Analise Forense a Redes de Computadores

Analises possíveis em redes de computadores:

- Identificação de equipamentos (endereços MAC e IP)
- Identificação de utilizadores (credenciais de acesso PC/Rede)
- Captura ed pacotes transmitidos em pontos chave da rede
- Identificação e analise protocolar (HTTP, SMTO, POP, …)
- Localização de equipamentos em redes locais

Momento de início da captura é um ponto critico

- Inexistência previa e mecanismos de captura de tráfego pode inviabilizar a sua utilização
- Nestes casos, analise de focar mais nos equipamentos de redes e logs
- Quantidade de informação analisar tende a ser menor
- Inicio da análise vs. instante de tempo da atividade ilegal/incorreta

Analise da rede

Complexidade

Analise forense a uma rede é de elevado grau de complexidade:

- Número de equipamentos a analisar
- Heterogeneidade (equipamentos, sistemas operativos, serviços, aplicações)
- Quantidade de informação a circular na rede
- Diferentes formas de se obter a informação

Características intrínsecas

1. **Segmentação** – Dados trocados sob a forma de pacotes IP
2. **Encriptação** – Informação tocada pode estar cifrada para impedir a sua leitura por terceiros (ex: HTTPS)
3. **Temporalidade** – Tráfego de rede só pode ser capturado em tempo real
4. **Localização** – intervenientes podem ser muitos, estar noutro lado do mundo e podem simular uma localização diferente da real

Procedimento de análise

Procedimento de análise em redes de computadores inclui as seguintes fases:

1. Estudo da rede, equipamento e serviços existentes
2. Recolha e processamento de tráfego de rede
3. Recolha e processamento de *logs* e informação de estado

Seguindo-se a análise forense pelo técnico

Procedimento de análise

1. Estudo da rede, equipamento e serviços existentes

- Identificar os principais equipamentos de rede e suas funcionalidades
- Identificar gamas de endereçamento IP utilizadas
- Verificar se existem diagramas (físicos e lógicos) da rede (e se são actuais)
- Identificar servidores aplicacionais (email, web, proxy), de autenticação (AD, LDAP) e de *logs* (syslog, splunk)

Enumeração rápida de equipamentos

Angry IP Scanner `http://angryip.org`

- Pesquisa por equipamentos numa rede IP
- Funciona na LAN e Internet
- Exporta dados em muitos formatos
- Multi-plataforma (Win/Linux/macOS)
- Identifica também serviços
  - `https://www.iana.org/assignments/port-numbers`
- Pode ser usado como comando ou GUI

Enumeração de equipamentos

Network Mapper `https://nmap.org`

- Possibilita descoberta de serviços na rede
- Varrimentos de portos a equipamentos
- Tenta identificar serviços e sistemas operativos
- Ferramenta de linha de comandos
- Também dispõem de GUI (Zenmap)
- Suporta várias formas de varrimento

Network Mapper

Identificação de sistemas operativos (opção -O)

Uma das opções do nmap é a de tentar descobrir qual é o sistema operativo em execução nos equipamentos analisados.

```
aap@~ $sudo nmap -O 10.0.0.1

Host is up (0.012s latency).
MAC Address: E8:DE:27:11:11:11 (Tp-link Technologies)
Device type: general purpose
Running: Linux 2.6.X
OS CPE: cpe:/o:linux:linux_kernel:2.6
OS details: Linux 2.6.23 - 2.6.38
Network Distance: 1 hop

Nmap done: 1 IP address (1 host up)
scanned in 5.65 seconds
```

Procedimento de análise

2. Recolha e processamento de tráfego de rede

- Recolha pode ser intrusiva ou não
- Técnica depende do meio físico (*passive ethernet taps*)
- Fácil se equipamento de rede possibilitar técnicas para o efeito (*port mirroring*)
- Existe *software* (tcpdump, dumpcap, tshark, . . .) e *hardware* específico para capturar tráfego de rede
- Formato comum (PCAP) pode ser processado com *Berkeley Packet Filters* (BPF)

Procedimento de análise

3. Recolha e processamento de *logs* e informação de estado

- Evitar desligar equipamentos
- Ligação aos equipamentos de rede por cabos de consola (de preferência) $\rightarrow$ *out of band*!
- Registar a data/hora dos equipamentos e calcular a diferença para o real
- Recolher informação de acordo com a sua volatilidade

Portas de monitorização

- *Switchs* têm técnicas para captura de tráfego de rede
- *Port mirror* é um nome usual, mas depende do fabricante
- Consiste em replicar para uma segunda porta, todo o tráfego que passa numa porta
- Utilizado em conjunto com IDS, NIDS, SIEMs, . . .

