

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA



3º Trabalho prático de Redes de Computadores

Phase 3 – Connecting Multiple Networks

1. Índice

1. Índice	1
2. Introdução	2
3. Cálculo do número de clientes nas diversas LANs	3
4. Configuração dos laptops	4
5. Configuração do router mikrotik	5
6. Configuração do router 2 Cisco	6
7. Configuração do router 3 Cisco	7
8. Configuração dos servidores da LAN C	8
8.1 Configuração do servidor DHCP	8
8.2 Configuração do servidor DNS	8
8.3 Configuração do servidor WEB	9
9. Testes de conectividade	10
9.1 Router 2 a pingar	10
9.2 Router 1 a pingar	10
9.3 Router 3 a pingar	11
9.4 Servidor DHCP a pingar	11
10. Conclusão	12

2. Introdução

Neste relatório de Redes de Computadores, referente à terceira fase do projeto final desta cadeira visa conectar várias redes. Nesta fase irão ser conectadas as duas LANs A e B à LAN com servidores. Para isso, irá existir uma LAN transit entre o router 1 (Mikrotik) e o router 2 (cisco). Vai também existir outra LAN transit, mas entre o router 3 (cisco) e o router 2. Neste trabalho iremos aplicar os conhecimentos adquiridos sobre a camada de rede.

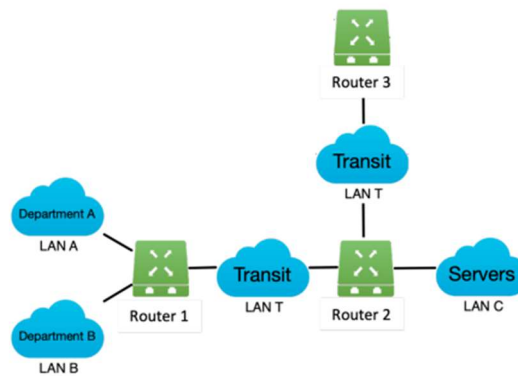


Figura 1 – Topologia do projeto final (fase 3)

3. Cálculo do número de clientes nas diversas LANs

Antes de realizar a configuração dos laptops e dos routers, é primeiro necessário calcular o número de clientes conectados à LAN A e LAN B. Para isso, é-nos disponibilizado uma fórmula no enunciado que permite realizar esse mesmo cálculo.

$$\text{Clients}_{LAN_A} = \max \left(20, \left(\sum_{k=0}^n \text{studentnumber}_k \right) \bmod 100 \right)$$

Figura 2 – Fórmula para calcular número de clientes na LAN A

$$\text{Clients}_{LAN_B} = \frac{\text{Clients}_{LAN_A}}{2}$$

Figura 3 – Fórmula para calcular número de clientes da LAN B

Recorrendo a estas fórmulas (figura 2 e 3) obtemos os seguintes valores:

Clients LAN A = $\max(20, [(49470 + 49506 + 49418) \bmod 100]) = \max(20, 94) = 94$

Clients LAN B = $94/2 = 47$

Assim, concluímos que a LAN A tem 94 hosts, que se encontra entre 64 e 128, e, por isso, irá ficar com uma gama de endereços entre **192.168.4.0/25** a **192.168.4.127/25**. Já na LAN B, que tem 47 hosts, encontra-se entre os 32 e 64, e por isso, irá corresponder à gama de endereços entre **192.168.4.128/26** e **192.168.4.191/26**.

Já a LAN TA e TB, segundo o enunciado, utilizam um endereço /30, logo. Dessa forma, a LAN TA fica com uma gama de endereços compreendida entre **192.168.4.192** e **192.168.4.195** e a LAN TB entre **192.168.11.197** e **192.168.11.200**.

Por último, a LAN C deverá ocupar a posição seguinte com mais espaço, neste caso, /27, ocupando assim a gama de endereços entre **192.168.11.224** e **192.168.11.255**.

