

Trabalho Prático 2 - Encaminhamento de Tráfego

Grupo 2

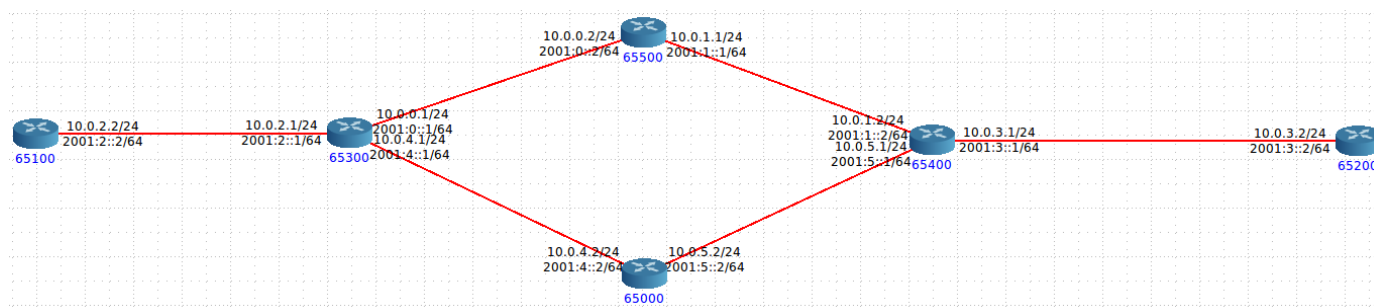
Bruno Dantas, Gonçalo Pereira, José Silva
a74027, a74413, a75280

