todo o tráfego com destino a AS de *tier* 1 e 2 a sair pelo PE1 para usar o AS201 como AS de transito dado os seus benefícios para o ISP. No PE1 temos duas alternativas para AS de transito, o AS201 e 202, para fazer com que o tráfego saia do PE1 para o AS201 alteramos o atributo *weight* para o vizinho N12 para 5 e mantivemos N13\_1 como 0, desta maneira o tráfego foi todo encaminhado por aí. No PE3 foi necessário alterar o *weight*, mas para o seu vizinho PE1 para este depois encaminhar o tráfego para o AS201. Isto, no entanto, causa com que o tráfego com destino ao AS201 tenha de passar por AS de *tier* 1.

Com isto, notamos que apenas alterar o atributo não era a maneira correta de obter os resultados que queríamos, decidimos então criar uma *access-list* no PE1 que incluía as redes 4.4.4.4 e 8.8.8.8, um *route-map* que altere o atributo *weight* para essas redes, e aplicamos o *route-map* ao vizinho que queríamos afetar. Desta maneira tráfego com destino ao AS202 vai diretamente em vez usar AS de *tier* superior. No PE3 foi feita a mesma coisa, mas desta vez o vizinho ao qual foi aplicado foi o PE1, desta maneira tráfego com destino aí vai ser encaminhado para o PE1 do PE3.

Access-list 1 no PE1 e PE3:

```
access-list 1 permit 8.8.8.8
access-list 1 permit 4.4.4.4
```

Route-map SET-WEIGHT no PE1 e PE3:

```
route-map SET-WEIGHT permit 10
 match ip address 1
 set weight 100
!
```

Route-map aplicado no neighbor do PE1:

```
neighbor 20.201.12.1 route-map SET-WEIGHT in
```

Route-map aplicado no neighbor do PE3:

```
neighbor 30.1.255.1 route-map SET-WEIGHT in
```

Trace do PE3 para a Internet2 antes:

```
PE3#trace 8.8.8.8 source loopback 0
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 8.8.8.8

 1 20.202.132.1 [AS 202] 20 msec 28 msec 48 msec
 2 10.202.11.2 44 msec 32 msec 24 msec
 3 11.102.7.1 60 msec 20 msec 44 msec
PE3#
```

Trace do PE3 para a Internet2 depois:

```
PE3#trace 8.8.8.8 source loopback 0
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 8.8.8.8

 1 10.1.17.1 20 msec 12 msec 12 msec
 2 20.201.12.1 24 msec 56 msec 44 msec
 3 11.102.5.1 92 msec 76 msec 72 msec
 4 10.102.3.2 80 msec 64 msec 68 msec
PE3#
```

Ip BGP do PE3 antes:

```

PE3#show ip bgp
BGP table version is 72, local router ID is 30.1.255.3
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
r  14.4.4.4/32    30.1.255.1             0   100      0 201 101 i
r>i              30.1.255.1             0   100      0 201 101 i
r              20.202.132.1             0   100      0 202 102 101 i
r              20.202.141.1             0   100      0 202 102 101 i
* 18.8.8.8/32    30.1.255.1             0   100      0 201 102 i
*              20.202.132.1             0   100      0 202 102 i
*              20.202.141.1             0   100      0 202 102 i
r 111.101.0.0/21 30.1.255.1             0   100      0 201 101 i
r>i              30.1.255.1             0   100      0 201 101 i
r              20.202.132.1             0   100      0 202 102 101 i
r              20.202.141.1             0   100      0 202 102 101 i
* 111.102.0.0/22 30.1.255.1             0   100      0 201 102 i
*              20.202.132.1             0   100      0 202 102 i
*              20.202.141.1             0   100      0 202 102 i
r 120.201.0.0/20 30.1.255.1             0   100      0 201 i
r>i              30.1.255.1             0   100      0 201 i
r              20.202.132.1             0   100      0 202 102 201 i
r              20.202.141.1             0   100      0 202 102 201 i
* 120.202.0.0/16 30.1.255.1             0   100      0 202 i
*              20.202.141.1             1           0 202 i
*              20.202.132.1             0   100      0 202 i
* 130.0.0.0/14   30.1.255.1             1   100      0 i
* i              30.1.255.4             1   100      0 i
*              10.1.23.2             1           32768 i
r  40.0.0.0/22    20.202.141.1             0   100      0 202 303 i
r              20.202.132.1             0   100      0 202 303 i
r>i              30.1.255.2             1   100      0 303 i
* 160.0.0.0/19   30.1.255.1             1   100      0 i
* i              30.1.255.4             1   100      0 i
*              10.1.23.2             1           32768 i
*>160.0.26.0/23 30.1.255.4             0   100      0 65005 i
r 194.14.56.0/22 30.1.255.2             0   100      0 301 i
PE3#

