Redes de Computadores I

Elaborado por:

GitHub	**Nome:**
JulsVR	Júlio Rocha
OsvaldoDMVS	Osvaldo Silva

Relatório Final - Projeto

Índice

Resumo:

Este trabalho foi elaborado no intuito de um projeto final na cadeira de Redes 1, em que foi necessário configurar uma Topologia de redes complexa no programa GNS3. Esta configuração inclui testes feitos em aparelhos (Switches/Routers) CISCO e Arista, análise de dados da rede através do Wireshark, criação de um Servidor Linux como parte da topologia, configuração e vários testes feitos em VLANs (como elas se comportam e reagem) e a análise de protocolos:

- Spanning-tree (IEEE 802.1D);
-Link Aggregation Control Protocol;
- RSTP (IEEE 802.1 W);
- PVST+;
- Rapid PVST+;
- VLANs.

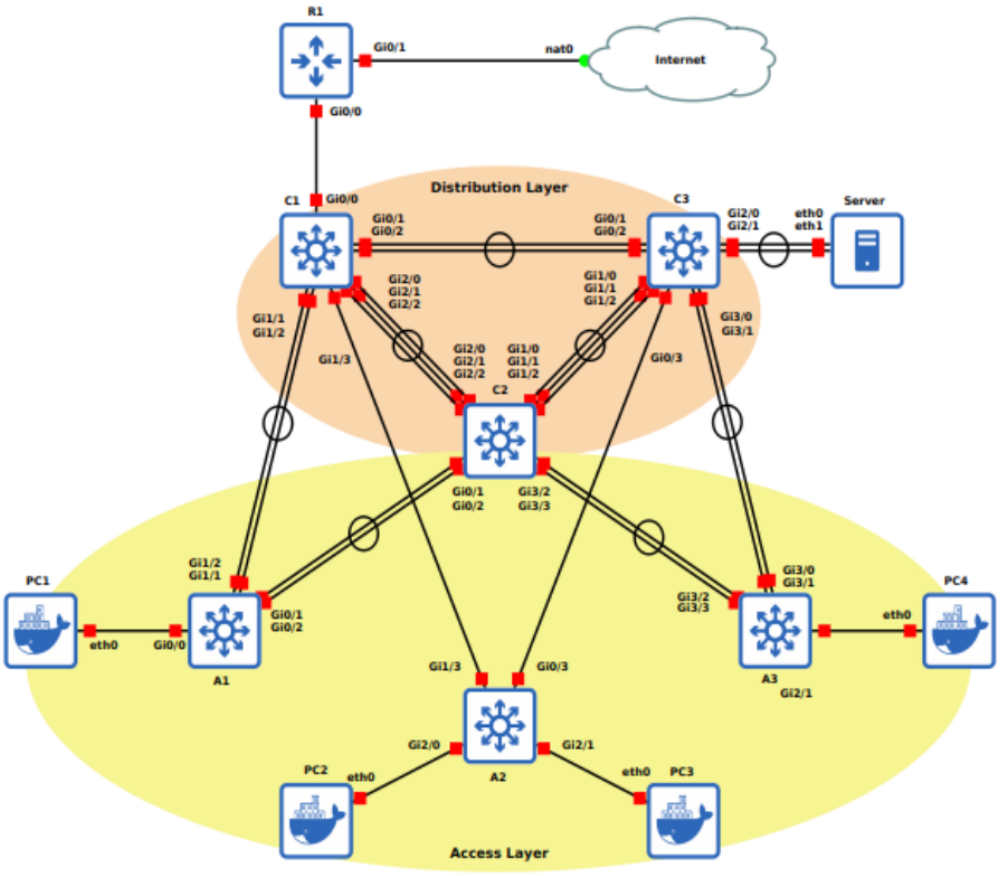


Figura 1 - Topologia proposta do projeto

Grupo 1

Configurar, testar, monitorar e reparar ligações agregadas baseadas no protocolo LACP (Link Aggregation Control Protocol)

- **1.1) Criar interfaces EtherChannel**

Exemplo: **Assumindo que existe o Switch 1 e o Switch 2, ambos conectados através das interfaces gi0/0 e gi0/1, e sendo X o etherchannel que se pretende criar**

SWITCH 1 e 2:

int range gi0/0-1 + switchport + no sh + channel-group x mode active

- **1.2)Associar interfaces físicas ao EtherChannel e analisar os diferentes modos de associação LACP (on, passive ou active)**

Foram criados 7 interfaces Etherchannel, apresentados na seguinte lista:

```
C1: Po1 (C3)
    Po2 (A1)
    Po3 (C2)

C2: Po3 (C1)
    Po4 (C3)
    Po5 (A3)
    Po6 (A1)

C3: Po1 (C1)
    Po2 (A3)
    Po4 (C2)

A1: Po2 (C1)
    Po6 (C2)

A3: Po2 (C3)
    Po5 (A3)
```

- **1.3) Descrever o propósito de configurar a prioridade LACP numa porta do switch.**

Este protocolo permite que várias interfaces de um dispositivo (neste caso um Switch) sejam agregadas em conjunto para criar uma tolerância de falha da rede, e permite que o tráfego desta mesma rede seja distribuído mais eficientemente na largura de banda disponível.

- **1.4) Descrever e testar os diferentes modos de balanceamento da carga no EtherChannel.**

src-dst-ip: Source and destination IP addresses;

src-dst-mac: Source and destination MAC addresses;

dst-ip: Destination IP address;

dst-mac: Destination MAC address:

src-ip: Source IP address;

src-mac: Source MAC address.

Cada método de balanceamento depende de uma interface física que irá enviar os packets, como descrito na lista em cima, estas interfaces variam de endereços IP/MAC e as suas respetivas fontes ou destinos.