2 de novembro de 2017

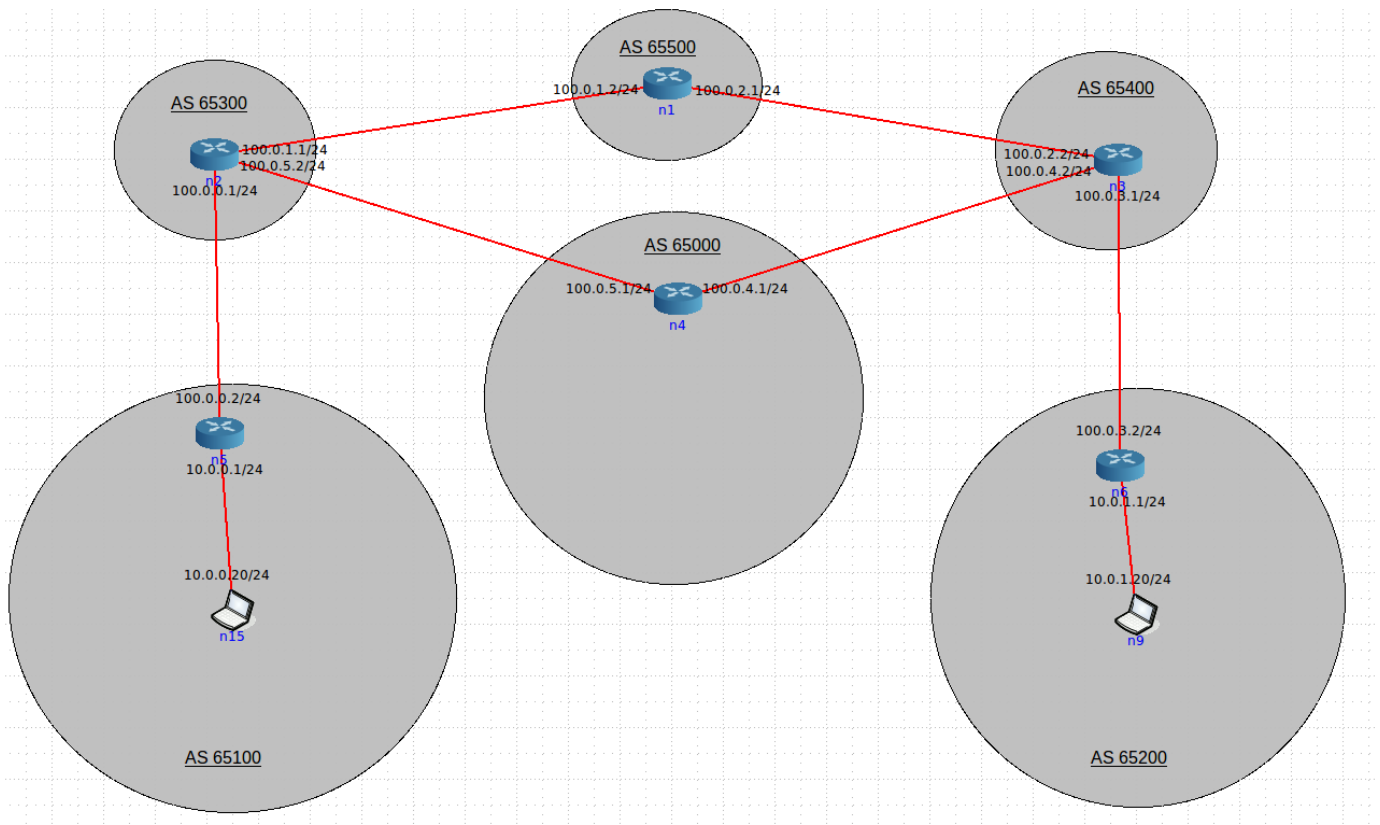
1 Sistemas Aut nomos

Na realização deste trabalho, terá sido proposta a simulação de um sistema múltiplo de encaminhamento de tráfego, com recurso do protocolo BGP.

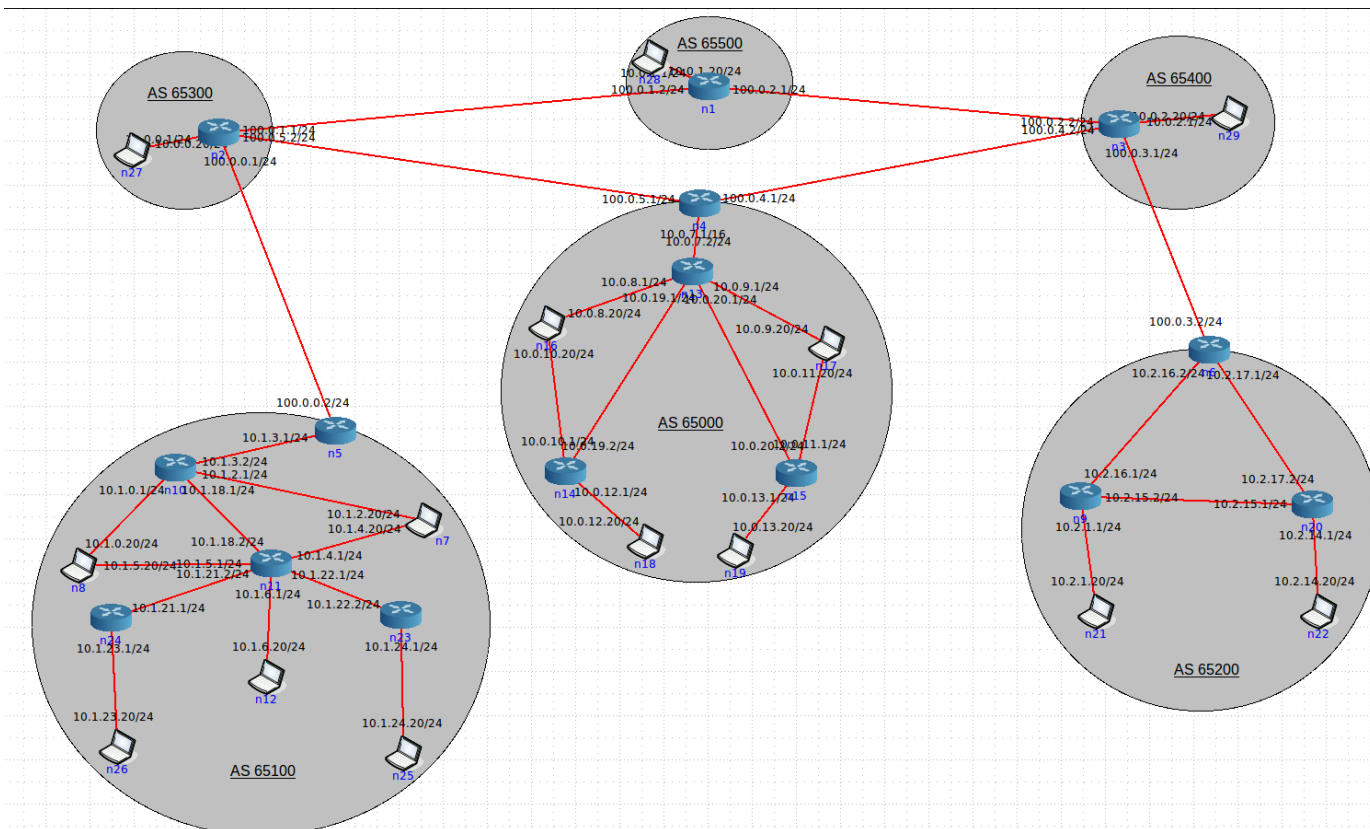
Tendo sido impostas algumas restrições, procedemos   criação de uma rede bastante simplificada, na qual estariam apenas os **Sistemas Aut nomos**, tal como verificável:



De seguida, e com os testes de conectividade verificados, procedemos   implementação dos hosts, separando cada sistema aut nomo com as demais restrições:



Por fim, restou a criação das redes locais dentro de cada sistema autónomo, nos quais adicionamos vários routers com protocolos RIP e OSPF, de modo a assegurar a conectividade entre si:



Nas demais secções deste relatório serão explorados os parâmetros de configuração de cada um dos sistemas autónomos, assim como dos routers, não esquecendo os respetivos testes de conectividade e tabelas de encaminhamento.

1.1 Configurações dos protocolos internos

No que toca a configurações de protocolos internos, e para o primeiro router do AS 65100, o router n10, cuja configuração é de **OSPF**, encontramos o seguinte:

```
router ospf
router-id 10.1.0.1
network 10.1.0.0/16 area 10.1.0.0
network 10.1.2.0/16 area 10.1.2.0
network 10.1.3.0/16 area 0
network 10.1.18.0/16 area 10.1.18.0
area 10.1.0.0 authentication
area 10.1.2.0 authentication
area 10.1.18.0 authentication
!
```

```

router ospf6
  router-id 10.1.0.1
  interface eth0 area 0.0.0.0
  interface eth1 area 0.0.0.0
  interface eth2 area 0.0.0.0
  interface eth3 area 0.0.0.0
!
```

Esta foi a configuração atribuída pelo CORE para que o router suportasse o protocolo. É importante referir que no primeiro bloco poderia ter sido utilizado apenas um dos comandos **'network'**, uma vez que para classificar a rede só são utilizados os 16 primeiros bits. No segundo bloco declara-se a área para cada interface do router, que neste AS era apenas a área 0.

No router intermédio, o router n11, com configurações **OSPF** e **RIP**, temos que:

```

router ospf
  router-id 10.1.4.1
  network 10.1.4.0/16 area 10.1.4.0
  network 10.1.5.0/16 area 10.1.5.0
  network 10.1.6.0/16 area 0
  network 10.1.18.0/16 area 10.1.18.0
  area 10.1.4.0 authentication
  area 10.1.5.0 authentication
  area 10.1.18.0 authentication
  redistribute rip
!
router ospf6
  router-id 10.1.4.1
  interface eth0 area 0.0.0.0
  interface eth1 area 0.0.0.0
  interface eth2 area 0.0.0.0
  interface eth3 area 0.0.0.0
  redistribute rip
!
router rip
  redistribute static
  redistribute connected
  redistribute ospf
  network 0.0.0.0/0
!
```

