

Interligação de Redes IP

Luís Magalhães¹², Luís Sousa¹³, and Hugo Marques¹⁴

¹ University of Minho, Braga, Portugal

² pg47415@alunos.uminho.pt

³ a89597@alunos.uminho.pt

⁴ pg47848@alunos.uminho.pt

Abstract. Keywords: router · host · RIP · OSPF · vtysh

1 Protocolo RIP

1. Definir uma topologia de uma rede de interligação envolvendo vários routers, os respectivos links, e redes cliente. A topologia criada deverá incluir pelo menos duas situações distintas de redundância: i) na perspectiva de pelo menos um dos routers existem pelo menos dois caminhos alternativos com o mesmo custo mínimo para atingir uma determinada rede (e.g. router x para atingir a rede A) e ii) na perspectiva de pelo menos um dos routers existem pelo menos dois caminhos de custo diferente para atingir uma ou mais redes (e.g. router y para atingir a rede B). A Figura 1 apresenta meramente uma topologia exemplo definida neste contexto.

Neste exercício foi-nos pedido para criar uma topologia que respeitasse as regras expressas em i) e ii), pelo que criamos uma topologia semelhante à sugerida.

2. Analise/comente a configuração dos endereços (IPv4) das interfaces de rede dos routers/hosts que foi efetuada pelo CORE.

Observando os IPs atribuídos automaticamente pelo core podemos constatar que, como era esperado, cada conexão direta entre dois ou mais dispositivos é considerada uma rede.

3. Configure, na interface gráfica, todos os routers da topologia para usarem o protocolo RIP para difusão de todas as redes de interligação e redes clientes.

Utilizando a opção de configuração da interface gráfica para router podemos constatar que estes utilizam OSPF v2 e v3. Podemos então desativar estes protocolos e ativar o RIP, em todos os routers da topologia.

4. Ative a topologia e proceda a testes de conectividade (e.g. ping, etc.) entre os diversos equipamentos. Verifique também as rotas utilizadas pelo tráfego que circula na rede.

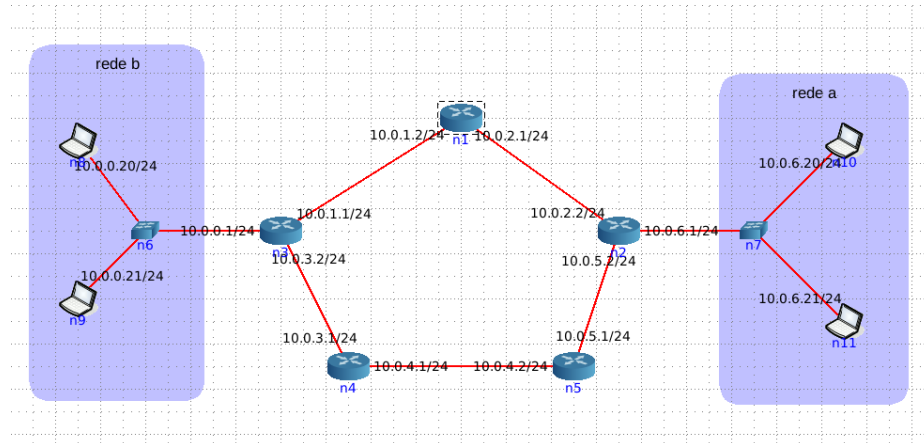


Fig. 1. Topologia construída.

Para verificar conectividade em toda a rede decidimos examinar a existência de conexão entre a rede a e a rede b e entre os routers inferiores da rede de interligação.

Com o comando traceroute entre a rede A e a rede B podemos verificar que, como esperado, os pacotes utilizam o caminho que contem n1, uma vez que este possui menos saltos.

