

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA



**ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA DE
ELECTRÓNICA E TELECOMUNICAÇÕES E DE COMPUTADORES**

Redes de Internet

5º Semestre Letivo 2018/2019

Trabalho Prático 1: VLANs – STP – RIP

Tiago Oliveira nº 33104, Turma 51N

Bernardo Costa nº 38857, Turma 51N

Samuel Costa nº 43552, Turma 51N

Data de Entrega : 22/10/2018

Os docentes: Prof. Rui Ribeiro e Prof. João Florêncio

Índice

Índice de Figuras	3
Índice de Tabelas.....	4
Introdução	5
Pergunta 1.....	6
Alínea a)	6
Alínea b).....	6
Alínea c)	7
Alínea d).....	7
Alínea e)	7
Alínea f).....	8
Alínea g)	8
Alínea h).....	8
Alínea i)	8
Pergunta 2.....	9
Alínea a)	9
Alínea b).....	10
Alínea c)	11
Pergunta 3.....	12
Alíneas a) a h).....	12
Alínea i)	14
Pergunta 4.....	15
Pergunta 5.....	17
Pergunta 6.....	18
Alínea a)	18
Alínea b).....	20
Alínea c)	21
Pergunta 7.....	26
Alínea a)	26
Alínea b).....	26
Alínea c)	26
Pergunta 8.....	28
Alínea a) e b)	28

Alínea c)	28
Alínea d).....	29
Conclusões	33
Bibliografia	34

Índice de Figuras

Figura 1 - Árvore STP da Empresa A	6
Figura 2 - Justificação em como SW_DC é RB	7
Figura 3 - Exemplo do preenchimento de uma tabela de VLAN num switch	9
Figura 4 - Comando que desativa o protocolo DTP	10
Figura 5 - Modo das ligações entre as interfaces dos switches (Access ou Trunk)	10
Figura 6 - Running Configuration do Router B	13
Figura 7 - Ping do PC5 Contabilidade para o PC7 Secretariado.....	14
Figura 8 - Configuração de SW_DC para acesso por ssh (1 de 2).....	15
Figura 9 - Configuração de SW_DC para acesso por ssh (2 de 2).....	16
Figura 10 - Acesso remoto via ssh ao SW_DC.....	16
Figura 11 - Topologia da Empresa B	17
Figura 12 - Topologia do ISP.....	18
Figura 13 - Configurações das interfaces dos switches do ISP (Access ou Trunk).....	19
Figura 14 - Spanning-Tree do Switch de Acesso A	21
Figura 15 - Spanning-Tree do Switch de Acesso B.....	22
Figura 16 - Spanning-Tree do Switch Distribution 1	23
Figura 17 - Spanning-Tree do Switch Distribution 2	24
Figura 18 - Exemplo de pruning nas interfaces dos switches	25
Figura 19 - PC5 da Emp. A faz ping à interface do R1 que liga esta através da VLAN 91	26
Figura 20 - Configuração da tabela de encaminhamento de um router	27
Figura 21 - Tabela estática do Router 1	27
Figura 22 - Tabela estática do Router 3	27
Figura 23 - Topologia do core do ISP	28
Figura 24 - Configuração do protocolo RIP (classless e versão 2)	29
Figura 25 - Configuração do protocolo RIP (limitação de propagação).....	29
Figura 26- Configuração do protocolo RIP (distribuição de rotas estáticas)	29
Figura 27- Configuração do protocolo RIP (propagação da rota default do R2).....	30
Figura 28- Configuração do protocolo RIP (configuração da interface loopback0)	30
Figura 29 - Tabela de Routing do Router 1	31
Figura 30 - Tabela de Routing do Router 2	31
Figura 31 - Tabela de Routing do Router 3	32
Figura 32- ping que comprova a conectividade global entre as duas empresas	32

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Endereçamento IP dos equipamentos	11
Tabela 2 - Endereçamento das interfaces dos Routers	20

Introdução

Este relatório, referente ao primeiro de três trabalhos práticos, foi elaborado no âmbito da unidade curricular de Redes de Internet e acompanha a resolução de um trabalho prático, orientado por um enunciado. Este trabalho prático constituiu uma aplicação dos conteúdos introdutórios das redes de Internet, nomeadamente a configuração de VLANs, o protocolo STP, o encaminhamento estático e o protocolo de encaminhamento RIP.

Ao longo do documento apresentam-se as respostas às questões postas pelo enunciado, acompanhadas por tabelas e detalhes de captura de ecrã, sempre que se julgou necessário; e, por fim, uma breve reflexão sobre o trabalho realizado em que se discutem os resultados obtidos, explicitando-se, conclusões referentes ao trabalho desenvolvido.

Pergunta 1

Alínea a)

O tipo de *Spanning-Tree* ativo é o PSVT que vem ativo por *default* nos *switchs*.

Alínea b)

Nesta estrutura de rede existe apenas uma árvore:

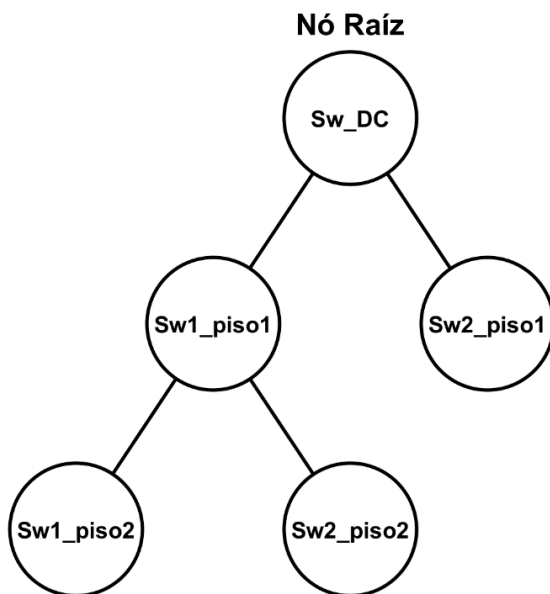


Figura 1 - Árvore STP da Empresa A

Alínea c)

O *root bridge* é o switch SW_DC como é possível ver no *spanning-tree* do mesmo :

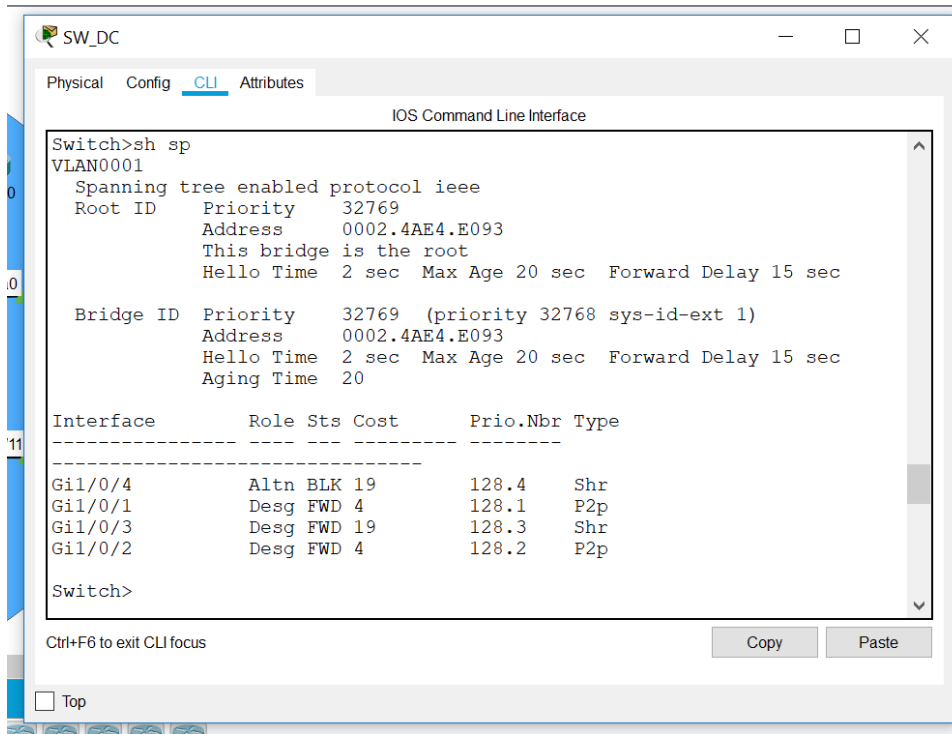


Figura 2 - Justificação em como SW_DC é RB

Alínea d)

O custo do caminho mais curto até à RB do sw2_piso2 é $19 + 4 = 23$, sendo o caminho, sw2_piso2 -> Fa0/20 -> sw1_piso1 -> g1/0/1 -> SW_DC

Alínea e)

Sim a porta Gig 1/0/4 esta no status BLK no estado Altn, caso contrário haveria um loop na ligação com o HUB. Dado que esta porta se encontra como Altn, se a outra porta falhar esta será a nova *designated port* de acesso ao HUB.

Alínea f)

Sim. Para ter as funcionalidades do RPVST+ todos os *switches* tem de estar configurados no mesmo protocolo, contudo o RPVST+ é compatível com o PSVT e por isso a árvore é contruída na mesma com o agravante de no *switch* configurado em PSVT o processo ser um pouco mais moroso.

Alínea g)

Alterar o protocolo STP não altera o número de árvores numa rede.

Alínea h)

Dado que as ligações têm o mesmo custo e interligam os mesmos dispositivos, o protocolo STP vai cortar a porta que tem um número mais elevado neste caso a F0/24 ao invés da F0/23.

Alínea i)

Neste caso sw2_piso2 recebe duas BPDUs, uma do sw1_piso1 e outra do sw2_piso1. Como o custo do caminho é o mesmo ele opta pela porta cujo MAC de origem é mais pequeno, neste caso o sw1_piso1. A solução para forçar o caminho preferido pelo sw2_piso1 passa por alterar a prioridade de um dos *switches*, neste caso optou-se por diminuir a prioridade no sw2_piso1 para 28673.

