**Trabalho 2**

Configuração de uma Rede e Desenvolvimento de uma Aplicação de Download

**Relatório Final**



Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

**Redes de Computadores**

**Grupo 4 :**

Ana Rita Torres, [up201406093@fe.up.pt](mailto:up201406093@fe.up.pt)

Catarina Correia,  [up201405765@fe.up.pt](mailto:up201405765@fe.up.pt)

Ricardo Neves, [up201405868@fe.up.pt](mailto:up201405868@fe.up.pt)

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

R. Dr. Roberto Frias, 4200-464 Porto

20 de dezembro de 2016

# Sumário

Este relatório tem como objetivo explicar o segundo projeto da Unidade Curricular de Redes de Computadores. Este projeto dividiu-se em duas partes: numa primeira parte, foi desenvolvida uma aplicação de *download;* numa segunda parte, foram realizadas seis experiências especificadas no enunciado com o intuito de configurar uma rede.

Nas secções que se seguem, será explorado o desenvolvimento da referida aplicação e será feita uma análise das experiências mencionadas.

# 

Índice

[Sumário 2](#_Toc470283928)

[Índice 3](#_Toc470283929)

[1. Introdução 4](#_Toc470283930)

[2. Parte 1 – Aplicação de Download 5](#_Toc470283931)

[2.1 Arquitetura 5](#_Toc470283932)

[2.2 Resultados de Download 7](#_Toc470283933)

[3. Parte 2 – Configuração da Rede e análise 8](#_Toc470283934)

[3.1 Configuração de um IP de Rede 8](#_Toc470283935)

[3.1.1 Conceitos 8](#_Toc470283936)

[3.1.2 Experiência 9](#_Toc470283937)

[3.2 Implementação de duas Redes LAN’s Virtuais num Switch 9](#_Toc470283938)

[3.3 Configuração de um router em LINUX 11](#_Toc470283939)

[3.4 Configuração de um router comercial e implementação de NAT 11](#_Toc470283940)

[3.5 DNS 13](#_Toc470283941)

[3.6 Ligações TCP 13](#_Toc470283942)

[4.Conclusões 14](#_Toc470283943)

[5.Anexo 15](#_Toc470283944)

# Introdução

O segundo projeto de Redes de Computadores, como já foi referido, divide-se um duas partes principais. Na primeira parte, foi pedida a elaboração de uma aplicação de *download* que procedesse à transferência de um ficheiro, implementando o protocolo FTP. Na segunda parte, foi pedida a configuração de uma rede. Este configuração foi dividida em várias experiências e respeita a seguinte ordem:

1. Configuração de um IP de rede;
2. Implementação de duas redes LAN*’s* virtuais num *switch*;
3. Configuração de um *router* em LINUX;
4. Configuração de um *router* comercial com e implementação de NAT;
5. DNS*;*
6. Ligações TCP*;*

# Parte 1 – Aplicação de *Download*

Para a realização desta primeira parte, o grupo baseou-se em vários documentos destacando-se os seguintes: o ficheiro RFC959 que descreve o protocolo de transferência de dados (FTP) e o ficheiro RFC1738 que informa acerca do uso de URL e o seu devido tratamento.

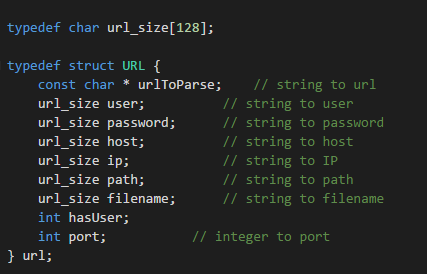
## Arquitetura

Para uma melhor organização e estrututa, a aplicação divide-se em duas camadas: a de processamento do URL e a do cliente FTP.

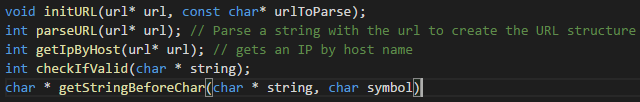
A aplicação desenvolvida aceita um *link* como argumento, especificado na linha de comandos e permite que o *download* seja feito de forma anónima ou não. Caso não se pretenda o anonimato, basta fornecer no URL o utilizador, seguido por ‘:’, a palavra-passe e por fim ‘@’. Se tais dados não forem fornecidos, assume-se o utilizador como anónimo (“*anonymous”*) e a palavra-passe como sendo nula.

/\* imagens de input com e sem utilizador \*/

Relativamente ao processamento do URL*,* foi criada uma *struct* que guarda as várias informações representadas no *link*: *urlToParse, user, password, host, ip, path, filename, hasUser* e *port*. O atributo *port* é sempre 21, pois é o número de controlo do protocolo FTP*.*



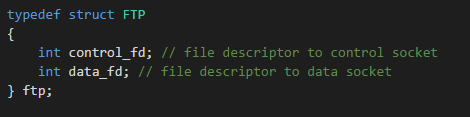
Na execução do programa, são chamadas várias funções:



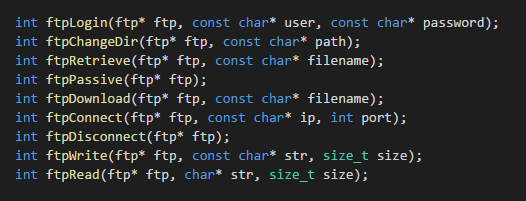
A função ***initURL*** guarda o URL recebido e aloca memória para os vários atributos. Em seguida, a ***parseURL*** processa a variável *urlToParse* (*link* recebido na linha de comandos) *e* guarda toda a informação necessária. Por último, a função ***getIPByHost***, que chama a função *gethostbyname* com o *host* da *struct,* converte o *hostname* para um endereço IP*.*

As funções ***checkIfValid*** e ***getStringBeforeChar*** são funções auxiliares da *parseURL* e verificam se o URL recebido é constituído por caracteres válidos e obtêm uma *string* antes de um determinado caracter, respetivamente.

O cliente FTP é representado por uma estrutura que contém dois descritores, um relativo ao *socket* de controlo e outro ao de dados.



Na execução do programa, são chamadas várias funções:



Depois de interpretar a informação introduzida pelo utilizador, isto é, após o processamento do *URL*, procede-se à ligação do cliente FTP ao servidor FTP através de um *socket* TCP. Para tal efeito usou-se a função ***ftpConnect***.

De seguida, procede-se à verificação do *username* e da *password*, verificações que se encontram no ficheiro *Main.c*. O envio destas credenciais para o servidor é realizado pela função ***ftpLogin***.

O próximo passo é a alteração do diretório atual para o diretório onde se encontra o ficheiro esta troca de diretório é efetuada pela função ***ftpChangeDir***.

A função ***ftpPassive*** permite a entrada em modo passivo que conduz a uma comunicação bidirecional entre o servidor e o cliente FTP.

A transmissão e transferência do ficheiro são tratadas pelas funções ***ftpRetrive*** e ***ftpDownload***, respetivamente.

Por fim, é terminada a ligação, isto é, desconectada e como tal, chamada a função ***ftpDisconnect***.

## Resultados de Download

A aplicação desenvolvida foi testada não só em modo normal, ou seja, com um utilizador e palavra-passe, mas também em modo anónimo. Para efeito de teste, foram realizados diversos *dowloads*, todos bem sucedidos, tendo o maior ficheiro testado 500MB.

Caso ocorra algum erro, a aplicação termina e o erro é impresso na consola. Caso contrário, é impresso na consola uma mensagem a dizer que a transferência foi bem sucedida e qual o tamanho do ficheiro.

# Parte 2 – Configuração da Rede e análise

## Configuração de um IP de Rede

# Conceitos

Esta experiência teve como objetivo não só a compreensão da configuração de IP’s em máquinas diferentes, numa mesma rede, mas também a identificação e distinção dos diferentes pacotes enviados entre si.

Existem vários tipos de pacotes de dados, como por exemplo os ARP. Este protocolo é responsável por mapear um endereço de rede para um endereço físico (MAC). Quando um pacote chega a um *gateway*, este pede ao ARP para encontrar um *host* físico ou um endereço MAC que corresponda ao endereço IP. Por sua vez, este procura na sua cache e, se nenhuma entrada for encontrada, o ARP transmite um pacote de solicitação, que contém o IP para o qual se pretende saber o MAC, para todas as máquinas da mesma LAN. Se, em alguma máquina, ocorrer uma correspondência, então esta envia um pacote que contém o seu endereço MAC à máquina que solicitou a informação e o ARP guarda na sua tabela os dados para uma próxima ocorrência.

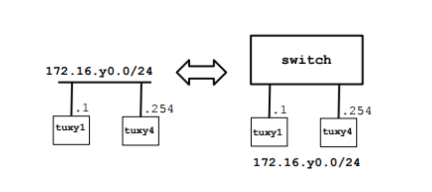
Cada pacote de dados contém, no cabeçalho das tramas enviadas, informação relativa ou ao tipo de protocolo ou ao tamanho da trama.

No primeiro caso, o pacote de dados contém um identificador constituído por 2 bytes, *EtherType*, que permite identificar o protocolo associado. Por exemplo, no caso do ARP, o identificador é 0x0806 e, no caso do IP (IPv4), o identificador corresponde ao valor 0x0800. Nesta circunstância, visto que o tamanho não é especificado, este é obtido através de um delimitador de início da trama e o *interpacket gap*.

Quando uma interface de rede é desconectada, não é possível estabelecer qualquer tipo de comunição com essa interface e, por conseguinte, o próprio computador não consegue comunicar consigo mesmo. De forma a que tal seja evitado, a interface de *loopback* garante a ligação de quaisquer aplicações no computador com servidores do mesmo.