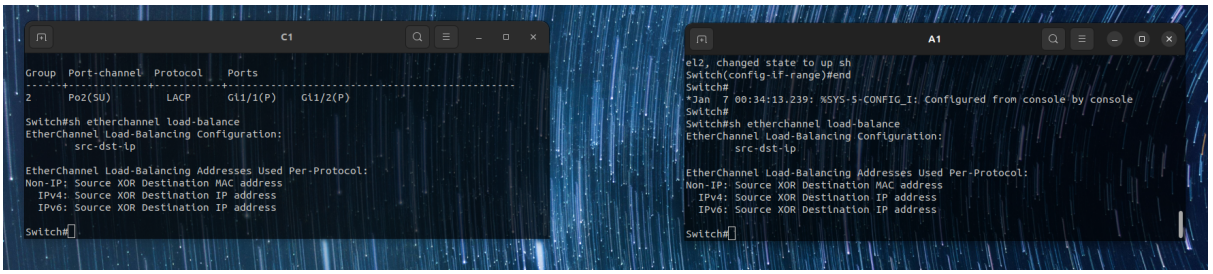


Figura 2 - Load-balance src-dst-ip

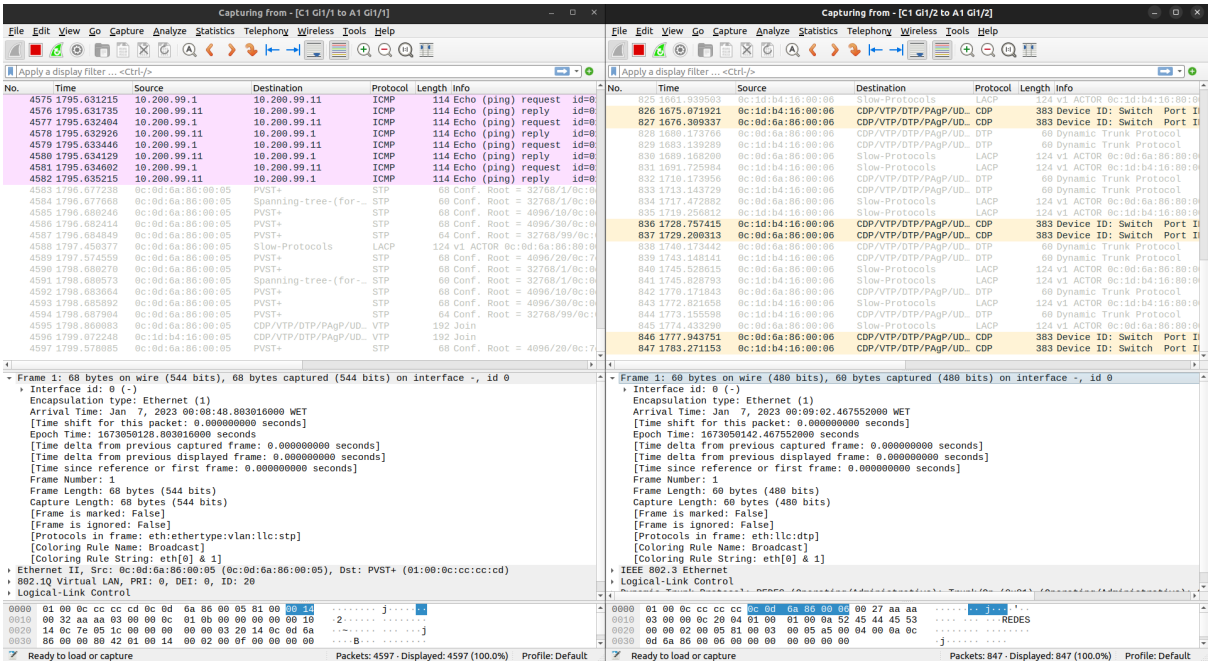


Figura 3 - Load-balance src-dst-ip Wireshark

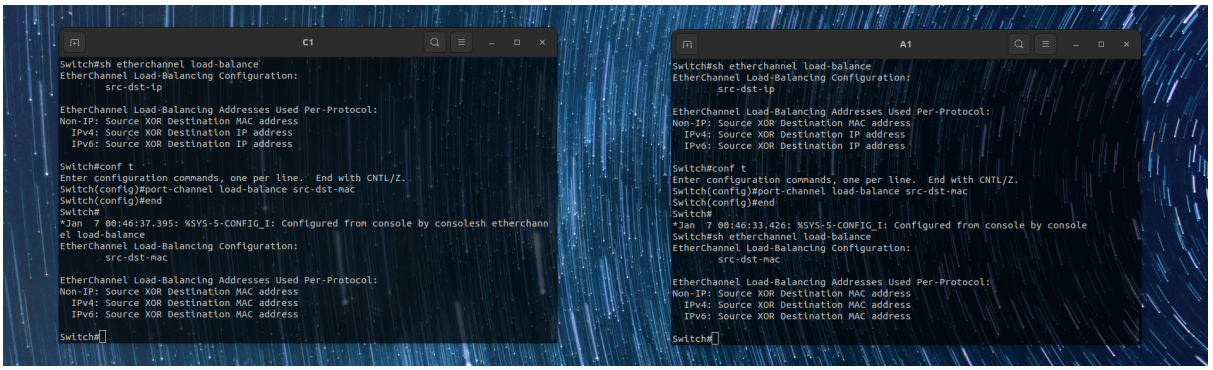


Figura 4 - Load-balance src-dst-mac

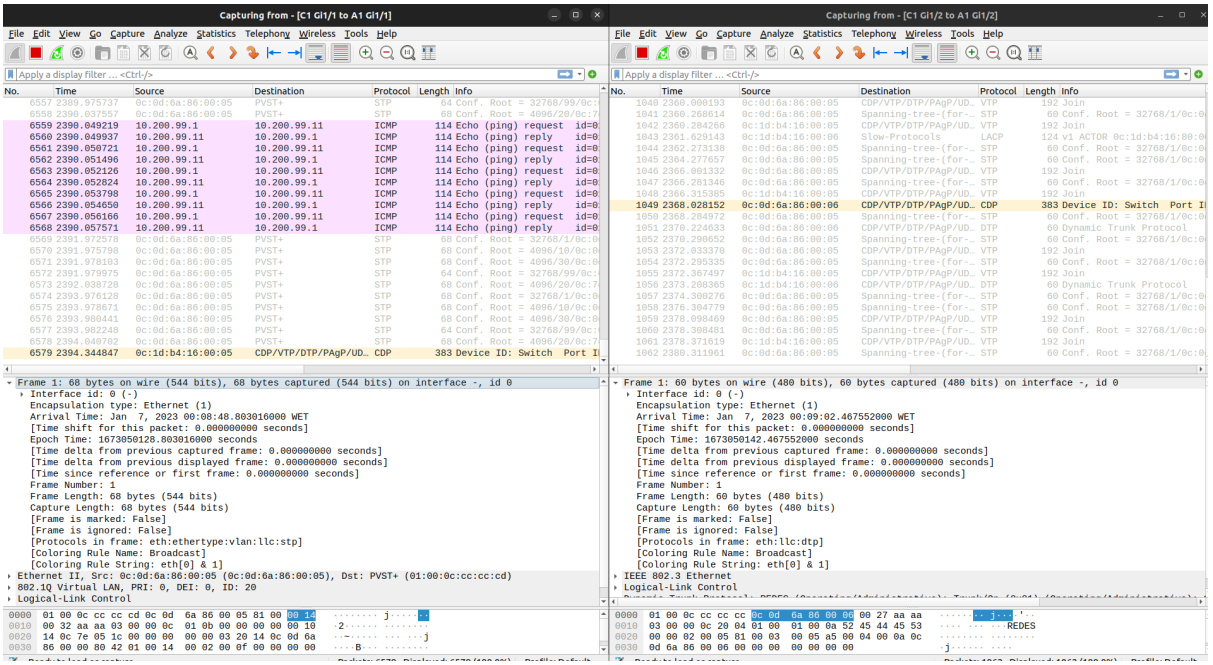


Figura 5 - Load-balance src-dst-mac Wireshark

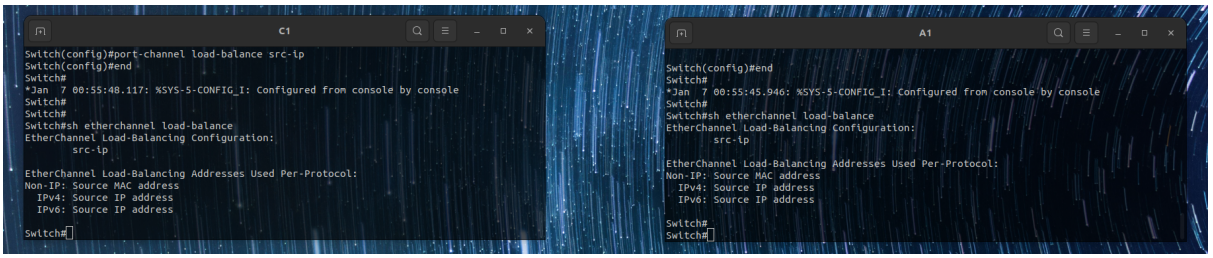


Figura 6 - Load-balance src-ip

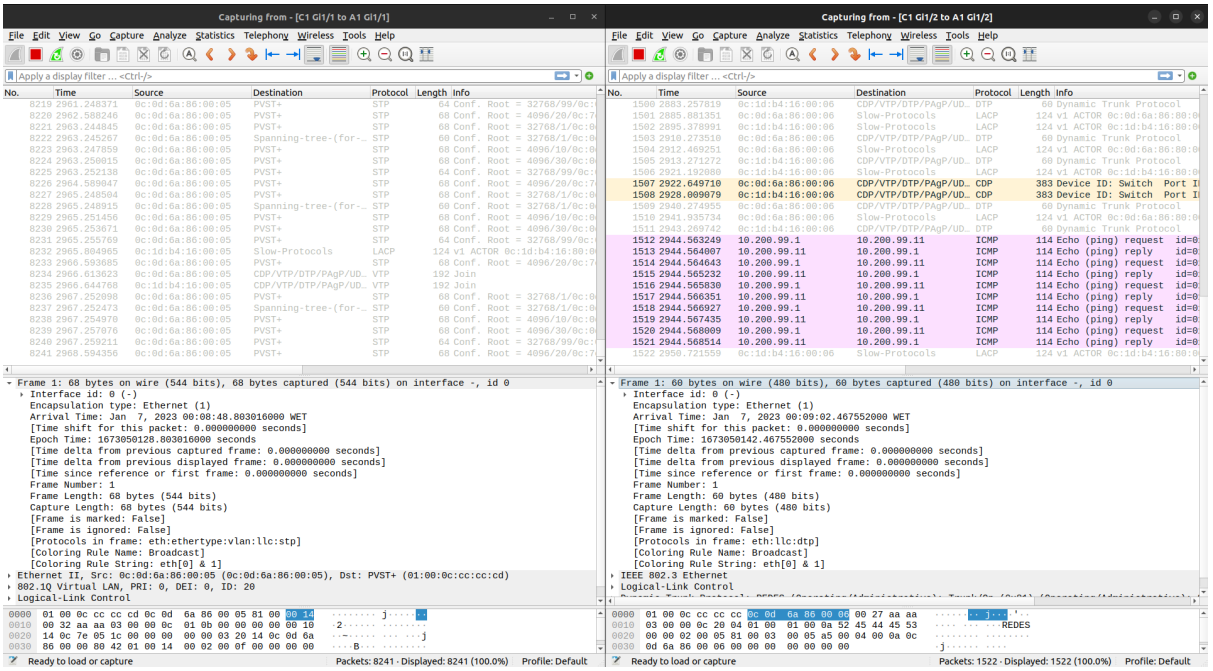


Figura 7 - Load-balance src-ip Wireshark

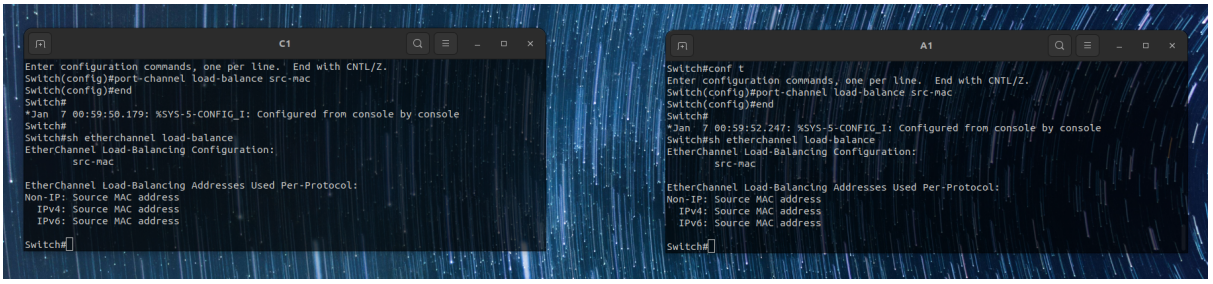


Figura 8 - Load-balance src-mac

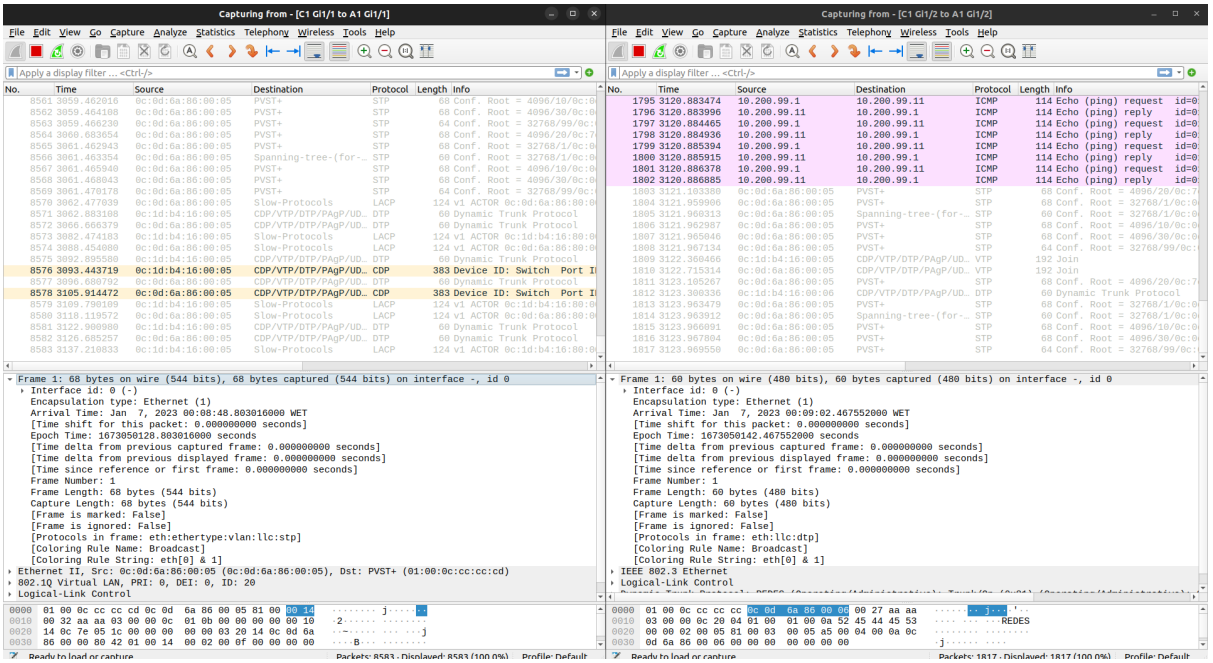


Figura 9 - Load-balance src-mac Wireshark

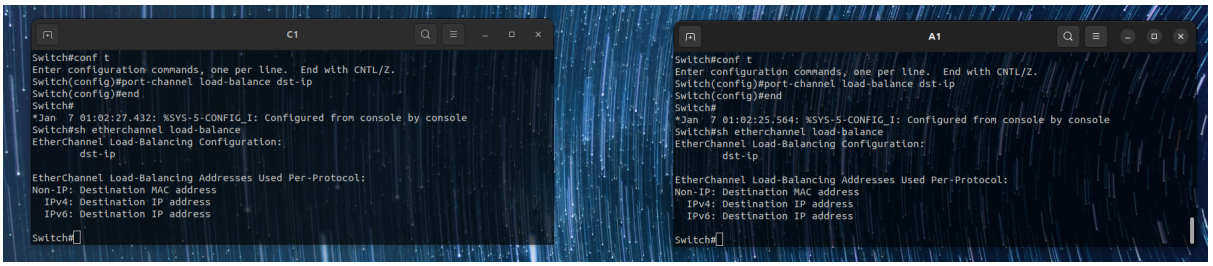


Figura 10 - Load-balance dst-ip

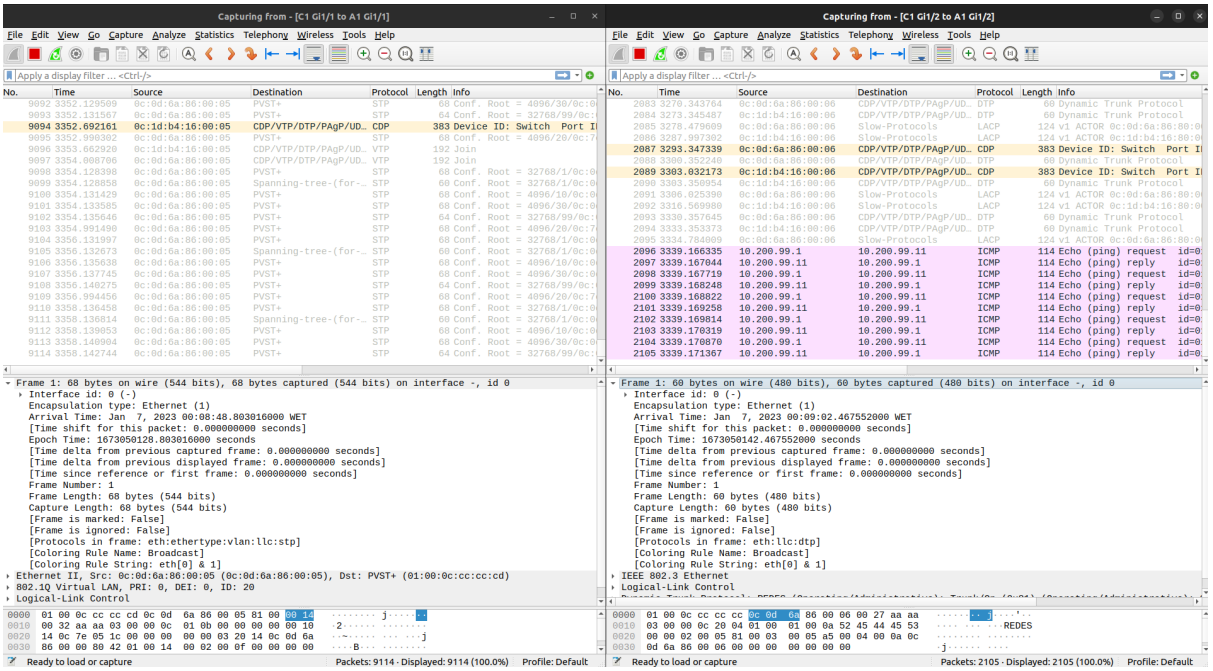


Figura 11 - Load-balance dst-ip Wireshark

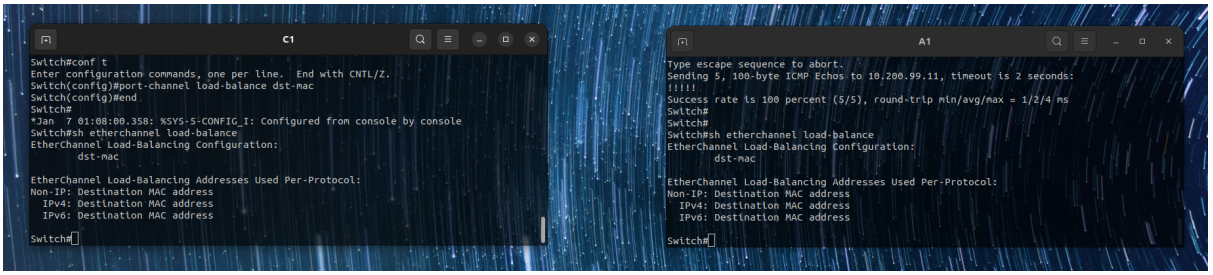


Figura 12 - Load-balance dst-mac

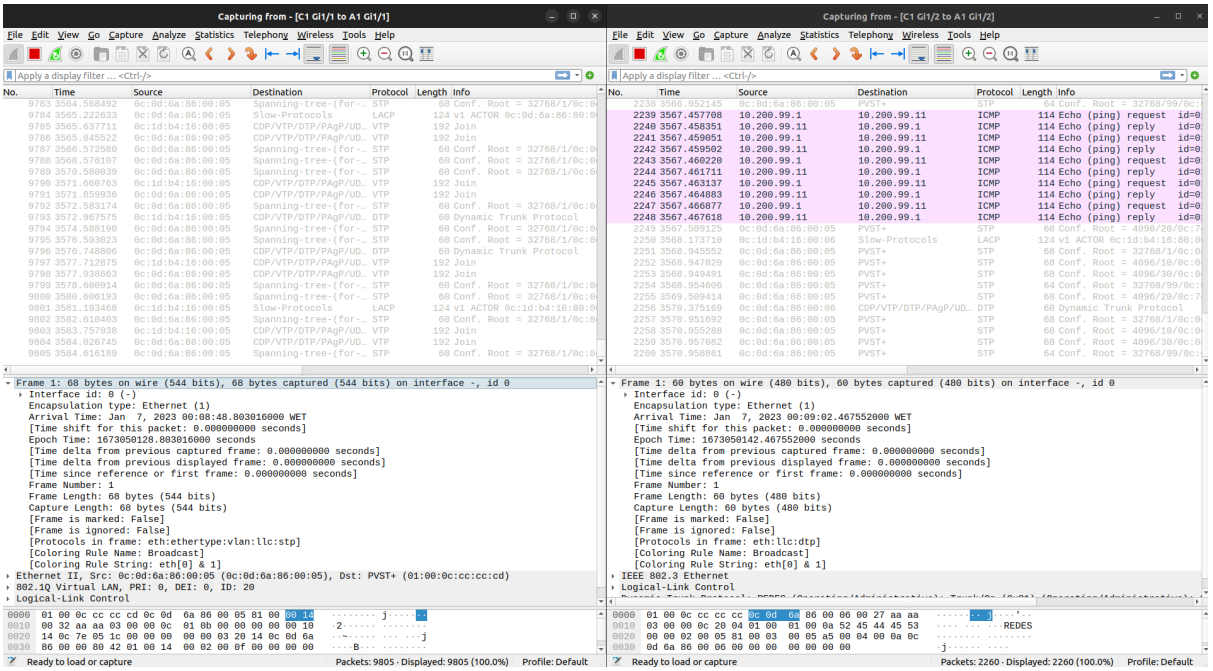


Figura 13 - Load-balance dst-mac

- **1.5) Descrever o significado da saída dos comandos show etherchannel summary e show etherchannel port.**

Etherchannel summary: Indica o estado do port-channel (Figura 14)

Etherchannel port: Indica uma informação mais detalhada sobre o port-channel, inclusive, a sobre outros grupos vizinhos. (Figura 15)