```

Ip BGP do PE3 depois:

```

PE3#show ip bgp
BGP table version is 18, local router ID is 30.1.255.3
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
r  4.4.4.4/32     20.202.141.1             0   100      0 202 102 101 i
r              20.202.132.1             0   100      0 202 102 101 i
r i              30.1.255.1             0   100      0 201 101 i
r>i              30.1.255.1             0   100      0 201 101 i
r  8.8.8.8/32     20.202.141.1             0   100      0 202 102 i
r              20.202.132.1             0   100      0 202 102 i
r i              30.1.255.1             0   100      0 201 102 i
r>i              30.1.255.1             0   100      0 201 102 i
r 11.101.0.0/21   20.202.141.1             0   100      0 202 102 101 i
r              20.202.132.1             0   100      0 202 102 101 i
r i              30.1.255.1             0   100      0 201 101 i
r>i              30.1.255.1             0   100      0 201 101 i
* 11.102.0.0/22   20.202.141.1             0   100      0 202 102 i
*              20.202.132.1             0   100      0 202 102 i
* i              30.1.255.1             0   100      0 201 102 i
r  20.201.0.0/20   20.202.141.1             0   100      0 202 102 201 i
r              20.202.132.1             0   100      0 202 102 201 i
r i              30.1.255.1             0   100      0 201 i
r>i              30.1.255.1             0   100      0 201 i
* 20.202.0.0/16   20.202.141.1             1           0 202 i
*              20.202.132.1             0   100      0 202 i
* i              30.1.255.1             0   100      0 202 i
*> 30.0.0.0/14    10.1.23.2             1           32768 i
* i              30.1.255.4             1   100      0 i
* i              30.1.255.1             1   100      0 i
r  40.0.0.0/22    20.202.141.1             0   100      0 202 303 i
r              20.202.132.1             0   100      0 202 303 i
r>i              30.1.255.2             1   100      0 303 i
*> 60.0.0.0/19    10.1.23.2             1           32768 i
* i              30.1.255.4             1   100      0 i
* i              30.1.255.1             1   100      0 i
*>160.0.26.0/23 30.1.255.4             0   100      0 65005 i
r 194.14.56.0/22 20.202.141.1             0   100      0 202 303 301 i
r>i              30.1.255.2             0   100      0 301 i
PE3#