O *loopback* é, portanto, uma interface de rede virtual que o computador usa para comunicar consigo próprio. A sua utilização reflete-se principalmente na realização de diagnósticos, na solução de problemas e ainda na ligação a servidores em execução na máquina local.

# Experiência



Para a realização desta experiência, primeiro foram configurados os IP’s das portas eth0 de dois computadores, o tux41 e o tux44, utilizando o comando ***ifconfig*** e o comando ***route***, necessário para adicionar rotas à tabela de reencaminhamento.

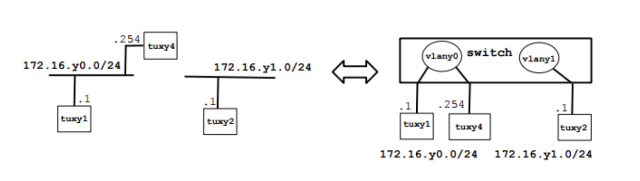
Em seguida, enviou-se o comando ***ping*** para verificar a conetividade entre as duas máquinas configuradas. Este comando gera e envia para o endereço escolhido pacotes ICMP (um protocolo que relata erros caso um determinado serviço ou host não possa ser alcançado para o envio de pacotes) e aguarda por uma resposta.

Após a verificação da ligação entre as duas máquinas, foram apagadas todas as entradas na tabela ARP recorrendo ao comando **arp -d < ip address >**. Por fim, repetiu-se o comando ping, registando os resultados através do *Wireshark*.

Analisando os resultados guardados pelo *Wireshark*, observa-se que é perguntado à rede qual o endereço MAC com um endereço de IP igual a endereço. Por sua vez, o computador responde com o endereço MAC respetivo e, a partir daí, verifica-se que, para cada pedido ICMP, segue-se uma resposta.

/\* Imagem com o log para uma melhor análise \*/

## Implementação de duas Redes LAN’s Virtuais num *Switch*



Inicialmente, configurou-se o tux2, tendo em conta as configurações já feitas na primeira experiência.

Em seguida, foram criadas (e configuradas) duas LAN’s virtuais diferentes:

* VLAN 40 – 172.16.40.0/24 – à qual pertecem os computadores tux41 e o tux44;
* VLAN 41 – 172.16.41.0/24 – à qual pertence o computador tux42.

A criação e configuração da *vlan* requer a inserção dos seguintes comandos na consola do *switch:*

1. configure terminal
2. vlan x (x corresponde ao número da VLAN; no nosso caso, 40)
3. interface fastethernet 0/y (y corresponde ao número da porta no *switch* que se pretende adicionar à VLAN)
4. switchport mode access
5. switchport access vlan x
6. end

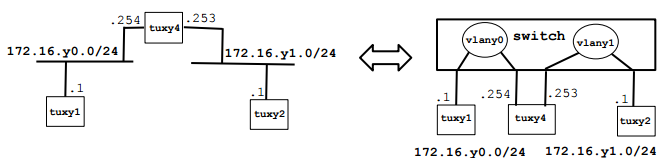
Enquanto que o primeiro passo é sempre necessário, pois serve para abrir o modo de configuração, o segundo passo cria uma VLAN. Para adicionar portas à VLAN é necessário usar os passos 3 a 5, com a porta que se deseja adicionar. Por fim, para sair do modo de configuração, utiliza-se o comando **end**.

Prosseguindo com a experiência, fez-se **ping** do tux1 para o tux4. Tendo em conta que ambos pertencem à mesma rede, verificou-se que não foi enviado qualquer pacote ARP para saber o endereço MAC. Contudo, ao fazer ping do tux1 para o tux2, verificou-se, no *Wireshark*, a inexistência de uma resposta, pois não existe uma forma de comunicação entre as duas redes.

Assim, como só IPs dentro da mesma VLAN respondem aos *broadcasts,* pode concluir-se que cada VLAN tem um *brodcast* *domain* diferente.

/\* mostras logs \*/

## Configuração de um *router* em LINUX



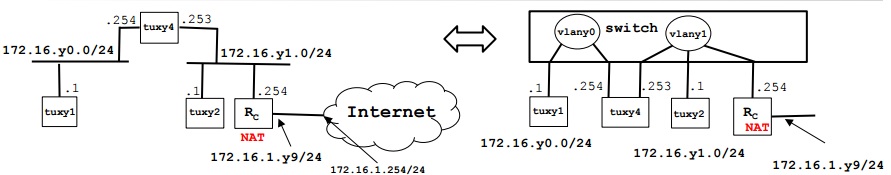
O objetivo desta experiência é fazer com que o tux4 se comporte como um *router* entre as duas LAN’s virtuais criadas na experiência anterior. Este computador já conhece a VLAN 40 mas desconhece a VLAN 41 que será usada para comunicar com o tux2. Como a interface *ethernet* 0 já estava ocupada para comunicar com o tux1, foi necessário ligar a interface *ethernet* 1 e configurá-la com um IP cuja a gama é idêntica à do tux2, adicionando posteriormente a interface à VLAN 41.

Em teoria já se possui uma ligação como a que está na imagem acima, no entanto, ainda é impossível para o tux1 comunicar com o tux2 uma vez que este desconhece o caminho a percorrer até lá. Para isto, foi utilizado o comando “*route add –net 172.16.41.0 gw 172.16.40.254*” que faz com que o primeiro endereço seja o destino e o segundo endereço seja para onde reencaminhar o pacote (tux4).

Nesta fase da experiência, o tux1 já consegue alcançar o tux2, mas o contrário não se verifica então, agora no tux2, adiciona-se uma rota da mesma forma para que consiga alcançar o tux1, através do tux4: “*route add –net 172.16.40.0 gw 172.16.41.253*”. Para ativar o reencaminhamento, foi utilizado o comando “*echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip\_forward*” que altera o ficheiro “ip\_forward” para 1, este reencaminhamento é feito para o tux2 uma vez que é o único ligado à única VLANconhecida pelo tux4, exceto o caminho por onde recebeu.

Depois destes passos todos, é possível para o tux1, *pingar* o tux2. Como não consegue ligar-se diretamente ao tux2, primeiro encaminha o pacote para o tux4. O tux4 como conhece a VLAN 41, à qual o tux2 está ligado, reencaminha o pacote para o tux4, funcionando como um *router*.

## Configuração de um *router* comercial e implementação de NAT



Como o nome indica, esta experiência pretende configurar um *router* comercial e implementar o sistema de NAT corretamente. NAT (*Network Adress Translation*) é um sistema que possibilita a comunicação entre os computadores de rede privada (sala de redes da faculdade de engenharia) com redes externas. É necessário este sistema porque, ao tentar conectar com redes externas, os IP’sda rede privada não serão reconhecidos e não haverá permissões para troca de dados. O sistema de NAT serve para reescrever os IP’s da rede privada, para que estes sejam aceites por redes externas.

Primeiramente, para observar as diferenças, o *router* foi configurado sem NAT. Para esta configuração, foi utilizada a seguinte sequência de comandos:

1. interface fastethernet 0/0
2. ip address 172.16.41.254 255.255.255.0
3. no shutdown
4. exit
5. show interface fastethernet 0/0
6. interface fastethernet 0/1
7. ip address 172.16.1.49 255.255.255.0
8. no shutdown
9. exit
10. show interface fastethernet 0/1
11. configure terminal
12. router rip
13. version 2
14. network 172.16.40.0
15. no auto-summary
16. end
17. show ip route

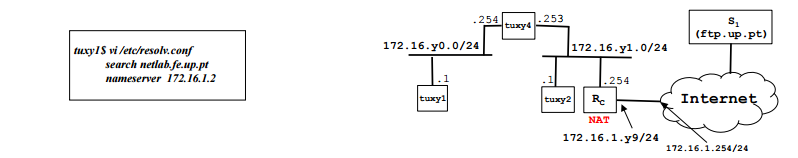
Esta sequência de comandos configura as interfaces *fastethernet 0/0* e *fastethernet 0/1* do *router* para que sejam identificadas com o IPespecificado (172.16.41.254 e 172.16.1.49, respetivamente). O comando “no shutdown” serve apenas para, caso o *router* seja desligado, não se perca a configuração e o “show interface” serve para verificar se a interface está bem configurada. Após a configuração das interfaces é adicionada uma rota para que o *router* consiga alcançar o tux1 (172.16.40.0) e obviamente, no tux1 cria-se a rota para o exterior (*lab network*). Em teoria, está tudo pronto para a ligação entre o tux1 e o exterior, mas quando o *ping* é efetuado, o exterior aparece como inalcançável (pode ser comprovado no anexo – Experiência 4).

Não foi possível estabelecer a conexão com o exterior devido à necessidade de NAT que foi acima enunciada. Seguindo a experiência, recorremos à implementação de NAT no *router* e com os comandos “ip nat pool ovrld 172.16.1.49 172.16.1.49 prefix 24” e “ip nat inside source list 1 pool ovrld overload” é permitida a reescrita do *IP* de vários computadores da rede para um mesmo *IP* conhecido no exterior*.*

Seguidamente criou-se a lista de acessos e permissões de pacotes e foram definidas as rotas internas e externas para que seja possível comunicar com o exterior e com o laboratório. Finalmente, no tux1, foi feito um *ping* para o *router* que foi enviado e recebido com sucesso, como demonstrado no anexo. Este *ping* não passou pelo tux2 porque a sua rota foi eliminada anteriormente ficando o *router* como reencaminhamento por *default*.

## DNS

A experiência 5 tem por base a configuração do DNS (*Domain Name System*) que, consequentemente, permite a ligação a redes externas, fazendo com que seja possível o acesso à *Internet* através de uma rede interna criada.