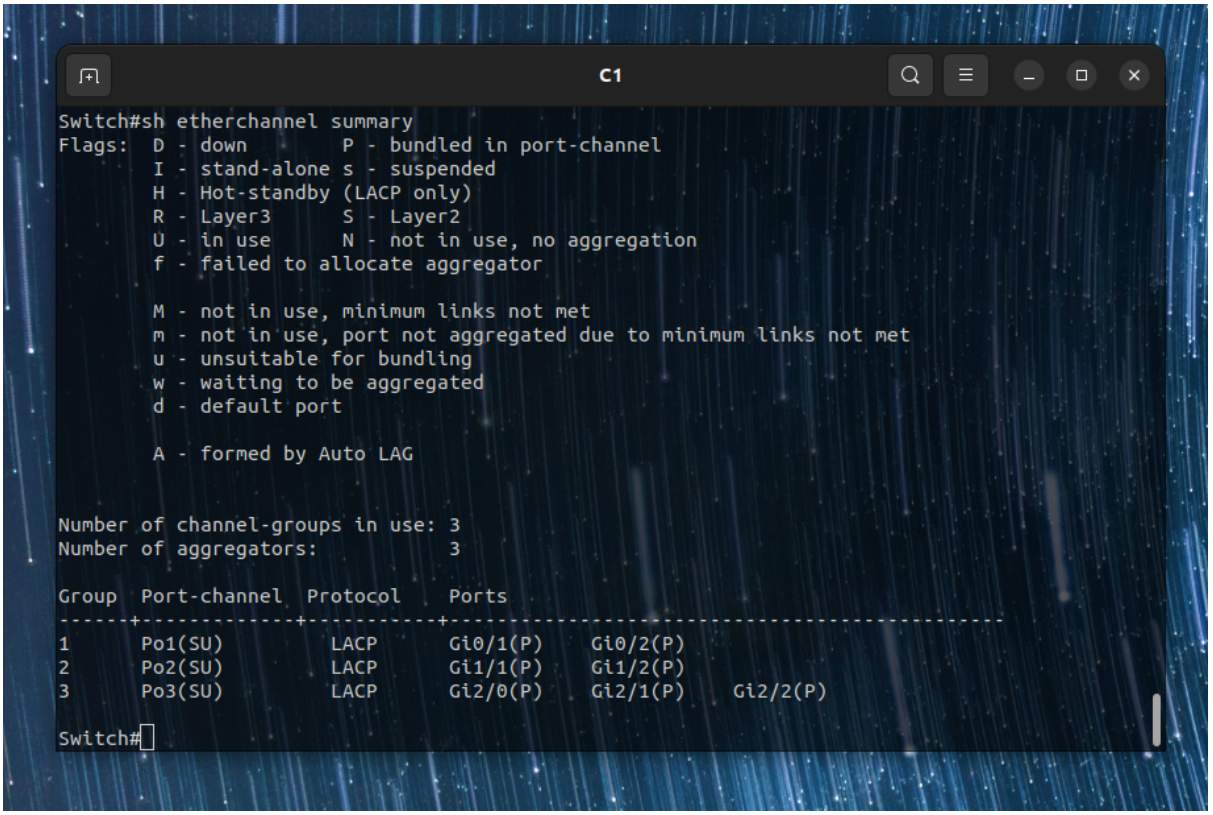
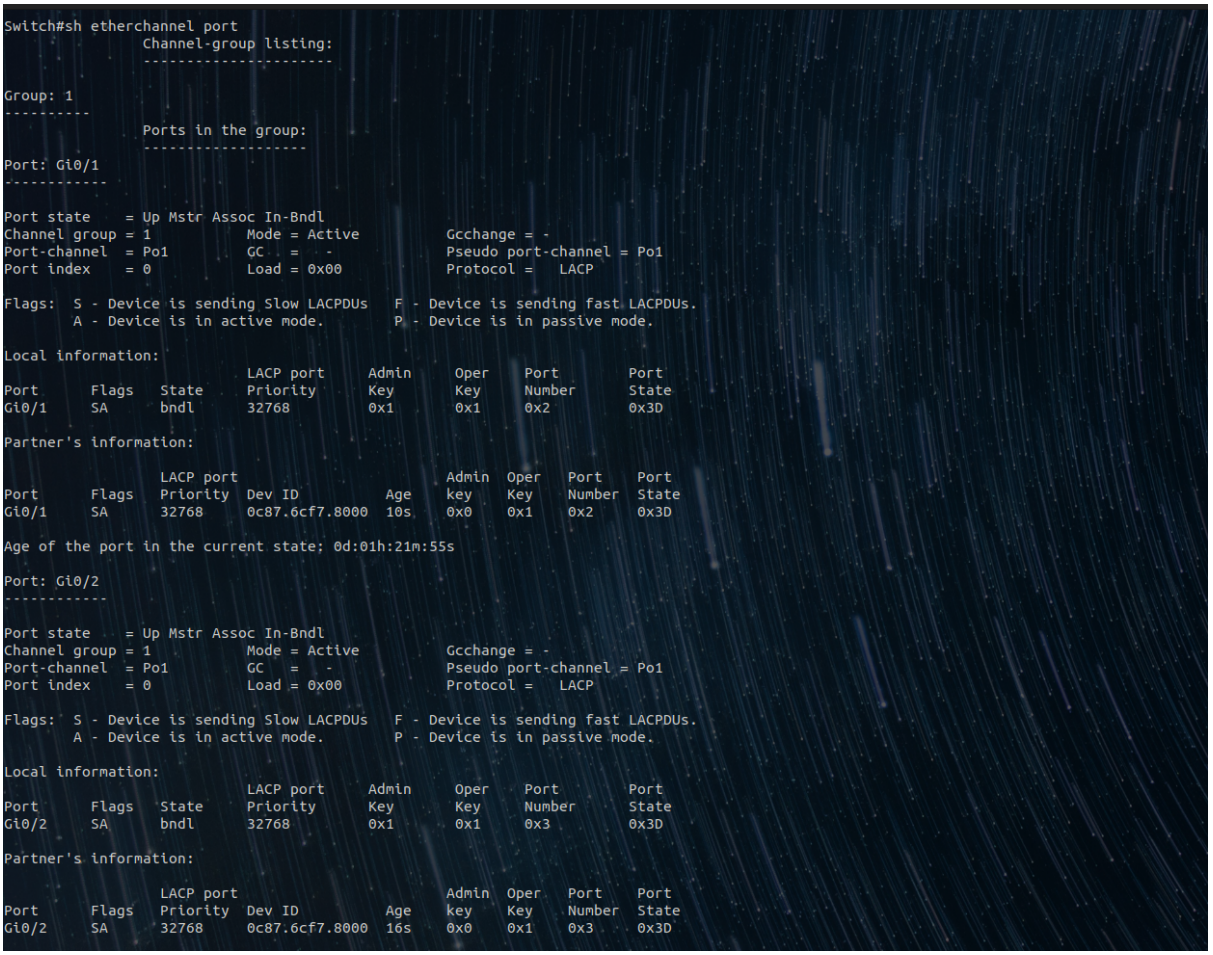


Figura 14 - Etherchannel summary no Switch C1



```
Switch#sh etherchannel port
              Channel-group listing:
              ----------------------

Group: 1
----------
              Ports in the group:
              -------------------
Port: Gi0/1
------------

Port state    = Up Mstr Assoc In-Bndl
Channel group = 1           Mode = Active          Gcchange = -
Port-channel  = Po1         GC   =   -             Pseudo port-channel = Po1
Port index    = 0           Load = 0x00            Protocol =   LACP

Flags:  S - Device is sending Slow LACPDUs   F - Device is sending fast LACPDUs.
        A - Device is in active mode.        P - Device is in passive mode.

Local information:
                            LACP port     Admin     Oper    Port         Port
Port      Flags   State     Priority      Key       Key     Number       State
Gi0/1     SA      bndl      32768         0x1       0x1     0x2          0x3D

Partner's information:

                LACP port                       Admin  Oper   Port    Port
Port      Flags   Priority  Dev ID          Age   key    Key    Number  State
Gi0/1     SA      32768     0c87.6cf7.8000  10s   0x0    0x1    0x2     0x3D

Age of the port in the current state: 0d:01h:21m:55s

Port: Gi0/2
------------

Port state    = Up Mstr Assoc In-Bndl
Channel group = 1           Mode = Active          Gcchange = -
Port-channel  = Po1         GC   =   -             Pseudo port-channel = Po1
Port index    = 0           Load = 0x00            Protocol =   LACP

Flags:  S - Device is sending Slow LACPDUs   F - Device is sending fast LACPDUs.
        A - Device is in active mode.        P - Device is in passive mode.

Local information:
                            LACP port     Admin     Oper    Port         Port
Port      Flags   State     Priority      Key       Key     Number       State
Gi0/2     SA      bndl      32768         0x1       0x1     0x3          0x3D

Partner's information:

                LACP port                       Admin  Oper   Port    Port
Port      Flags   Priority  Dev ID          Age   key    Key    Number  State
Gi0/2     SA      32768     0c87.6cf7.8000  16s   0x0    0x1    0x3     0x3D
```

Figura 15 - Etherchannel port no Switch C1

Para evitar o sobre uso de imagens neste relatório, podem encontrar na pasta de “Screenshots” deste projeto as várias fotos tiradas ao Etherchannel Porto do Switch C1, que engloba os Po1-3. [1]

[1] Etherchannel_port C1_1.png, Etherchannel_portC1_2.png, Etherchannel_portC1_3.png e Etherchannel_port_C1_3_2.png

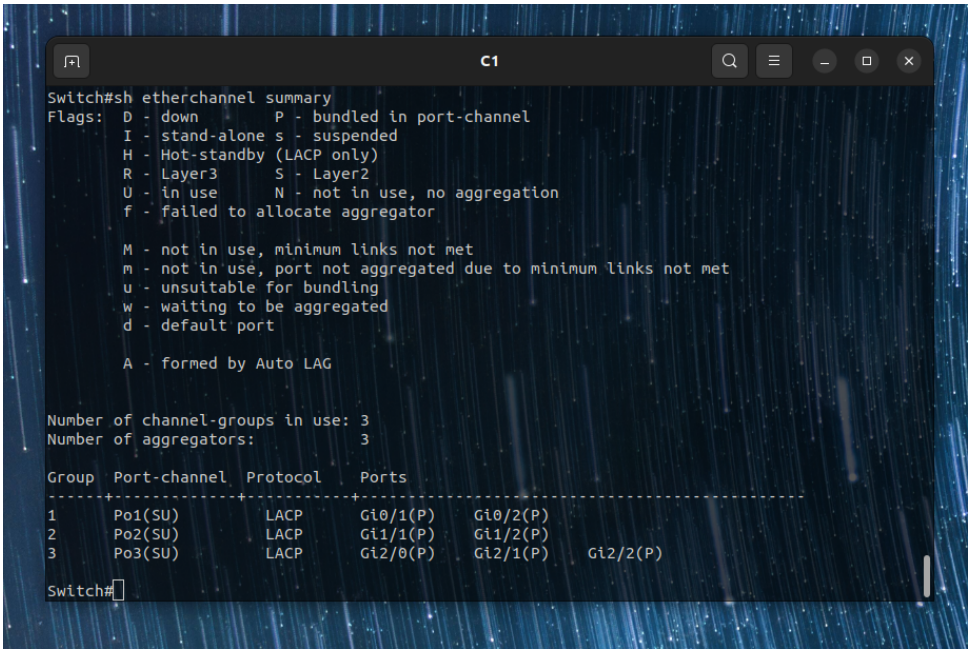


Figura 16 - Output do commando Etherchannel Summary na Switch C1

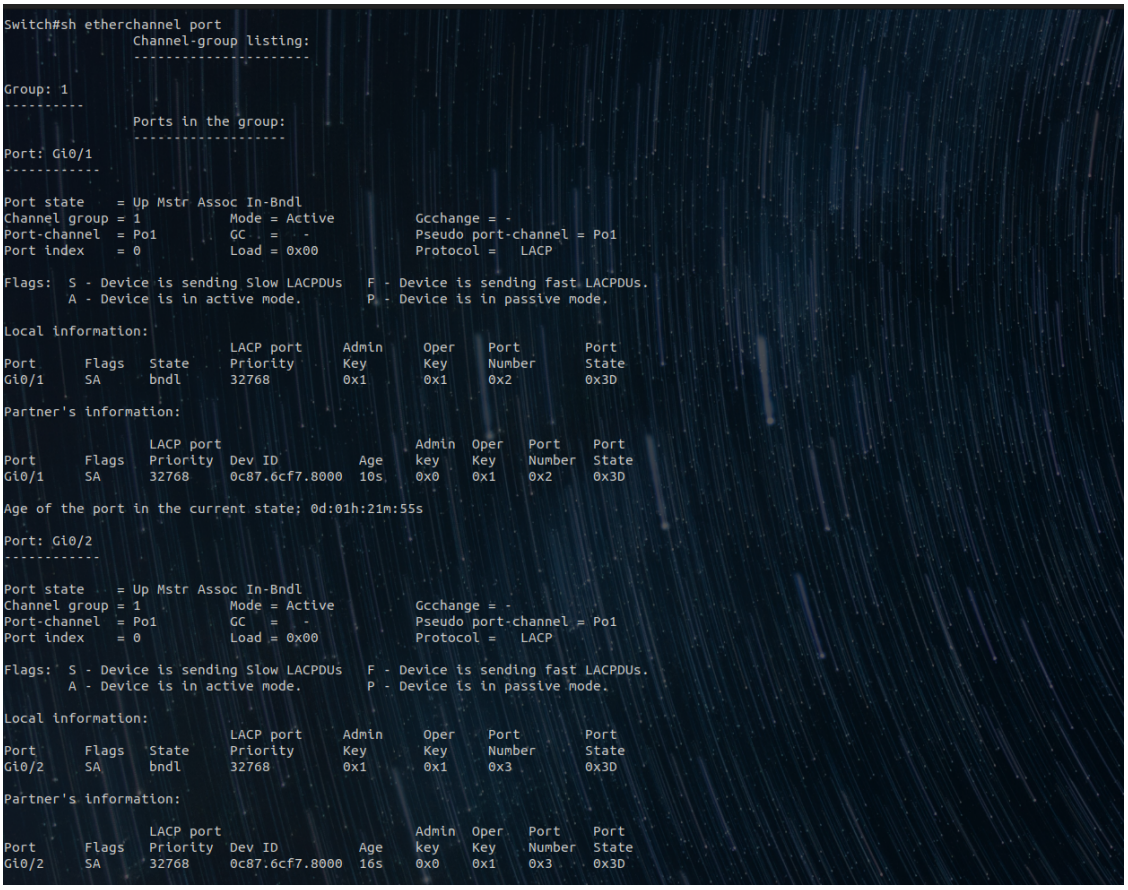
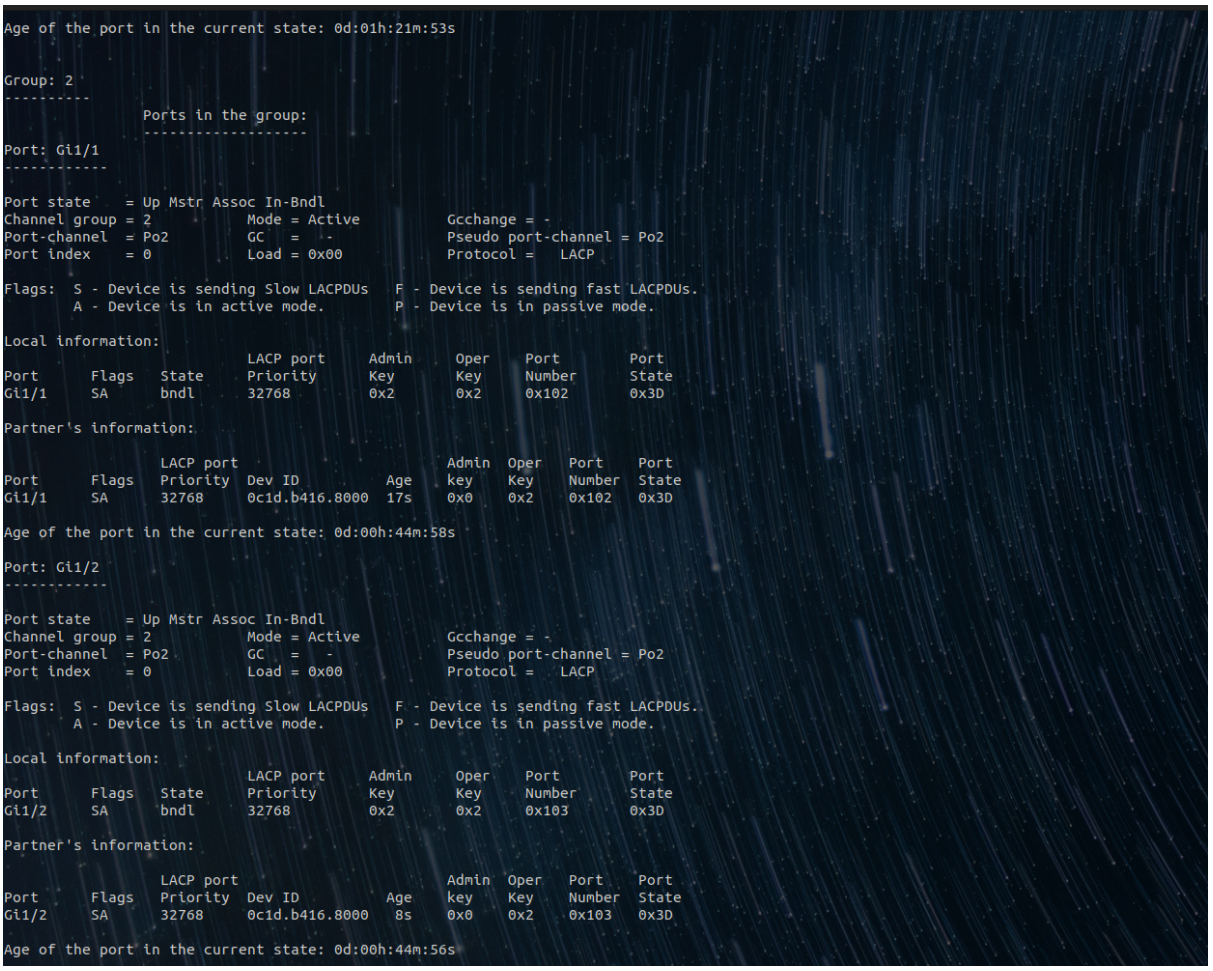
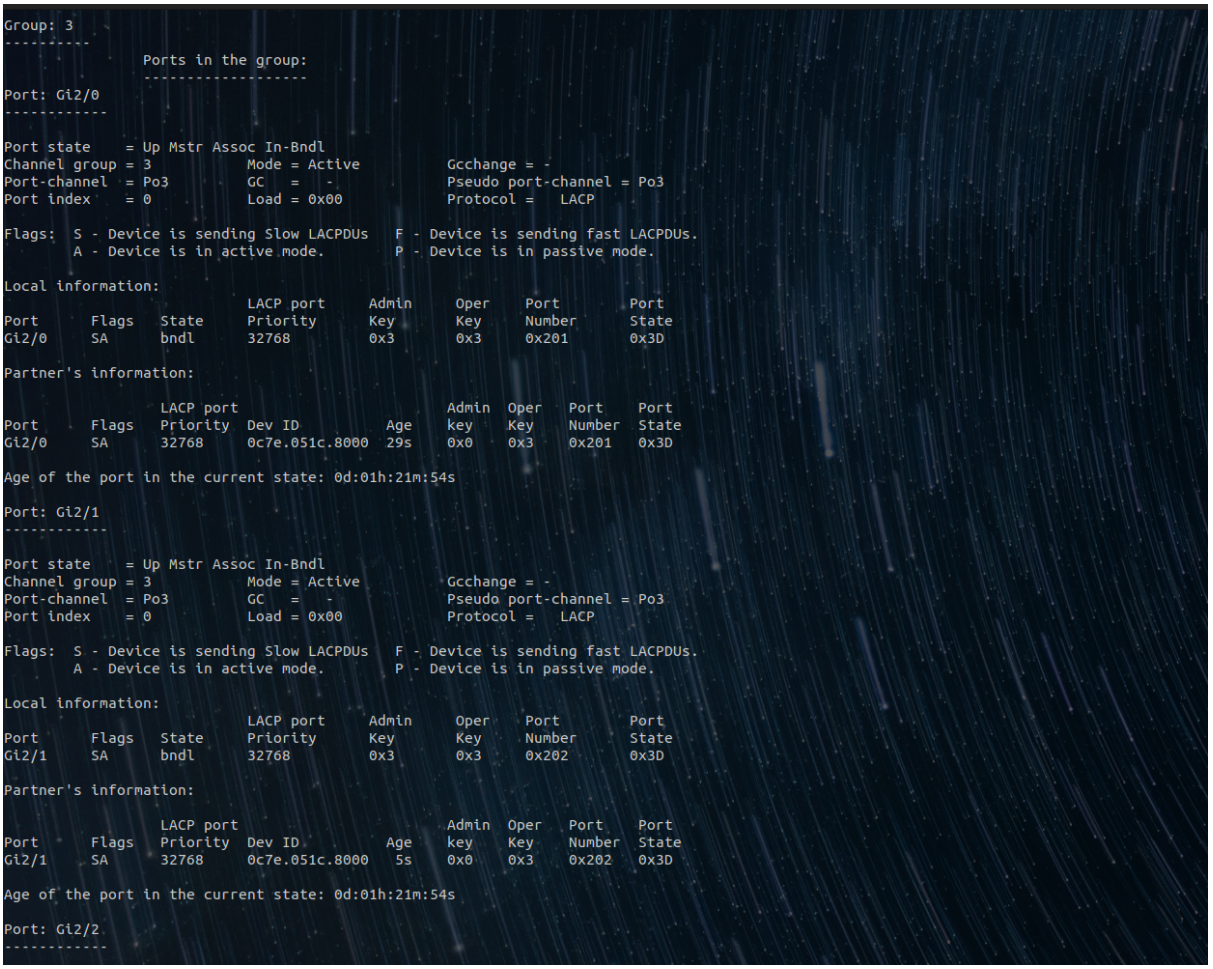