Pergunta 2

Alínea a)

O mesmo processo foi duplicado em todos os *switches* para preencher as suas respetivas tabelas de VLANs:

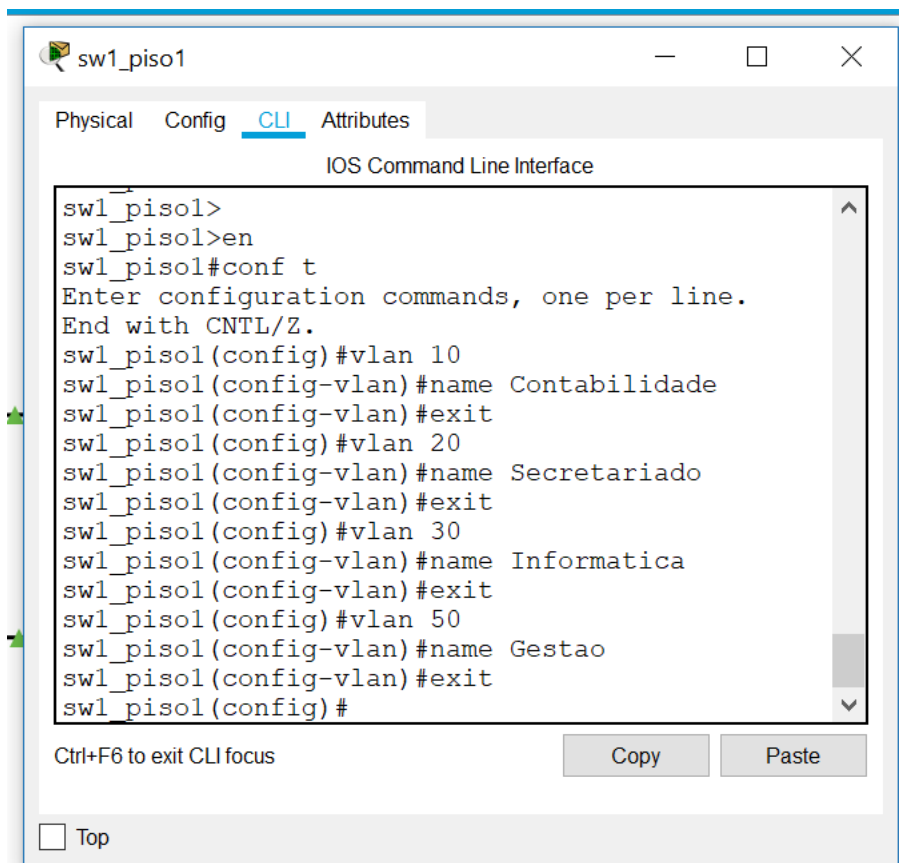


Figura 3 - Exemplo do preenchimento de uma tabela de VLAN num switch

Alínea b)

Este comando foi replicado em todas as interfaces dos *switches* que estão ligadas:

```
sw2_piso1#  
sw2_piso1#conf t  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
sw2_piso1(config)#int f0/2  
sw2_piso1(config-if)#sw  
sw2_piso1(config-if)#switchport no  
sw2_piso1(config-if)#switchport nonegotiate  
sw2_piso1(config-if)#end  
sw2_piso1#  
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

Figura 4 - Comando que desativa o protocolo DTP

Configuração do modo das portas dos *switches*:

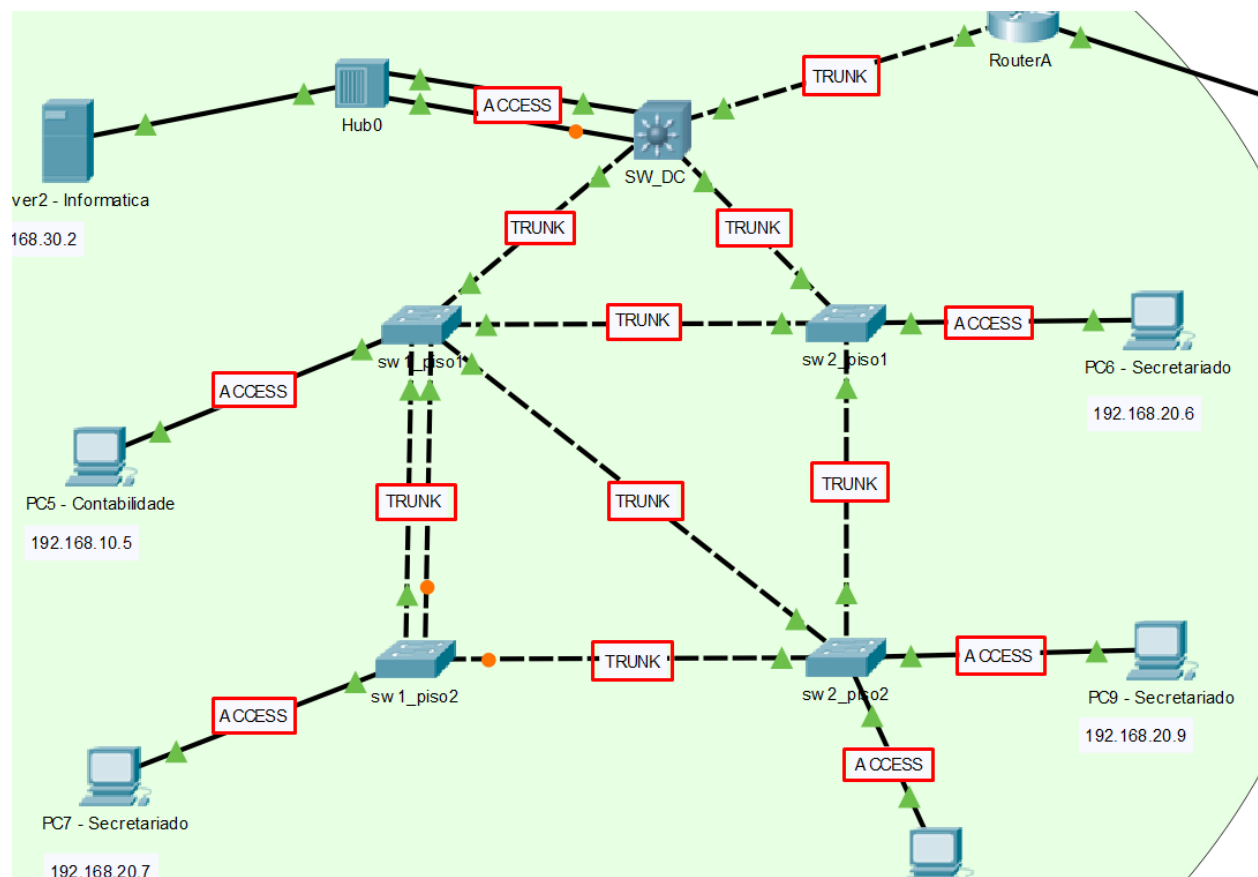


Figura 5 - Modo das ligações entre as interfaces dos switches (Access ou Trunk)

Alínea c)

Neste momento existe conectividade entre os PCs da mesma VLAN. O endereçamento dos PCs é dado pela seguinte tabela:

Empresa	Lan	Equipamento	IP
Empresa A	10	PC5	192.168.10.5
	10	PC8	192.168.10.8
	20	PC6	192.168.20.6
	20	PC7	192.168.20.7
	20	PC9	192.168.20.9
	30	Server2	192.168.30.2
Empresa B	10	Server1	172.16.10.1
	20	PC1	172.16.20.1
	20	PC2	172.16.20.2

Tabela 1 -Endereçamento IP dos equipamentos

Pergunta 3

Todas as configurações foram feitas em todos os routers para garantir o uso de boas praticas e uniformidade entre as configurações dos equipamentos. Para evitar redundância apenas colocamos os *prints screens* da configuração do router B:

Alíneas a) a h)

```
!
hostname RouterB
!!
!!
!!
!!
!!
!!
aaa new-model
!
aaa authentication login default local
!!
!!
!!
!!
!!
ip cef
no ipv6 cef
!!
!!
username cisco secret 5 $l$mERr$hx5rVt7rPNoS4wqbXKX7m0
!!
license udi pid CISCO2911/K9 sn FTX15243K82-
!!
```

```
!
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 110.110.1.6 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface GigabitEthernet0/0.10
 no ip address
!
interface GigabitEthernet0/1
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1.10
 encapsulation dot1Q 10
 ip address 172.16.10.30 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet0/1.20
 encapsulation dot1Q 20
 ip address 172.16.20.30 255.255.255.0
!
```

```
!
banner login ^C
          Router B
-----
UNAUTHORISED ACCESS IS PROHIBITED
Entradas nao autorizadas sao punidas por lei
(lei 109/2009 de 15 de Setembro)