A configuração do DNS passa por adicionar estas duas linhas:

1. search netlab.fe.up.pt
2. nameserver 172.16.1.1

no ficheiro *resolv.conf* que se encontra no diretório */etc*.

O servidor DNS é responsável por converter um endereço *web* num IP. Este servidor recebe um primeiro pacote com o domínio do *website* e responde com o IP correspondente. De seguida recebe um segundo pacote que realiza a operação oposta, isto é, o servidor DNS recebe um IP e devolve o nome do domínio associado a esse IP, esta técnica denomina-se *Reverse DNS Lookup*.

Para testar o funcionamento desta experiência acedeu-se através do *browser* a um *website*, neste caso o *Facebook*.

## Ligações TCP

Nesta experiência executou-se e compilou-se a aplicação FTP desenvolvida com o intuito de realizar o *download* de um ficheiro, o qual foi realizado com sucesso demonstrando a configuração correta da rede.

A aplicação abre duas ligações TCP. A primeira ligação visa o estabelecimento de comunicação com o servidor, enquanto a segunda ligação se dedica à transferência do ficheiro.

Uma ligação TCP é subdivide-se em quatro fases:

1. Estabelecimento da Ligação
2. Transferência de Dados
3. Adequação de Parâmetros
4. Termino da Ligação

A TCP (*Transmision Control Protocol*) utiliza *Selective Repeat* ARQ (*Automatic Repeat Request*) que é semelhante a GO-BACK-N ARQ, exceto, no caso de o recetor não parar o processamento de pacotes recebidos, após a deteção de um erro. Este método de controlo de erros na transmissão de dados que usa ACKs e *timeouts*. ACKs são mensagens enviadas pelo recetor que indicam que a trama de dados foi recebida corretamente, já os *timeouts* representam o tempo estipulado para esperar por um ACK. Se, por alguma razão, não for recebido nenhum ACK antes de um *timeout* a trama é retransmitida até ser recebida. Os campos mais relevantes deste tipo de ligação são o ACK, o tamanho da janela e o número de sequência.

O mecanismo de congestionamento da TCP mantém uma janela de congestão que consiste numa estimativa do número de octetos que a rede consegue encaminhar, não enviando um número de octetos superior ao tamanho mínimo da janela definida pelo recetor. Verifica-se que o tamanho da janela aumenta rapidamente nos primeiros segundos e de seguida estagna.

No caso de existirem duas ligações TCP existe uma diminuição da taxa de transmissão, uma vez que cada ligação tem uma taxa de transferência de dados igual e estão a ser realizadas em silmultâneo.

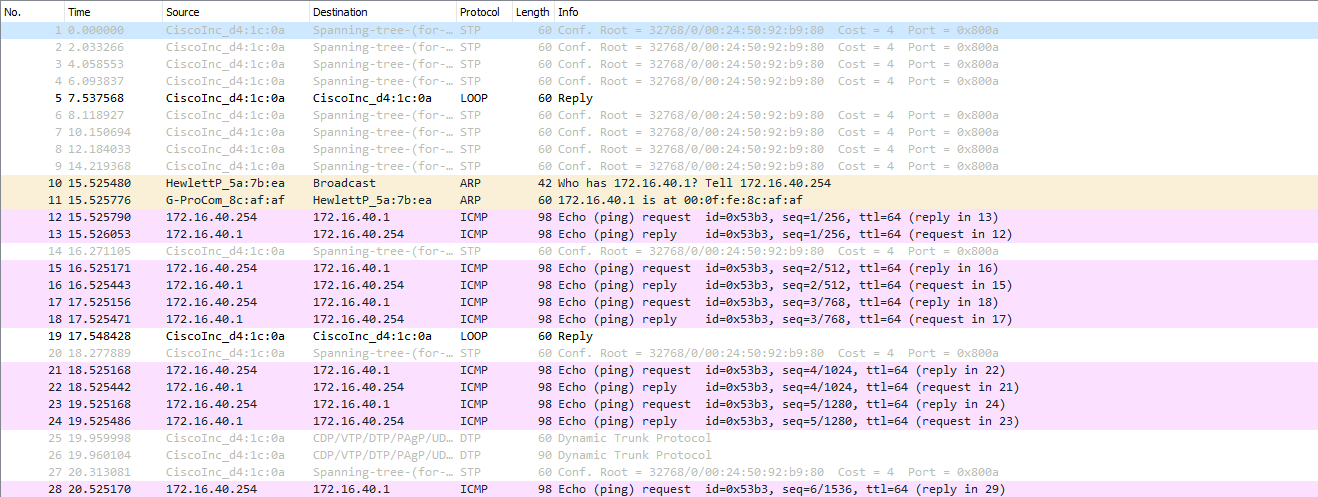
# 4.Conclusões

Com a execução deste trabalho foi possível consolidar os conhecimentos lecionados na Unidade Curricular de Redes de Computadores, nomeadamente pacotes de rede e protocolos de comunicação.

A realização da aplicação de download ajudou-nos a perceber na íntegra as ligações FTP e em cada experiência realizada nas aulas práticas crescia o interesse e a curiosidade por estas configurações e ligações que estão presentes no nosso dia a dia.

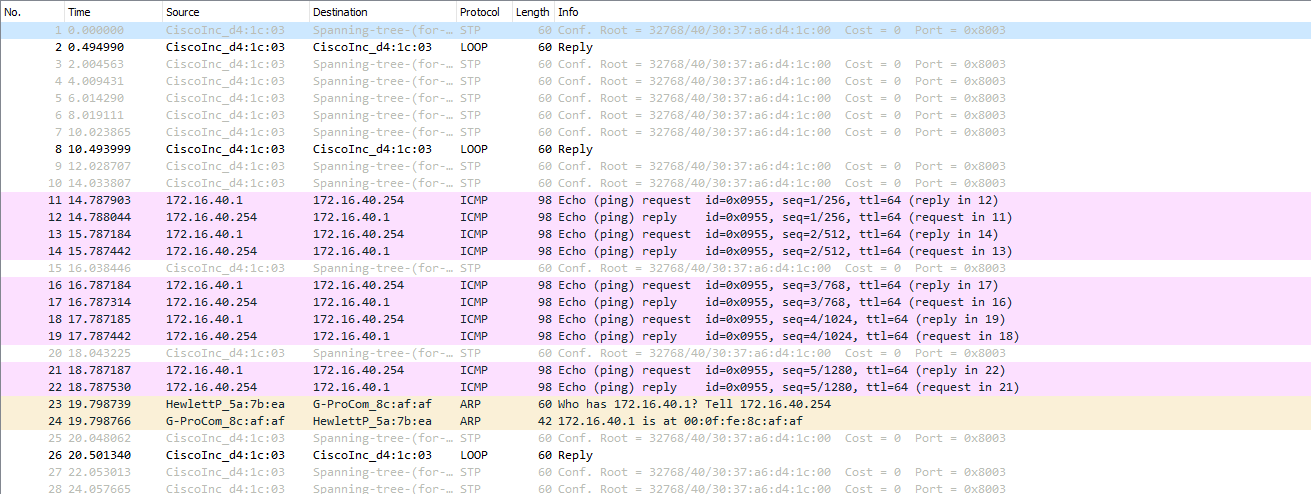
Por fim, pode-se concluir que a dimensão da rede com que trabalhamos é bastante pequena e que seriam necessários mais meios e um maior nível de conhecimento para desenvolver algo de dimensões superiores.