Figura 17 - Output do comando Etherchannel Port na Switch C1 [Po1]



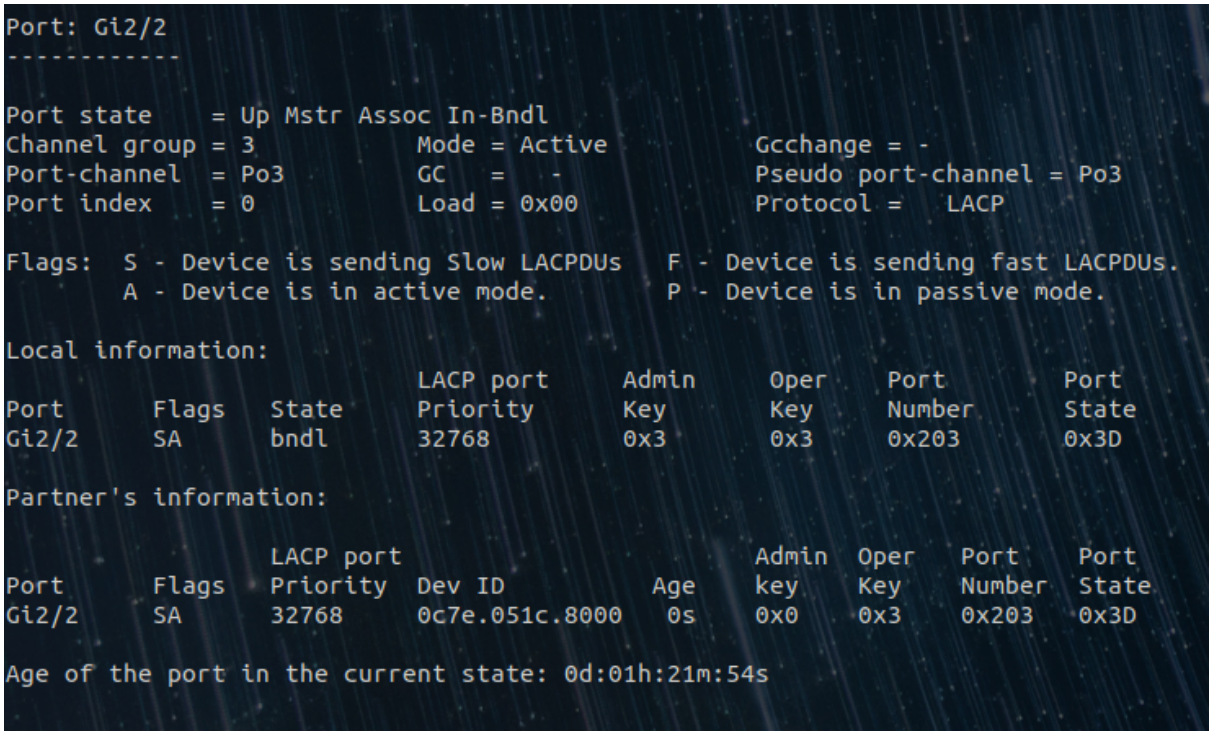
```
Age of the port in the current state: 0d:01h:21m:53s

Group: 2
----------
              Ports in the group:
              -------------------
Port: Gi1/1
------------

Port state    = Up Mstr Assoc In-Bndl
Channel group = 2           Mode = Active          Gcchange = -
Port-channel  = Po2         GC   =   -             Pseudo port-channel = Po2
Port index    = 0           Load = 0x00            Protocol =   LACP

Flags:  S - Device is sending Slow LACPDUs   F - Device is sending fast LACPDUs.
        A - Device is in active mode.        P - Device is in passive mode.

Local information:
                        LACP port     Admin     Oper    Port        Port
Port      Flags   State     Priority      Key       Key     Number      State
Gi1/1     SA      bndl      32768         0x2       0x2     0x102       0x3D

Partner's information:

                LACP port                       Admin  Oper   Port    Port
Port      Flags   Priority  Dev ID          Age   key    Key    Number  State
Gi1/1     SA      32768     0c1d.b416.8000  17s   0x0    0x2    0x102   0x3D

Age of the port in the current state: 0d:00h:44m:58s

Port: Gi1/2
------------

Port state    = Up Mstr Assoc In-Bndl
Channel group = 2           Mode = Active          Gcchange = -
Port-channel  = Po2         GC   =   -             Pseudo port-channel = Po2
Port index    = 0           Load = 0x00            Protocol =   LACP

Flags:  S - Device is sending Slow LACPDUs   F - Device is sending fast LACPDUs.
        A - Device is in active mode.        P - Device is in passive mode.

Local information:
                        LACP port     Admin     Oper    Port        Port
Port      Flags   State     Priority      Key       Key     Number      State
Gi1/2     SA      bndl      32768         0x2       0x2     0x103       0x3D

Partner's information:

                LACP port                       Admin  Oper   Port    Port
Port      Flags   Priority  Dev ID          Age   key    Key    Number  State
Gi1/2     SA      32768     0c1d.b416.8000   8s   0x0    0x2    0x103   0x3D

Age of the port in the current state: 0d:00h:44m:56s
```

Figura 18 - Output do commando Etherchannel Port na Switch C1 [Po2]



```
Group: 3
----------
              Ports in the group:
              -------------------
Port: Gi2/0
------------

Port state    = Up Mstr Assoc In-Bndl
Channel group = 3           Mode = Active          Gcchange = -
Port-channel  = Po3         GC   =   -             Pseudo port-channel = Po3
Port index    = 0           Load = 0x00            Protocol =   LACP

Flags:  S - Device is sending Slow LACPDUs   F - Device is sending fast LACPDUs.
        A - Device is in active mode.        P - Device is in passive mode.

Local information:
                            LACP port     Admin     Oper    Port        Port
Port      Flags   State     Priority      Key       Key     Number      State
Gi2/0     SA      bndl      32768         0x3       0x3     0x201       0x3D

Partner's information:

                  LACP port                       Admin  Oper   Port    Port
Port      Flags   Priority  Dev ID          Age   key    Key    Number  State
Gi2/0     SA      32768     0c7e.051c.8000  29s   0x0    0x3    0x201   0x3D

Age of the port in the current state: 0d:01h:21m:54s

Port: Gi2/1
------------

Port state    = Up Mstr Assoc In-Bndl
Channel group = 3           Mode = Active          Gcchange = -
Port-channel  = Po3         GC   =   -             Pseudo port-channel = Po3
Port index    = 0           Load = 0x00            Protocol =   LACP

Flags:  S - Device is sending Slow LACPDUs   F - Device is sending fast LACPDUs.
        A - Device is in active mode.        P - Device is in passive mode.

Local information:
                            LACP port     Admin     Oper    Port        Port
Port      Flags   State     Priority      Key       Key     Number      State
Gi2/1     SA      bndl      32768         0x3       0x3     0x202       0x3D

Partner's information:

                  LACP port                       Admin  Oper   Port    Port
Port      Flags   Priority  Dev ID          Age   key    Key    Number  State
Gi2/1     SA      32768     0c7e.051c.8000   5s   0x0    0x3    0x202   0x3D

Age of the port in the current state: 0d:01h:21m:54s

Port: Gi2/2
------------
```

Figura 19 - Output do commando Etherchannel Port na Switch C1 [Po3]



```
Port: Gi2/2
------------

Port state    = Up Mstr Assoc In-Bndl
Channel group = 3           Mode = Active          Gcchange = -
Port-channel  = Po3         GC   =   -             Pseudo port-channel = Po3
Port index    = 0           Load = 0x00            Protocol =   LACP

Flags:  S - Device is sending Slow LACPDUs   F - Device is sending fast LACPDUs.
        A - Device is in active mode.        P - Device is in passive mode.

Local information:
                            LACP port     Admin     Oper    Port         Port
Port      Flags   State     Priority      Key       Key     Number       State
Gi2/2     SA      bndl      32768         0x3       0x3     0x203        0x3D

Partner's information:

                  LACP port                         Admin  Oper   Port    Port
Port      Flags   Priority  Dev ID           Age    key    Key    Number  State
Gi2/2     SA      32768     0c7e.051c.8000   0s     0x0    0x3    0x203   0x3D

Age of the port in the current state: 0d:01h:21m:54s
```

Figura 20 - Output do comando Etherchannel Port na Switch C1 [Po3]

- **1.6) Explicar o que acontece quando elementos do EtherChannel ficam indisponíveis. Demonstrar com casos práticos.**

Uma das portas irá ficar no estado *Suspended* (s). É enviada uma notificação no terminal, a informar que uma interface física não está em modo Up ou, má configurada e irá continuamente ao longo do tempo re-enviar esta mensagem até ser corrigido.