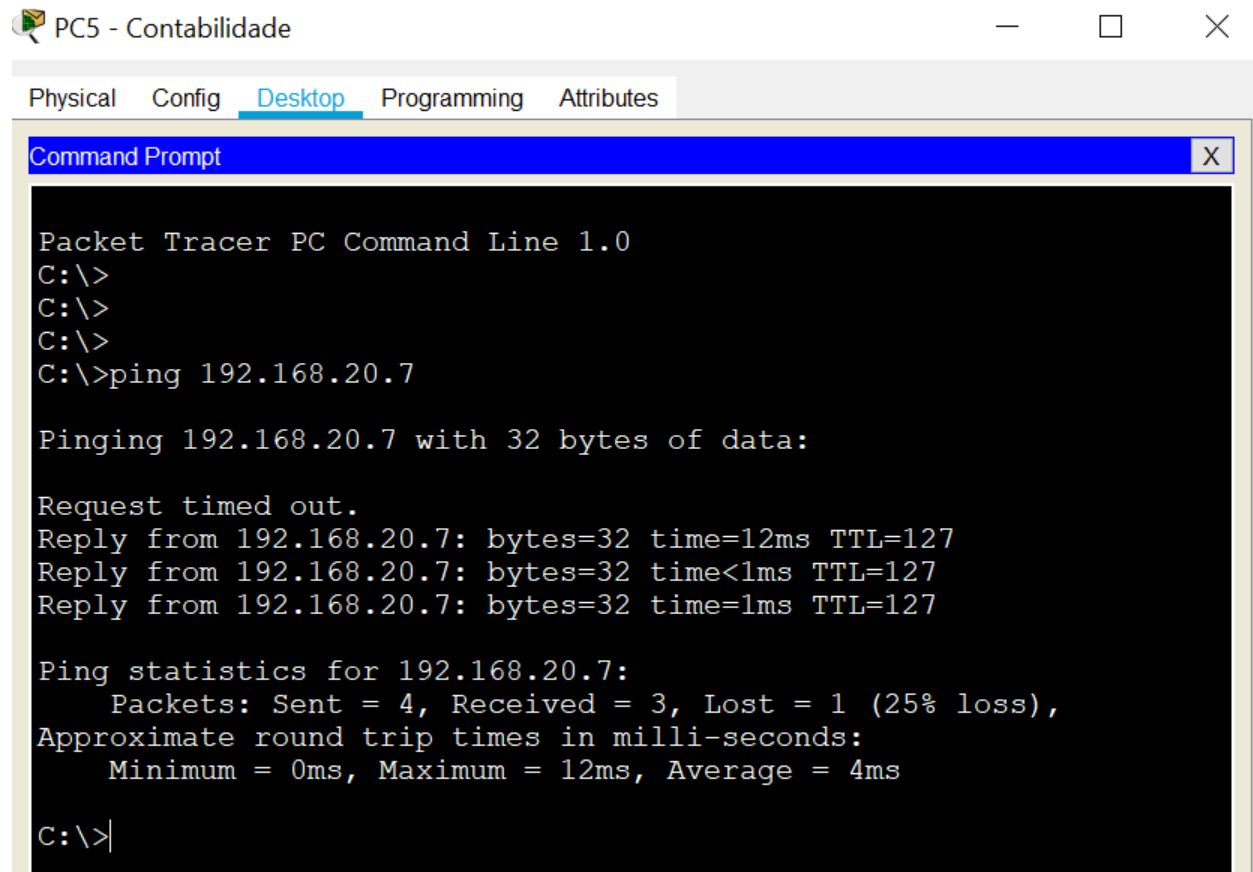
^C
!
!
```

```
!
line vty 0 4
 exec-timeout 30 0
 logging synchronous
 history size 256
 transport input ssh
!
```

Figura 6 - Running Configuration do Router B

Aliena i)

Como é possível verificar, o PC5 da VLAN Contabilidade consegue comunicar com o PC 7 da VLAN Secretariado. Todas as outras conectividades foram testadas e funcionam corretamente:



```
PC5 - Contabilidade
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>ping 192.168.20.7

Pinging 192.168.20.7 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.20.7: bytes=32 time=12ms TTL=127
Reply from 192.168.20.7: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.20.7: bytes=32 time=1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.20.7:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 12ms, Average = 4ms

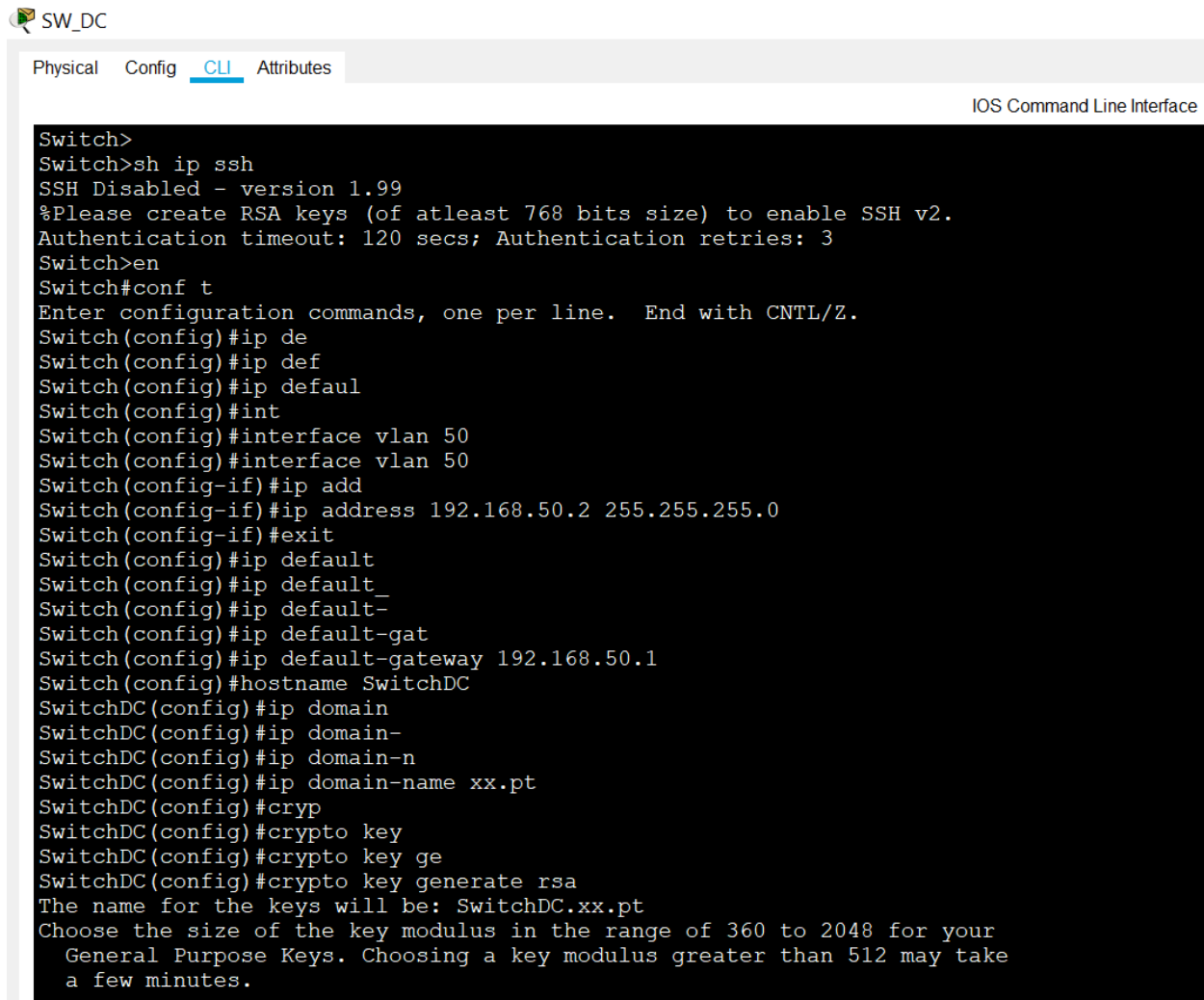
C:\>|
```

Figura 7 - Ping do PC5 Contabilidade para o PC7 Secretariado

Todos os outros PCs da Empresa A comunicam entre si neste momento.

Pergunta 4

Configurações necessárias para aceder ao SW_DC via ssh:



The screenshot shows the IOS Command Line Interface for a device named SW_DC. The interface has tabs for Physical, Config, CLI (selected), and Attributes. The CLI tab displays the following commands and their outputs:

```
Switch>
Switch>sh ip ssh
SSH Disabled - version 1.99
%Please create RSA keys (of atleast 768 bits size) to enable SSH v2.
Authentication timeout: 120 secs; Authentication retries: 3
Switch>en
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#ip de
Switch(config)#ip def
Switch(config)#ip defaul
Switch(config)#int
Switch(config)#interface vlan 50
Switch(config)#interface vlan 50
Switch(config-if)#ip add
Switch(config-if)#ip address 192.168.50.2 255.255.255.0
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#ip default
Switch(config)#ip default_
Switch(config)#ip default-
Switch(config)#ip default-gat
Switch(config)#ip default-gateway 192.168.50.1
Switch(config)#hostname SwitchDC
SwitchDC(config)#ip domain
SwitchDC(config)#ip domain-
SwitchDC(config)#ip domain-n
SwitchDC(config)#ip domain-name xx.pt
SwitchDC(config)#cryp
SwitchDC(config)#crypto key
SwitchDC(config)#crypto key ge
SwitchDC(config)#crypto key generate rsa
The name for the keys will be: SwitchDC.xx.pt
Choose the size of the key modulus in the range of 360 to 2048 for your
General Purpose Keys. Choosing a key modulus greater than 512 may take
a few minutes.
```

Figura 8 - Configuração de SW_DC para acesso por ssh (1 de 2)

```

How many bits in the modulus [512]: 1024
% Generating 1024 bit RSA keys, keys will be non-exportable...[OK]

SwitchDC(config)#line vty 0 4
*Mar 1 1:5:2.700: %SSH-5-ENABLED: SSH 1.99 has been enabled
SwitchDC(config-line)#transport input ssh
SwitchDC(config-line)#login local
SwitchDC(config-line)#password cisco
SwitchDC(config-line)#exit
SwitchDC(config)#line console 0
SwitchDC(config-line)#lo
SwitchDC(config-line)#logg
SwitchDC(config-line)#logging sy
SwitchDC(config-line)#logging synchronous
SwitchDC(config-line)#login local
SwitchDC(config-line)#exit
SwitchDC(config)#exit
SwitchDC#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

SwitchDC#service pass
SwitchDC#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SwitchDC(config)#service pass
SwitchDC(config)#service password-encryption
SwitchDC(config)#exit
SwitchDC#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