```

Ip BGP do PE1 antes:

```
PE1#show ip bgp
BGP table version is 14, local router ID is 30.1.255.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
* 4.4.4.4/32      20.202.131.1             0  202 102 101 i
*>                20.201.12.1             0  201 101 i
* 8.8.8.8/32      20.202.131.1             0  202 102 i
*>                20.201.12.1             0  201 102 i
* i              30.1.255.3               0   100   0  202 102 i
* i              30.1.255.3               0   100   0  202 102 i
* 11.101.0.0/21   20.202.131.1             0  202 102 101 i
*>                20.201.12.1             0  201 101 i
* 11.102.0.0/22   20.202.131.1             0  202 102 i
*>                20.201.12.1             0  201 102 i
* i              30.1.255.3               0   100   0  202 102 i
* i              30.1.255.3               0   100   0  202 102 i
* 20.201.0.0/20   20.202.131.1             0  202 102 201 i
*>                20.201.12.1             0    201 i
*> 20.202.0.0/16  20.202.131.1             0  202 i
*                20.201.12.1             0  201 102 202 i
* i              30.1.255.3               0   100   0  202 i
* i              30.1.255.3               0   100   0  202 i
*> 30.0.0.0/14    10.1.17.2                1  32768 i
* i              30.1.255.3               1   100   0 i
* i              30.1.255.4               1   100   0 i
r 40.0.0.0/22     20.202.131.1             0  202 303 i
r                20.201.12.1             0  201 102 202 303 i
r>i              30.1.255.2               1   100   0 303 i
*> 60.0.0.0/19    10.1.17.2                1  32768 i
* i              30.1.255.3               1   100   0 i
* i              30.1.255.4               1   100   0 i
*>i60.0.26.0/23   30.1.255.4               0   100   0 65005 i
r>i194.14.56.0/22 30.1.255.2               0   100   0 301 i
PE1#
```

Ip BGP do PE1 depois:

```
PE1#show ip bgp
BGP table version is 14, local router ID is 30.1.255.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
* 4.4.4.4/32      20.202.131.1             0  202 102 101 i
*>                20.201.12.1             0  201 101 i
* 8.8.8.8/32      20.202.131.1             0  202 102 i
*>                20.201.12.1             0  201 102 i
* i              30.1.255.3               0   100   0  202 102 i
* i              30.1.255.3               0   100   0  202 102 i
* 11.101.0.0/21   20.202.131.1             0  202 102 101 i
*>                20.201.12.1             0  201 101 i
* 11.102.0.0/22   20.202.131.1             0  202 102 i
*>                20.201.12.1             0  201 102 i
* i              30.1.255.3               0   100   0  202 102 i
* i              30.1.255.3               0   100   0  202 102 i
* 20.201.0.0/20   20.202.131.1             0  202 102 201 i
*>                20.201.12.1             0    201 i
*> 20.202.0.0/16  20.202.131.1             0  202 i
*                20.201.12.1             0  201 102 202 i
* i              30.1.255.3               0   100   0  202 i
* i              30.1.255.3               0   100   0  202 i
*> 30.0.0.0/14    10.1.17.2                1  32768 i
* i              30.1.255.4               1   100   0 i
* i              30.1.255.3               1   100   0 i
r 40.0.0.0/22     20.202.131.1             0  202 303 i
r                20.201.12.1             0  201 102 202 303 i
r>i              30.1.255.2               1   100   0 303 i
*> 60.0.0.0/19    10.1.17.2                1  32768 i
* i              30.1.255.4               1   100   0 i
* i              30.1.255.3               1   100   0 i
*>i60.0.26.0/23   30.1.255.4               0   100   0 65005 i
r>i194.14.56.0/22 30.1.255.2               0   100   0 301 i
PE1#
```

Para coerência testamos o tráfego com destino as redes do AS101 e 102, reparamos que o tráfego estava a ser encaminhado pelo AS202 quando feito do PE3, para manter o tráfego para o mundo a sair pelo PE1 para o AS201 adicionamos access-list os endereços 11.101.0.0 e 11.102.0.0.