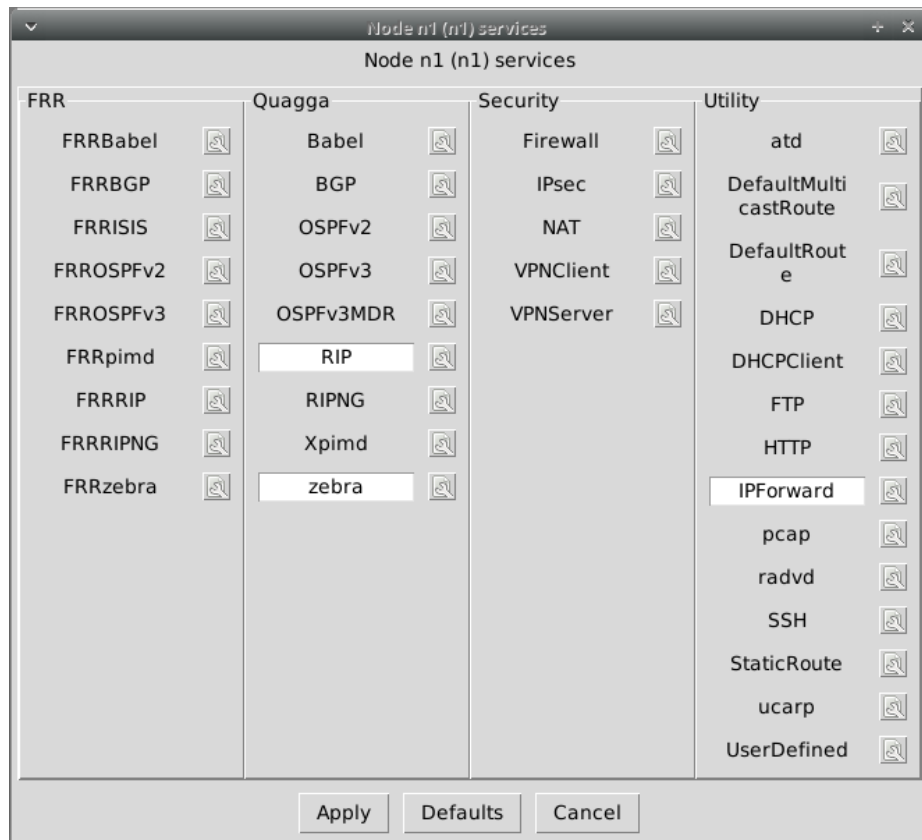
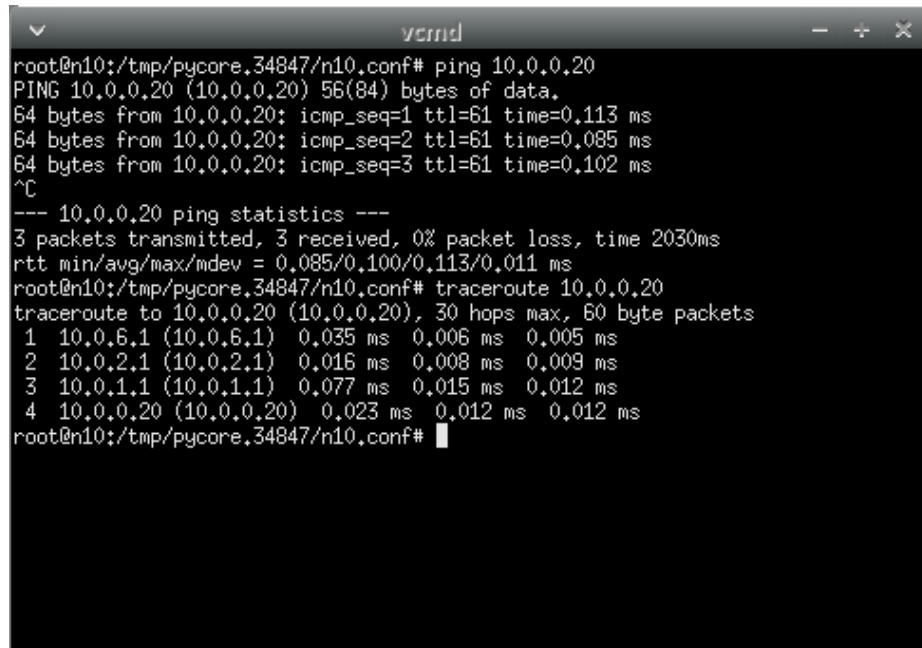


Fig. 2. Protocolo Rip ativo num servidor.