Por último, e no que toca aos últimos dois routers **RIP** desse mesmo **SA**, routers n23 e n24, temos configurações bastante semelhantes, bastando apenas enunciar uma delas, já que:

```

router rip
  redistribute static
  redistribute connected
  redistribute ospf
  network 0.0.0.0/0
!
```

O comando `redistribute static` indica que são redistribuídas as rotas estáticas, sem este comando o **SA** não anunciava as rotas e consequentemente outros **SAs** não a poderiam aprender.

O comando `redistribute connected` certifica que rotas por defeito de outros protocolos são redistribuídos para o OSPF. Essas rotas são tornam-se redistribuídas como externas ao **SA** e as únicas rotas em que não foi realizado *subnetting* são redistribuídas.

O comando `redistribute ospf` é utilizado para que o protocolo OSPF consiga fazer a distribuição de rotas aprendidas pelo protocolo BGP dentro do seu protocolo.

Nos restantes **SA**, as configurações de **RIP** e **OSPF** terão sido bastante semelhantes, apresentando resultados iguais aos enunciados anteriormente.

Por outro lado no **SA** 65000 consideramos três áreas de ospf sendo que:

- Área 0 - encontra-se entre o router n13 e router n4;
- Área 1 - encontra-se entre o router n13 e router n14;
- Área 2 - encontra-se entre o router n13 e router n15.

As configurações de tais redes encontram-se enunciadas por:

Router n13:

```

router ospf
  router-id 10.0.7.2
  network 10.0.7.0/24 area 10.0.7.0
  network 10.0.8.0/24 area 10.0.8.0
  network 10.0.9.0/24 area 10.0.9.0
  network 10.0.19.0/24 area 10.0.19.0
  network 10.0.20.0/24 area 10.0.20.0
  area 10.0.7.0 authentication
  area 10.0.8.0 authentication
  area 10.0.9.0 authentication
  area 10.0.19.0 authentication
```

```

    area 10.0.20.0 authentication
!
router ospf6
  router-id 10.0.7.2
  interface eth0 area 0.0.0.0
  interface eth1 area 0.0.0.0
  interface eth2 area 0.0.0.0
  interface eth3 area 0.0.0.0
  interface eth4 area 0.0.0.0
!

```

Router n14:

```

router ospf
  router-id 10.0.10.1
  network 10.0.10.0/24 area 10.0.10.0
  network 10.0.12.0/24 area 10.0.12.0
  network 10.0.19.0/24 area 10.0.19.0
  area 10.0.10.0 authentication
  area 10.0.12.0 authentication
  area 10.0.19.0 authentication
!
router ospf6
  router-id 10.0.10.1
  interface eth0 area 0.0.0.0
  interface eth1 area 0.0.0.0
  interface eth2 area 0.0.0.0
!

```

Router n15:

```

router ospf
  router-id 10.0.11.1
  network 10.0.11.0/24 area 10.0.11.0
  network 10.0.13.0/24 area 10.0.13.0
  network 10.0.20.0/24 area 10.0.20.0
  area 10.0.11.0 authentication
  area 10.0.13.0 authentication
  area 10.0.20.0 authentication
!
router ospf6
  router-id 10.0.11.1
  interface eth0 area 0.0.0.0
  interface eth1 area 0.0.0.0
  interface eth2 area 0.0.0.0
!