Portas de monitorização

- Não implica alterar a estrutura da rede
- Requer credenciais de configuração dos equipamentos de rede
- Pode impor limitações ao tráfego analisado
- Obriga conhecer comandos de configuração em equipamentos de diferentes fabricantes

Portas de monitorização em Cisco

Como configurar a porta Fa0/10 como *mirror* da porta Fa0/1 (ambas as direções)

```
monitor session 1 source interface Fa0/1 both
monitor session 1 destination interface Fa0/10
```

Requer modo de acesso privilegiado e de configuração no equipamento Cisco

Portas de monitorização em Cisco

Como consultar os *port mirroring* existentes

```
show monitor

Session 1
---------
Type : Local Session
Source Ports:
RX Only: None
TX Only: None
Both: Fa0/1
Source VLANs:
RX Only: None
TX Only: None
Both: None
Source RSPAN VLAN: None
Destination Ports: Fa0/10
...
```

Portas de monitorização em Cisco

Como enviar o tráfego de uma porta (Fa0/2) para duas portas (Fa0/11 e Fa0/12)

```
monitor session 2 source interface Fa0/2 both
monitor session 2 destination interface Fa0/11
monitor session 2 destination interface Fa0/12
```

Requer modo de acesso privilegiado e de configuração no equipamento Cisco

Portas de monitorização em Cisco

Como replicar pela porta Gi1/2, todo o tráfego enviado para a VLAN 10

```
monitor session 1 source vlan 10 rx
monitor session 1 destination interface Gi1/2
```

Devem usar-se portas de saída *gigabit* e nunca o *both*

Requer modo de acesso privilegiado e de configuração no equipamento Cisco

Berkeley Packet Filters (BPF)

O que são?

BPF é uma forma de descrever filtros a aplicar a recolhas de tráfego de rede

- Incluído no *kernel* de alguns sistemas operativos (ex.: FreeBSD)
- Suportado pela generalidade de aplicações baseadas em *libpcap* (ex.: tcpdump, wireshark)
- Reconhece, e permite a utilização, das estruturas dos principais protocolos de rede (Ethernet, MPLS, IP, UDP, TCP, ICMP, . . .)
- Elevado nível de granularidade (análise *bit*-a-*bit*)

Berkeley Packet Filters (BPF)

Como funciona?

Aplicações de recolha de tráfego de rede capturam todos os pacotes, excepto se for especificada uma expressão BPF

- Quando presente, apenas são capturados os pacotes que confirmem a expressão BPF (i.e. quando a expressão é verdadeira)
- Expressão é composta por *qualifiers*
- Ex.: src host 10.10.1.1
  - **src:** *qualifier* de direção
  - **host:** *qualifier* de tipo
  - **10.10.1.1:** identificador (ou *id*)

Qualifiers BPF

Tipos de *qualifiers* em BPF

Que representam o tipo da coisa a procurar

- **host** para equipamentos
- **net** para redes
- **port** para portos aplicacionais

Que representam a direção do tráfego

- **src** para origem
- **dst** para destino
- **src or dst**, **src and dst** como combinações

Que representam o protocolo

- **ether**, **fddi**, **ip**, **ip6**, **arp**, **rarp**, **tcp**, **ucp**

Casos particulares

- **gateway**, **broadcast**, **less**, **greater**

Primitivas BPF

- Primitiva é a forma básica de representação de padrões de pesquisa
- Conseguido por combinação de *qualifiers* e identificadores
- Exemplos
  - dst host 10.1.1.1
  - gateway 192.168.1.1
  - ip broadcast

Exemplo de utilização

(com tcpdump)

Capturar todos os pacotes com porta 80 e guardar em ficheiro.