SwitchDC#sh ip ssh
SSH Enabled - version 1.99
Authentication timeout: 120 secs; Authentication retries: 3
SwitchDC#conf t

```

Figura 9 - Configuração de SW_DC para acesso por ssh (2 de 2)

Acesso remoto via ssh através do PC5 ao Switch DC.

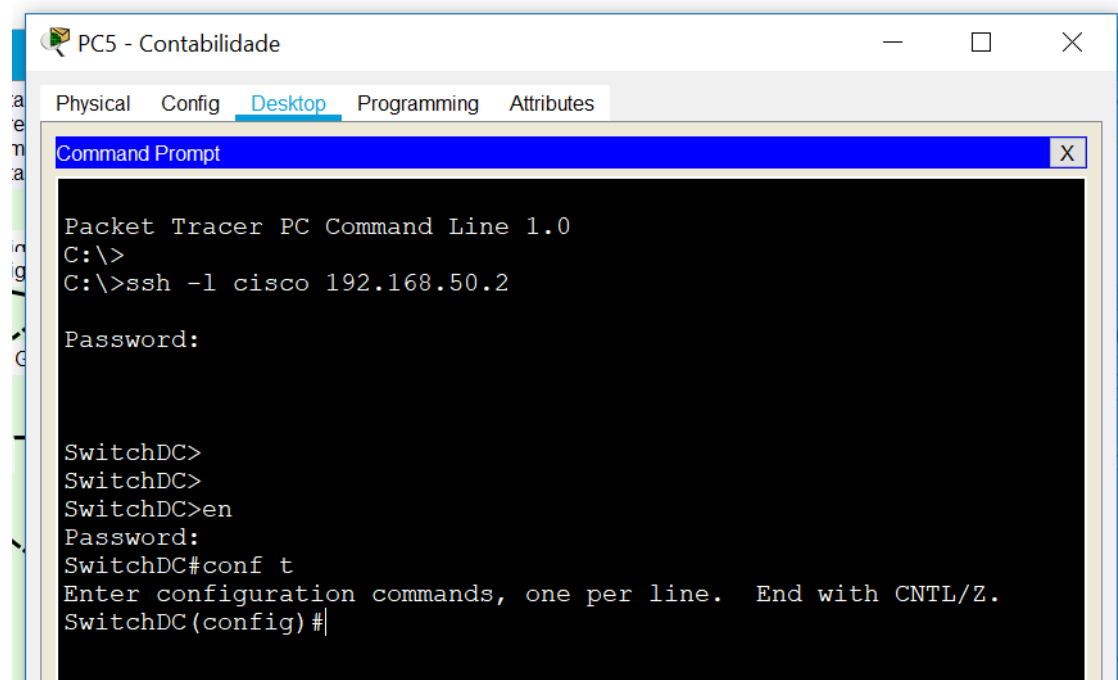


Figura 10 - Acesso remoto via ssh ao SW_DC

Pergunta 5

Implementação da topologia da Empresa B conforme especificado no enunciado:

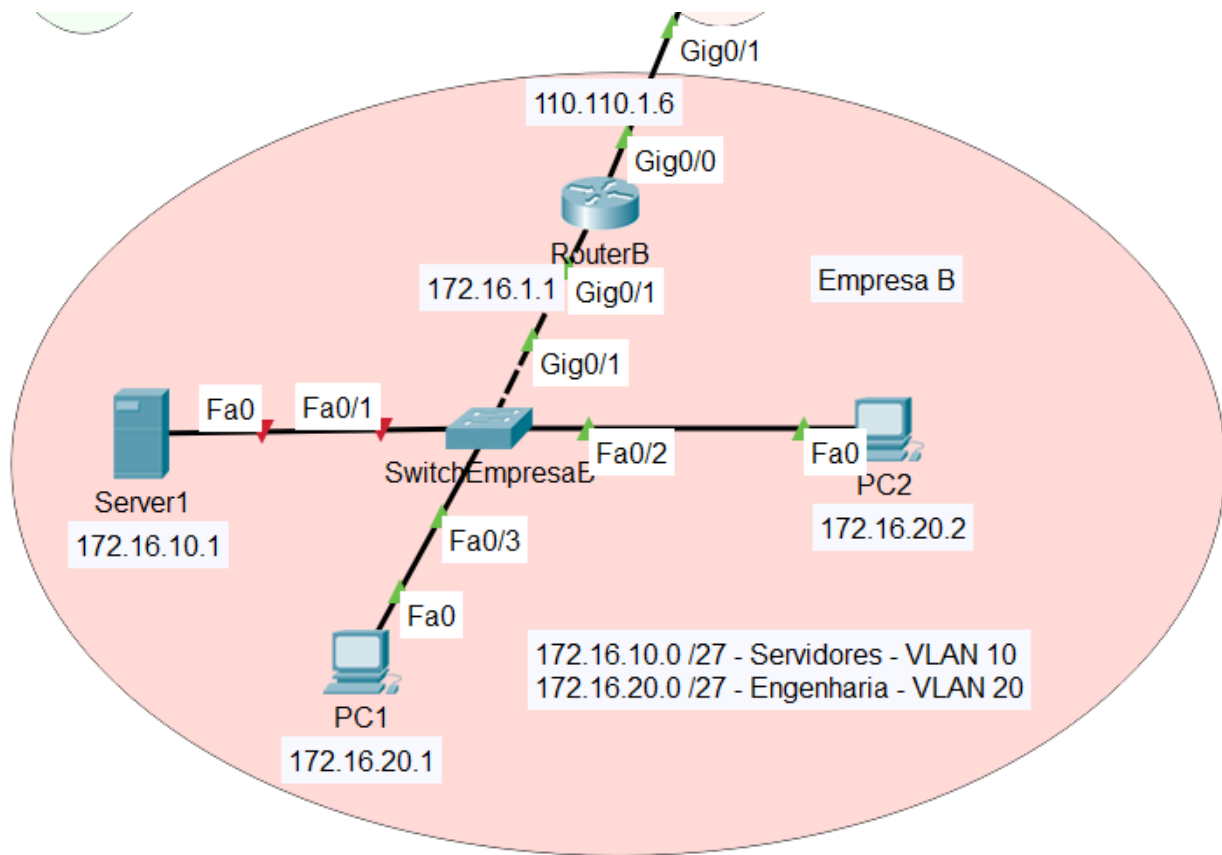


Figura 11 - Topologia da Empresa B

Pergunta 6

Alínea a)

Topologia do ISP implementada:

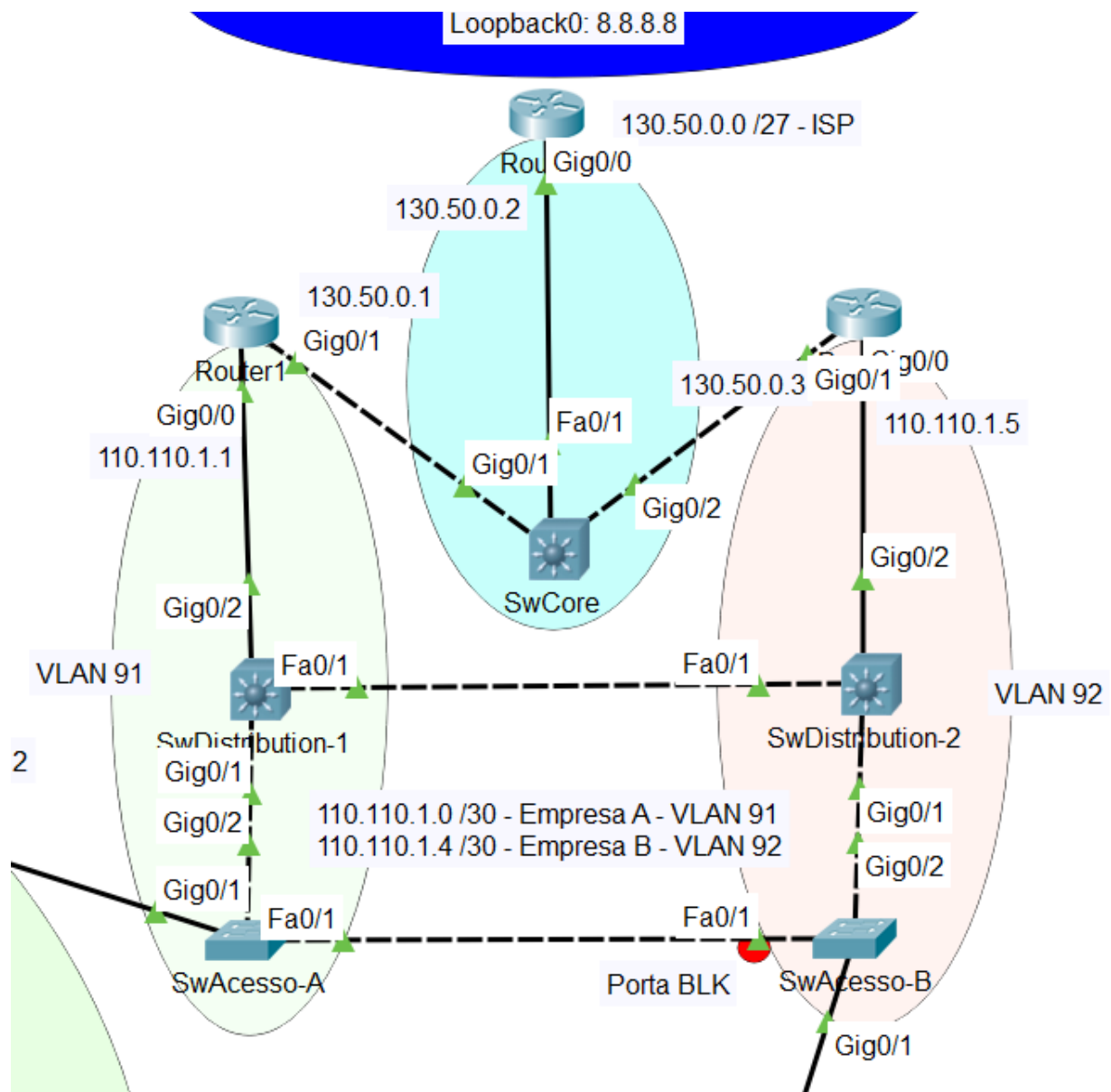


Figura 12 - Topologia do ISP

Caminhos das VLANs na malha de switches e respectivas configurações das interfaces:

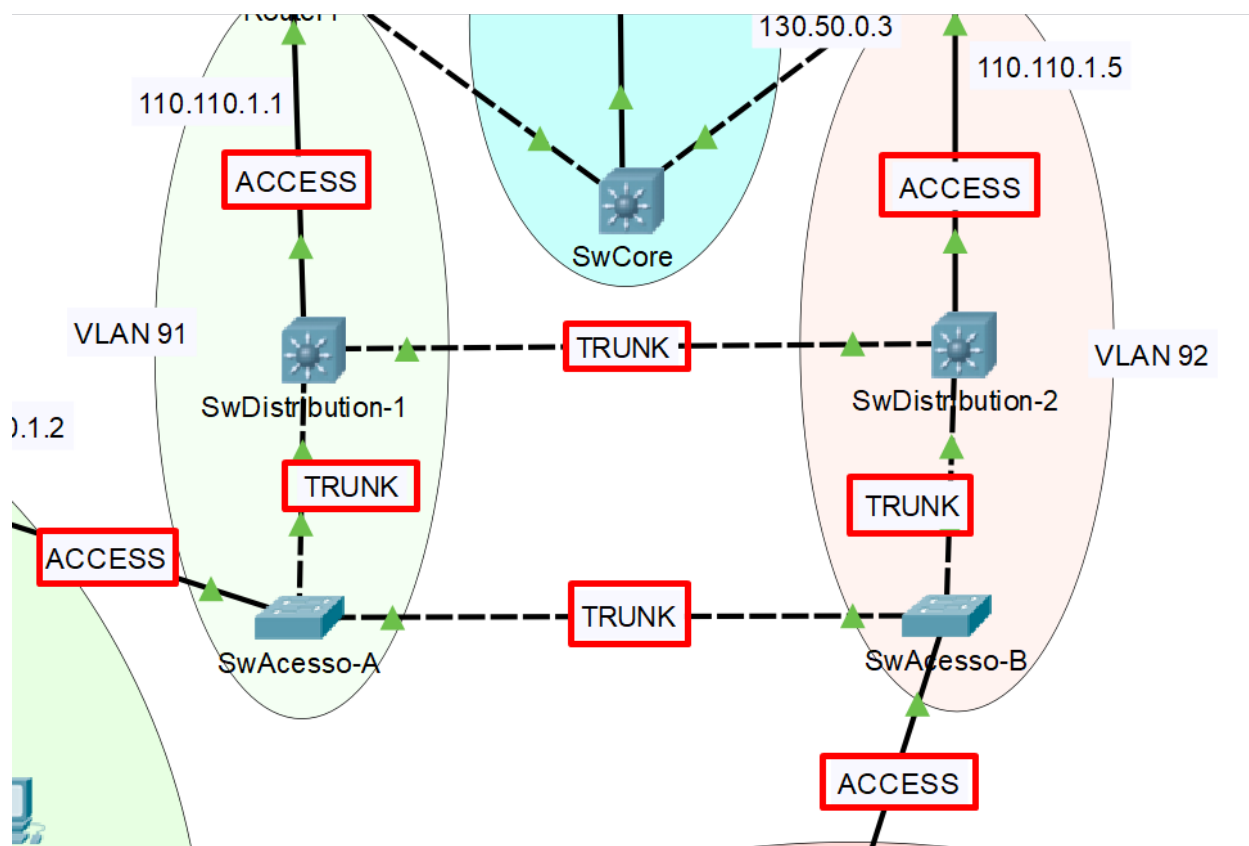


Figura 13 - Configurações das interfaces dos switches do ISP (Access ou Trunk)

Alínea b)

Neste momento ainda não existe conectividade ponto a ponto pois as tabelas de *routing* dos routers ainda não estão configuradas. Endereçamento dos *Routers*:

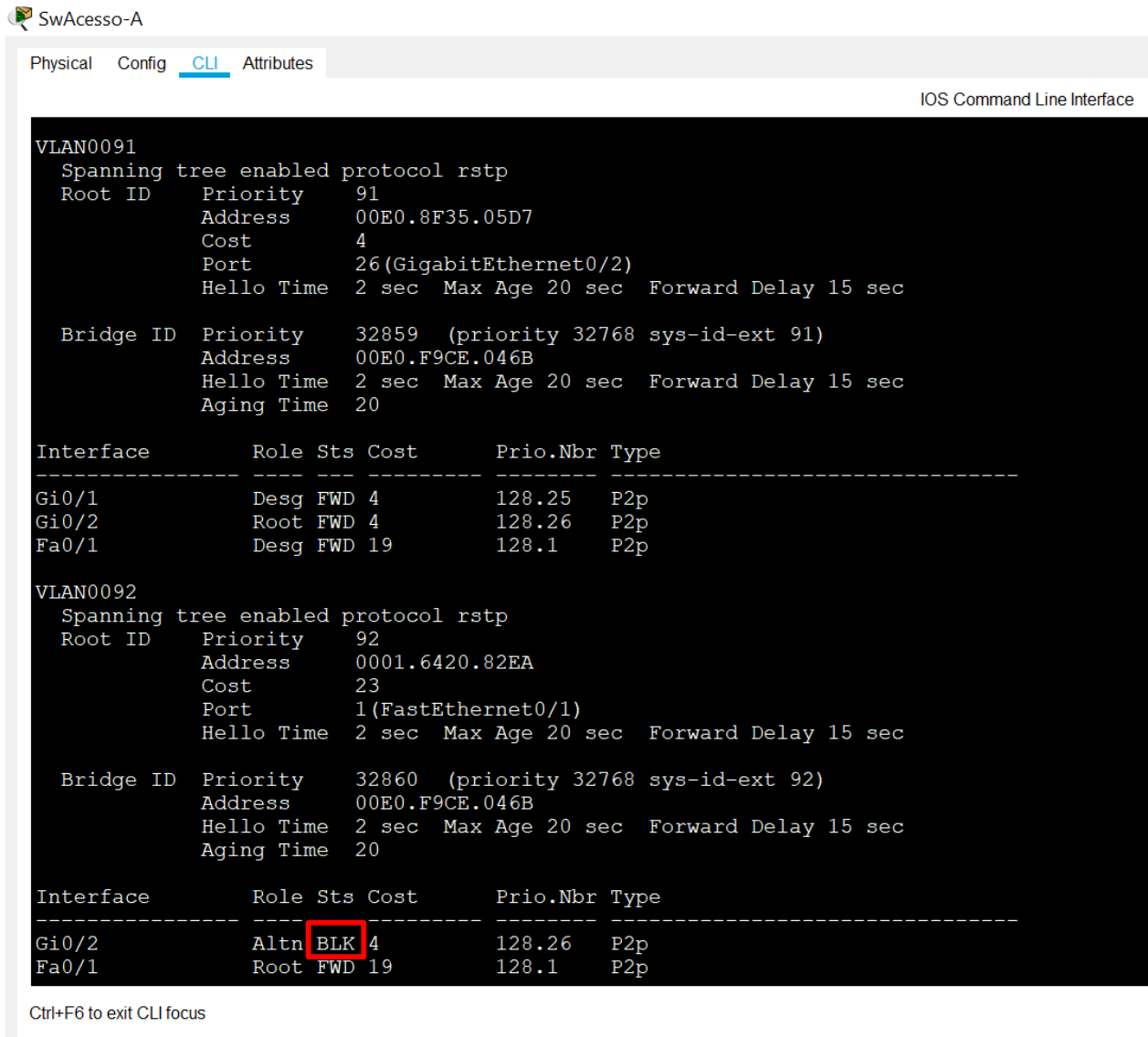
Router	Lan	IP	Interface
Router A	Empresa A	192.168.10.1/24	Gig 0/0.10
		192.168.20.1/24	Gig 0/0.20
		192.168.30.1/24	Gig 0/0.30
		192.168.50.1/24	Gig 0/0.50
	VLAN 91	110.110.1.2/30	Gig 0/1
Router B	Empresa B	172.16.10.30/24	Gig 0/1.10
		172.16.20.30/24	Gig 0/1.20
	VLAN92	110.110.1.6/30	Gig 0/0
Router 1	ISP	130.50.0.1/27	Gig 0/1
	VLAN 91	110.110.1.1/30	Gig 0/0
Router 2	ISP	130.50.0.2/27	Gig 0/0
	Internet	8.8.8.8/32	Loopback 0
Router 3	ISP	130.50.0.2/27	Gig 0/1
	VLAN 92	110.110.1.5/27	Gig 0/0

Tabela 2 - Endereçamento das interfaces dos Routers

Alínea c)

Todas as configurações foram feitas com sucesso e as alíneas i), ii) e iii) estão justificadas usando *print screens* que identificam rapidamente aquilo que foi pedido:

Spanning-Tree do Switch de Acesso A, com especial atenção ao facto de a Interface Gi0/2 estar no estado bloqueado para a VLAN 92:



```
SwAcesso-A
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface

VLAN0091
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    91
           Address    00E0.8F35.05D7
           Cost        4
           Port        26(GigabitEthernet0/2)
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32859 (priority 32768 sys-id-ext 91)
           Address    00E0.F9CE.046B
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time  20

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/1       Desg FWD 4         128.25  P2p
Gi0/2       Root FWD 4         128.26  P2p
Fa0/1       Desg FWD 19        128.1   P2p

VLAN0092
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    92
           Address    0001.6420.82EA
           Cost        23
           Port        1(FastEthernet0/1)
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32860 (priority 32768 sys-id-ext 92)
           Address    00E0.F9CE.046B
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time  20

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/2       Altn BLK 4         128.26  P2p
Fa0/1       Root FWD 19        128.1   P2p

Ctrl+F6 to exit CLI focus
```

Figura 14 - Spanning-Tree do Switch de Acesso A

Spanning-Tree do Switch de Acesso B, com especial atenção ao facto de a Interface Fa0/1 estar no estado bloqueado para a VLAN 91:

SwAcesso-B

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

```
VLAN0091
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    91
           Address    00E0.8F35.05D7
           Cost       23
           Port       26(GigabitEthernet0/2)
           Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    28763 (priority 28672 sys-id-ext 91)
           Address    0050.0F38.14E6
           Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
           Aging Time  20

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1       Altn BLK 19        128.1    P2p
Gi0/2       Root FWD 4         128.26   P2p

VLAN0092
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    92
           Address    0001.6420.82EA
           Cost       4
           Port       26(GigabitEthernet0/2)
           Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    92 (priority 0 sys-id-ext 92)
           Address    0050.0F38.14E6
           Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
           Aging Time  20

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1       Desg FWD 19        128.1    P2p
Gi0/1       Desg FWD 4         128.25   P2p
Gi0/2       Root FWD 4         128.26   P2p
```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

Figura 15 - Spanning-Tree do Switch de Acesso B

Spanning-Tree do Switch Distribution 1, com especial atenção ao facto de este ser a RB da VLAN 91 :

SwDistribution-1

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

```
VLAN0091
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    91
           Address    00E0.8F35.05D7
           This bridge is the root
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    91 (priority 0 sys-id-ext 91)
           Address    00E0.8F35.05D7
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
           Aging Time 20

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/2       Desg FWD 4         128.26  P2p
Gi0/1       Desg FWD 4         128.25  P2p
Fa0/1       Desg FWD 19        128.1   P2p

VLAN0092
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    92
           Address    0001.6420.82EA
           Cost        19
           Port        1(FastEthernet0/1)
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    28764 (priority 28672 sys-id-ext 92)
           Address    00E0.8F35.05D7
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
           Aging Time 20

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/1       Desg FWD 4         128.25  P2p
Fa0/1       Root FWD 19        128.1   P2p
```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

Figura 16 - Spanning-Tree do Switch Distribution 1

Spanning-Tree do Switch Distribution 2, com especial atenção ao facto de este ser a RB da VLAN 92 :

SwDistribution-2

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

```
VLAN0091
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    91
           Address    00E0.8F35.05D7
           Cost       19
           Port       1(FastEthernet0/1)
           Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    28763 (priority 28672 sys-id-ext 91)
           Address    0001.6420.82EA
           Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time 20

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1       Root FWD 19        128.1   P2p
Gi0/1       Desg FWD 4        128.25  P2p

VLAN0092
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    92
           Address    0001.6420.82EA
           This bridge is the root
           Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    92 (priority 0 sys-id-ext 92)
           Address    0001.6420.82EA
           Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time 20

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1       Desg FWD 19        128.1   P2p
Gi0/2       Desg FWD 4        128.26  P2p
Gi0/1       Desg FWD 4        128.25  P2p
```

Figura 17 - Spanning-Tree do Switch Distribution 2

iv) O objetivo de fazer *prune* nos *trunks* da topologia, é garantir que nessas interfaces apenas passam pacotes das VLANs 91 e 92, aumentando a fiabilidade da rede e a segurança pois garante que pacotes destinados a outras VLANs são descartados automaticamente.

Estes comandos foram replicados em todas as interfaces dos switches:

```
Switch(config)#
Switch(config)#
Switch(config)#int
Switch(config)#interface g0/0
%Invalid interface type and number
Switch(config)#interface g0/1
Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport tr
Switch(config-if)#switchport trunk vlaan
Switch(config-if)#switchport trunk al
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 91,92
Switch(config-if)#
```

Figura 18 - Exemplo de pruning nas interfaces dos switches

v) Estão presentes duas árvores, uma para cada VLAN. Sendo a árvore da VLAN 91 constituída pelo switch raíz *Sw Distribution-1* seguido por *SwAcesso-A* e a árvore da VLAN 92 constituída pelo switch raíz *Sw Distribution-2* seguido por *SwAcesso-B*.

vi) Como é possível ver nas [fig. 14](#) e [fig. 15](#) as portas que estão bloqueadas são: no *SwAcesso-A* a porta Gig 0/2 está bloqueada para a VLAN 92, no *SwAcesso-B* a porta Fa0/1 está bloqueada para a VLAN 91 são bloqueadas para garantir que não existem loops dentro de cada VLAN. É de notar que as interfaces físicas não estão bloqueadas.

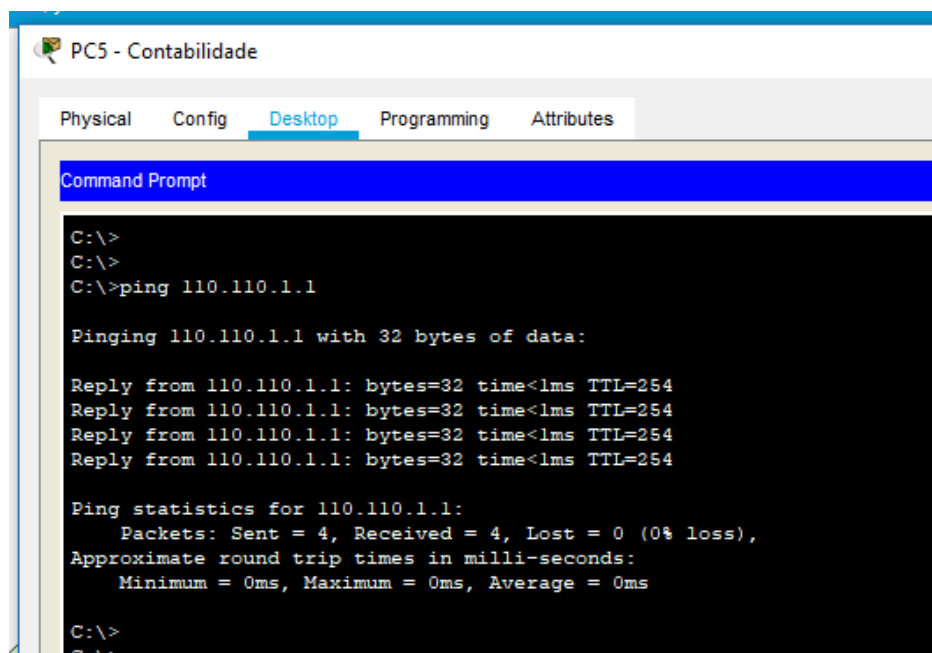
Pergunta 7

Alínea a) O *next-hop* da Empresa A será a interface do *Router* 1 que serve a *VLAN* 91, ou seja, a interface 110.110.1.1/30. O *next-hop* da Empresa B será a interface do *Router* 3 que serve a *VLAN* 92, ou seja, a interface 110.110.1.5/30.

O objetivo será conectar as duas empresas à internet via os respectivos *Routers* do ISP que as servem. São enviados todos os pacotes, que não tenham como destino dispositivos dentro da rede da própria empresa, para o *default gateway* esperando assim que quem está do outro lado da interface saiba reencaminhar os pacotes e estes cheguem ao destino.

Alínea b) Não, neste momento a comunicação entre os dispositivos da Empresa A e da Empresa B com os seus respectivos *routers* não se encontra operacional pois ainda não foram configuradas as rotas estáticas nos *routers* R1 e R3.

Alínea c) O objetivo desta configuração é finalizar a conectividade entre as empresas e o seu respetivo *router* do ISP. Desta forma quando os *routers* 1 e 3 receberem pacotes destinados às respetivas empresas irão saber como os reencaminhar. Assim neste ponto já é possível fazer ping entre os equipamentos das empresas e os seus respetivos *routers* de ISP como é demonstrado na seguinte figura:



```
C:\>
C:\>
C:\>ping 110.110.1.1

Pinging 110.110.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 110.110.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=254
Reply from 110.110.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=254
Reply from 110.110.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=254
Reply from 110.110.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=254

Ping statistics for 110.110.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>
C:\>
```

Figura 19 - PC5 da Emp. A faz *ping* à interface do R1 que liga esta através da *VLAN* 91

Exemplo dos comandos necessários à configuração da tabela estática dos Routers:

```
RouterA(config)#  
RouterA(config)#ip route 172.16.10.0 255.255.255.0 110.110.1.5  
RouterA(config)#
```

Figura 20 - Configuração da tabela de encaminhamento de um router

Este comando foi replicado para todas as rotas necessárias criando as seguintes tabelas de encaminhamento:

Tabela estática do Router 1:

Network Address
192.168.10.0/24 via 110.110.1.2
192.168.20.0/24 via 110.110.1.2
192.168.30.0/24 via 110.110.1.2
192.168.50.0/24 via 110.110.1.2

Figura 21 - Tabela estática do Router 1

Tabela estática do Router 3:

Network Address
172.16.10.0/24 via 110.110.1.6
172.16.20.0/24 via 110.110.1.6

Figura 22 - Tabela estática do Router 3

Pergunta 8

Alínea a) e b)

Equipamentos *SwCore* e *Router2* juntamente com os IPs atribuídos a cada interface:

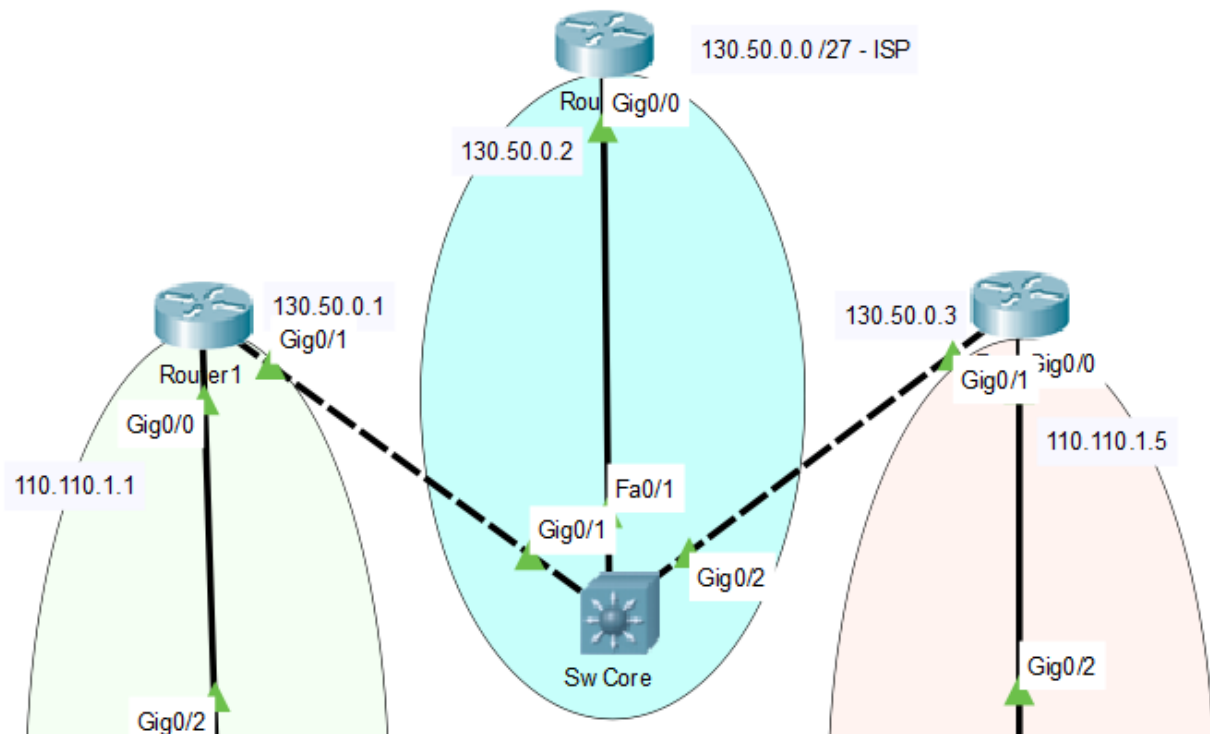


Figura 23 - Topologia do core do ISP

Alínea c)

Não, porque o *SwCore* vai servir como ligação ponto a ponto entre os *routers* do core do ISP. No entanto colocou-se o *SwCore* em modo RPVST+ no STP para no futuro se forem adicionados outros *switches* a rede possa beneficiar das vantagens do protocolo.

Alínea d)

i)

```
Router>
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line.
End with CNTL/Z.
Router(config)#router rip
Router(config-router)#no au
Router(config-router)#no auto-summary
Router(config-router)#version 2
Router(config-router)#no au
Router(config-router)#no auto-summary
Router(config-router)#
```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

Copy Paste

Figura 24 - Configuração do protocolo RIP (classless e versão 2)

ii)

Estes comandos foram executados para todas as interfaces que não fazem vizinhança entre os Routers 1, 2 e 3:

```
Router1(config)#
Router1(config)#router rip
Router1(config-router)#passive-
Router1(config-router)#passive-interface g0/0
Router1(config-router)#end
Router1#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

Figura 25 - Configuração do protocolo RIP (limitação de propagação)

iii)

```
Router1(config)#
Router1(config)#router rip
Router1(config-router)#redistribute static metric 8
Router1(config-router)#
```

Figura 26- Configuração do protocolo RIP (distribuição de rotas estáticas)

iv)

```
Router2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router2(config)#router rip
Router2(config-router)#network 8.0.0.0
Router2(config-router)#
```

Figura 27- Configuração do protocolo RIP (propagação da rota default do R2)

v)

```
Router>
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int
Router(config)#interface lo
Router(config)#interface loopback 0

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Loopback0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Loopback0, changed
state to up

Router(config-if)#ip add
Router(config-if)#ip address 8.8.8.8 255.255.255.255
Router(config-if)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

Copy

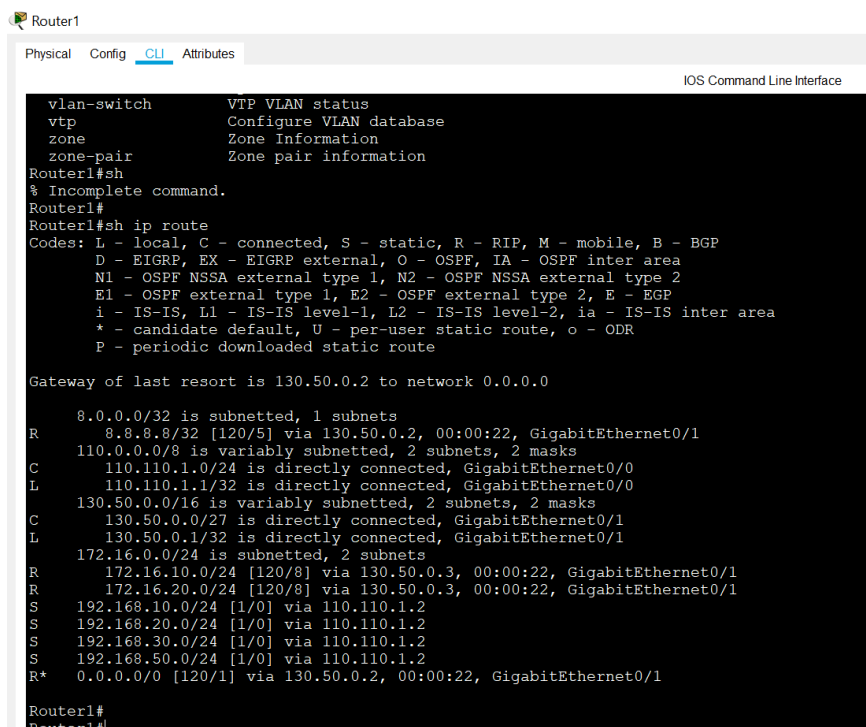
Paste

Figura 28- Configuração do protocolo RIP (configuração da interface loopback0)

vi)

Não necessariamente pois ao executar o comando *redistribute connected* o *router* anuncia automaticamente, as rotas a que estão diretamente ligadas, no protocolo RIP.

vii) De seguida é mostrado as tabelas de routing dos Routers 1, 2 e 3:



The screenshot shows the CLI of Router1. At the top, there are tabs for 'Physical', 'Config', 'CLI' (selected), and 'Attributes'. Below the tabs is the title 'IOS Command Line Interface'. The main area displays the output of the 'show ip route' command. It starts with a list of codes: L - local, 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, E - EGP, i - IS-IS, 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. The output shows a gateway of last resort at 130.50.0.2. The routing table includes several entries: 8.0.0.0/32 (subnetted), 130.50.0.0/16 (subnetted), 172.16.0.0/24 (subnetted), and various static routes (S) and connected routes (C) for 192.168.10.0/24, 192.168.20.0/24, 192.168.30.0/24, and 192.168.50.0/24.

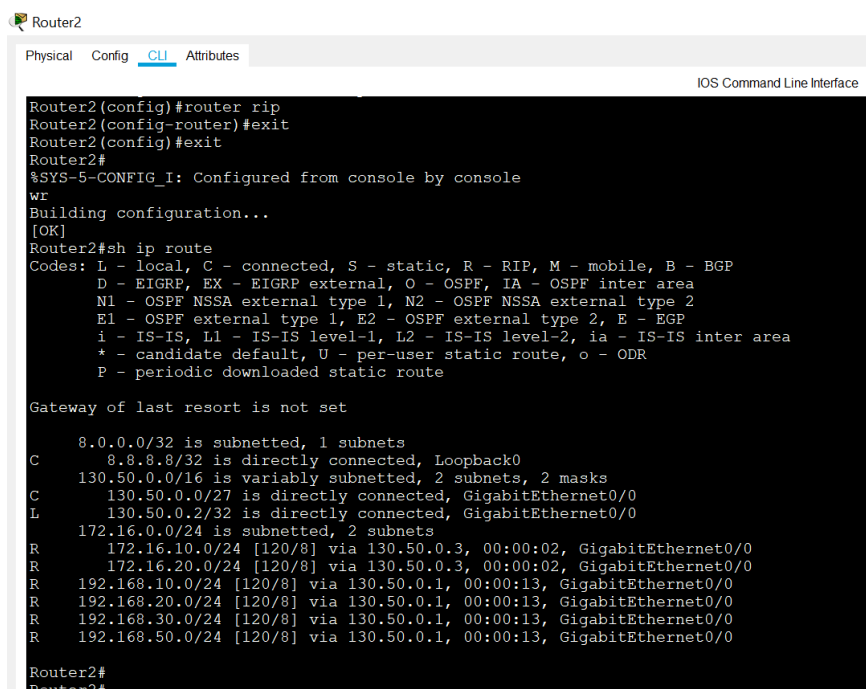
```
Router1#
Router1#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, 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 130.50.0.2 to network 0.0.0.0

      8.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
R       8.8.8.8/32 [120/5] via 130.50.0.2, 00:00:22, GigabitEthernet0/1
      110.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       110.110.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       110.110.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
      130.50.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       130.50.0.0/27 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       130.50.0.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
      172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
R       172.16.10.0/24 [120/8] via 130.50.0.3, 00:00:22, GigabitEthernet0/1
R       172.16.20.0/24 [120/8] via 130.50.0.3, 00:00:22, GigabitEthernet0/1
S       192.168.10.0/24 [1/0] via 110.110.1.2
S       192.168.20.0/24 [1/0] via 110.110.1.2
S       192.168.30.0/24 [1/0] via 110.110.1.2
S       192.168.50.0/24 [1/0] via 110.110.1.2
R*      0.0.0.0/0 [120/1] via 130.50.0.2, 00:00:22, GigabitEthernet0/1