```

1.2 Configurações BGP

Em cada um dos sistemas autônomos, foram utilizadas as seguintes configurações:

Para o SA n1 (AS 65500):

```
interface eth0
  ip address 100.0.1.2/24
  ipv6 address 2001:1::2/64
!
interface eth1
  ip address 100.0.2.1/24
  ipv6 address 2001:2::1/64
!
!
! BGP configuration
!
! You should configure the AS number below,
! along with this router's peers.
!
router bgp 65500
  bgp router-id 100.0.1.2
  redistribute connected
  neighbor 100.0.2.2 remote-as 65400
  neighbor 100.0.1.1 remote-as 65300
!
```

Para o SA n2 (AS 65300):

```
interface eth0
  ip address 100.0.0.1/24
  ipv6 address 2001::1/64
!
interface eth1
  ip address 100.0.1.1/24
  ipv6 address 2001:1::1/64
!
interface eth2
  ip address 100.0.5.2/24
  ipv6 address 2001:5::2/64
!
!
! BGP configuration
!
```

```

! You should configure the AS number below,
! along with this router's peers.
!
router bgp 65300
  bgp router-id 100.0.0.1
  redistribute connected
  neighbor 100.0.1.2 remote-as 65500
  neighbor 100.0.0.2 remote-as 65100
  neighbor 100.0.5.1 remote-as 65000
  network 100.0.0.0 mask 255.255.255.0
  network 100.0.1.0 mask 255.255.255.0
  network 100.0.5.0 mask 255.255.255.0
!

route-map foo permit 10
  match as-path 1
!

```

Para o SA n3 (AS 65400):

```

interface eth0
  ip address 100.0.0.1/24
  ipv6 address 2001::1/64
!
interface eth1
  ip address 100.0.1.1/24
  ipv6 address 2001:1::1/64
!
interface eth2
  ip address 100.0.5.2/24
  ipv6 address 2001:5::2/64
!
!
! BGP configuration
!
! You should configure the AS number below,
! along with this router's peers.
!
router bgp 65300
  bgp router-id 100.0.0.1
  redistribute connected
  neighbor 100.0.1.2 remote-as 65500
  neighbor 100.0.0.2 remote-as 65100
  neighbor 100.0.5.1 remote-as 65000
  network 100.0.0.0 mask 255.255.255.0
  network 100.0.1.0 mask 255.255.255.0

```



```

    network 100.0.5.0 mask 255.255.255.0
    !

route-map foo permit 10
    match as-path 1
    !

    Para o SA n4 (AS 65000):

interface eth0
    ip address 100.0.0.1/24
    ipv6 address 2001::1/64
    !
interface eth1
    ip address 100.0.1.1/24
    ipv6 address 2001:1::1/64
    !
interface eth2
    ip address 100.0.5.2/24
    ipv6 address 2001:5::2/64
    !
    !
    ! BGP configuration
    !
    ! You should configure the AS number below,
    ! along with this router's peers.
    !
router bgp 65300
    bgp router-id 100.0.0.1
    redistribute connected
    neighbor 100.0.1.2 remote-as 65500
    neighbor 100.0.0.2 remote-as 65100
    neighbor 100.0.5.1 remote-as 65000
    network 100.0.0.0 mask 255.255.255.0
    network 100.0.1.0 mask 255.255.255.0
    network 100.0.5.0 mask 255.255.255.0
    !

route-map foo permit 10
    match as-path 1
    !

```

```

    Para o SA n5 (AS 65100):

interface eth0
    ip address 100.0.0.1/24

```

```

    ipv6 address 2001::1/64
!
interface eth1
    ip address 100.0.1.1/24
    ipv6 address 2001:1::1/64
!
interface eth2
    ip address 100.0.5.2/24
    ipv6 address 2001:5::2/64
!
!
! BGP configuration
!
! You should configure the AS number below,
! along with this router's peers.
!
router bgp 65300
    bgp router-id 100.0.0.1
    redistribute connected
    neighbor 100.0.1.2 remote-as 65500
    neighbor 100.0.0.2 remote-as 65100
    neighbor 100.0.5.1 remote-as 65000
    network 100.0.0.0 mask 255.255.255.0
    network 100.0.1.0 mask 255.255.255.0
    network 100.0.5.0 mask 255.255.255.0
!

route-map foo permit 10
    match as-path 1
!

Para o SA n6 (AS 65200):

interface eth0
    ip address 100.0.0.1/24
    ipv6 address 2001::1/64
!
interface eth1
    ip address 100.0.1.1/24
    ipv6 address 2001:1::1/64
!
interface eth2
    ip address 100.0.5.2/24
    ipv6 address 2001:5::2/64
!
!
```

```

! BGP configuration
!
! You should configure the AS number below,
! along with this router's peers.
!
router bgp 65300
  bgp router-id 100.0.0.1
  redistribute connected
  neighbor 100.0.1.2 remote-as 65500
  neighbor 100.0.0.2 remote-as 65100
  neighbor 100.0.5.1 remote-as 65000
  network 100.0.0.0 mask 255.255.255.0
  network 100.0.1.0 mask 255.255.255.0
  network 100.0.5.0 mask 255.255.255.0
!

route-map foo permit 10
  match as-path 1
!