- **1.7) Configurar o protocolo LACP no Servidor Linux2 instalando e ativando e configurando os módulos necessários. Testar a operação do LACP entre o CISCO IOS e o LINUX.**

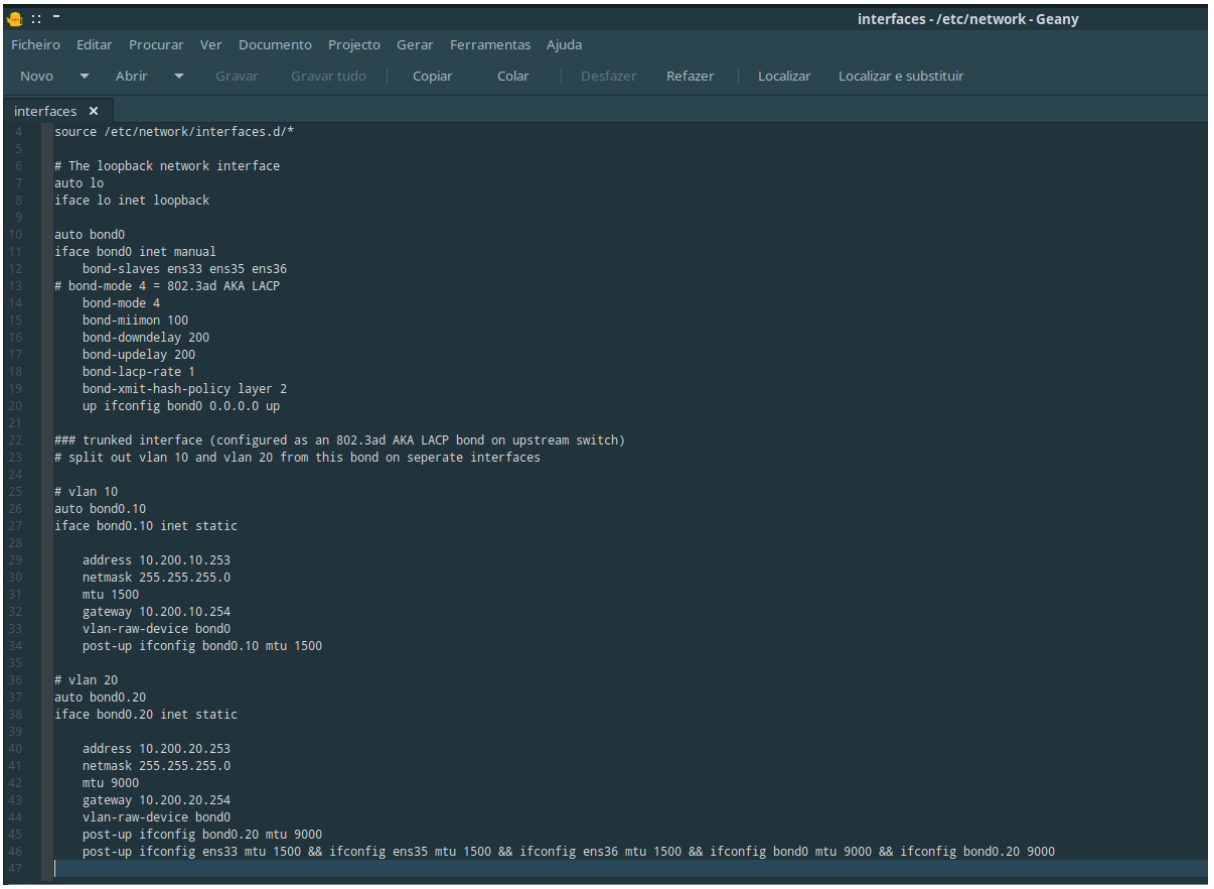


Figura 21 - Configuração das interfaces do servidor Linux

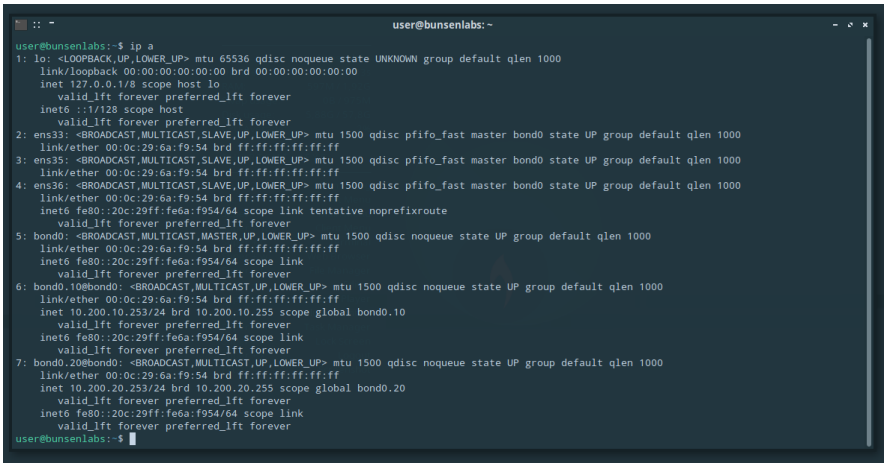


Figura 22 - Estado das interfaces do servidor Linux

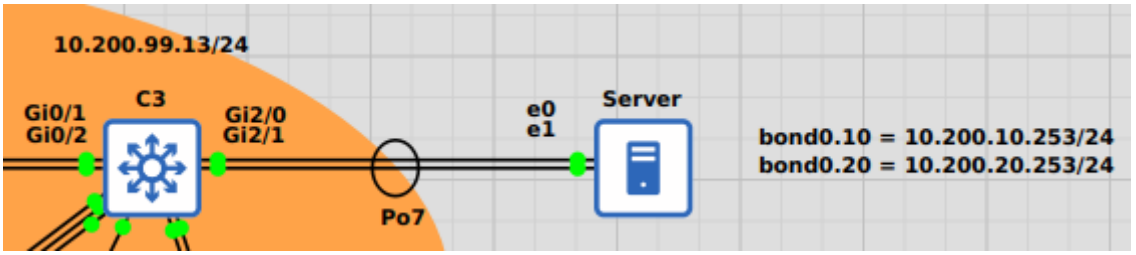


Figura 23 - Topologia GNS3 da conexão entre Switch C3 e Servidor Linux

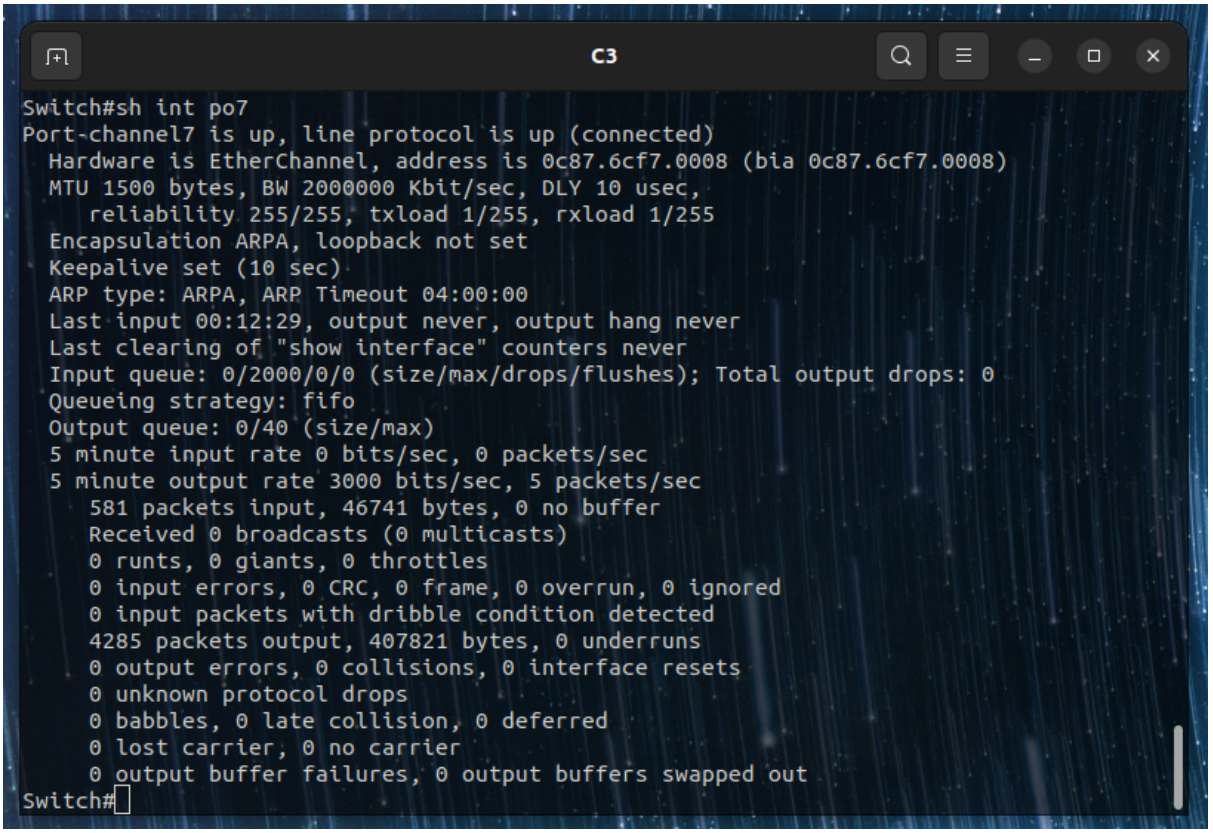


Figura 24 - Informação do channel-group 7 (C3 - Linux)

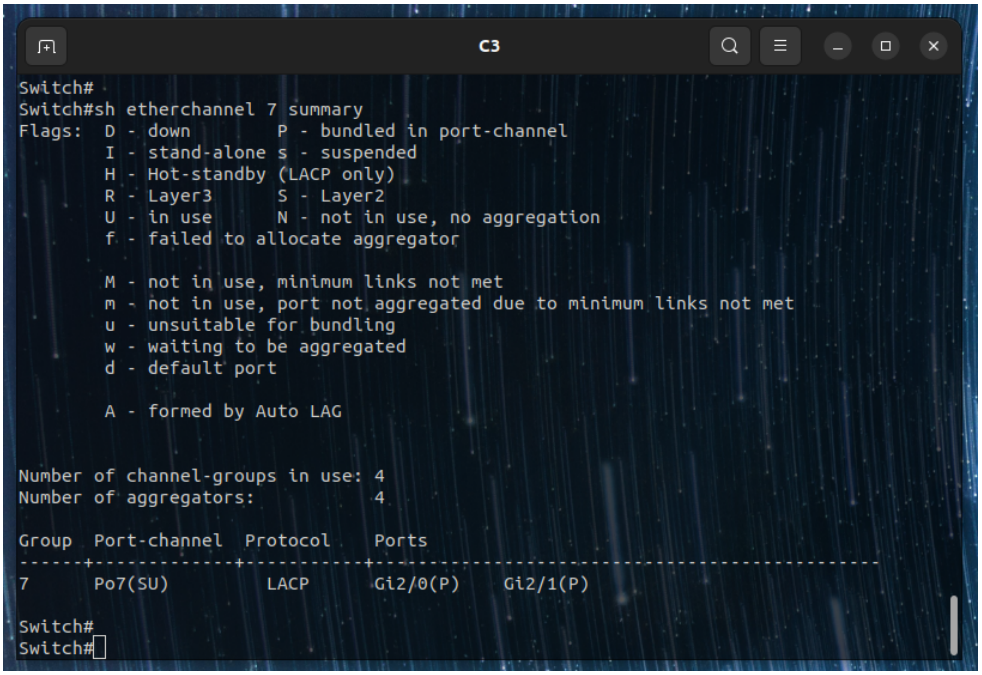


Figura 25 - Informação do channel-group 7 (C3 - Linux) [2]

- **1.8) Recorrendo ao wireshark de capturar as frames referentes ao protocolo LACP (IEEE 802.3ad) e analisar o seu conteúdo.**

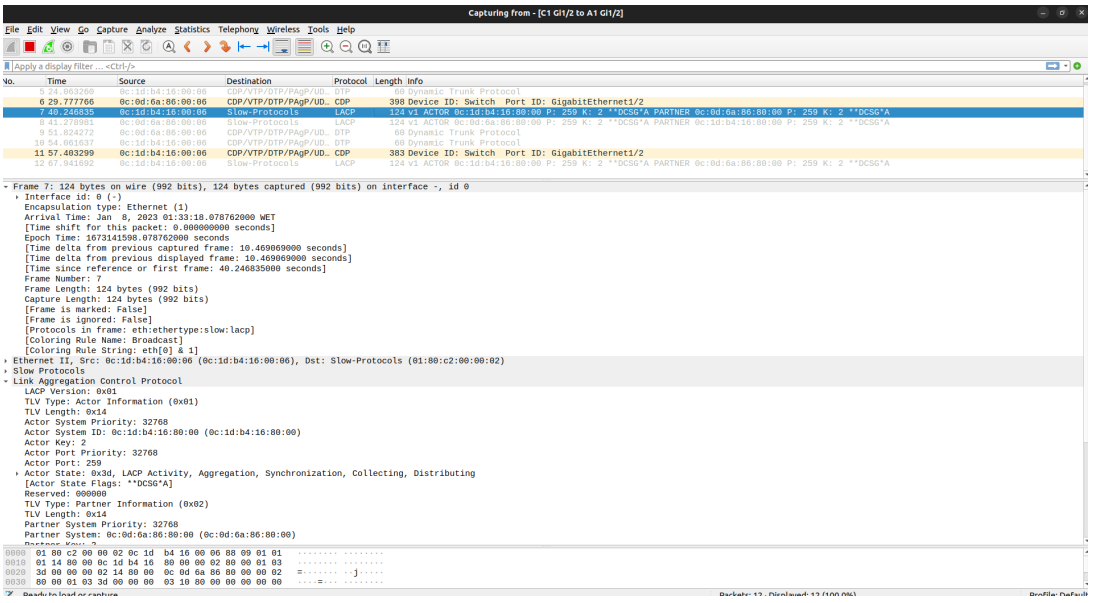


Figura 26 - Captura do Wireshark protocolo LACP

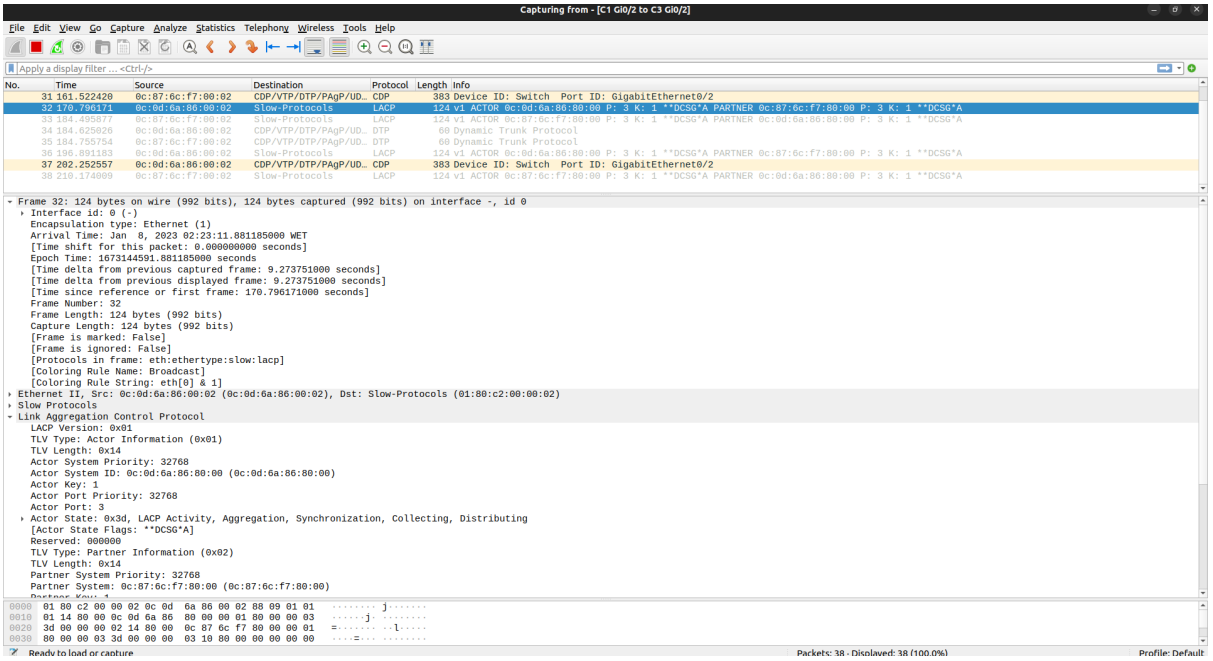


Figura 27 - Captura do Wireshark protocolo LACP [2]