	Nr of addresses	Nr of hosts	Netmask
/30	4	2	255.255.255.252
/29	8	6	255.255.255.248
/28	16	14	255.255.255.240
/27	32	30	255.255.255.224
/26	64	62	255.255.255.192
/25	128	126	255.255.255.128
/24	256	254	255.255.255.0

Tabela 1 – Número de addresses, hosts e correspondente netmask de cada máscara

	Início	Fim	Subnet mask
LAN A	192.168.4.0	192.168.4.127	255.255.255.128
LAN B	192.168.4.128	192.168.4.191	255.255.255.192
LAN TA	192.168.4.192	192.168.4.195	255.255.255.252
LAN TB	192.168.11.197	192.168.11.200	255.255.255.252
LAN C	192.168.11.224	192.168.11.255	255.255.255.224

Tabela 2 – Gama de endereços das diferentes LANs

4. Configuração dos laptops

Nesta fase do trabalho, recorrendo à tabela 2, passámos à configuração dos laptops da LAN A e LAN B, tendo em conta as suas gamas de endereço e as respetivas máscaras. Para isso, utilizámos o comando *ip* para atribuir um endereço a cada laptop e, de seguida, o comando *show ip* para verificar se as configurações de cada laptop ficaram realizadas de forma correta. Nas figuras 4, 5, 6 e 7 é possível observar a configuração realizada em cada laptop.

```
VPCS> ip 192.168.4.1/25 192.168.4.126
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.4.1 255.255.255.128 gateway 192.168.4.126

VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK     : 192.168.4.1/25
GATEWAY     : 192.168.4.126
DNS         :
MAC         : 00:50:79:66:68:08
LPORT      : 20000
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:30000
MTU         : 1500
```

Figura 4 – Configuração do laptop A
(LAN A)

```
VPCS> ip 192.168.4.2/25 192.168.4.126
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.4.2 255.255.255.128 gateway 192.168.4.126

VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK     : 192.168.4.2/25
GATEWAY     : 192.168.4.126
DNS         :
MAC         : 00:50:79:66:68:04
LPORT      : 20000
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:30000
MTU         : 1500
```

Figura 5 – Configuração do laptop B
(LAN A)

```
VPCS> ip 192.168.4.131/26 192.168.4.130
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.4.131 255.255.255.192 gateway 192.168.4.130

VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK     : 192.168.4.131/26
GATEWAY     : 192.168.4.130
DNS         :
MAC         : 00:50:79:66:68:05
LPORT      : 20000
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:30000
MTU         : 1500
```

Figura 6 – Configuração do laptop C
(LAN B)

```
VPCS> ip 192.168.4.132/26 192.168.4.130
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.4.132 255.255.255.192 gateway 192.168.4.130

VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK     : 192.168.4.132/26
GATEWAY     : 192.168.4.130
DNS         :
MAC         : 00:50:79:66:68:09
LPORT      : 20000
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:30000
MTU         : 1500
```

Figura 7 – Configuração do laptop D
(LAN B)

5. Configuração do router mikrotik

Após a configuração dos laptops da LAN A e da LAN B, seguimos depois para a configuração do router 1 (mikrotik). Este router vai ter 3 interfaces: ether1 que liga à LAN A, ether2 que liga à LAN B e ether4 que vai corresponder à LAN transit.

Para configurar este router utilizamos o comando *add* seguido do respetivo endereço e da respetiva interface. Após termos adicionado todas as interfaces utilizamos o comando *print* para apresentar todas as interfaces já configuradas, com os seus respetivos endereços.

```
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.4.126/25
interface: ether1
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.4.130/26
interface: ether2
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.4.193/30
interface: ether4
[admin@MikroTik] /ip address> print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
#   ADDRESS          NETWORK      INTERFACE
0   192.168.4.126/25   192.168.4.0  ether1
1   192.168.4.130/26   192.168.4.128 ether2
2   192.168.4.193/30   192.168.4.192 ether4
[admin@MikroTik] /ip address>
```

Figura 8 – Configuração das interfaces no router 1 mikrotik

De seguida, adicionamos uma gateway, recorrendo ao comando *add gateway* com o endereço que iremos colocar posteriormente na interface fa0/0 do router cisco.

```
[admin@MikroTik] /ip route> add gateway=192.168.4.194
[admin@MikroTik] /ip route> print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#   DST-ADDRESS      PREF-SRC      GATEWAY          DISTANCE
0 A S 0.0.0.0/0         192.168.4.194  1
1 ADC 192.168.4.0/25   192.168.4.126  ether1           0
2 ADC 192.168.4.128/26 192.168.4.130  ether2           0
3 ADC 192.168.4.192/30 192.168.4.193  ether4           0
```