```

É de se destacar que, no caso dos AS65100/65200, existe uma cláusula de restrição de tráfego, na medida em que se rejeita todo o tráfego proveniente do AS com quem não querem comunicar.

No caso do AS 65000, por outro lado, existe também a cláusula em que não possibilita o anúncio de rotas quer para o AS 65300 quer para o AS 65400, de modo a que não funcione como um sistema autónomo de trânsito.

1.3 Tabelas de encaminhamento

De seguida ilustram-se as tabelas de encaminhamento dos border routers dos diferentes AS, assim como de routers que suportam mais do que um protocolo.

```

n6# show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, o - OSPF6, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

R>* 10.2.1.0/24 [120/2] via 10.2.16.1, eth1, 00:06:04
R>* 10.2.14.0/24 [120/2] via 10.2.17.2, eth2, 00:06:03
R>* 10.2.15.0/24 [120/2] via 10.2.16.1, eth1, 00:06:04
C>* 10.2.16.0/24 is directly connected, eth1
C>* 10.2.17.0/24 is directly connected, eth2
B>* 100.0.0.0/24 [20/0] via 100.0.3.1, eth0, 00:05:27
B>* 100.0.1.0/24 [20/0] via 100.0.3.1, eth0, 00:05:57
B>* 100.0.2.0/24 [20/1] via 100.0.3.1, eth0, 00:05:57
S   100.0.3.0/24 [1/0] is directly connected, eth0
C>* 100.0.3.0/24 is directly connected, eth0
B>* 100.0.4.0/24 [20/1] via 100.0.3.1, eth0, 00:05:57
B>* 100.0.5.0/24 [20/0] via 100.0.3.1, eth0, 00:05:27
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo

```

Esta tabela corresponde ao router n6, que é o border router do AS 65200 e que suporta também o protocolo RIP para interligação do tráfego interno. As três entradas começadas com a letra 'C' correspondem às sub-redes a que as interfaces do router estão diretamente ligadas. A entrada começada com a letra 'S' refere-se à rota por defeito que o router anuncia aos restantes routers do protocolo RIP, para a saída do tráfego gerado interiormente. As restantes referem-se às rotas aprendidas com a troca de anúncios entre vizinhos através dos protocolos RIP e BGP.

```

n5# show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, o - OSPF6, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

O>* 10.1.0.0/24 [110/20] via 10.1.3.2, eth1, 00:04:13
O>* 10.1.2.0/24 [110/20] via 10.1.3.2, eth1, 00:04:13
O   10.1.3.0/24 [110/10] is directly connected, eth1, 00:05:03
C>* 10.1.3.0/24 is directly connected, eth1
O>* 10.1.4.0/24 [110/30] via 10.1.3.2, eth1, 00:04:08
O>* 10.1.5.0/24 [110/30] via 10.1.3.2, eth1, 00:04:08
O>* 10.1.6.0/24 [110/30] via 10.1.3.2, eth1, 00:04:08
O>* 10.1.18.0/24 [110/20] via 10.1.3.2, eth1, 00:04:13
O>* 10.1.21.0/24 [110/30] via 10.1.3.2, eth1, 00:04:08
O>* 10.1.22.0/24 [110/30] via 10.1.3.2, eth1, 00:04:08
O>* 10.1.23.0/24 [110/20] via 10.1.3.2, eth1, 00:04:07
O>* 10.1.24.0/24 [110/20] via 10.1.3.2, eth1, 00:04:07
O   100.0.0.0/24 [110/10] is directly connected, eth0, 00:05:03
S   100.0.0.0/24 [1/0] is directly connected, eth0
C>* 100.0.0.0/24 is directly connected, eth0
B>* 100.0.1.0/24 [20/0] via 100.0.0.1, eth0, 00:04:56
B>* 100.0.2.0/24 [20/0] via 100.0.0.1, eth0, 00:04:26
B>* 100.0.3.0/24 [20/0] via 100.0.0.1, eth0, 00:04:26
B>* 100.0.4.0/24 [20/0] via 100.0.0.1, eth0, 00:04:26
B>* 100.0.5.0/24 [20/0] via 100.0.0.1, eth0, 00:04:56
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo

```

O router n5 apresenta esta tabela, sendo também um border router (AS 65100) que suporta simultaneamente o protocolo OSPF. A tabela mostra a rota estática utilizada para anunciar rotas por defeito aos vizinhos, as rotas aprendidas através protocolo BGP para atingir os diferentes AS, as rotas aprendidas através do protocolo OSPF com a troca de anúncios entre vizinhos e as rotas referentes à sub-rede a que as interfaces estão diretamente ligadas.

```

n11# show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, o - OSPF6, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C * 10.1.0.0/16 is directly connected, eth3
C * 10.1.0.0/16 is directly connected, eth2
C * 10.1.0.0/16 is directly connected, eth1
C>* 10.1.0.0/16 is directly connected, eth0
O>* 10.1.0.0/24 [110/20] via 10.1.18.1, eth3, 00:02:53
O>* 10.1.2.0/24 [110/20] via 10.1.18.1, eth3, 00:02:53
O>* 10.1.3.0/24 [110/20] via 10.1.18.1, eth3, 00:02:53
O 10.1.4.0/24 [110/10] is directly connected, eth0, 00:03:38
C>* 10.1.4.0/24 is directly connected, eth0
O 10.1.5.0/24 [110/10] is directly connected, eth1, 00:03:38
C>* 10.1.5.0/24 is directly connected, eth1
O 10.1.6.0/24 [110/10] is directly connected, eth2, 00:03:38
C>* 10.1.6.0/24 is directly connected, eth2
O 10.1.18.0/24 [110/10] is directly connected, eth3, 00:03:38
S 10.1.18.0/24 [1/0] is directly connected, eth3
C>* 10.1.18.0/24 is directly connected, eth3
O 10.1.21.0/24 [110/10] is directly connected, eth4, 00:03:38
C>* 10.1.21.0/24 is directly connected, eth4
O 10.1.22.0/24 [110/10] is directly connected, eth5, 00:03:38
C>* 10.1.22.0/24 is directly connected, eth5
R>* 10.1.23.0/24 [120/2] via 10.1.21.1, eth4, 00:03:36
R>* 10.1.24.0/24 [120/2] via 10.1.22.2, eth5, 00:03:36
O>* 100.0.0.0/24 [110/30] via 10.1.18.1, eth3, 00:02:48
O>* 100.0.1.0/24 [110/20] via 10.1.18.1, eth3, 00:02:47
O>* 100.0.2.0/24 [110/20] via 10.1.18.1, eth3, 00:02:47
O>* 100.0.3.0/24 [110/20] via 10.1.18.1, eth3, 00:02:47
O>* 100.0.4.0/24 [110/20] via 10.1.18.1, eth3, 00:02:47
O>* 100.0.5.0/24 [110/20] via 10.1.18.1, eth3, 00:02:47
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo

```

Dentro do AS 65100, o router n11 conjuga o protocolo OSPF com o protocolo RIP. A tabela mostra que o router, apesar de ser interno, possui entradas com as rotas relativas aos diferentes AS. Estas rotas foram ensinadas pelo n10, que por sua vez lhe foram ensinadas pelo n5. Ou seja, o router que suporta simultaneamente BGP e OSPF aprendeu as rotas pelo protocolo BGP, mas os anúncios dessa rota foram feitos pelo protocolo OSPF. Existe uma entrada correspondente a uma rota estática, que é a rota por defeito para saída de tráfego (do protocolo RIP) e que foi ensinada aos restantes routers desse mesmo protocolo. As restantes entradas correspondem a rotas para as sub-redes às quais as interfaces estão diretamente ligadas, sejam estas correspondentes a hosts ou a routers.

1.4 Testes de conectividade

De modo a averiguar a conectividade existente entre cada um dos **AS**, procedemos à execução de testes de conectividade, através do múltiplo teste do comando **ping**, devolvendo os seguintes resultados:

Desde o AS 65100 até ao AS 65200,

```
n5# ping 100.0.3.2
connect: Network is unreachable
```

Desde o AS 65200 até ao AS 65100,

```
n6# ping 100.0.0.2
connect: Network is unreachable
```

Ou seja, e como cada um dos **AS** não aceita comunicar quer com um, quer com o outro, é impossível satisfazer a possibilidade de que possam trocar informação.

Nos restantes **SA**, decidimos exemplificar com uma das tabelas de routing BGP, de modo a mostrar que as rotas se encontram a funcionar e estão encaminhadas para o sistema autónomo correto. Como tal, e através da configuração do SA 65300:

```

n2# sh ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 100.0.0.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop         Metric LocPrf Weight Path
*> 10.1.0.0/24     100.0.0.2             20           0 65100 ?
*> 10.1.2.0/24     100.0.0.2             20           0 65100 ?
*> 10.1.3.0/24     100.0.0.2              1           0 65100 ?
*> 10.1.4.0/24     100.0.0.2             30           0 65100 ?
*> 10.1.5.0/24     100.0.0.2             30           0 65100 ?
*> 10.1.6.0/24     100.0.0.2             30           0 65100 ?
*> 10.1.18.0/24    100.0.0.2             20           0 65100 ?
*> 10.1.21.0/24    100.0.0.2             30           0 65100 ?
*> 10.1.22.0/24    100.0.0.2             30           0 65100 ?
*> 10.1.23.0/24    100.0.0.2             20           0 65100 ?
*> 10.1.24.0/24    100.0.0.2             20           0 65100 ?
*> 10.2.1.0/24     100.0.1.2             0           0 65500 65400 65200 ?
*> 10.2.14.0/24    100.0.1.2             0           0 65500 65400 65200 ?
*> 10.2.15.0/24    100.0.1.2             0           0 65500 65400 65200 ?
*> 10.2.16.0/24    100.0.1.2             0           0 65500 65400 65200 ?
*> 10.2.17.0/24    100.0.1.2             0           0 65500 65400 65200 ?
* 100.0.0.0/24     100.0.0.2             0           0 65100 i
*> 0.0.0.0         0.0.0.0               0          32768 i
* 0.0.0.0         0.0.0.0               1          32768 ?
* 100.0.1.0/24     100.0.1.2             1           0 65500 ?
*> 0.0.0.0         0.0.0.0               0          32768 i
* 0.0.0.0         0.0.0.0               1          32768 ?
*> 100.0.2.0/24     100.0.1.2             1           0 65500 ?
*> 100.0.3.0/24     100.0.1.2             0           0 65500 65400 ?
*> 100.0.4.0/24     100.0.1.2             0           0 65500 65400 ?
*> 100.0.5.0/24     0.0.0.0               0          32768 i
* 0.0.0.0         0.0.0.0               1          32768 ?

Total number of prefixes 22

```

É possível verificar que o tráfego para o AS 65400 é encaminhado por 65500, não optando pelo AS 65000 (visto que este não informa a 65300 a existência da rota desde si até 65400).