Access-list 1 no PE3:

```
access-list 1 permit 4.4.4.4
access-list 1 permit 8.8.8.8
access-list 1 permit 11.101.0.0 0.0.7.255
access-list 1 permit 11.102.0.0 0.0.3.255
```

Trace do PE3 para o R102\_2 antes:

```
PE3#trace 11.102.3.252 source loopback 0

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 11.102.3.252

 0  20.202.132.1 [AS 202] 40 msec 32 msec 28 msec
 1  10.202.9.1 44 msec 48 msec 28 msec
 2  11.102.6.1 44 msec 60 msec 60 msec
PE3#conf t
```

Trace do PE3 para o R102\_2 depois:

```
PE3#trace 11.102.3.252 source loopback 0

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 11.102.3.252

 0  10.1.17.1 8 msec 20 msec 16 msec
 1  20.201.12.1 20 msec 28 msec 32 msec
 2  11.102.5.1 44 msec 44 msec 48 msec
 3  10.102.3.2 44 msec 60 msec 60 msec
PE3#
```

Ip BGP do PE3:

```
PE3#show ip bgp
BGP table version is 21, local router ID is 30.1.255.3
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network          Next Hop        Metric LocPrf Weight Path
r  4.4.4.4/32        20.202.141.1              0 202 102 101 i
r                    20.202.132.1              0 202 102 101 i
r i                  30.1.255.1                0 100      0 201 101 i
r>i                  30.1.255.1                0 100    100 201 101 i
r  8.8.8.8/32        20.202.141.1              0 202 102 i
r                    20.202.132.1              0 202 102 i
r i                  30.1.255.1                0 100      0 201 102 i
r>i                  30.1.255.1                0 100    100 201 102 i
r 11.101.0.0/21      20.202.141.1              0 202 102 101 i
r                    20.202.132.1              0 202 102 101 i
r i                  30.1.255.1                0 100      0 201 101 i
r>i                  30.1.255.1                0 100    100 201 101 i
r 11.102.0.0/22      20.202.141.1              0 202 102 i
r                    20.202.132.1              0 202 102 i
r i                  30.1.255.1                0 100      0 201 102 i
r>i                  30.1.255.1                0 100    100 201 102 i
r 20.201.0.0/20      20.202.141.1              0 202 102 201 i
r                    20.202.132.1              0 202 102 201 i
r i                  30.1.255.1                0 100      0 201 i
r>i                  30.1.255.1                0 100      0 201 i
* 20.202.0.0/16      20.202.141.1                1      0 202 i
*>                   20.202.132.1                0      0 202 i
* i                  30.1.255.1                0 100      0 202 i
r i30.0.0.0/14       30.1.255.4                 1 100      0 i
r>i                  30.1.255.1                 1 100      0 i
r 40.0.0.0/22        20.202.141.1              0 202 303 i
r                    20.202.132.1              0 202 303 i
r>i                  30.1.255.2                1 100      0 303 i
r i60.0.0.0/19       30.1.255.4                 1 100      0 i
r>i                  30.1.255.1                 1 100      0 i
*>i60.0.26.0/23      30.1.255.4                 0 100      0 65005 i
r 194.14.56.0/22    20.202.141.1              0 202 303 301 i
r>i                  30.1.255.2                0 100      0 301 i
PE3#
```

Para afetar o tráfego com destino ao AS202 usamos o método idêntico ao acima, no PE1 criamos a ACL para o endereço 20.202.0.0/16, e criamos o route-map de maneira a alterar o atributo weight 100, e atribuímos esse route-map ao vizinho N13\_1.1. Para o vizinho 30.1.255.3 atribuímos um weight de 80 de maneira a o tráfego apenas ir para o PE3 se a vizinhança preferencial cair. No PE3 o método foi idêntico, mas os atributos weight correspondem a ordem preferencial que esta no enunciado, no entanto para a ligação para o PE1 fazer um novo route-map iria fazer override ao que já existia antes, criado para criar as políticas de trafego de saída, a solução encontrada foi, uma vez que o a saída preferencial e a do PE1, adicionamos o endereço a ACL já criada.