Figura 9 – Adicionar gateway para a interface fa0/0

Por fim, verificamos a conectividade utilizando o comando *ping* para um laptop da LAN A e para um laptop da LAN B.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.4.1
SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
0 192.168.4.1                          56 64 0ms
1 192.168.4.1                          56 64 0ms
2 192.168.4.1                          56 64 0ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.4.131
SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
0 192.168.4.131                        56 64 1ms
1 192.168.4.131                        56 64 0ms
2 192.168.4.131                        56 64 0ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=1ms
```

Figura 10 – Ping de router mikrotic para um laptop da LAN A e LAN B

6. Configuração do router 2 Cisco

De seguida passamos à configuração do router 2 cisco. Este router tem 3 interfaces. A interface fa0/0, a interface e1/3 e a interface e1/0.

Para iniciar, é utilizado o comando *enable* para entrar em modo de configuração. De seguida utilizamos os comandos *interface*, *ip adress* e *no shutdown* para fazer a configuração de cada uma das interfaces como é possível observar na figura 11. O comando *no shutdown* é utilizado para manter a interface ligada. Se esta estivesse desligada não existiria comunicação.

Para a interface fa0/0, que estabelece a ligação com o router 1 mikrotik, configuramos o ip com o ip que corresponde à gateway anteriormente atribuída, seguido da netmask correspondente à mask /30.

Para a interface e1/0, que se encontra ligado aos servers da LAN C, configuramos com o ip **192.168.4.254**, seguido da netmask correspondente a /27.

Para a interface e1/3, que estabelece a ligação com o router 3 cisco, configuramos com o ip **192.168.4.197**, seguido da netmask correspondente a /30.

```
Router(config)#
Router(config)#interface fa0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.4.194 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#

Router(config-if)#interface e1/0
Router(config-if)#ip address 192.168.4.254 255.255.255.224
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#

Router(config-if)#
Router(config-if)#interface e1/3
Router(config-if)#ip address 192.168.4.197 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#
```

Figura 11 – Configuração das várias interfaces do Router 2 Cisco

```
Router(config-if)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.4.193
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.4.198
Router(config)#
```

Figura 12 – Tabela de encadeamento do router 2 Cisco

Na figura 12 é possível observar a tabela de encadeamento deste router. Os ips **192.168.4.193** e **192.168.4.198** correspondem aos endereços da interface ether 4 do router 1 e da interface fa0/0 do router 3, respetivamente.

7. Configuração do router 3 Cisco

Nesta fase, procedemos à configuração da configuração do router 3 Cisco. Este router tem 2 interfaces, a interface e1/3 e a interface fa0/0. Para configurar este router utilizamos os mesmos comandos que foram utilizados para configurar o router 2.

Na interface fa0/0 atribuímos o ip **192.168.4.198**, seguido da netmask correspondente a /30.

Na interface e1/3, atribuímos o ip que se encontra no enunciado (8.8.8.8) com a netmask **255.255.255.254** correspondente a /31.

```
Router(config)#interface fa0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.4.198 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#

Router(config-if)#
Router(config-if)#interface e1/3
Router(config-if)#ip address 8.8.8.8 255.255.255.254
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#
```

Figura 13 – Configuração do router 3 Cisco.

```
Router(config-if)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.4.197
Router(config)#
```

Figura 14 – Tabela de encadeamento do router 3 Cisco

Na figura 14 é possível observar a tabela de encadeamento deste router. O ip **192.168.4.197** corresponde à interface e1/3 do router 2.

8. Configuração dos servidores da LAN C

Nesta fase do trabalho irão ser configurados os 3 servidores presentes na LAN C (DHCP, DNS E WEB). A sua configuração irá ser feita atribuindo ips e gateways a cada um destes servidores, de modo que possam comunicar entre si. Estes servidores pertencem todos à interface ether1 e têm um endereço /27. Este endereço provém de conclusões tiradas anteriormente neste relatório. Para a configuração, foi utilizado o comando add e para apresentar a configuração foi utilizado o comando *print*.

8.1 Configuração do servidor DHCP

Este servidor foi configurado com o ip **192.168.4.226/27**. Foi também atribuída a gateway **192.168.4.254** que corresponde ao ip da interface ether1 do router 2. Tudo isto é possível observar na figura 15.

