

Sessão 3: Firewall



As atividades desta sessão serão realizadas na máquina virtual *FWGW1-G*, com pequenas exceções apontadas pelo enunciado dos exercícios.

1) Trabalhando com *chains* no *iptables*

O Netfilter é um *framework* provido pelo kernel Linux que permite que várias operações relacionadas à rede sejam implementadas através de *handlers* customizados. Ele provê diversas funções e operações que permitem filtragem de pacotes, tradução de endereços de rede e portas, bem como a capacidade de proibir que pacotes cheguem a pontos sensíveis da rede.

O *iptables* é a ferramenta em espaço de usuário que permite a gerência do Netfilter. Há vários conceitos centrais ao *iptables*, como:

- Tabelas:
 - *Filter*: filtragem de pacotes.
 - *NAT*: tradução de endereços.
 - *Mangle*: marcação de pacotes e QoS.
- Chains:
 - INPUT: entrada no firewall propriamente dito.
 - OUTPUT: saída do firewall propriamente dito.
 - FORWARD: passagem através do firewall.
 - PREROUTING: decisões pré-roteamento; presente apenas nas tables *NAT* e *Mangle*.
 - POSTROUTING: decisões pós-roteamento; presente apenas nas tables *NAT* e *Mangle*.
- Alvos:
 - ACCEPT: aceita o pacote.
 - DROP: descarta o pacote sem informar o remetente.
 - REJECT: rejeita o pacote e notifica o remetente.
 - LOG: loga o pacote nos registros do *iptables*.
- Manipulação de regras:
 - A: adiciona a regra ao final da *chain* (*append*).
 - I: insere a regra no começo da *chain* (*insert*).
 - D: apaga a regra (*delete*).
 - L: listas as regras de uma dada *chain* (*list*).
 - P: ajusta a política padrão de uma *chain* (*policy*).
 - F: apaga todas as regras da *chain* (*flush*).
- Padrões de casamento:

- **-s**: IP de origem do pacote.
 - **-d**: IP de destino do pacote.
 - **-i**: interface de entrada.
 - **-o**: interface de saída.
 - **-p**: protocolo, que pode ser dos tipos TCP, UDP e ICMP.
- Módulos adicionais para casamento de pacotes (*extended packet matching modules*) podem ser habilitados com a opção **-m** ou **--match**. Destacamos:
- **conntrack**: quando habilitado, permite acesso ao controle de estados de conexões; normalmente invocado por **-m conntrack --ctstate** ou para um *subset* de suas funções, **-m state --state**. Estados válidos incluem INVALID, NEW, ESTABLISHED, RELATED e UNTRACKED.
 - **icmp**: possibilita filtrar tipos específicos de ICMP, via *flag* **--icmp-type**.
 - **mac**: possibilita filtragem por endereço físico de origem, via *flag* **--mac-source**.
 - **multiport**: permite especificação de até 15 portas dentro de uma mesma regra, separadas por vírgula, ou um *range* com a sintaxe **porta:porta**. Pode-se especificar portas de origem (**--sports**), destino (**--dports**) ou ambas (**--ports**).
 - **tcp**: habilita as opções **--source-port** (ou **--sport**), **--destination-port** (ou **--dport**), **--tcp-flags** (*flags válidas*: SYN, ACK, FIN, RST, URG, PSH, ALL e NONE), **--syn** e **--tcp-option** para pacotes TCP.
 - **udp**: habilita as opções **--source-port** (ou **--sport**), **--destination-port** (ou **--dport**) para pacotes UDP.
1. Primeiro, vamos testar a filtragem simples (*stateless*) no **iptables**. Faça login na máquina **FWGW1-G** como **root** e mude a política padrão da *chain* **OUTPUT** para **DROP**. Em seguida, tente conectar-se à porta 80/HTTP de um host remoto na Internet. É possível?

```
# hostname  
FWGW1-A
```

```
# nc -z -w5 -v obsd3.srv.ualberta.ca 80  
obsd3.srv.ualberta.ca [129.128.5.194] 80 (http) open
```

```
# iptables -P OUTPUT DROP
```

```
# nc -z -w5 -v obsd3.srv.ualberta.ca 80  
obsd3.srv.ualberta.ca: forward host lookup failed: Host name lookup failure :  
Resource temporarily unavailable
```