Access-list 2 no PE1 e PE3:

```
access-list 2 permit 20.202.0.0 0.0.255.255
```

Route-map SET-WEIGHT-FIRST no PE1:

```
route-map SET-WEIGHT-FIRST permit 10
match ip address 2
set weight 100
!
```

Route-map SET-WEIGHT-SEC no PE1 e PE3:

```
route-map SET-WEIGHT-SEC permit 10
match ip address 2
set weight 80
!
```

Primeira route-map aplicada no neighbor do PE1:

```
neighbor 20.202.131.1 route-map SET-WEIGHT-FIRST in
```

Segunda route-map aplicada no neighbor do PE1:

```
neighbor 30.1.255.3 route-map SET-WEIGHT-SEC in
```

Access-List 1 atualizada no PE3:

```
access-list 1 permit 4.4.4.4
access-list 1 permit 8.8.8.8
access-list 1 permit 11.101.0.0 0.0.7.255
access-list 1 permit 11.102.0.0 0.0.3.255
access-list 1 permit 20.202.0.0 0.0.255.255
access-list 2 permit 20.202.0.0 0.0.255.255
```

Segunda route-map aplicada no neighbor do PE3:

```
neighbor 20.202.132.1 route-map SET-WEIGHT-SEC in
```

## Ip BGP final do PE1:

```

PE1#show ip bgp
BGP table version is 14, local router ID is 30.1.255.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
*> 4.4.4.4/32      20.201.12.1                100 201 101 i
*                  20.202.131.1              0 202 102 101 i
*> 8.8.8.8/32      20.201.12.1                100 201 102 i
*                  20.202.131.1              0 202 102 i
*> 11.101.0.0/21   20.201.12.1                0 201 101 i
*                  20.202.131.1              0 202 102 101 i
*> 11.102.0.0/22   20.201.12.1                0 201 102 i
*                  20.202.131.1              0 202 102 i
*> 20.201.0.0/20   20.201.12.1                0 201 i
*                  20.202.131.1              0 202 102 201 i
* 20.202.0.0/16    20.201.12.1                0 201 102 202 i
*>                20.202.131.1              0 100 202 i
* i30.0.0.0/14     30.1.255.3                 1 100 0 i
*>                10.1.17.2                 1 32768 i
* i                30.1.255.4                 1 100 0 i
r 40.0.0.0/22      20.202.131.1              0 202 303 i
r>i               30.1.255.2                 1 100 0 303 i
* i60.0.0.0/19     30.1.255.3                 1 100 0 i
*>                10.1.17.2                 1 32768 i
* i                30.1.255.4                 1 100 0 i
*>i60.0.26.0/23    30.1.255.4                 0 100 0 65005 i
r>i194.14.56.0/22  30.1.255.2                 0 100 0 301 i
PE1#

```

## Ip BGP final do PE3:

```

PE3#show ip bgp
BGP table version is 24, local router ID is 30.1.255.3
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
r 4.4.4.4/32      20.202.141.1              0 202 102 101 i
r                  20.202.132.1              0 202 102 101 i
r i              30.1.255.1                0 100 0 201 101 i
r>i              30.1.255.1              0 100 100 201 101 i
r 8.8.8.8/32      20.202.141.1              0 202 102 i
r                  20.202.132.1              0 202 102 i
r i              30.1.255.1                0 100 0 201 102 i
r>i              30.1.255.1              0 100 100 201 102 i
r 11.101.0.0/21   20.202.141.1              0 202 102 101 i
r                  20.202.132.1              0 202 102 101 i
r i              30.1.255.1                0 100 0 201 101 i
r>i              30.1.255.1              0 100 100 201 101 i
r 11.102.0.0/22   20.202.141.1              0 202 102 i
r                  20.202.132.1              0 202 102 i
r i              30.1.255.1                0 100 0 201 102 i
r>i              30.1.255.1              0 100 100 201 102 i
r 20.201.0.0/20   20.202.141.1              0 202 102 201 i
r                  20.202.132.1              0 202 102 201 i
r i              30.1.255.1                0 100 0 201 i
r>i              30.1.255.1              0 100 0 201 i
r 20.202.0.0/16   20.202.141.1              1 0 202 i
r                  20.202.132.1              0 80 202 i
r i              30.1.255.1                0 100 0 202 i
r>i              30.1.255.1              0 100 100 202 i
*> 30.0.0.0/14     10.1.23.2                 1 32768 i
* i              30.1.255.4                 1 100 0 i
* i              30.1.255.1                 1 100 0 i
r 40.0.0.0/22      20.202.141.1              0 202 303 i
r                  20.202.132.1              0 202 303 i
r>i              30.1.255.2                 1 100 0 303 i
*> 60.0.0.0/19     10.1.23.2                 1 32768 i
* i              30.1.255.4                 1 100 0 i
* i              30.1.255.1                 1 100 0 i
*>i60.0.26.0/23    30.1.255.4                 0 100 0 65005 i
r 194.14.56.0/22  20.202.141.1              0 202 303 301 i
r>i              30.1.255.2                 0 100 0 301 i
PE3#