Podemos verificar também a existência de conexão na parte inferior da rede de interligação.

5. i) Visualize e explique as tabelas de routing que foram estabelecidas pelos routers da rede de interligação. [nota: selecione e explique em detalhe uma tabela de routing específica que considere relevante para esse efeito] ii) Visualize e explique as tabelas de routing dos hosts das redes clientes. [nota: explique em detalhe uma tabela de routing específica de um dos hosts]



```

vtysh
root@n10:/tmp/pycore.34847/n10.conf# ping 10.0.0.20
PING 10.0.0.20 (10.0.0.20) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.20: icmp_seq=1 ttl=61 time=0.113 ms
64 bytes from 10.0.0.20: icmp_seq=2 ttl=61 time=0.085 ms
64 bytes from 10.0.0.20: icmp_seq=3 ttl=61 time=0.102 ms
^C
--- 10.0.0.20 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2030ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.085/0.100/0.113/0.011 ms
root@n10:/tmp/pycore.34847/n10.conf# traceroute 10.0.0.20
traceroute to 10.0.0.20 (10.0.0.20), 30 hops max, 60 byte packets
 1 10.0.6.1 (10.0.6.1) 0.035 ms 0.006 ms 0.005 ms
 2 10.0.2.1 (10.0.2.1) 0.016 ms 0.008 ms 0.009 ms
 3 10.0.1.1 (10.0.1.1) 0.077 ms 0.015 ms 0.012 ms
 4 10.0.0.20 (10.0.0.20) 0.023 ms 0.012 ms 0.012 ms
root@n10:/tmp/pycore.34847/n10.conf#

```

Fig. 3. Comando ping e traceroute no host n10.

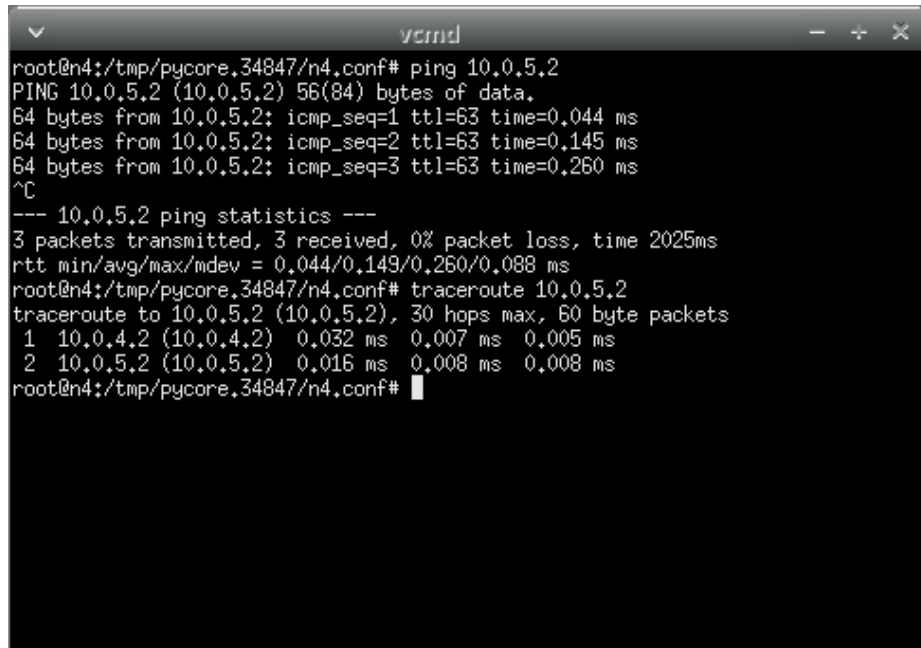
Observando esta tabela, podemos imediatamente concluir que as rotas obtidas na prática são idênticas às esperadas.