```
[admin@MikroTik] > ip address
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.4.226/27
interface: ether1
[admin@MikroTik] /ip address> /
[admin@MikroTik] > ip route
[admin@MikroTik] /ip route> add gateway=192.168.4.254 e1/0
[admin@MikroTik] /ip route> print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#      DST-ADDRESS      PREF-SRC      GATEWAY      DISTANCE
0 A S   0.0.0.0/0          192.168.4.254      1
1 ADC  192.168.4.224/27    192.168.4.226     ether1        0
[admin@MikroTik] /ip route>
```

Figura 15 – Configuração do servidor DHCP

8.2 Configuração do servidor DNS

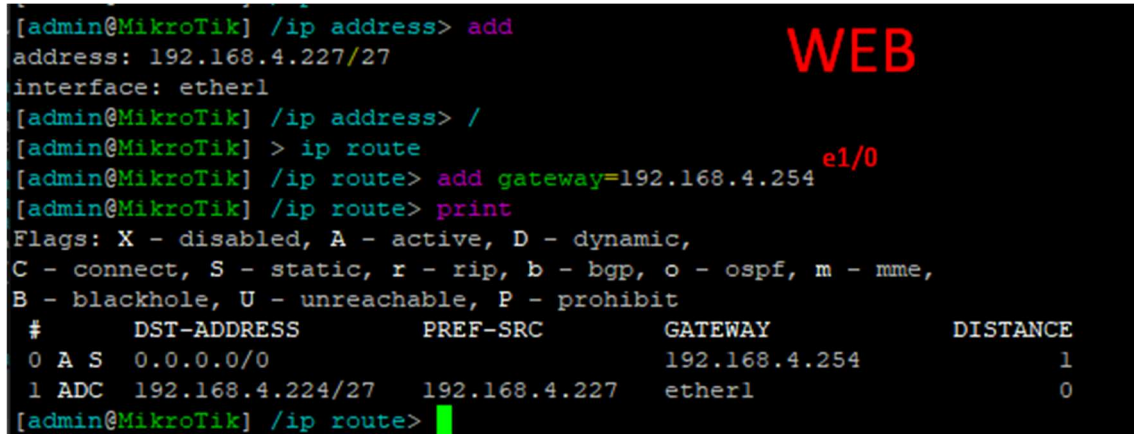
Este servidor foi configurado com o ip **192.168.4.228/27** e com gateway **192.168.4.254**, que novamente corresponde ao ip da interface ether1 do router 2.

```
[admin@MikroTik] > ip address
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.4.228/27
interface: ether1
[admin@MikroTik] /ip address> /
[admin@MikroTik] > ip route
[admin@MikroTik] /ip route> add gateway=192.168.4.254
[admin@MikroTik] /ip route> print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#      DST-ADDRESS      PREF-SRC      GATEWAY      DISTANCE
0 A S   0.0.0.0/0          192.168.4.254      1
1 ADC  192.168.4.224/27    192.168.4.228     ether1        0
[admin@MikroTik] /ip route>
```

Figura 16 – Configuração do servidor DNS

8.3 Configuração do servidor WEB

Este servidor foi configurado com o ip **192.168.4.227/27** e com o gateway **192.168.4.254** que ao ip da interface ether1 do router 2.



```
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.4.227/27
interface: ether1
[admin@MikroTik] /ip address> /
[admin@MikroTik] > ip route
[admin@MikroTik] /ip route> add gateway=192.168.4.254
[admin@MikroTik] /ip route> print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#       DST-ADDRESS      PREF-SRC  GATEWAY      DISTANCE
0 A S   0.0.0.0/0          192.168.4.254  1
1 ADC  192.168.4.224/27   192.168.4.227 ether1        0
[admin@MikroTik] /ip route>
```

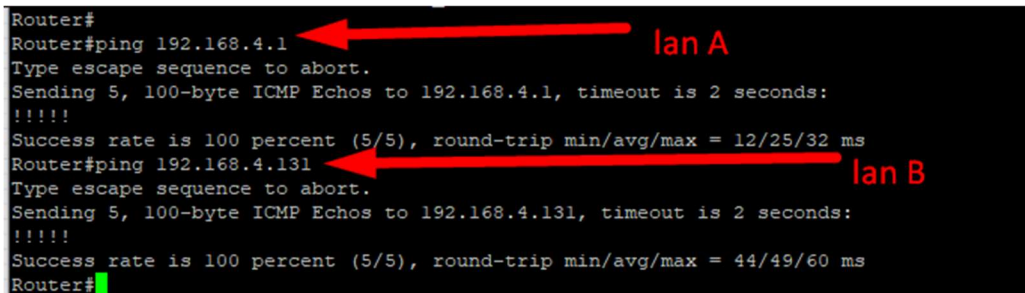
Figura 17 – Configuração do servidor WEB

9. Testes de conectividade

Nesta fase do projeto já se encontram configurados todos os routers, servidores e laptops. Para verificar se todos os dispositivos ficaram configurados de forma correta, utilizamos o comando *ping* de e para vários dispositivos, verificando se conseguem comunicar entre si.

9.1 Router 2 a pingar

Na figura 18 é possível verificar o router 2 a pingar o laptop A da LAN A e o laptop C da LAN B com sucesso.

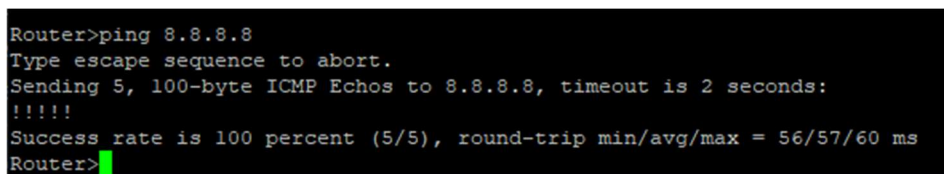