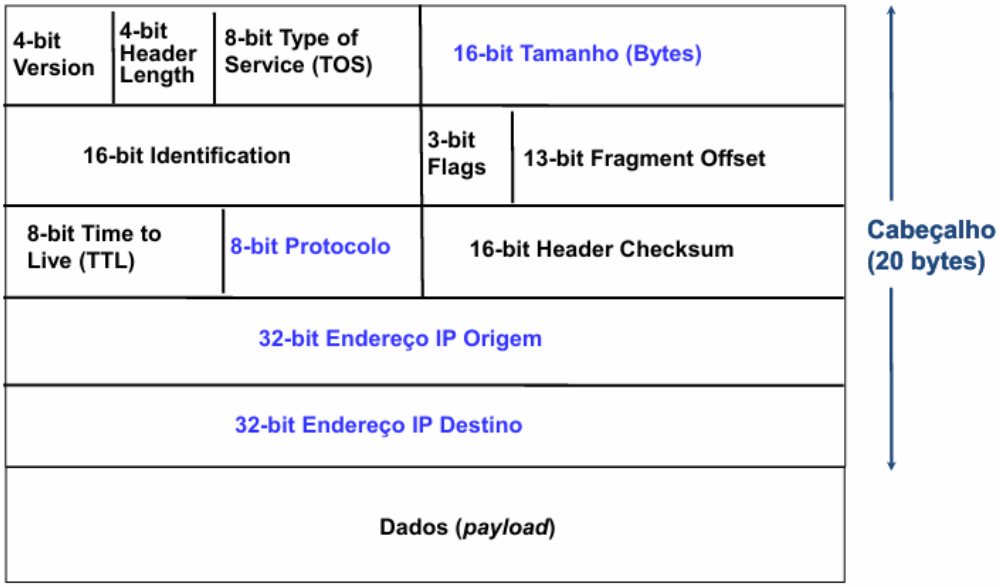
```
[aap@eb-aap ~] $ sudo tcpdump -w http.pcap port http
tcpdump: listening on enp0s25, link-type EN10MB,
capture size 262144 bytes

^C
49 packets captured
49 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

Operação ao nível do bit

Relembrar alguns cabeçalhos

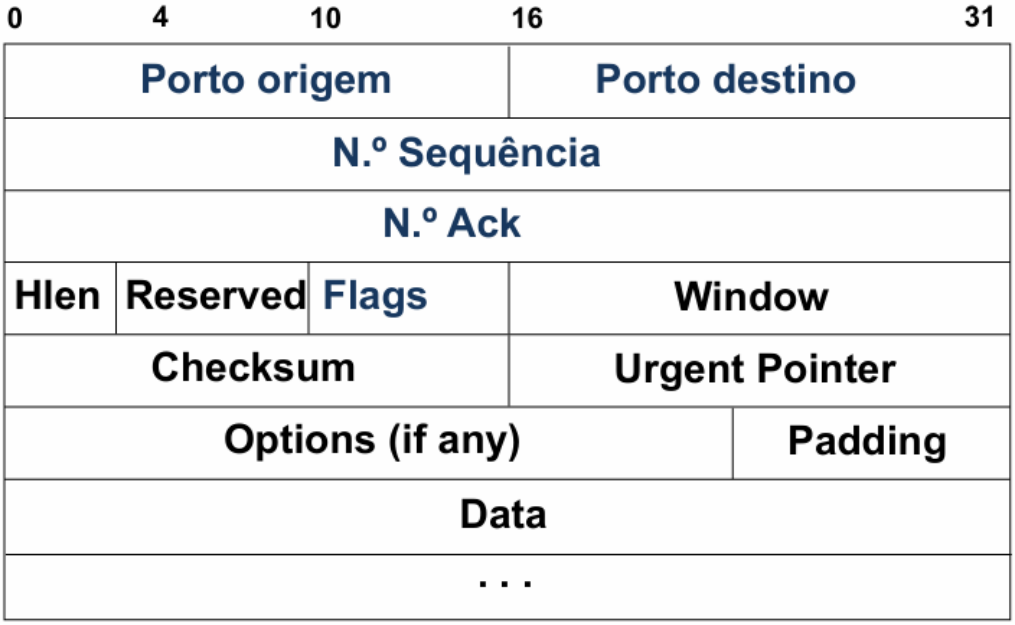
Cabeçalho IP



Operação ao nível do bit (2)

Relembrar alguns cabeçalhos

Cabeçalho TCP



Operação ao nível do bit (3)

- Expressões como ‘ip[9] = 0x06’ são também possíveis
  - **Verdadeiro** se o 10º *byte* (1º *byte* é 0) do cabeçalho IP é igual a 6 (ou 0x06 em hexadecimal)
  - Equivale a **proto tcp**

Operação ao nível do bit (4)

Bitwise AND

- IP têm duas versões (IPv4 e IPv6)
- Número (4 ou 6) da versão é incluída nos 4 *bits* mais significativos (à direita) do 1º *byte*
- BPF permitem a pesquisa por determinados *bits* usando-se a operação *Bitwise AND* (operação E lógico, *bit*-a-*bit*)
  - Primitiva para IPv6: ‘ip[0] & 0xF0 = 0x06’
  - Primitiva para IPv4: ‘ip[0] & 0xF0 = 0x04’

Operação ao nível do bit (5)

Bitwise AND

Descompondo a primitiva: ‘ip[0] & 0xF0 = 0x06’

- ip[0] $\rightarrow$ 1º *byte* do cabeçalho IP (ex.: 0110 0101)
- ip[0] & 0xF0 $\rightarrow$ AND Lógico entre ip[0] e 0xF0

ip[0]	0110 0101
0xF0	1111 0000
	0110 0000

- Obtendo-se assim o valor a comparar ($0110_{(2)} = 6_{(10)}$)

Operação ao nível do bit (6)

Bitwise AND

Mais exemplos:

- UDP: ’ip[9] = 0x11’