Existem 4 rotas diretamente conectadas, sendo uma delas o localhost (127.0.0.0/8) e as 3 restantes são as interfaces para as redes que o router pertence (10.0.0.0/24, 10.0.1.0/24, 10.0.3.0/24). As restantes 4 rotas utilizam o protocolo RIP, 3 delas utilizam como interface de saída a eth1 (10.0.1.2/24) e a restante a eth2 (10.0.3.1/24). A interface de saída para a rede 10.0.5.0/24 é a eth1 (10.0.1.2/24), mas como sabemos que o RIP calcula as rotas consoante o número de saltos, a interface eth2 (10.0.3.1/24) também poderia ter sido escolhida.

6. Suponha que pretendia alterar o intervalo de tempo segundo o qual são gerados os updates enviados pelo protocolo RIP. Que comando utilizaria para o efeito?

Abrindo o modo de configuração do protocolo RIP através dos comandos "configure terminal" e "router rip" temos acesso ao comando timer. Através deste podemos alterar todos os tempos utilizados pelo protocolo RIP.

7. Através da consola de configuração (vtysh) dos routers desative um (ou mais) links/interfaces de interligação por forma a originar duas situações distin-



```

root@n4:/tmp/pycore.34847/n4.conf# ping 10.0.5.2
PING 10.0.5.2 (10.0.5.2) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 10.0.5.2: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.044 ms
64 bytes from 10.0.5.2: icmp_seq=2 ttl=63 time=0.145 ms
64 bytes from 10.0.5.2: icmp_seq=3 ttl=63 time=0.260 ms
^C
--- 10.0.5.2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2025ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.044/0.149/0.260/0.088 ms
root@n4:/tmp/pycore.34847/n4.conf# traceroute 10.0.5.2
traceroute to 10.0.5.2 (10.0.5.2), 30 hops max, 60 byte packets
 1 10.0.4.2 (10.0.4.2) 0.032 ms 0.007 ms 0.005 ms
 2 10.0.5.2 (10.0.5.2) 0.016 ms 0.008 ms 0.008 ms
root@n4:/tmp/pycore.34847/n4.conf#

```

Fig. 4. Comando ping e traceroute no router n4.

tas: i) apesar da(s) interface(s) desativadas todos os routers/redes da topologia podem manter conectividade; ii) alguns dos routers/redes ficam sem caminhos disponíveis para atingir outros routers/redes da topologia. Para cada uma das situações explique o que observou em relação às alterações das tabelas de routing dos equipamentos e ao tempo de propagação da informação de routing. [nota: para cada caso deverá ser também selecionada e explicada em detalhe uma tabela de routing específica que considere relevante para esse efeito]

Para a primeira parte deste exercício decidimos desativar a rede 10.0.1.0, desativando as interfaces eth0 e eth1 dos routers n1 e n3 respetivamente.

Comparando esta tabela com a tabela apresentada no exercício 5, como a interface eth1 foi desativada todas as rotas em que esta interface era utilizada passam a utilizar a interface eth2.

Aproveitando as interfaces desativadas na primeira alínea, para a segunda apenas desligamos as interfaces na rede 10.0.4.0/24, sendo estas as interfaces eth1 e eth0 dos routers n4 e n5 respetivamente.