```
Router#
Router#ping 192.168.4.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.4.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 12/25/32 ms
Router#ping 192.168.4.131
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.4.131, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 44/49/60 ms
Router#
```

Two red arrows point from the text 'lan A' and 'lan B' to the IP addresses 192.168.4.1 and 192.168.4.131 respectively in the terminal output.

Figura 18 – Ping do router 2 Cisco para um laptop da LAN A e LAN B

Na figura 19 verifica-se o router 2 a pingar o ip 8.8.8.8 com sucesso.

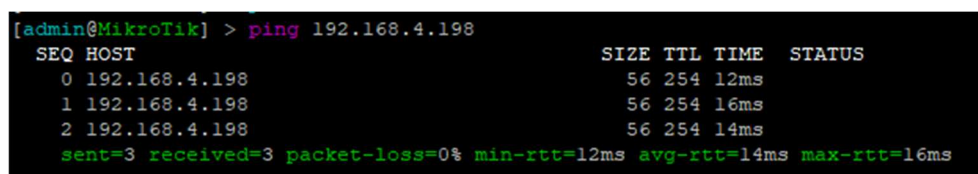


```
Router>ping 8.8.8.8
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 8.8.8.8, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 56/57/60 ms
Router>
```

Figura 19 – Ping do router 2 para o endereço ip 8.8.8.8

9.2 Router 1 a pingar

Anteriormente no relatório já foi apresentado um teste de conectividade deste router com a LAN A e LAN B. Nesta fase do projeto iremos agora realizar um teste de conectividade com outros dispositivos configurados posteriormente. Neste caso iremos *pingar* o router 3 Cisco como é possível observar na figura 20. O *ping* foi realizado com sucesso.



```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.4.198
SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
0 192.168.4.198          56 254 12ms
1 192.168.4.198          56 254 16ms
2 192.168.4.198          56 254 14ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=12ms avg-rtt=14ms max-rtt=16ms
```

Figura 20 – Router 1 a pingar router 3 Cisco.

9.3 Router 3 a pingar

Na figura 21 e 22 é possível observar o router 3 a pingar o laptop A da LAN A e o laptop C da LAN B, respetivamente, com sucesso.

```
Router#ping 192.168.4.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.4.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 52/53/56 ms
Router#
```

Figura 21 – Router 3 a pingar laptop A da LAN A

```
Router#ping 192.168.4.131
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.4.131, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 32/48/52 ms
Router#
```

Figura 22 – Router 3 a pingar laptop C da LAN B

9.4 Servidor DHCP a pingar

Na figura 23 é possível observar o servidor DHCP a pingar o laptop A da LAN A com sucesso.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.4.1
  SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
  ---
0 192.168.4.1             56  62 17ms
1 192.168.4.1             56  62 14ms
2 192.168.4.1             56  62 20ms
3 192.168.4.1             56  62 13ms
4 192.168.4.1             56  62 22ms
sent=5 received=5 packet-loss=0% min-rtt=13ms avg-rtt=17ms max-rtt=22ms
[admin@MikroTik] >
```

Figura 23 – Servidor DHCP a pingar laptop A da LAN A

10. Conclusão

Concluindo o relatório da terceira fase do projeto final no âmbito de Redes de Computadores foi possível aprofundar e aplicar os conhecimentos adquiridos sobre a camada de rede. Adquirimos também conhecimento ao utilizar o emulador para configurar routers cisco e servidores.