```

Trace do PE3 para o router R202\_3 pelo caminho pedido acima:

```
PE3#trace 20.202.255.253 source loopback 0
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 20.202.255.253

 0  10.1.17.1  20 msec  32 msec  28 msec
 1  20.202.131.1  32 msec  44 msec  44 msec
 2  10.202.11.2  48 msec  44 msec  44 msec
PE3#
```

Trace final para mostrar o caminho correto a funcional do Cliente 2 para a Internet 2:

```
PC302_3> trace 8.8.8.8 -m 25
trace to 8.8.8.8, 25 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  60.0.28.252  2.470 ms  2.457 ms  17.988 ms
 2  10.0.50.1    34.234 ms  16.052 ms  15.298 ms
 3  30.3.49.1    60.470 ms  60.174 ms  60.286 ms
 4  10.3.245.1   90.178 ms  76.170 ms  75.097 ms
 5  10.1.44.2    107.593 ms 119.673 ms  91.461 ms
 6  10.1.38.1    106.897 ms 135.107 ms 121.118 ms
 7  10.1.28.1    165.826 ms 152.134 ms 150.978 ms
 8  10.1.23.1    196.529 ms 181.481 ms 180.872 ms
 9  10.1.17.1    181.515 ms 179.220 ms 168.173 ms
10  20.201.12.1  195.015 ms 180.825 ms 167.508 ms
11  11.102.5.1   211.881 ms 195.208 ms 181.271 ms
12  *10.102.3.2  210.071 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
PC302_3> █
```



Para atingir o objectivo de ter a ligação do AS303 preferencial como a ligação do IXP, no R303\_1 implementamos um route-map parecido aos implementados nas soluções anteriores, neste route-map influenciámos o weight para os endereços 8.8.8.8 e 4.4.4.4 de maneira a saírem sempre pelo R303\_2 que tem ligação ao IXP, no entanto se virmos as tabelas BGP o caminho via N14\_2 ainda lá está presente, apenas não é o preferencial.

Access-list 1 no R303\_1:

```
access-list 1 permit 4.4.4.4
access-list 1 permit 8.8.8.8
```

Route-map SET-WEIGHT no R303\_1:

```
route-map SET-WEIGHT permit 10
 match ip address 1
 set weight 100
!
```

Route-map aplicada no neighbor do R303\_1:

```
neighbor 40.0.3.252 route-map SET-WEIGHT in
```