Após desativar todas as interfaces escolhidas verificamos que não existe conectividade entre a rede a e a rede b, pelo que na tabela de encaminhamento do router n3 apenas existem os seus vizinhos.

```

root@n3:/tmp/pycore.34847/n3.conf# vtysh

Hello, this is Quagga (version 0.99.21mr2.2-dev).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

n3# 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>* 10.0.0.0/24 is directly connected, eth0
C>* 10.0.1.0/24 is directly connected, eth1
R>* 10.0.2.0/24 [120/2] via 10.0.1.2, eth1, 00:00:12
C>* 10.0.3.0/24 is directly connected, eth2
R>* 10.0.4.0/24 [120/2] via 10.0.3.1, eth2, 00:00:12
R>* 10.0.5.0/24 [120/3] via 10.0.1.2, eth1, 00:00:11
R>* 10.0.6.0/24 [120/3] via 10.0.1.2, eth1, 00:00:11
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo

n3# █

```

Fig. 5. Tabela de encaminhamento do router n3.

```

n3(config)# interface eth1
n3(config-if)# shutdown
n3(config-if)# █

n1# configure terminal
n1(config)# interface eth0
n1(config-if)# shutdown
n1(config-if)# █

```

Fig. 6. Desativação das interfaces nos routers n1 e n3.

8. Configure um dos routers da sua topologia por forma a que o tráfego que ele transmite para uma determinada rede destino não passe pelo caminho com um menor numero de saltos, mas sim por um outro caminho alternativo (ou seja, no exemplo da Figura 1, o router y para enviar tráfego destinado à rede B passaria a usar o caminho que passa pelo router x. Para todos os restantes destinos o caminho com o menor número de saltos continuaria a ser o escolhido). [sugestão: nas aulas teóricas foi mencionado um comando específico que permite resolver esta questão]

Para causar esta mudança no calculo das rotas especificamente apenas num router utilizaremos o comando "offset-list".

```

root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf# traceroute 10.0.6.20
traceroute to 10.0.6.20 (10.0.6.20), 30 hops max, 60 byte packets
 1 10.0.0.1 (10.0.0.1) 0.062 ms 0.006 ms 0.006 ms
 2 10.0.3.1 (10.0.3.1) 0.015 ms 0.008 ms 0.008 ms
 3 10.0.4.2 (10.0.4.2) 0.017 ms 0.010 ms 0.009 ms
 4 10.0.5.2 (10.0.5.2) 0.019 ms 0.012 ms 0.012 ms
 5 10.0.6.20 (10.0.6.20) 0.062 ms 0.016 ms 0.015 ms
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#

```

Fig. 7. Tracerout de n8 para n10 após desativar as interfaces nos routers n1 e n3.

```

root@n3:/tmp/pycore.34847/n3.conf# vtysh
Hello, this is Quagga (version 0.99.21mr2.2-dev).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

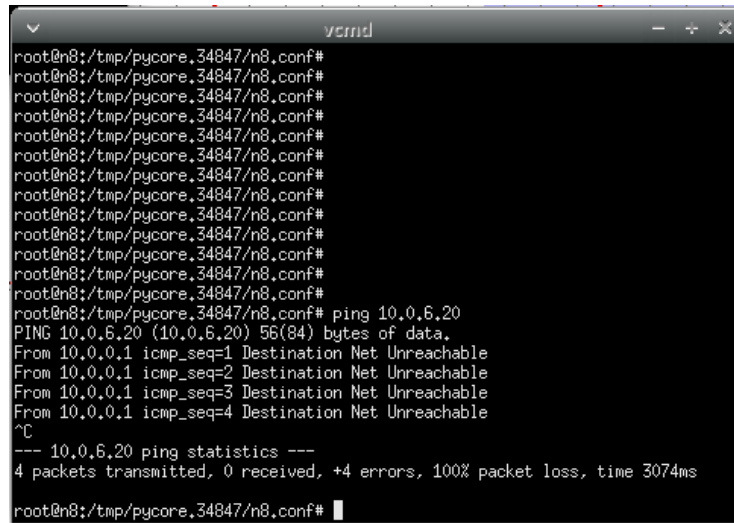
n3# show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, o - OSPF6, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* 10.0.0.0/24 is directly connected, eth0
R>* 10.0.2.0/24 [120/4] via 10.0.3.1, eth2, 00:08:59
C>* 10.0.3.0/24 is directly connected, eth2
R>* 10.0.4.0/24 [120/2] via 10.0.3.1, eth2, 00:15:03
R>* 10.0.5.0/24 [120/3] via 10.0.3.1, eth2, 00:08:59
R>* 10.0.6.0/24 [120/4] via 10.0.3.1, eth2, 00:08:59
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
n3#

```

Fig. 8. Tabela de encaminhamento do router n3 após desativar as interfaces de n1 e n3.