# 5.Anexo

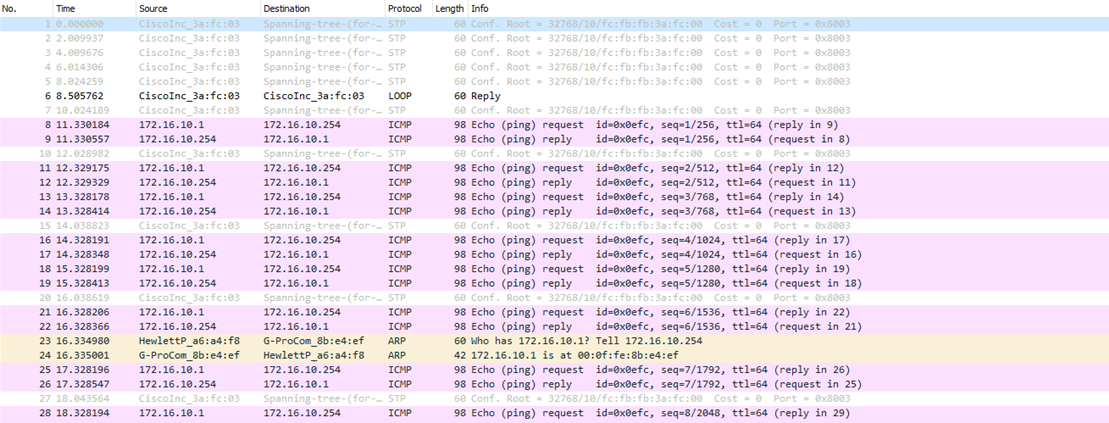
Experiência 1

Experiência 2

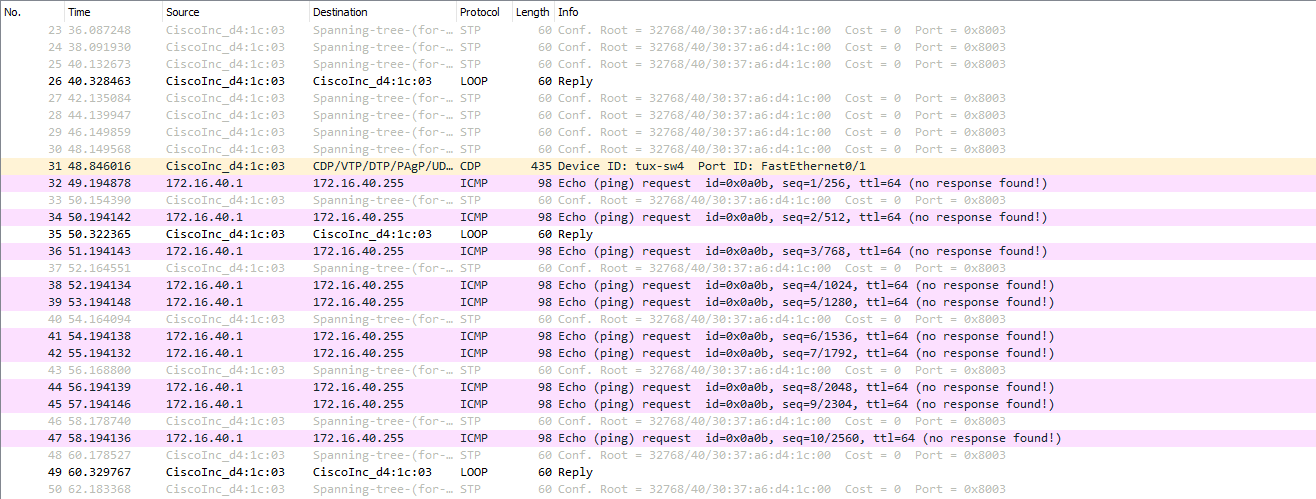
Passo 4:

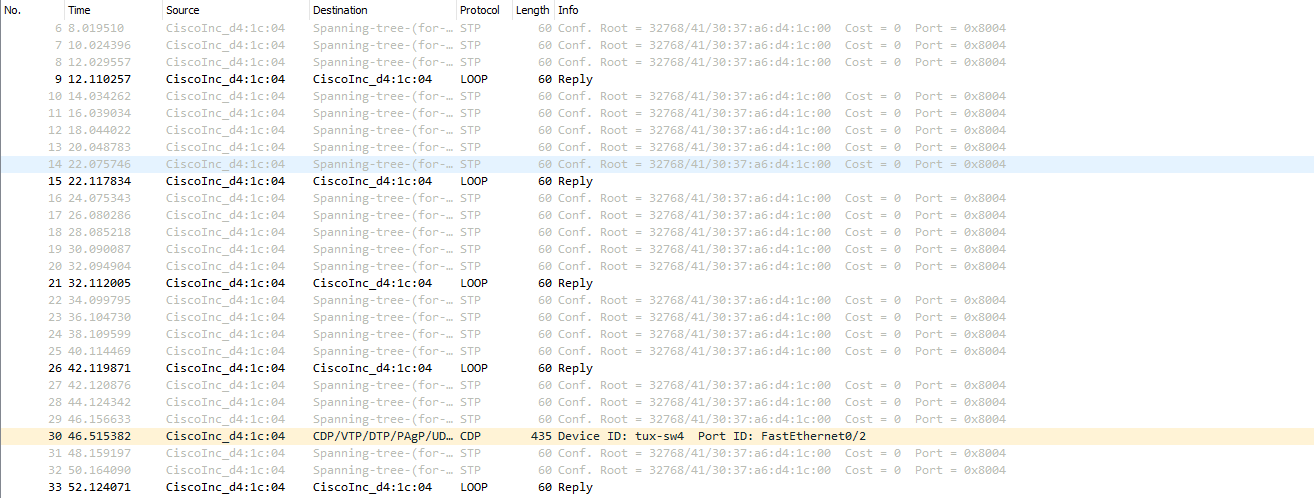
* Tux1

Passo 5:

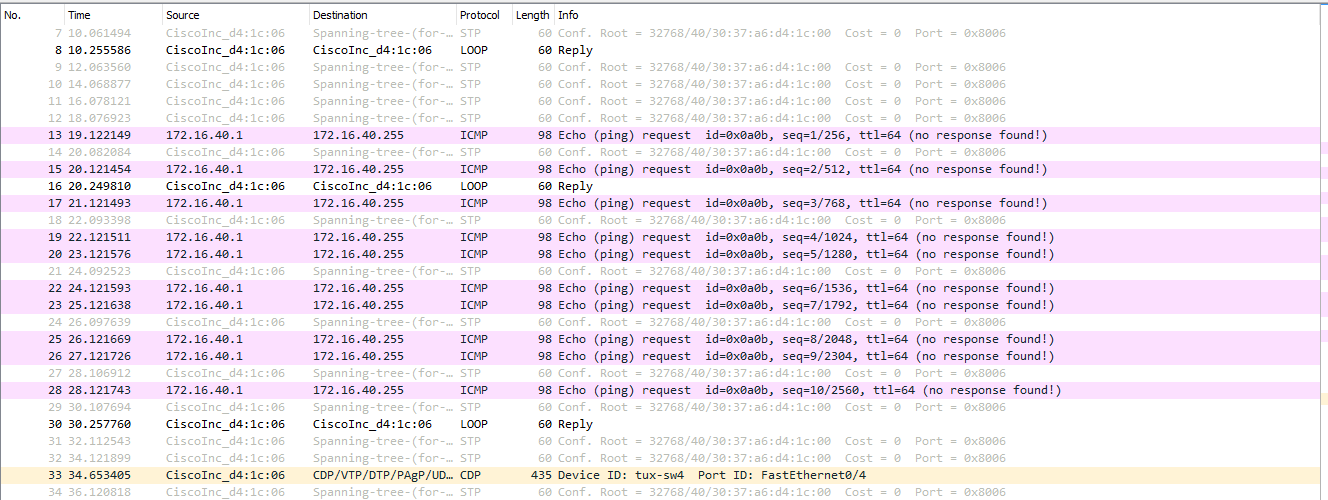


Passo 7:

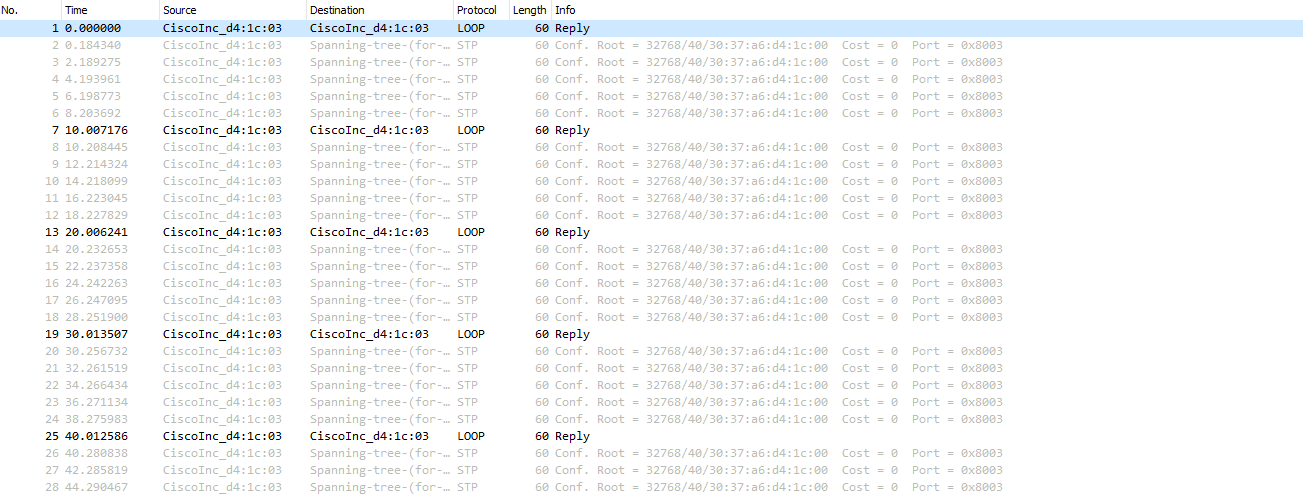
* Tux1
* Tux2

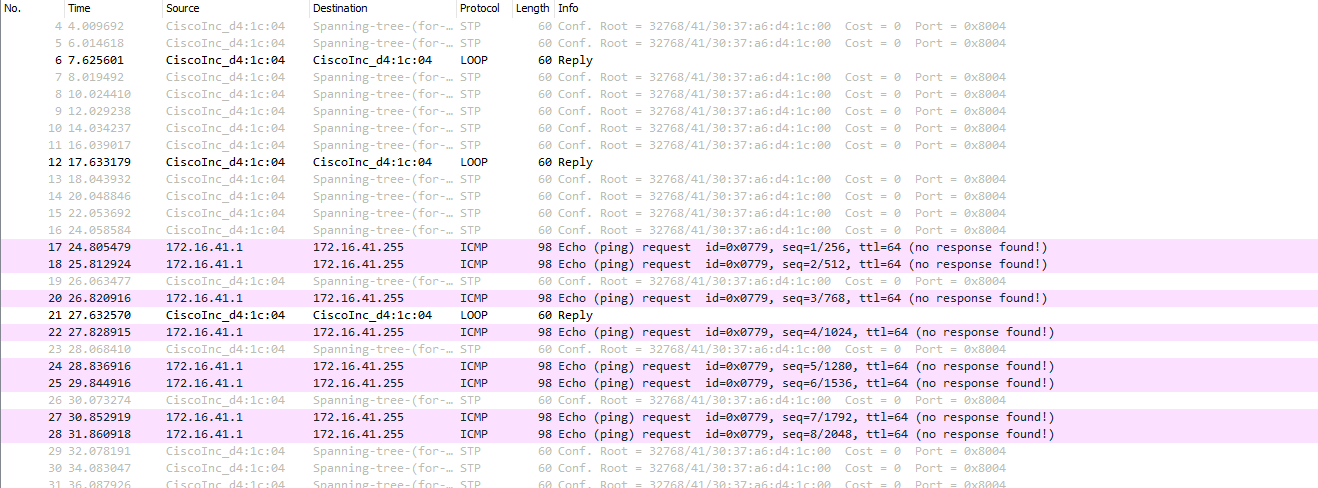


* Tux4

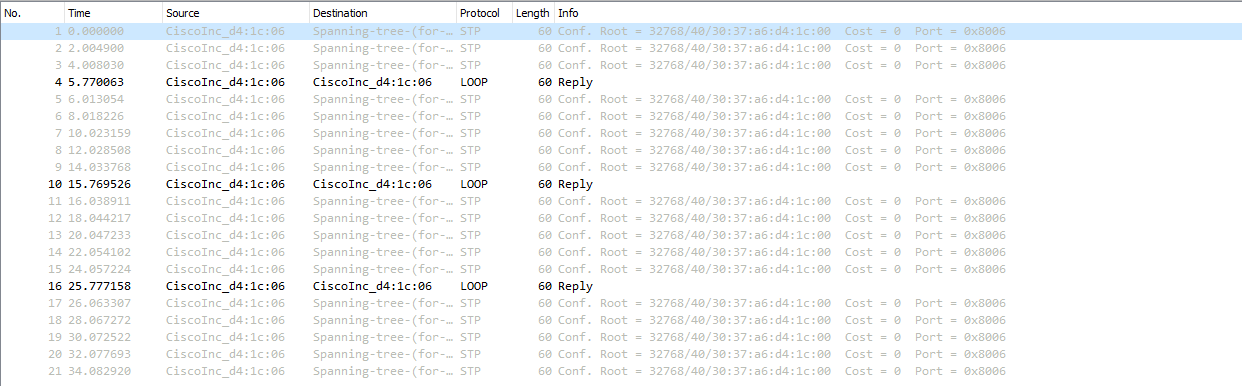


Passo 10:

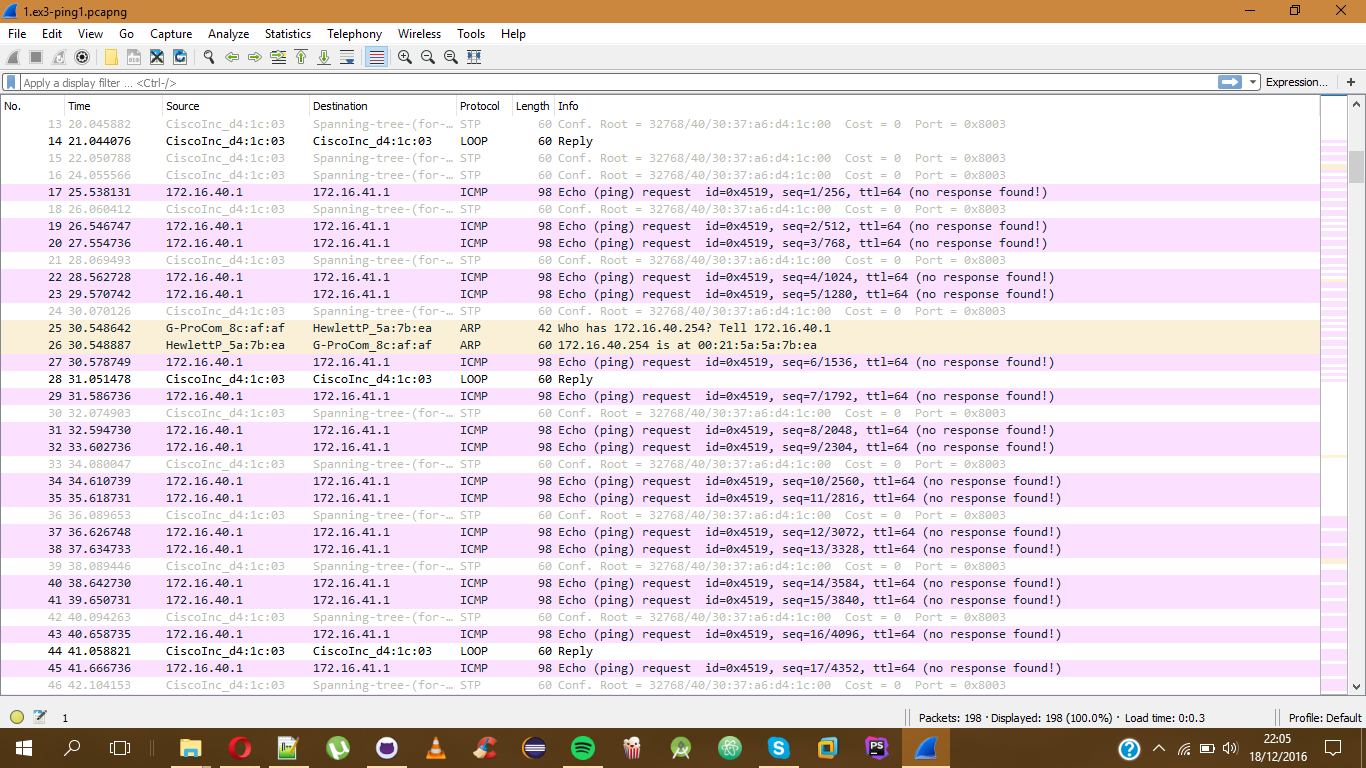
* Tux1
* Tux2

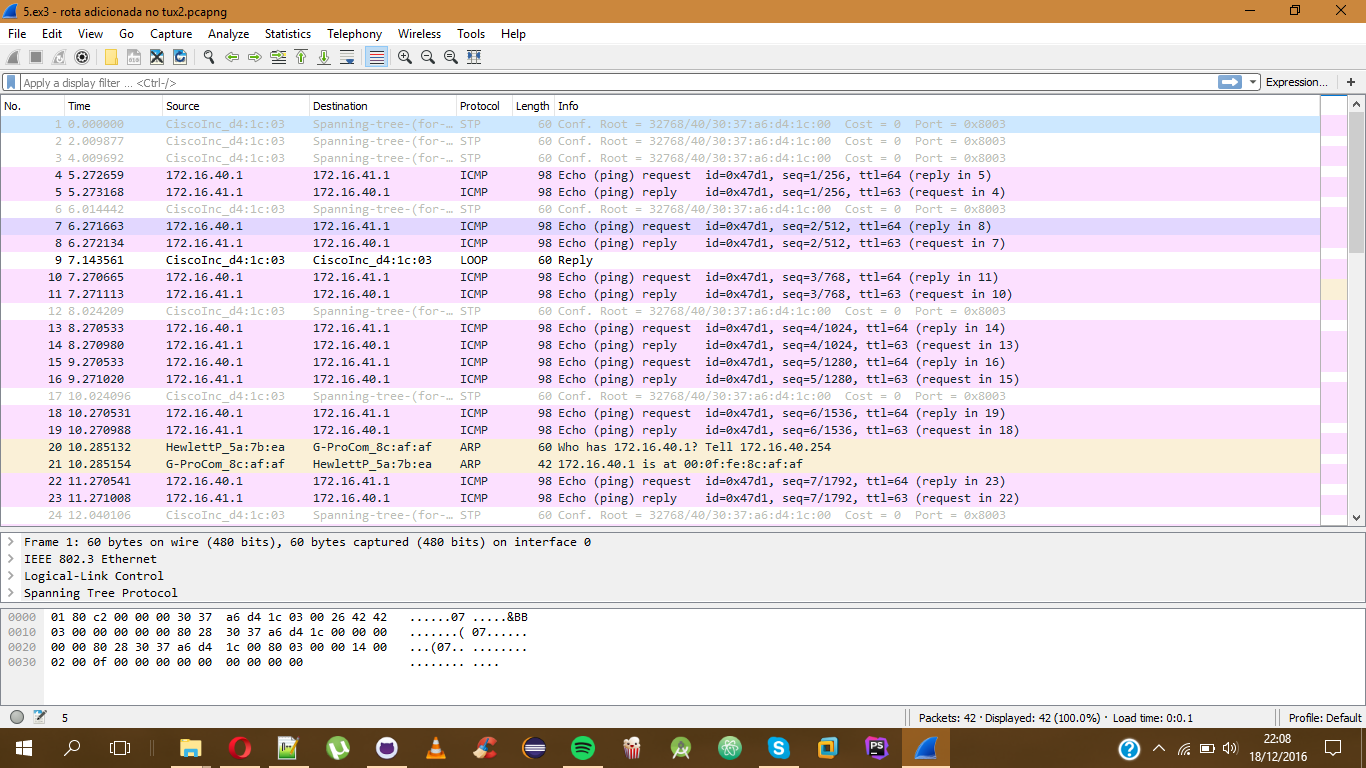


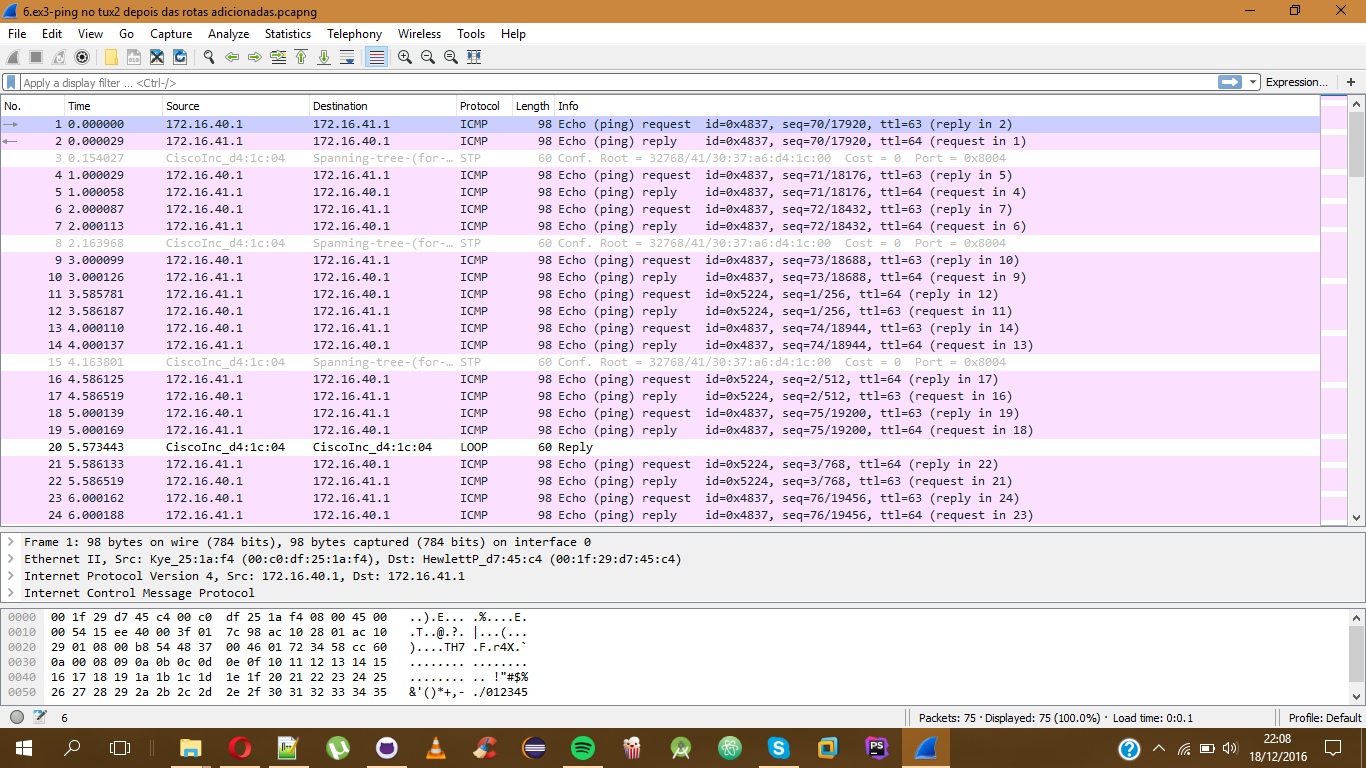
* Tux4

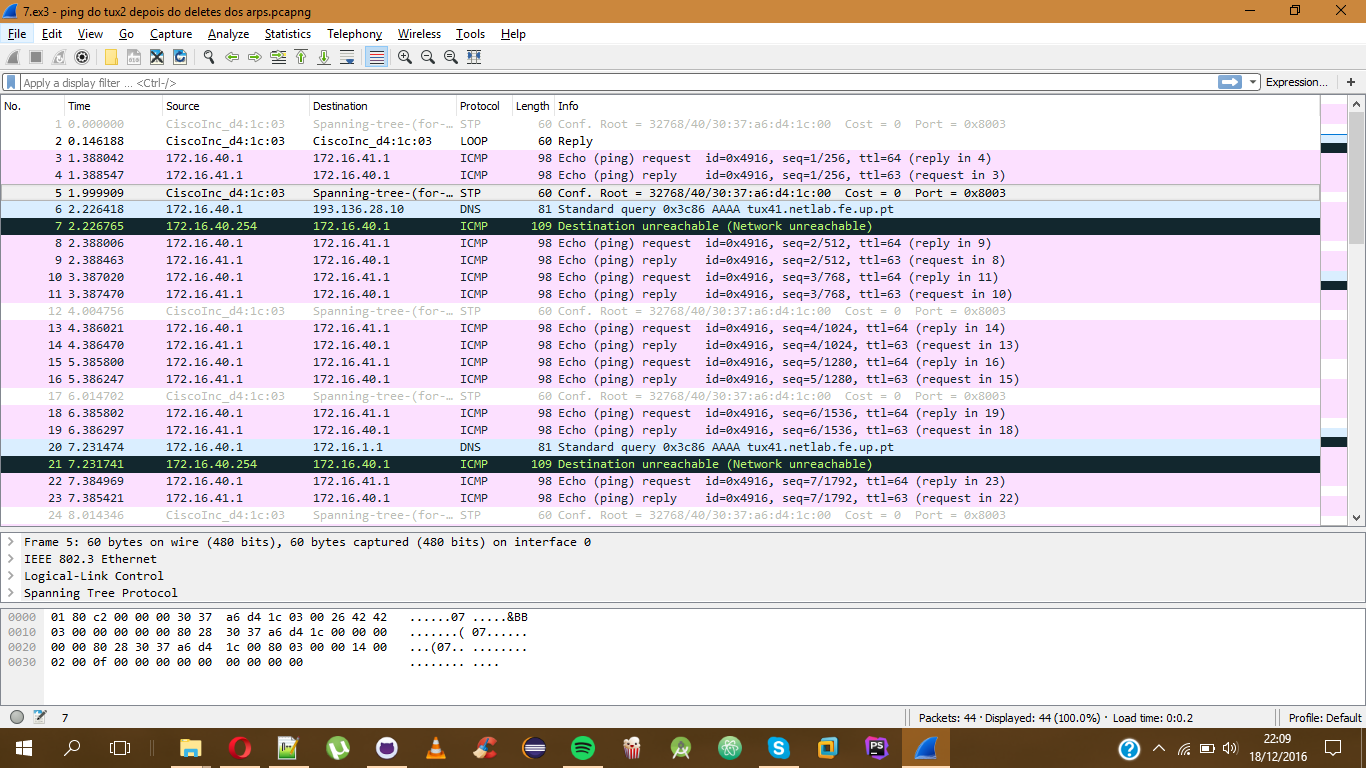


Experiência 3

Passo 1:

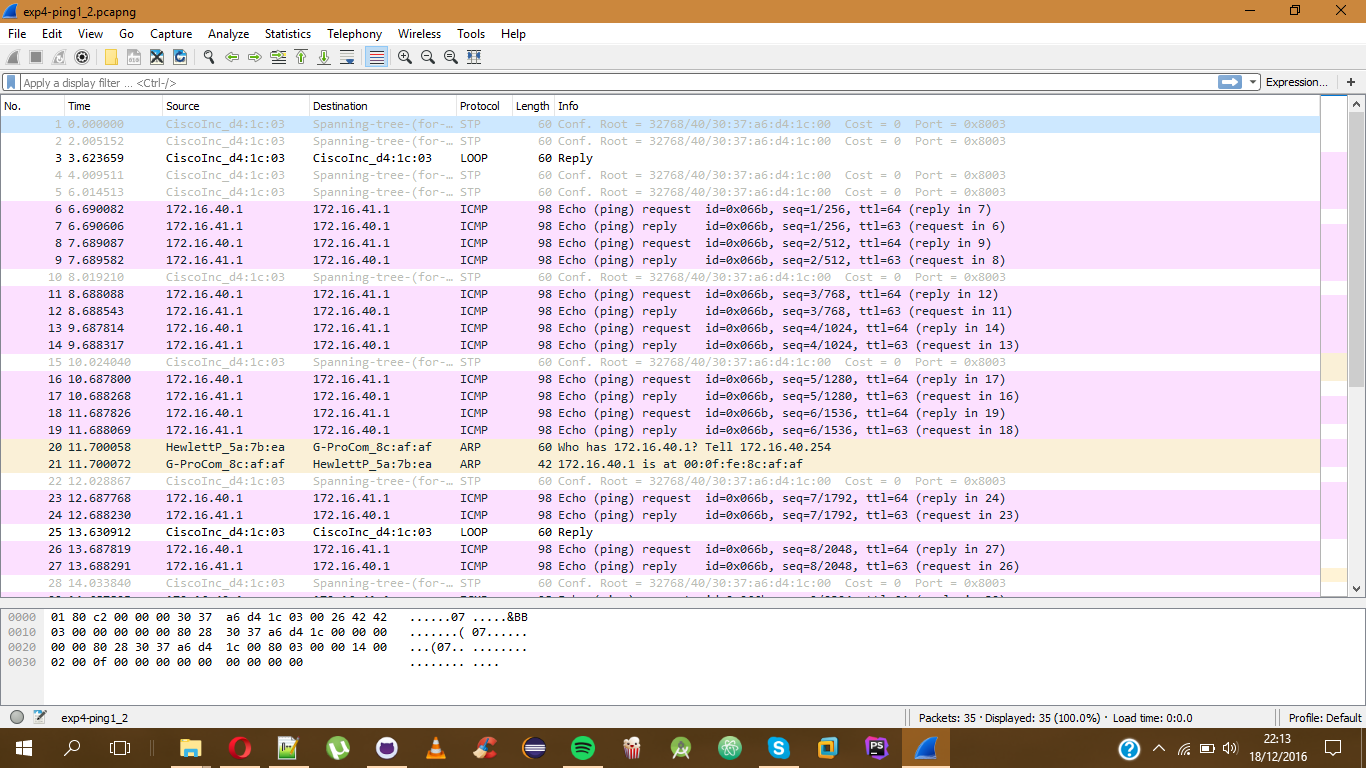
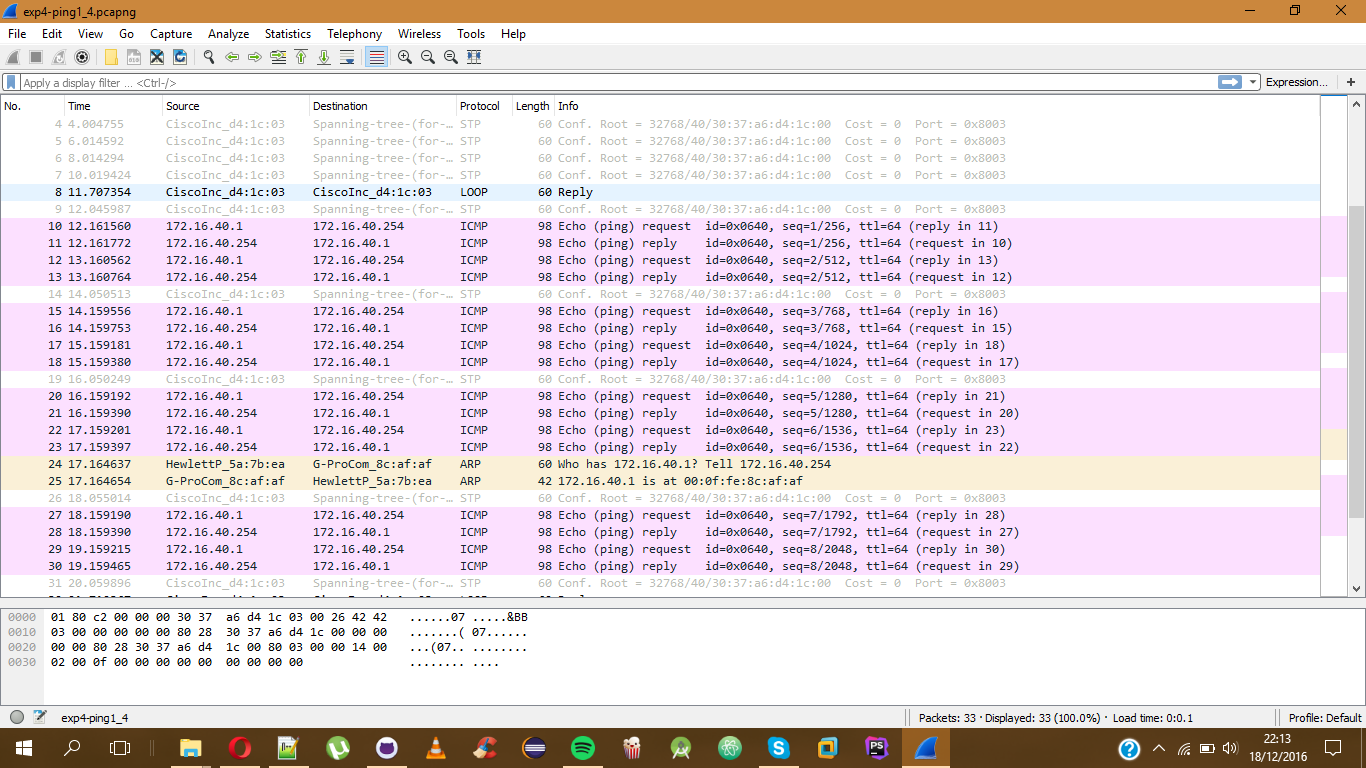
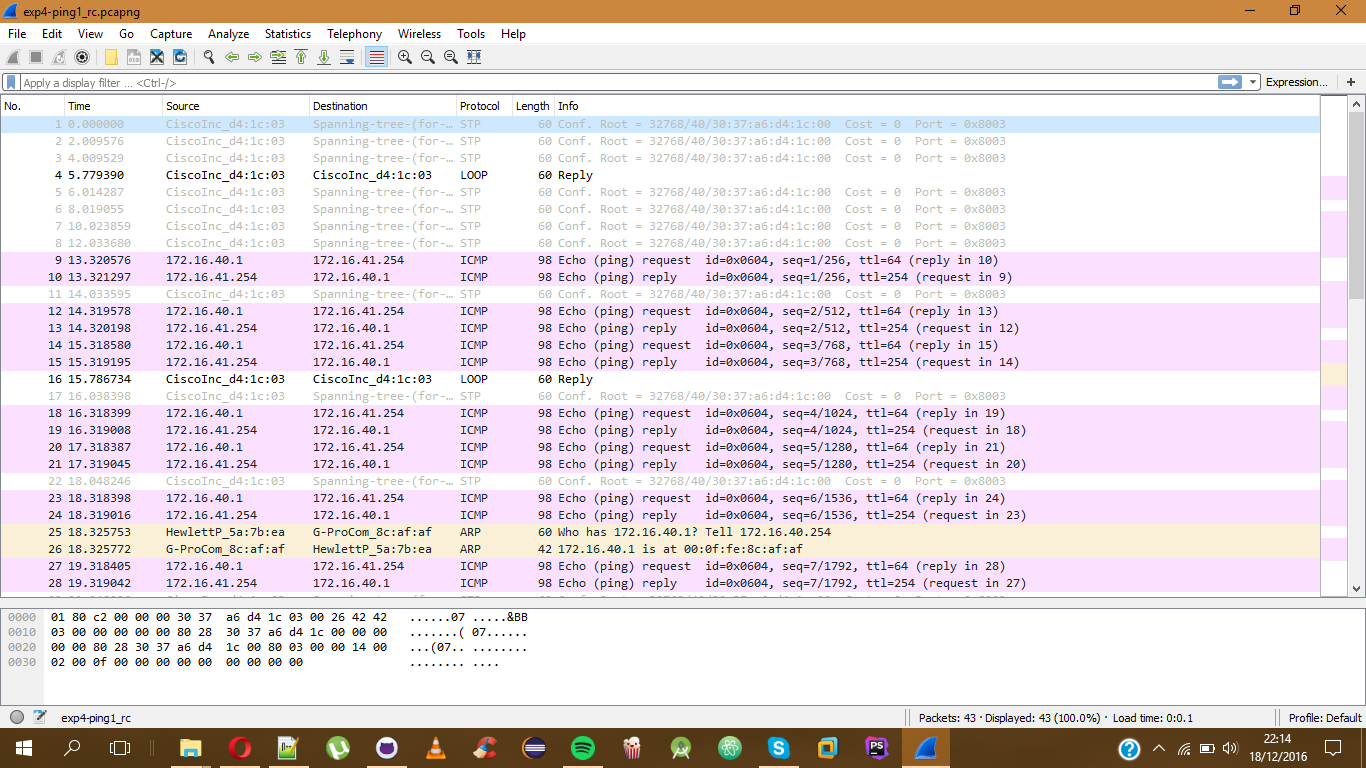
Passo 5:

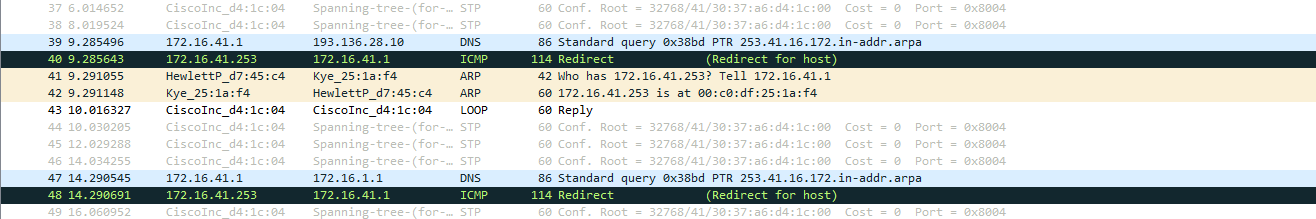
Passo 6:

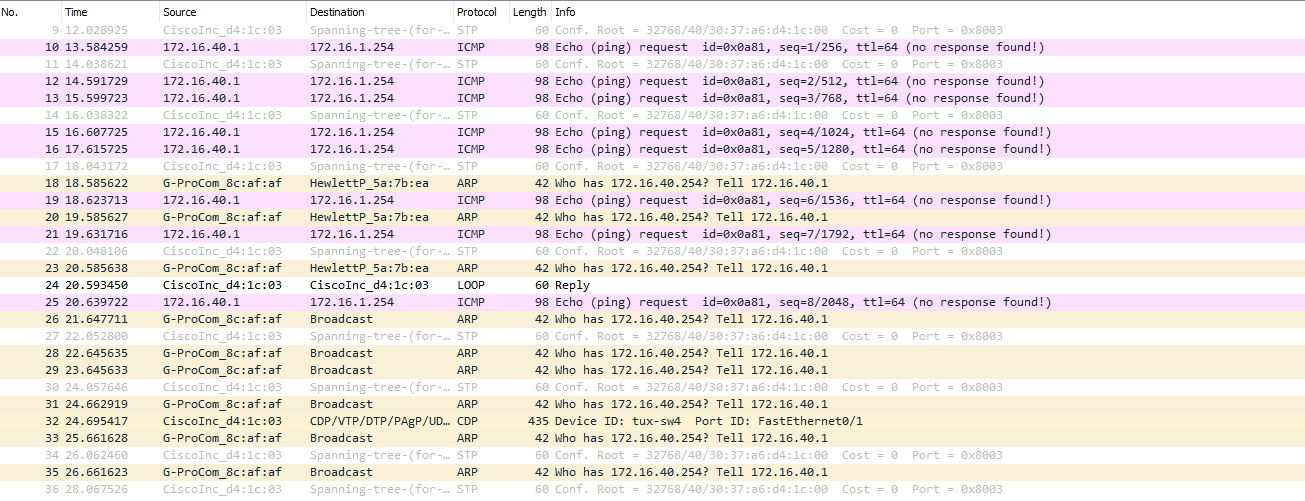
Passo 7:

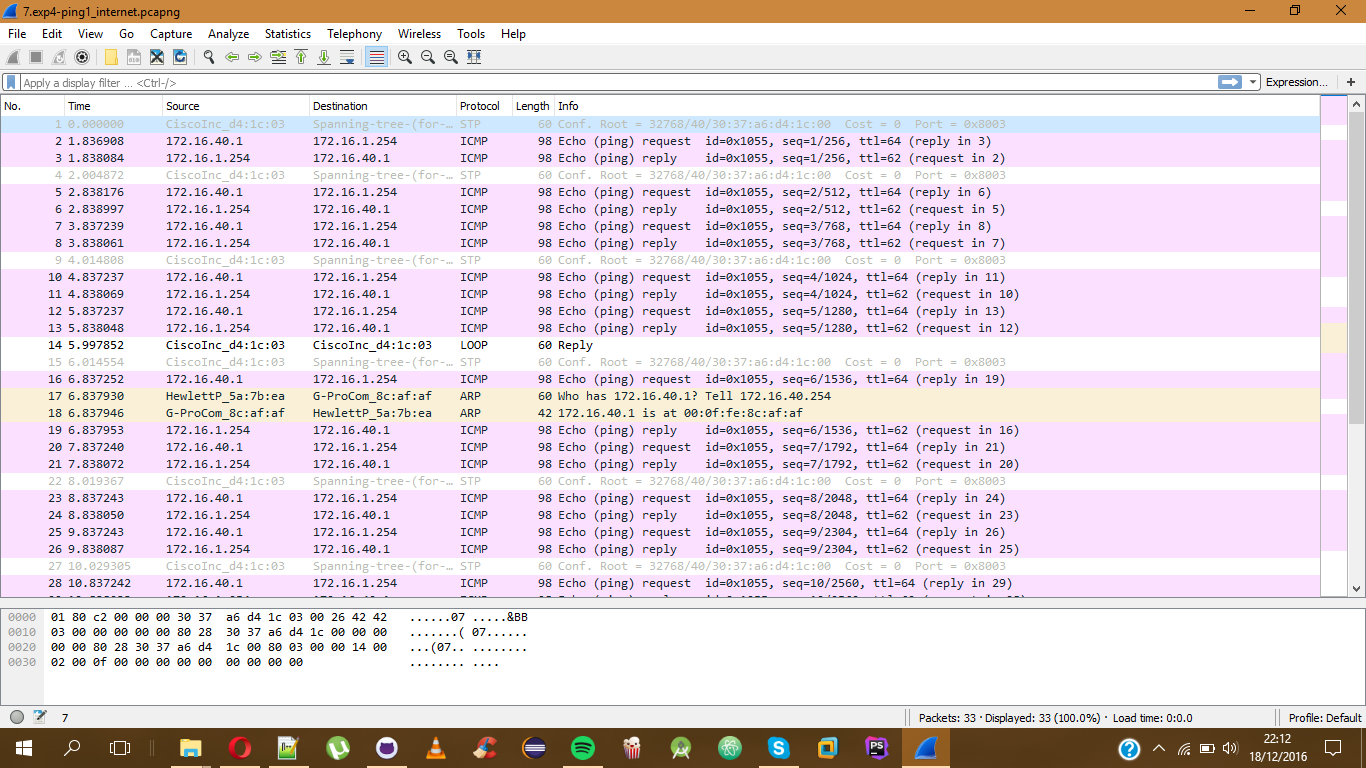
Experiência 4

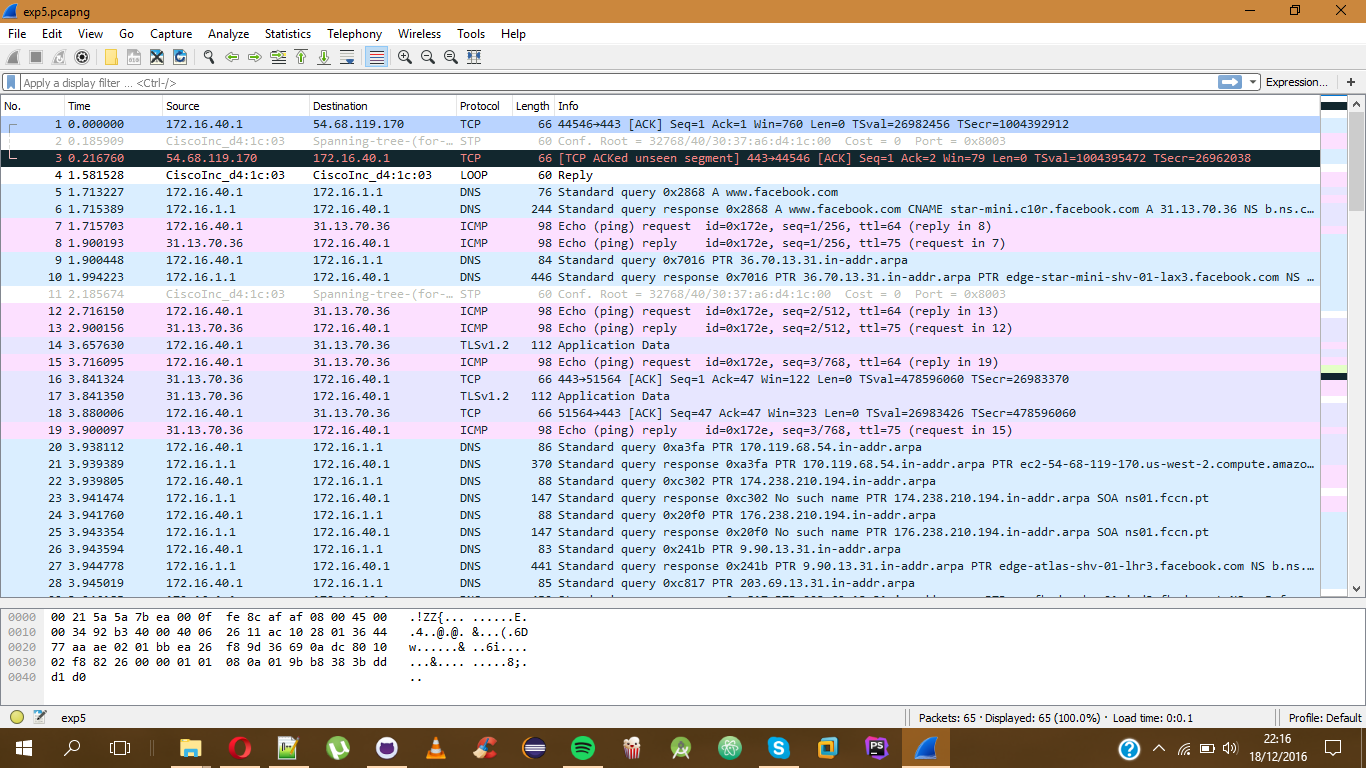
Passo 3:

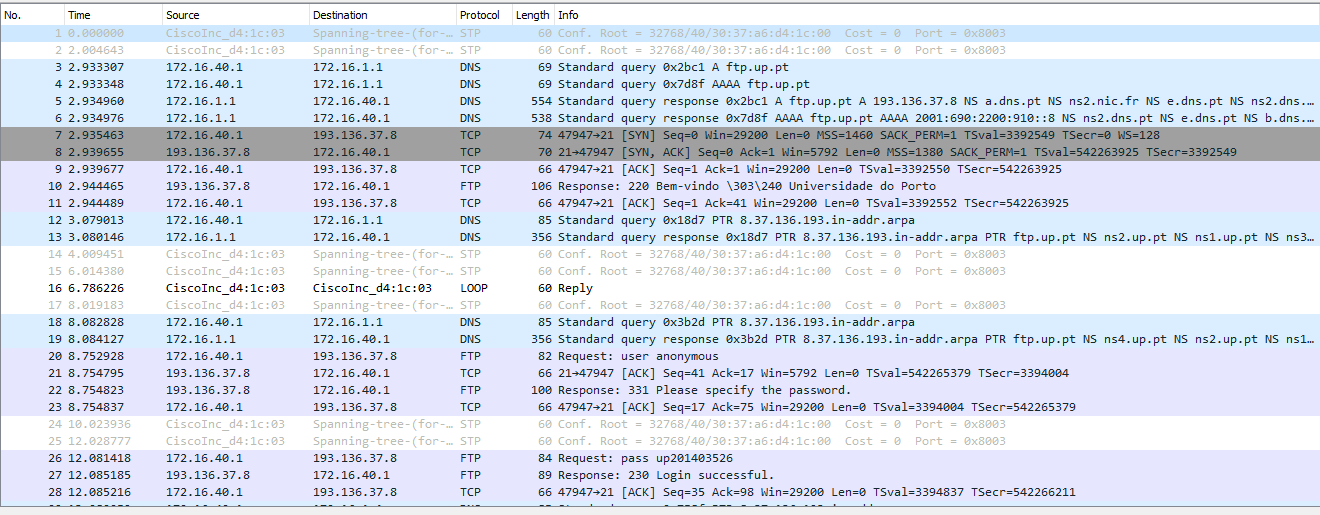
* Tux2
*  Tux4
* RC

Passo 4:

Passo 5:

Passo 7:

Experiência 5

Experiência 6