- ICMP: ’ip[9] = 0x01’
- Porta TCP destino inferior a 20: ’tcp[2:2] $<$ 0x14’
- ICMP Echo request: ’icmp[0] = 0x08’

Combinação de primitivas

Visando a redução do tráfego em análise, é por vezes é necessário combinar-se primitivas.

- Negação: ‘not’ ou ‘!’
- Conjunção: ‘and’ ou ‘&&’
- Disjunção: ‘or’ ou ‘||’

Programas úteis

A quantidade de informação que circula na rede é muita. É comum que o técnico recorra a ferramentas para o auxiliar na análise, destas destacam-se as seguintes:

- **wireshark**
  A ferramenta mais comum e completa
- **tshark**
  Versão em modo de texto do *wireshark*, útil para *scripts* ou quando não se dispõem de GUI
- **tcpextract**
  Extração de ficheiros em trocas HTTP de capturas
  +info:`https://pypi.python.org/pypi/tcpextract`
- **tcpxtract**
  Extração de ficheiros de capturas usando assinaturas hexadecimais
  +info:`http://tcpxtract.sourceforge.net/`

+ Programas úteis

- **tcpflow**
  Extração de sessões TCP em capturas de rede
  +info:`http://digitalcorpora.org/downloads/tcpflow/`
- **ntop**
  Versão para redes do comando *top* (*web-based*)
  +info:`http://www.ntop.org/`
- **ngrep**
  Versão para redes do comando *grep*
  +info:`http://ngrep.sourceforge.net/`
- **tcpdump**
  Utilitário mais comum para captura de tráfego de rede
  +info:`http://www.tcpdump.org/`

Exemplos de utilização

ngrep

Capturar pedidos de DNS em qualquer interface e guardando o resultado da captura para ficheiro.