Para poder utilizar este comando necessitamos de primeiramente criar uma access-list que englobe todo o tráfego. Para tal, podemos, em modo de configuração, utilizar o comando "access-list 1 permit any".

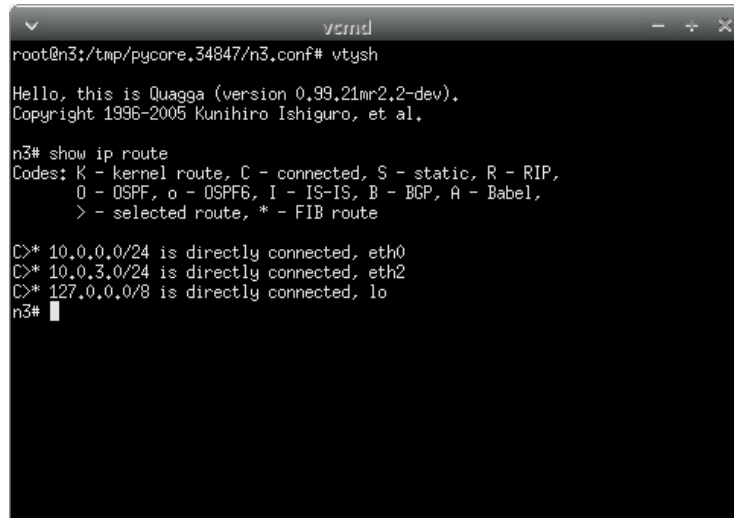


```

root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf# ping 10.0.6.20
PING 10.0.6.20 (10.0.6.20) 56(84) bytes of data.
From 10.0.0.1 icmp_seq=1 Destination Net Unreachable
From 10.0.0.1 icmp_seq=2 Destination Net Unreachable
From 10.0.0.1 icmp_seq=3 Destination Net Unreachable
From 10.0.0.1 icmp_seq=4 Destination Net Unreachable
^C
--- 10.0.6.20 ping statistics ---
4 packets transmitted, 0 received, +4 errors, 100% packet loss, time 3074ms
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#

```

Fig. 9. ping da rede b para a rede a após desativar todas as interfaces mencionadas.



```

root@n3:/tmp/pycore.34847/n3.conf# vtysh
Hello, this is Quagga (version 0.99.21mr2.2-dev).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

n3# 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>* 10.0.0.0/24 is directly connected, eth0
C>* 10.0.3.0/24 is directly connected, eth2
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
n3#

```

Fig. 10. Tabela de encaminhamento do router n3 após desativar todas as interfaces mencionadas.

Com a access-list criada podemos executar o comando "offset-list 1 out 5 eth1", que vai alterar a métrica utilizada para todo o tráfego de saída pela porta eth1.

Utilizando a ferramenta traceroute entre a rede a e a rede b, podemos facilmente verificar a alteração.


```

vcmd
root@n10:/tmp/pycore.34847/n10.conf# traceroute 10.0.0.20
traceroute to 10.0.0.20 (10.0.0.20), 30 hops max, 60 byte packets
 1 10.0.6.1 (10.0.6.1) 0.085 ms 0.023 ms 0.024 ms
 2 10.0.5.1 (10.0.5.1) 0.050 ms 0.025 ms 0.008 ms
 3 10.0.4.1 (10.0.4.1) 0.053 ms 0.030 ms 0.029 ms
 4 10.0.1.1 (10.0.1.1) 0.217 ms 0.018 ms 0.012 ms
 5 10.0.0.20 (10.0.0.20) 0.057 ms 0.014 ms 0.014 ms
root@n10:/tmp/pycore.34847/n10.conf#

vcmd
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf# traceroute 10.0.6.20
traceroute to 10.0.6.20 (10.0.6.20), 30 hops max, 60 byte packets
 1 10.0.0.1 (10.0.0.1) 0.052 ms 0.007 ms 0.005 ms
 2 10.0.2.1 (10.0.2.1) 0.034 ms 0.013 ms 0.011 ms
 3 10.0.5.2 (10.0.5.2) 0.014 ms 0.054 ms 0.013 ms
 4 10.0.6.20 (10.0.6.20) 0.090 ms 0.016 ms 0.013 ms
root@n8:/tmp/pycore.34847/n8.conf#