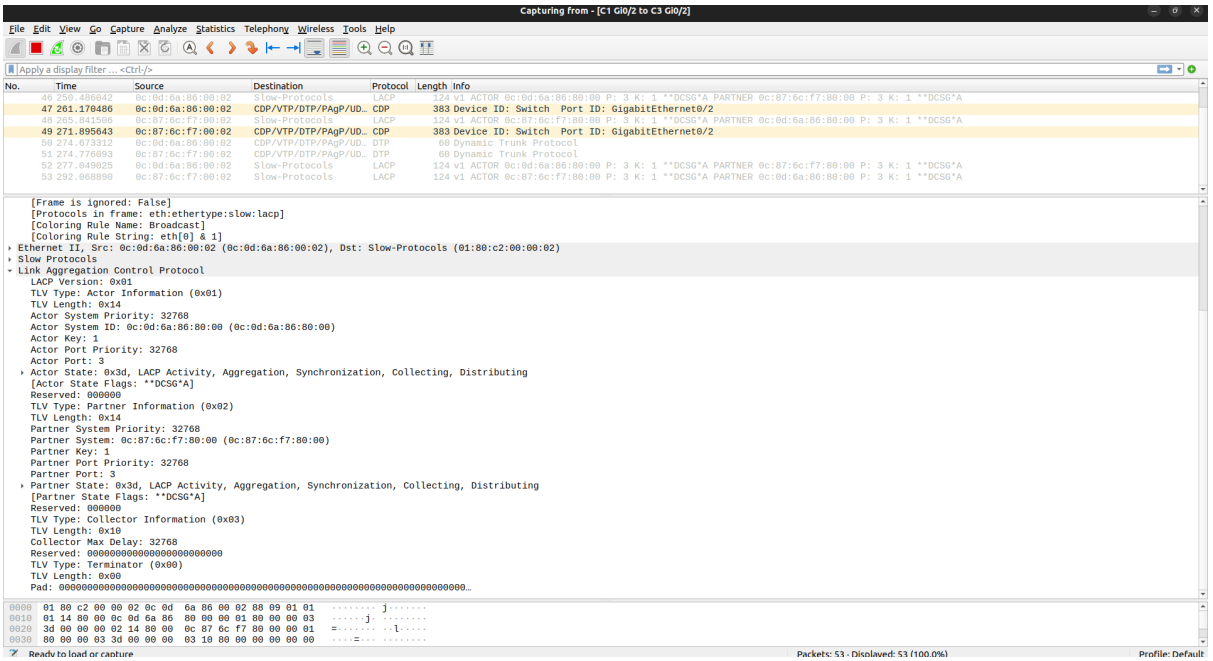


Figura 28 - Captura do Wireshark protocolo LACP [3]

- **1.9) Explorar e implementar a possibilidade de substituir C2 por um switch de outro fabricante (e.g. Arista) (LACP Multivendor)**

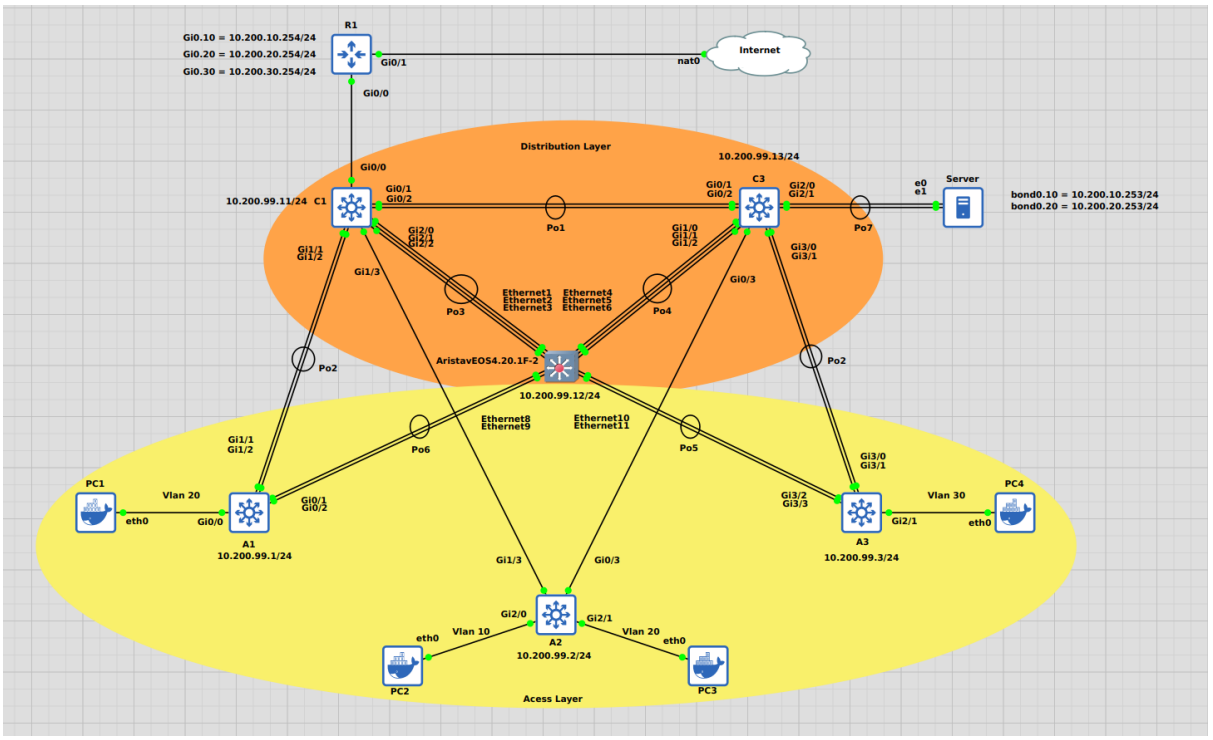


Figura 29 - Topologia do projeto com uma Switch Arista

Não é possível configurar switch port trunking, visto que as Switches da CISCO e da Arista tem interfaces físicas diferentes, nem colocar a VLAN 99 como nativa.

Grupo 2

Configurar, testar, monitorar e reparar interfaces de rede na presença de VLANs

- **2.1) Descrever o protocolo IEEE 802.1q.**

Este protocolo permite a criação de VLANs através de adição de endereços 32-bits (802.1Q Tags) nos frames de Ethernet, informando assim todos os outros dispositivos (Switches e bridges) de Data Link Layer presentes na rede.

- **2.2) Configurar interfaces em modo access e trunk de acordo com o exigido na figura 1.**

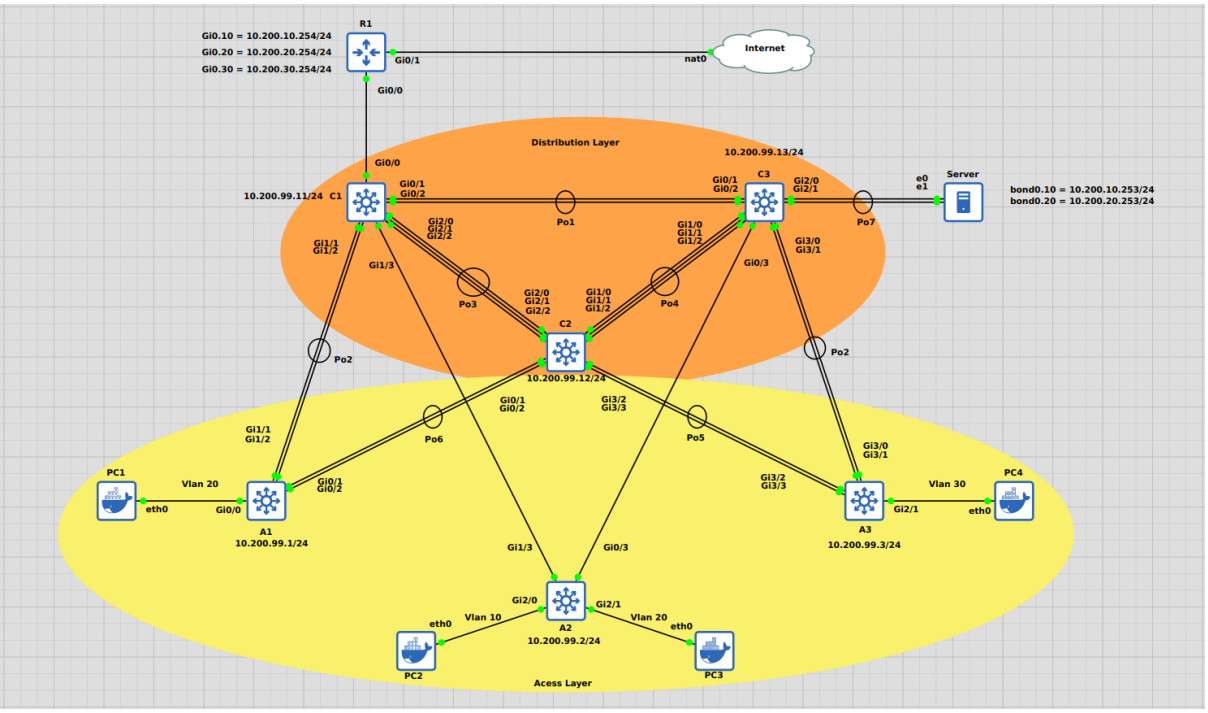


Figura 30 - Topologia do projeto

- **2.3) Descrever e testar os diferentes modos de configuração do Dynamic Trunking Protocol(DTP) (Switch (config-if)# switchport trunk ?).**

Allowed: Permite o tráfego de uma ou mais VLANs numa interface física escolhida;

Encapsulation: Permite o encapsulamento do trunk, geralmente usado com o método de encapsulation dot1Q (como configurado neste projeto)

Native: Permite definir a VLAN nativa que circula no trunk entre os dispositivos.

Pruning: Permite ativar as características de Pruning VLAN.

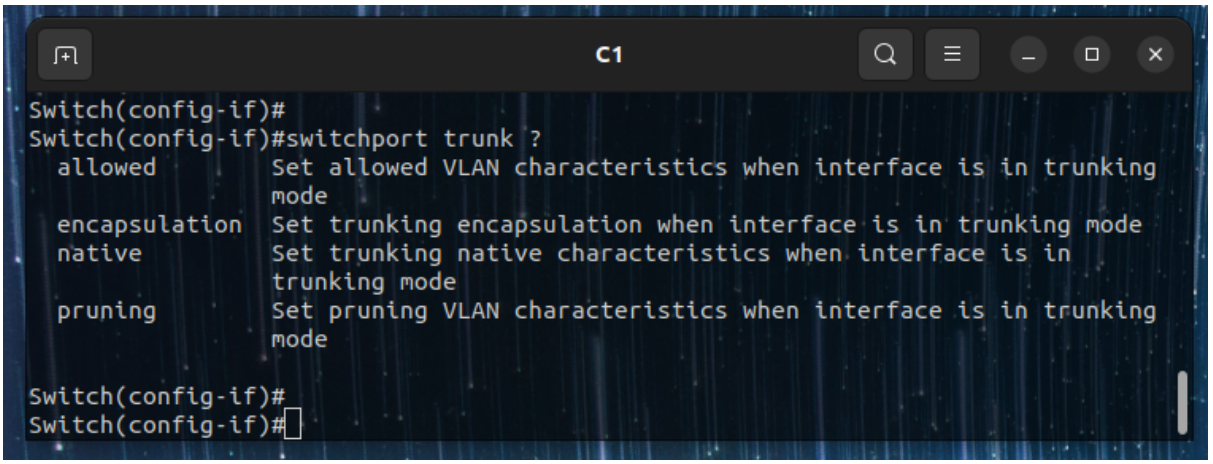


Figura 31 - Diferentes modos de Switchport trunk

- **2.4) Configurar interfaces VLAN (L3) nos Switches, Servidor Linux e no Router ("ROAS-Router On A Stick").**

  Esta configuração encontra-se presente no ficheiro GNS3_Commands.txt.

- **2.5) Estudar e implementar a possibilidade de eliminar da topologia o Router assumindo C2 esse papel recorrendo a SVIs (Switch Virtual Interfaces) e portas físicas L3 (“routed ports”)**

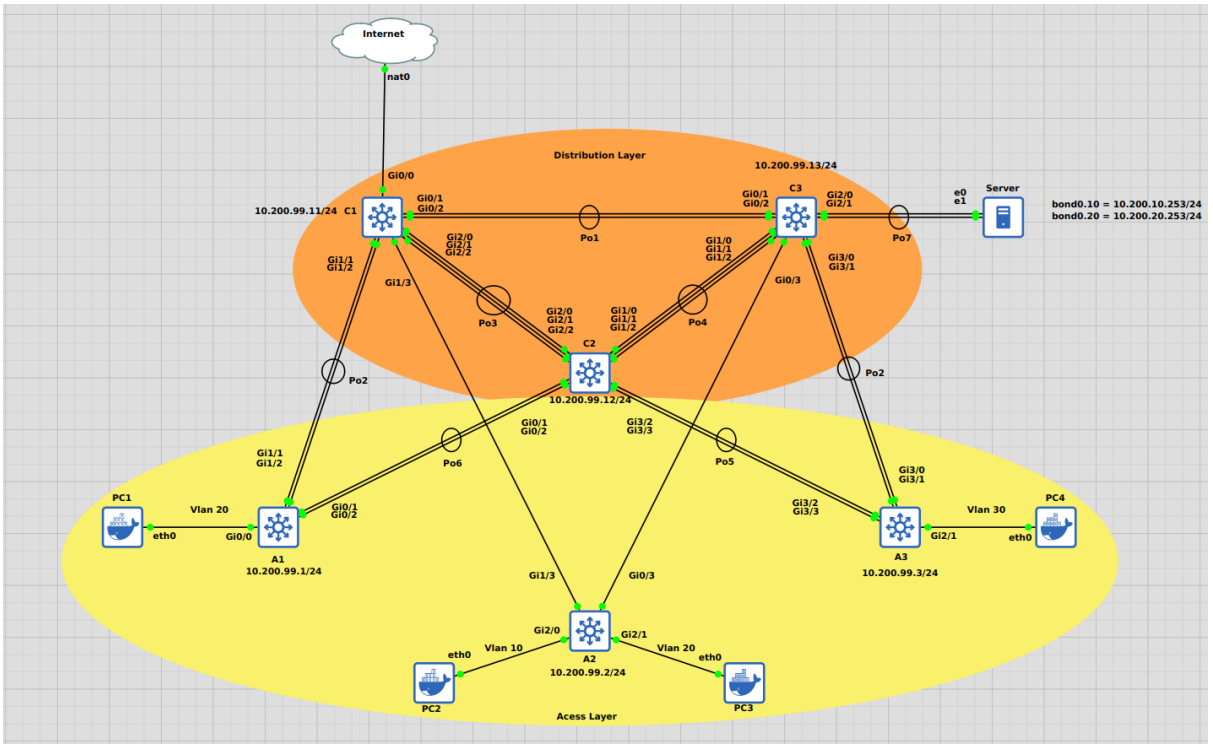


Figura 32 - Topologia em que Switch C1 age como router

Ao colocar o Switch C1 como router, é necessário ativar um modo especial neste Switch para ele fazer inter-VLAN routing, substituindo assim o Router. Para ativar este modo é preciso adicionar IP’s a todas as VLAN’s presentes no Switch (exceto a VLAN1, que nesta topologia não é a VLAN nativa) e de seguida, executar o comando *Ip Routing*.