Ip BGP do R303\_1 antes:

```
R303_1#show ip bgp
BGP table version is 32, local router ID is 40.0.3.251
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
*> 4.4.4.4/32      20.202.142.1
* i               40.0.3.252          0      100      0 302 201 101 i
*> 8.8.8.8/32      20.202.142.1
* i               40.0.3.252          0      100      0 302 201 101 i
*> 11.101.0.0/21   20.202.142.1
* i               40.0.3.252          0      100      0 302 201 101 i
*> 11.102.0.0/22   20.202.142.1
r>i20.201.0.0/20    40.0.3.252          0      100      0 302 201 i
r                 20.202.142.1          0 202 102 201 i
*> 20.202.0.0/16   20.202.142.1          1
r>i30.0.0.0/14      40.0.3.252          1      100      0 302 i
r                 20.202.142.1          0 202 302 i
* i40.0.0.0/22     40.0.3.252          1      100      0 i
*>                 0.0.0.0              0          32768 i
r>i60.0.0.0/19      40.0.3.252          1      100      0 302 i
r                 20.202.142.1          0 202 302 i
r 60.0.26.0/23     20.202.142.1          0 202 302 i
r>i                 40.0.3.252          0      100      0 302 i
r>i194.14.56.0/22   40.0.3.252          0      100      0 301 i
R303_1#
```

Ip BGP do R303\_1 depois:

```
R303_1#show ip bgp
BGP table version is 28, local router ID is 40.0.3.251
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
r  4.4.4.4/32      20.202.142.1             0      100      100 302 201 101 i
r>i               40.0.3.252              0      100      100 302 201 101 i
r  8.8.8.8/32      20.202.142.1             0      100      100 302 201 102 i
r>i               40.0.3.252              0      100      100 302 201 102 i
*> 11.101.0.0/21   20.202.142.1             0      100      100 302 201 101 i
* i               40.0.3.252              0      100      100 302 201 101 i
*> 11.102.0.0/22   20.202.142.1             0      100      100 302 201 101 i
r  20.201.0.0/20    20.202.142.1             0      100      100 302 201 101 i
r>i               40.0.3.252              0      100      100 302 201 101 i
*> 20.202.0.0/16   20.202.142.1             1      100      100 302 201 101 i
r  30.0.0.0/14      20.202.142.1             0      100      100 302 201 101 i
r>i               40.0.3.252              0      100      100 302 201 101 i
*> 40.0.0.0/22     0.0.0.0                  0      100      100 302 201 101 i
* i               40.0.3.252              1      100      100 302 201 101 i
r  60.0.0.0/19      20.202.142.1             1      100      100 302 201 101 i
r>i               40.0.3.252              1      100      100 302 201 101 i
r  60.0.26.0/23     20.202.142.1             0      100      100 302 201 101 i
r>i               40.0.3.252              0      100      100 302 201 101 i
r  194.14.56.0/22   20.202.142.1             0      100      100 302 201 101 i
r>i               40.0.3.252              0      100      100 302 201 101 i
R303_1#
```

Trace do PC da AS 303 antes da configuração:

```
PC303_1> trace 8.8.8.8 -m 25
trace to 8.8.8.8, 25 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  40.0.0.252    17.457 ms  1.629 ms  1.840 ms
 2  8.8.8.8       5.108 ms  2.830 ms  4294953.850 ms
 3  40.0.0.251    4.191 ms  15.936 ms  3.004 ms
 4  20.202.142.1  17.171 ms
```

Trace do PC da AS 303 depois da configuração:

```
PC303_1> trace 8.8.8.8 -m 25
trace to 8.8.8.8, 25 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  40.0.0.252    15.977 ms  4.225 ms  1.961 ms
 2  30.1.254.132  33.278 ms  30.693 ms  30.659 ms
 3  10.1.22.2     67.723 ms  79.016 ms  61.114 ms
 4  10.1.25.2     60.757 ms  75.928 ms  76.110 ms
 5  10.1.23.1     121.045 ms 123.360 ms 123.121 ms
 6  10.1.17.1     121.541 ms 137.884 ms 120.558 ms
 7  20.201.12.1   138.118 ms 184.281 ms 136.776 ms
 8  11.102.5.1    123.949 ms 123.859 ms 122.010 ms
 9  *10.102.3.2   121.623 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

- a) Poderia existir uma agregação dos endereços ponto a ponto de forma a reduzir as tabelas de endereçamento.