```

Fig. 11. traceroute após alteração unidireccional dos pesos da rota mais curta.

9. Assuma que a rede de interligação que definiu passará a estar ligada a uma outra rede externa através do router x (ver Figura 2). Apresente e explique o(s) comando(s) que usaria na sua rede de interligação para que todo o tráfego dirigido a redes externas saísse pelo router x.

O router que escolhemos para criar uma conexão externa foi o router n4, pelo que a nossa topologia passa a ser a seguinte.

Para dirigir todo o tráfego externo para essa rede vamos criar uma nova rota utilizando o comando "ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.7.2". Assim, todo o tráfego sem destino será direccionado para o gateway 10.0.7.2

Para divulgar esta rota a todos os outros routers RIP, em vez de a definir manualmente, utilizamos o comando "default-information originate".

10. Após os procedimentos efetuados na questão 9, defina um cenário de rede que lhe permita verificar, e.g. através dos utilitários ping e traceroute, que os routers da topologia que definiu conseguem efetivamente conectividade a endereços externos (i.e. localizados em Outras Redes na Figura 2) através do router x.

Primeiramente começamos por criar a topologia que sugerimos na questão 9

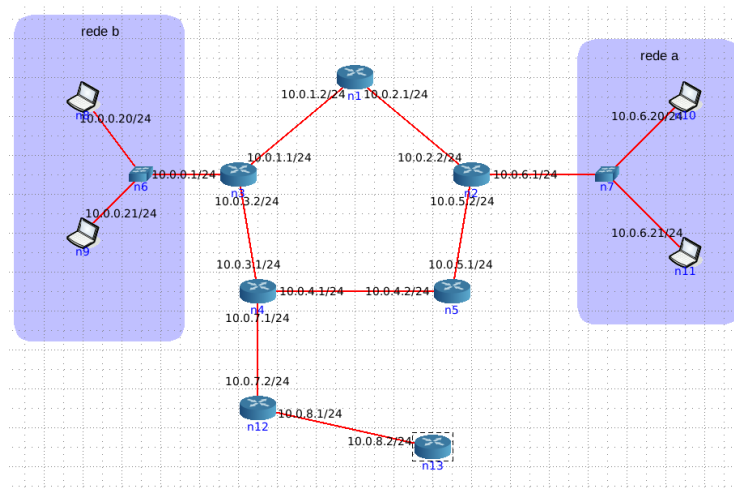


Fig. 12. Topologia com uma rede externa funcionando sobre OSPF.

De modo a obter conectividade entre a nossa rede e a rede externa é necessário repetir o mesmo procedimento realizado para a rede de interligação, mas desta vez no router n12, divulgando o gateway 10.0.7.1 e divulgando a rota no OSPF.

```
n3# ping 10.0.8.2
PING 10.0.8.2 (10.0.8.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.8.2: icmp_seq=1 ttl=62 time=0.089 ms
64 bytes from 10.0.8.2: icmp_seq=2 ttl=62 time=0.142 ms
64 bytes from 10.0.8.2: icmp_seq=3 ttl=62 time=0.134 ms
64 bytes from 10.0.8.2: icmp_seq=4 ttl=62 time=0.116 ms
^C
--- 10.0.8.2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3059ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.089/0.120/0.142/0.020 ms
n3#
```

Fig. 13. ping do router n3 para a rede externa.