- **2.6) Analisar o estado das interfaces relativamente às VLANs (Switch#show interfaces <intf>switchport ; Switch#show interfaces trunk)**

Para evitar o sobre uso de imagens neste relatório, podem encontrar na pasta de “Screenshots” deste projeto as várias fotos tiradas aos estados das interface em modo trunk nos Switches A1, A2, A3, C1, C2,C3. [2]

[2] Trunk_A1.png, Trunk_A2.png, Trunk_A3.png, Trunk_C1.png, Trunk_C2.png, Trunk_C3.png

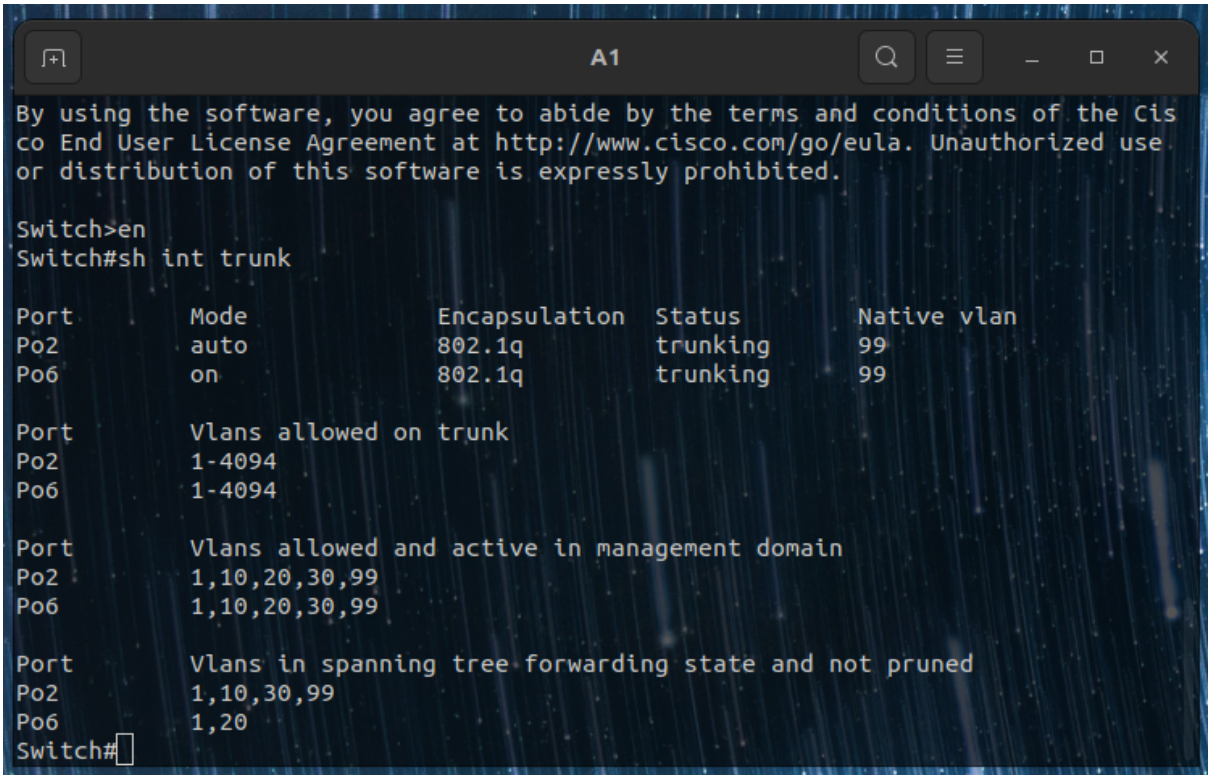


Figura 33 - Informação das interfaces em modo trunk no Switch A1

- **2.7) Recorrendo ao wireshark capturar as frames referentes ao protocolo IEEE 802.3q e analisar o seu conteúdo**

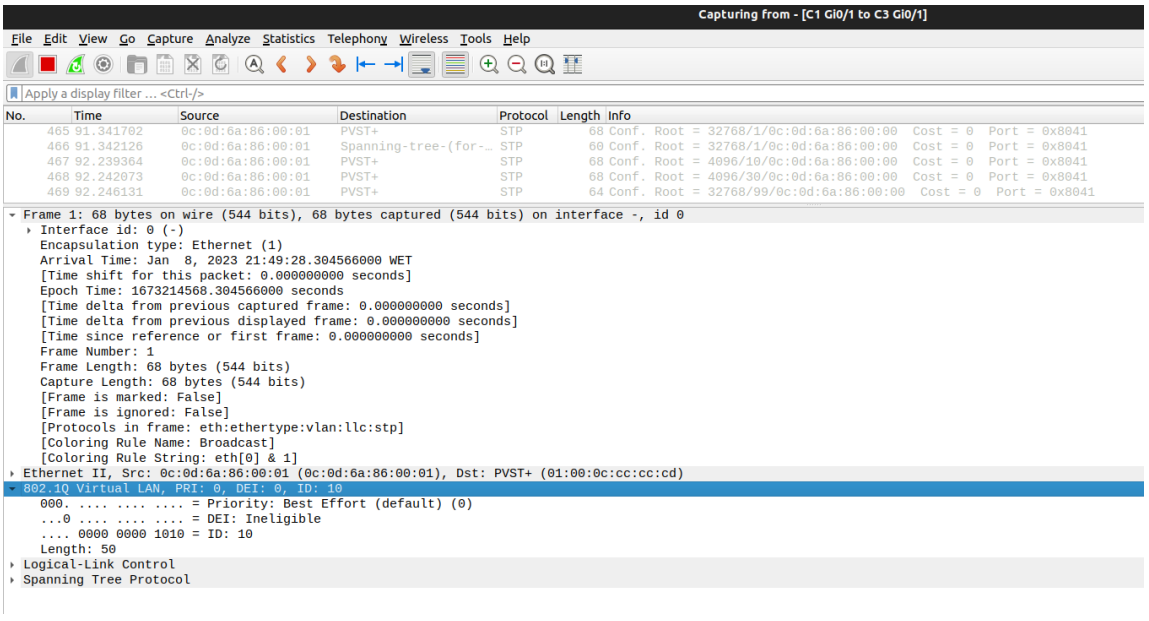


Figura 34 - Captura do Wireshark protocolo IEEE 802.3q

Grupo 3

Configurar, testar, monitorizar e reparar o protocolo VTP (Vlan Trunking Protocol)

- **3.1) Descrever os domínios, modos e diferentes anúncios do protocolo VTP**

Domínio VTP: Conjunto de switches ligadas em modo trunk;
Server Mode: Contém informação sobre o nome e número de todas as VLANs presentes no VTP;
Client Mode: Recebem informações da Switch em Server mode e nunca transmite informação sobre as outras switches;
Transparent Mode: Ignora as informações recebidas sobre as outras VLANs e pode ser modificada sem afetar as outras switches.

- **3.2) Criar as VLANs necessárias:**

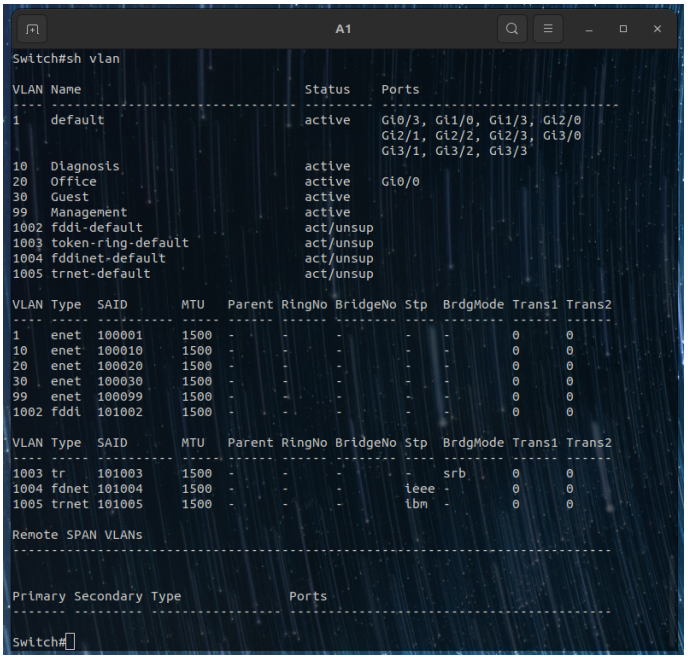


Figura 35 - Informação das VLANs no Switch A1

Para evitar o sobre uso de imagens neste relatório, podem encontrar na pasta de "Screenshots" deste projeto as várias fotos tiradas aos estados das VLANs nos Switches A1, A2, A3, C1, C2,C3. [3]

[3] VLANs_A1.png, VLANs_A1_2.png, VLANs_A2.png, VLANs_A3.png, VLANs_A3_2.png, VLANs_C1.png, VLANs_C1_2.png, VLANs_C2.png, VLANs_C3.png, VLANs_C3_2.png, VLANs_R1.png, VLANs_R1_2.png.

- **3.3)Configurar C2 como servidor VTP e os restantes switches como clientes VTP.**

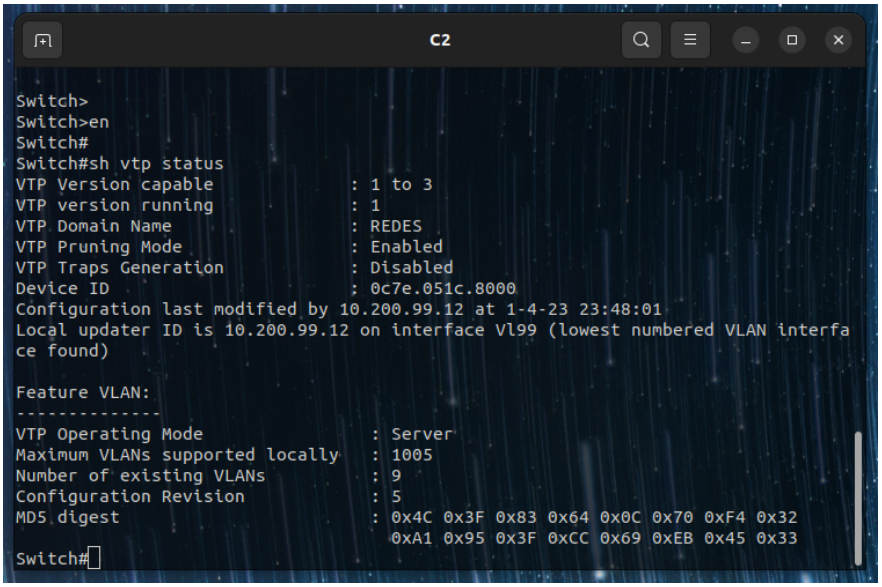


Figura 36 - Configurar o switch C2 como VTP Server

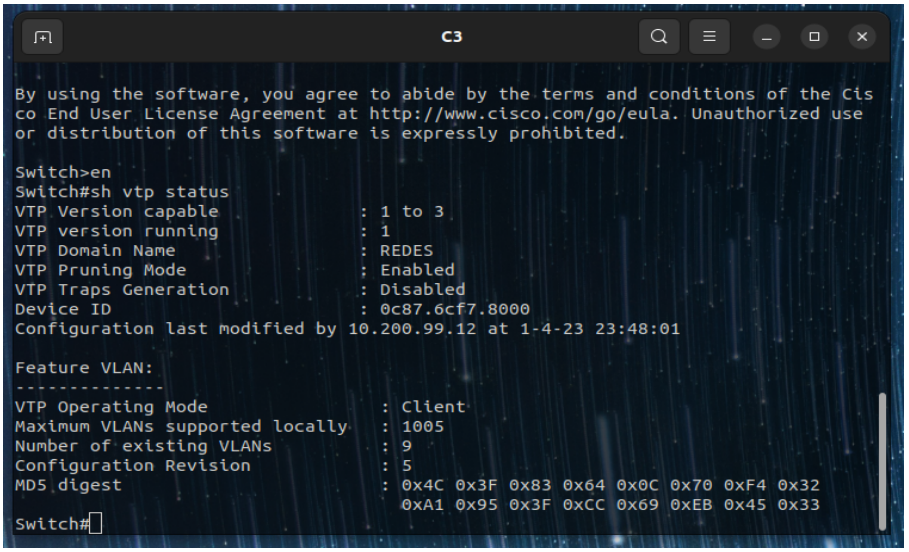


Figura 37 - Configurar o Switch C3 como VTP Client

Os Switches A1, A2, A3, e C1 também estão configurados como VTP Client, podem encontrá-los[4] na pasta de screenshots.

[4] VTP_A1.png, VTP_A2.png, VTP_A3.png, VTP_C1.png.

- **3.4)Analisar o estado do protocolo VTP (Switch#show vtp status)**

Referir à Figura X e a nota de rodapé 4.

- **3.5)Discutir a importância do VTP pruning.**

É importante visto que reduz tráfego desnecessário nos interfaces em modo Trunk, faz prune às VLANs que não estão com conexões ativas. E informa a rede quando existe uma configuração nova graças ao VTP Revision Number.

- **3.6)Recorrendo ao wireshark de capturar as frames referentes ao protocolo VTP e analisar o seu conteúdo.**

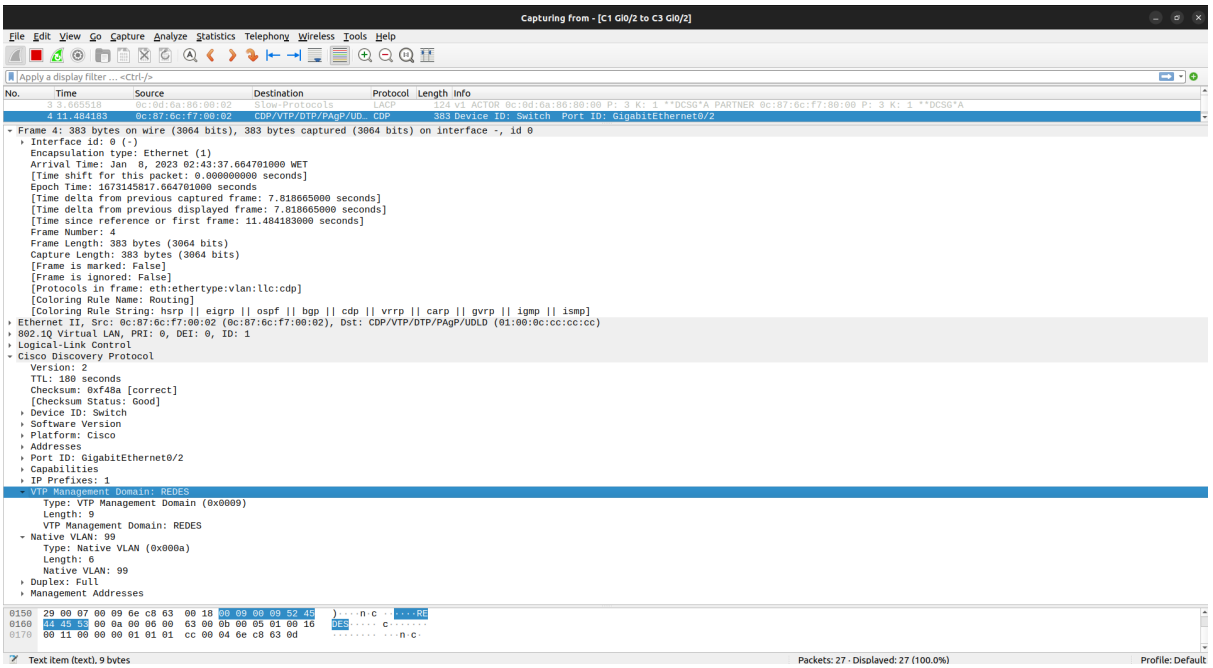


Figura 38 - Captura do Wireshark protocolo VTP

Grupo 4

Configurar, testar, monitorar e reparar o protocolo Spanning Tree (802.1D e PVST+) numa topologia de rede local

- **4.1) Descrever a operação do protocolo STP (IEEE 802.1D) e conhecer as principais diferenças para os protocolos RSTP (IEEE 802.1w), PVST+ e Rapid PVST +.**

STP (IEEE 802.1D): Permite a descoberta do caminho mais curto para a root através de uma soma total de todos os custos de cada conexão, o qual cria uma figura idêntica a uma árvore denominada por Spanning Tree. Normalmente usado por Switches e Bridges Ethernet para construir o caminho mais curto sem loop.