Router1#
Router1#
```

Figura 29 - Tabela de Routing do Router 1



The screenshot shows the CLI of Router2. At the top, there are tabs for 'Physical', 'Config', 'CLI' (selected), and 'Attributes'. Below the tabs is the title 'IOS Command Line Interface'. The main area displays the output of the 'show ip route' command. It starts with a list of codes: L - local, 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, E - EGP, i - IS-IS, 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. The output shows a gateway of last resort is not set. The routing table includes several entries: 8.0.0.0/32 (subnetted), 130.50.0.0/16 (subnetted), 172.16.0.0/24 (subnetted), and various static routes (S) and connected routes (C) for 192.168.10.0/24, 192.168.20.0/24, 192.168.30.0/24, and 192.168.50.0/24.

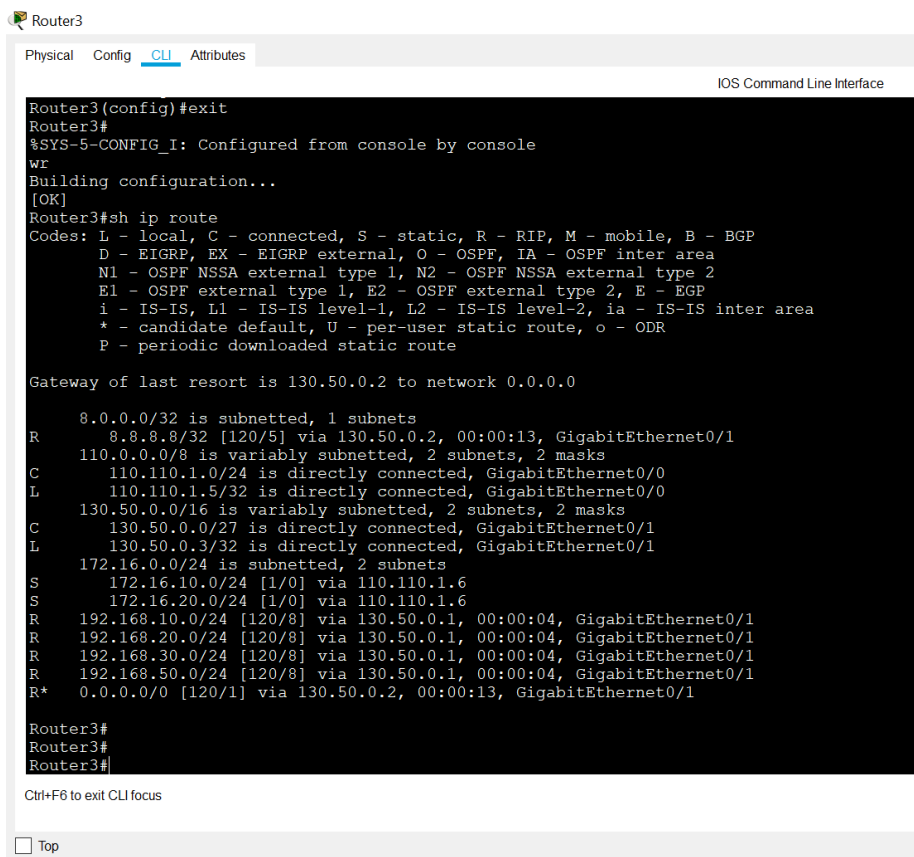
```
Router2(config)#router rip
Router2(config-router)#exit
Router2(config)#exit
Router2#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
wr
Building configuration...
[OK]
Router2#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, 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, E - EGP
        i - IS-IS, 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

      8.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C       8.8.8.8/32 is directly connected, Loopback0
      130.50.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       130.50.0.0/27 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       130.50.0.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
      172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
R       172.16.10.0/24 [120/8] via 130.50.0.3, 00:00:02, GigabitEthernet0/0
R       172.16.20.0/24 [120/8] via 130.50.0.3, 00:00:02, GigabitEthernet0/0
R       192.168.10.0/24 [120/8] via 130.50.0.1, 00:00:13, GigabitEthernet0/0
R       192.168.20.0/24 [120/8] via 130.50.0.1, 00:00:13, GigabitEthernet0/0
R       192.168.30.0/24 [120/8] via 130.50.0.1, 00:00:13, GigabitEthernet0/0
R       192.168.50.0/24 [120/8] via 130.50.0.1, 00:00:13, GigabitEthernet0/0

Router2#
Router2#
```

Figura 30 - Tabela de Routing do Router 2



The screenshot shows the CLI of Router3. The user has entered the command 'sh ip route' to display the routing table. The output lists various routes, including directly connected networks, subnets, and routes learned via OSPF. The routes are organized by their destination network and administrative distance. The routing table shows a comprehensive set of routes for the network, including those learned from OSPF and those directly connected to the router interfaces.

```
Router3(config)#exit
Router3#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
wr
Building configuration...
[OK]
Router3#sh ip route
Codes: L - local, 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, E - EGP
        i - IS-IS, 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

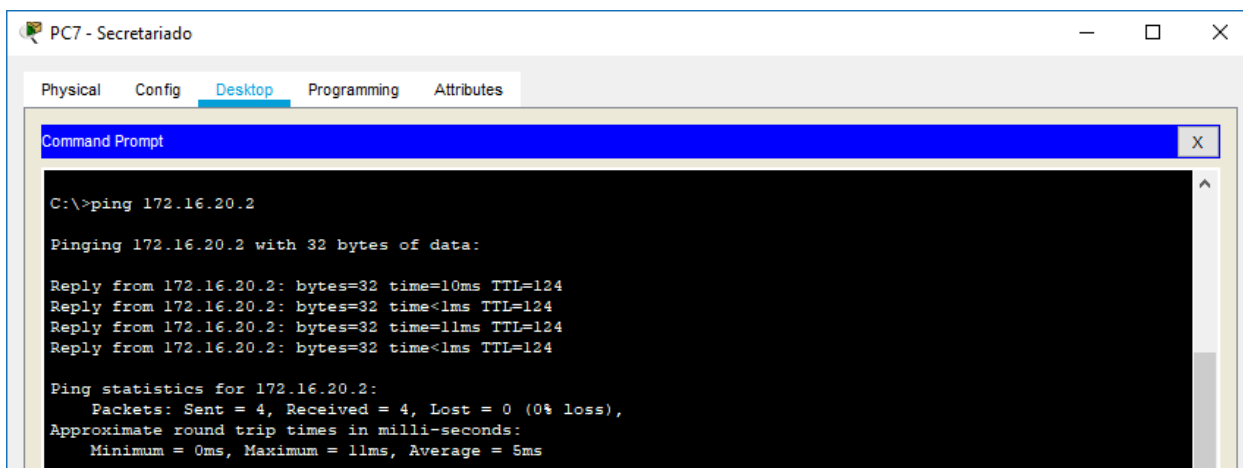
Gateway of last resort is 130.50.0.2 to network 0.0.0.0

      8.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
R       8.8.8.8/32 [120/5] via 130.50.0.2, 00:00:13, GigabitEthernet0/1
      110.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       110.110.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       110.110.1.5/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
C       130.50.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       130.50.0.0/27 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       130.50.0.3/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
      172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S       172.16.10.0/24 [1/0] via 110.110.1.6
S       172.16.20.0/24 [1/0] via 110.110.1.6
R       192.168.10.0/24 [120/8] via 130.50.0.1, 00:00:04, GigabitEthernet0/1
R       192.168.20.0/24 [120/8] via 130.50.0.1, 00:00:04, GigabitEthernet0/1
R       192.168.30.0/24 [120/8] via 130.50.0.1, 00:00:04, GigabitEthernet0/1
R       192.168.50.0/24 [120/8] via 130.50.0.1, 00:00:04, GigabitEthernet0/1
R*      0.0.0.0/0 [120/1] via 130.50.0.2, 00:00:13, GigabitEthernet0/1

Router3#
Router3#
Router3#
```

Figura 31 - Tabela de Routing do Router 3

Para comprovar a conectividade global será feito um *ping* entre um computador da Empresa A e a Empresa B:



The screenshot shows a Windows Command Prompt window on PC7. The user has entered the command 'ping 172.16.20.2'. The output shows four successful ping replies from 172.16.20.2, each with a response time of approximately 10ms and a TTL of 124. The ping statistics show that all four packets were sent and received, with no loss.

```
PC7 - Secretariado
Physical Config Desktop Programming Attributes

Command Prompt

C:\>ping 172.16.20.2

Pinging 172.16.20.2 with 32 bytes of data:

Reply from 172.16.20.2: bytes=32 time=10ms TTL=124
Reply from 172.16.20.2: bytes=32 time<1ms TTL=124
Reply from 172.16.20.2: bytes=32 time=11ms TTL=124
Reply from 172.16.20.2: bytes=32 time<1ms TTL=124

Ping statistics for 172.16.20.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 11ms, Average = 5ms
```

Figura 32- ping que comprova a conectividade global entre as duas empresas

Conclusões

Considerou-se que este trabalho prático permitiu compreender e integrar conceitos relativamente novos que foram introduzidos nas aulas, como sejam o tópico das VLANs, a sua concretização na configuração de routers, designadamente a necessidade de configurar portas em modo de acesso e *trunk*. Permitiu também abordar o protocolo STP no cálculo de rotas de menor custo e sem ciclos dentro de uma rede. Para além disso, permitiu desenhar topologias de rede com alguma complexidade, e configurar as rotas de dispositivos de uma rede para encaminharem tráfego para fora da rede, permitindo conectividade com o exterior, neste caso, a comunicação entre duas empresas. Permitiu, finalmente a adaptação da rede a mudanças na sua topologia, por intermédio do encaminhamento dinâmico.

No global, apesar de introdutório à temática das redes de Internet, considera-se um exercício desafiante e concluído com sucesso. Destacamos, em particular a minúcia e atenção necessária a este tipo de trabalho, pois a inadequada configuração de uma interface da rede pode resultar no funcionamento deficiente da rede, tornando-se difícil apreender a causa do comportamento observado. Os comandos utilizados são facilmente acessíveis em fontes da Internet mas a capacidade de segmentar a configuração da rede torna-se chave quando a topologia da rede cresce.

Bibliografia

- Documentos de apoio da unidade curricular e material fornecido pelo docente
- <https://confterminal.com/configuring-rip-on-a-cisco-router/>
- <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/8606-redist.html>
- https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/security/asa/asa82/configuration/guide/config/route_rip.html
- https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/lan-switching/vtp/10558-21.html#vtp_pruning
-