```
[aap@eb-aap ~]$ ngrep -O dns.cap -d any -T port domain
interface: any
filter: ip and ( port domain )
output: dns.cap
#
U +0.000000 203.115.225.24:53 -> 64.90.164.74:53
.............m.razor2.cloudmark.com.......).........
#
U +0.000281 64.90.164.74:53 -> 203.115.225.24:53
.............m.razor2.cloudmark.com................'.ns1...
hostmaster..ws....p....  ..:.......).........
#
U +0.078184 195.113.155.7:2949 -> 64.90.164.74:53
.............a.razor2.cloudmark.com.....
^Cexit
6 received, 0 dropped
```

Exemplos de utilização

tshark

Capturar pacotes com destino à porta 80, guardando o resultado da captura para ficheiro.

```
[aap@eb-aap ~] $ sudo tshark -f "port 80" -w file.cap
Capturing on 'enp0s25'
1159 ^C
```

O filtro especificado (com -f) é um BPF e não um filtro utilizável no *wireshark*[2] .

Exemplos de utilização

tshark

Mostrar a porta de origem dos pacotes TCP de uma captura.

```
[aap@eb-aap ~] $ sudo tshark -z "proto,colinfo, tcp.srcport" -r
    /tmp/capture.cap
1 0.000000000 172.20.100.154 -> 69.89.31.120 TCP 74  58537->80 [
    SYN] Seq=0 Win=29200 Len=0 MSS=1460  SACK_PERM=1 TSval
    =10379680 TSecr=0 WS=128 tcp.srcport == 58537
2 0.218503000 69.89.31.120 -> 172.20.100.154 TCP 74  80->58537 [
    SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=28960 Len=0  MSS=576 SACK_PERM=1
    TSval=123744260 TSecr=10379680  WS=128 tcp.srcport == 80
3 0.218613000 172.20.100.154 -> 69.89.31.120 TCP 66  58537->80 [
    ACK] Seq=1 Ack=1 Win=29312 Len=0 TSval=10379898 TSecr
    =123744260  tcp.srcport == 58537
```

Algumas opções do *tshark* só podem ser utilizadas sobre capturas em ficheiro.

Portas para Protocolos de Email:

Os servidores de email utilizam diferentes portas para envio e receção de mensagens. Dependendo do protocolo e do nível de cifragem, as portas são:

1. **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol):**
    - Porta **25**: Usada para envio de emails (não cifrado). É o padrão para comunicação entre servidores de email.
    - Porta **465**: Usada para SMTP cifrado (SMTPS). Este protocolo usa SSL/TLS para garantir a segurança na comunicação.
    - Porta **587**: Usada para envio de emails com STARTTLS. Inicia uma conexão não cifrada e, em seguida, ativa a cifragem.
2. **POP3 (Post Office Protocol v3):**
    - Porta **110**: Usada para acesso a emails sem cifragem.
    - Porta **995**: Usada para acesso a emails cifrados (POP3S), com SSL/TLS.
3. **IMAP (Internet Message Access Protocol):**
    - Porta **143**: Usada para acesso a emails sem cifragem.
    - Porta **993**: Usada para acesso a emails cifrados (IMAPS), com SSL/TLS.

Esses protocolos permitem que os utilizadores enviem (SMTP) e acedam a emails armazenados no servidor (POP3 e IMAP).

Porta para Resolução de Nomes (DNS):

- **Porta 53**: É usada pelo protocolo DNS (Domain Name System). Este protocolo é responsável por traduzir nomes de domínio (ex.: google.com) em endereços IP (ex.: 172.217.16.142) e vice-versa.

DNS é essencial para a comunicação na internet, já que os computadores utilizam endereços IP para se conectar, mas os utilizadores preferem trabalhar com nomes legíveis.

Por que essas portas na linha de comando?

A linha de comando com o tcpdump inclui essas portas porque queremos capturar:

1. **Tráfego relacionado a servidores de email**:
    - Tanto envio de emails (SMTP) quanto acesso (POP3/IMAP) usando conexões cifradas ou não.
2. **Tráfego de DNS**:
    - Para identificar pedidos de resolução de nomes feitos pelo PC com o IP 172.20.20.15.

Portas.

25, 465, 587: SMTP (não cifrado e cifrado).

110, 995: POP3 (não cifrado e cifrado).

143, 993: IMAP (não cifrado e cifrado).

53, 853: DNS (não cifrado e cifrado).