RSTP (IEEE 802.1w): Permite que as Switches configuradas na rede gerem os seus próprios BPDU's, em vez de esperar pela Root Bridge (Como no protocolo SPT).

PVST+: Melhoria do STP, garante um protocolo STP para cada VLAN presente na rede.

Rapid PVST+: Melhoria do PVST+, garante um protocolo 802.1W para cada VLAN presente na rede.

- **4.2) Configurar as prioridades dos Switch:**

Esta configuração encontra-se presente no ficheiro GNS3_Commands.txt

- **4.3)Analisar o estado do protocolo STP (Switch#show spanning-tree vlan <id>) para cada uma das VLANs existentes na topologia.**

Para evitar o sobre uso de imagens neste relatório, podem encontrar na pasta de "Screenshots" deste projeto as várias fotos tiradas aos estados das Spanning-tree VLANs nos Switches A1, A2, A3, C1, C2,C3. [5]

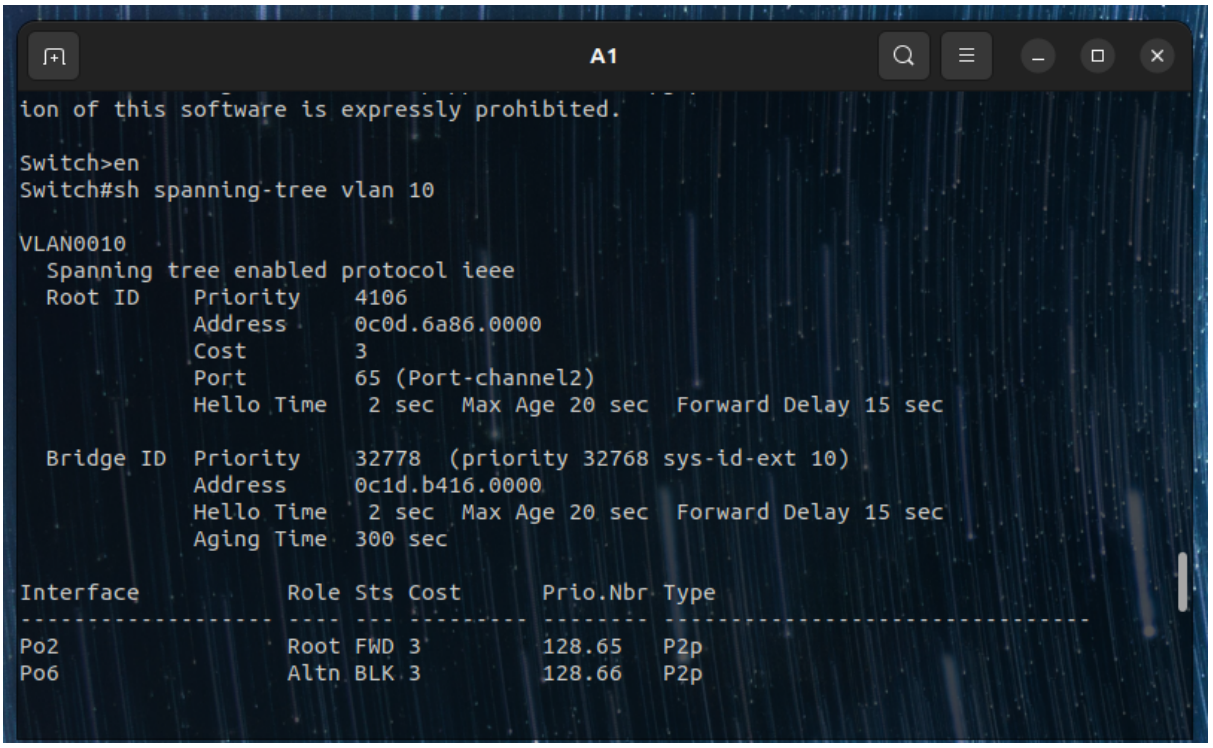


Figura 39 - Output da spanning-tree VLAN 10 no Switch A1

- **4.4) Explicar os conceitos de PortFast, UplinkFast e BackboneFast e aplicá-los na topologia indicada.**

PortFast: O port passa para estado Forward, mas quando um BPDU é recebido, a porta deixa de estar no modo de PortFast e é "transformada" para o protocolo SPT para evitar Loop.

UplinkFast: Idêntico ao PortFast, mas também permite ter portas em estado de

---

[5] SPT_A1_VLAN10.png, SPT_A1_VLAN20.png, SPT_A1_VLAN30.png, SPT_A2_VLAN10.png, SPT_A2_VLAN20.png, SPT_A2_VLAN30.png, SPT_A3_VLAN10.png, SPT_A3_VLAN20.png, SPT_A3_VLAN30.png, SPT_C1_VLAN10.png, SPT_C1_VLAN20.png,SPT_C1_VLAN30.png, SPT_C2_VLAN10.png, SPT_C2_VLAN20.png, SPT_C2_VLAN30.png,SPT_C3_VLAN10.png, SPT_C3_VLAN20.png, SPT_C3_VLAN30.png

Blocking além de Forwarding, caso a porta primária falhe (Estado forwarding) uma das portas Blocking passa para Forwarding.
Backbone Fast: Quando existe uma falha na porta Root/primária, este protocolo envia uma mensagem “Root Link Query” para determinar qual é o caminho mais curto para a próxima porta primária. Quando encontra, este protocolo troca imediatamente a rota velha pela nova rota.

- **4.5) Recorrendo ao wireshark de capturar os BPDUs referentes ao protocolo STP quando este converge e analisar o seu conteúdo.**

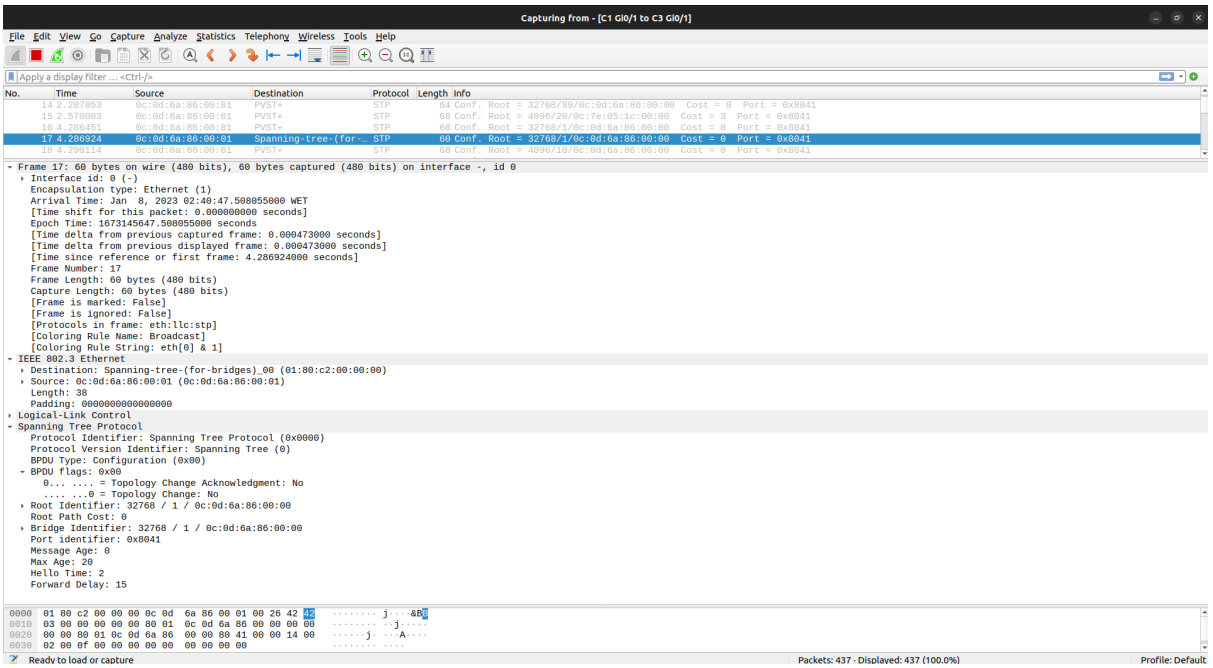


Figura 40 - Captura do Wireshark protocolo STP

Grupo 5

- **5.1) Exibir e explicar as tabelas de endereços MAC dos Switches**

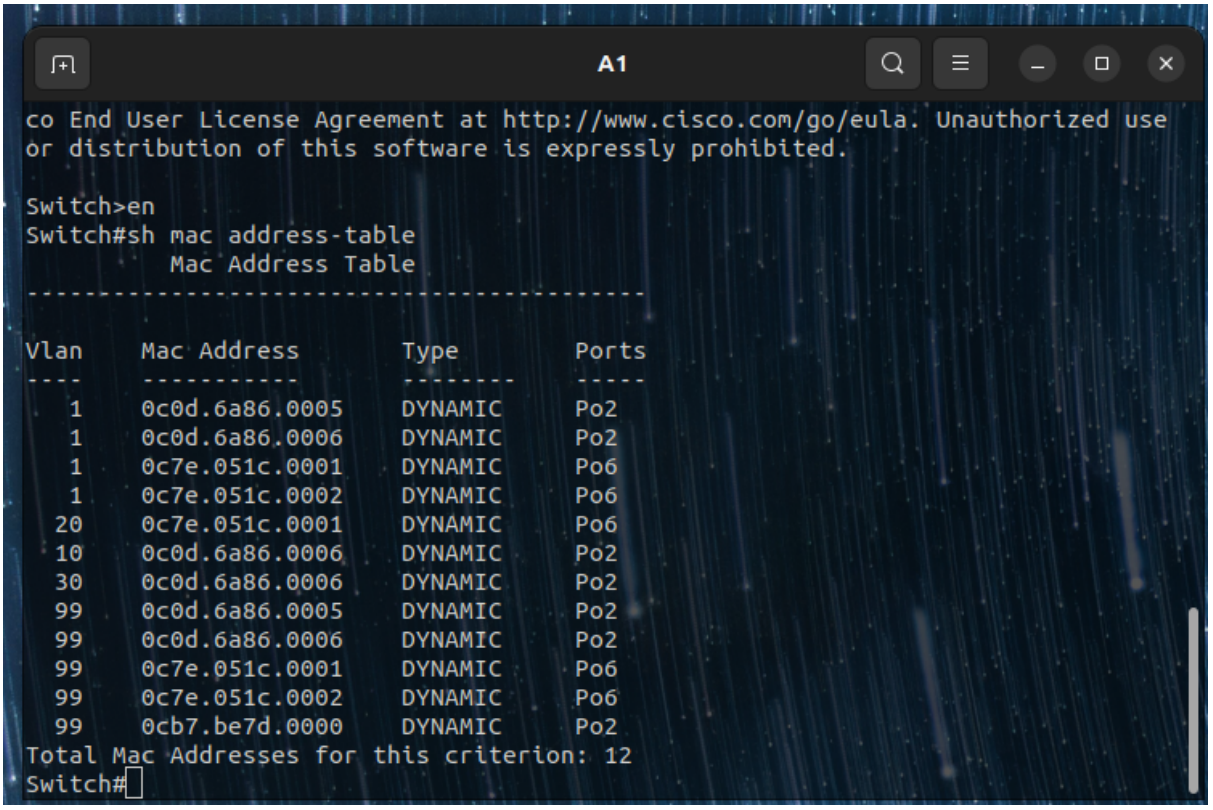


Figura 41 - Output dos endereços MAC do Switch A1

Para evitar o sobre uso de imagens neste relatório, podem encontrar na pasta de "Screenshots" deste projeto as várias fotos tiradas aos endereços MAC dos Switches A1, A2, A3, C1, C2,C3. [6]

[6] MacAdresses_A1.png, MacAdresses_A2.png, MacAdresses_A3.png, Mac_Adresses_C1.png, MacAdresses_C2.png, MacAdresses_C3.png

- **5.3) Configurar o acesso à Internet recorrendo ao dispositivo NAT do GNS3 (a operação deste protocolo está fora do âmbito do trabalho e será vista no próximo semestre).**

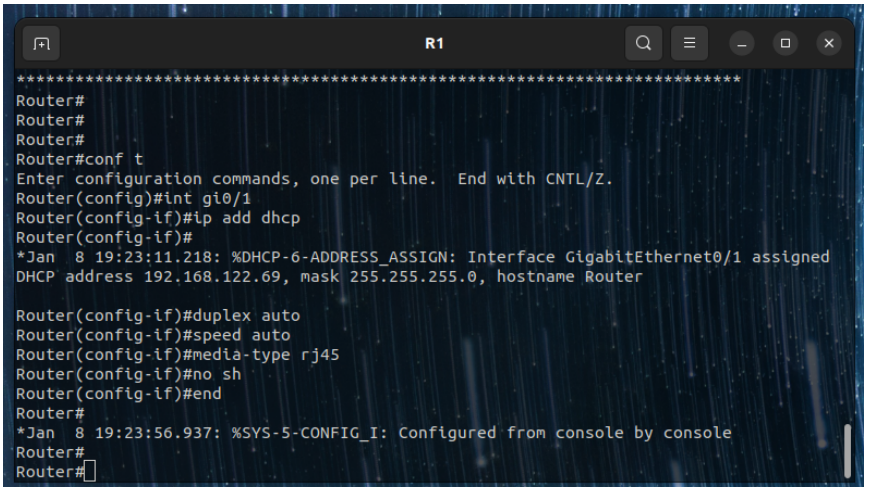


Figura 42 - Configuração do router para ter acesso à internet

- **5.5)Executar testes de conectividade usando o ping e o traceroute e ser capaz de explicar o seu resultado.**

Figura 43 - Ping e traceroute entre PC4 e PC1

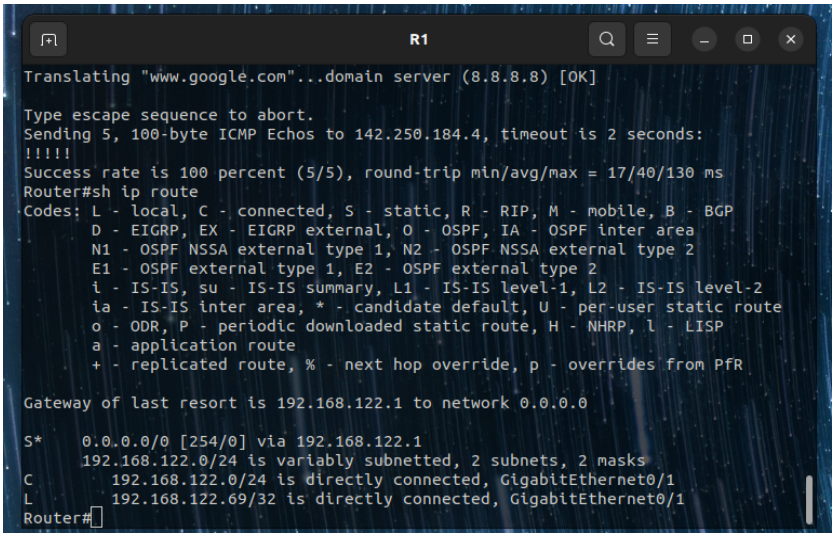


Figura 45 - Ping do Router para www.google.com