2. Agora, crie uma regra na *chain* **OUTPUT** que permita a saída de pacotes na porta 80/HTTP (não se esqueça também de permitir consultas DNS à porta 53/UDP, se estiver utilizando um nome e

não um endereço IP) e tente conectar-se novamente. Qual o resultado?

```
# iptables -A OUTPUT -p tcp --dport 80 -j ACCEPT
# iptables -A OUTPUT -p udp --dport 53 -j ACCEPT
```

```
# nc -z -w5 -v obsd3.srv.ualberta.ca 80
obsd3.srv.ualberta.ca [129.128.5.194] 80 (http) open
```

3. Mude a política padrão da *chain* INPUT também para DROP. Ainda é possível conectar-se?

```
# iptables -P INPUT DROP
```

```
# nc -z -w5 -v obsd3.srv.ualberta.ca 80
Host name lookup failure
```

Apesar de o resultado parecer o mesmo obtido anteriormente, há uma diferença substancial — as requisições DNS/HTTP estão sendo enviados com sucesso, porém a resposta de retorno está sendo bloqueada. Rode o `tcpdump` em outra sessão e monitore a interface de rede de saída (`enp0s3`), filtrando apenas por pacotes oriundos/destinados ao IP dessa interface, enquanto o comando `nc` acima é executado. A requisição DNS é enviada e sua resposta retorna, porém é descartada pelo kernel.

```
# ip a s enp0s3 | grep '^ *inet ' | awk '{print $2}'
192.168.29.107/24
```

```
# tcpdump -i enp0s3 -n src 192.168.29.107 or dst 192.168.29.107
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on enp0s3, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
21:52:28.135864 IP 192.168.29.107.33147 > 8.8.8.8.53: 48302+ A?
obsd3.srv.ualberta.ca. (39)
21:52:28.215508 IP 8.8.8.8.53 > 192.168.29.107.33147: 48302 1/0/0 A 129.128.5.194
(55)
```

4. Finalmente, crie uma regra apropriada na *chain* INPUT e teste o sucesso na conexão HTTP.

```
# iptables -A INPUT -p tcp --sport 80 -j ACCEPT
# iptables -A INPUT -p udp --sport 53 -j ACCEPT
```

```
# nc -z -w5 -v obsd3.srv.ualberta.ca 80
obsd3.srv.ualberta.ca [129.128.5.194] 80 (http) open
```

Note que devemos usar `--sport` (*source port*) ao invés de `--dport` (*destination port*), como feito anteriormente na regra da *chain* OUTPUT.

2) Firewall *stateful*

Não é conveniente nem manutenível criar regras como fizemos na atividade (1) — para cada regra de saída, ter que existir uma regra de entrada correspondente. Podemos usar a capacidade do `iptables` de monitorar estados de conexões a nosso favor, já que ele é um firewall *stateful*.

1. Remova as regras da chain INPUT. Em seguida crie uma regra genérica que permita que conexões estabelecidas sejam autorizadas através do firewall. Em seguida, tente estabelecer uma conexão HTTP. Foi possível?

```
# iptables -F INPUT
```

```
# iptables -A INPUT -m state --state ESTABLISHED -j ACCEPT
```

```
# iptables -L
Chain INPUT (policy DROP)
target     prot opt source                destination           state ESTABLISHED
ACCEPT     all  --  anywhere               anywhere

Chain FORWARD (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination

Chain OUTPUT (policy DROP)
target     prot opt source                destination           tcp dpt:http
ACCEPT     tcp  --  anywhere               anywhere               tcp dpt:http
ACCEPT     udp  --  anywhere               anywhere               udp dpt:domain
```

```
# nc -z -w5 -v obsd3.srv.ualberta.ca 80
obsd3.srv.ualberta.ca [129.128.5.194] 80 (http) open
```

2. Qual seria, então, a diferença entre filtros de pacotes *stateless* e *stateful*?

3) Configurando o firewall *FWGW1-G*: tabela *filter*

A partir desta atividade o roteiro está dividido em duas grandes partes. Na primeira, o aluno programará um controle de pacotes para permitir a comunicação entre os *hosts* descritos na topologia do laboratório. Na segunda parte, programará a tradução de pacotes. Se precisar, retorne à imagem constante da atividade (2) da sessão 1 — Configuração preliminar das máquinas.

A tabela a seguir mostra uma listagem com a descrição dos serviços a serem disponibilizados pelos servidores da DMZ, cuja permissão de acesso será configurada nas atividades a seguir.

Tabela 1. Serviços de rede disponíveis na DMZ

Servidor	Serviço	Protocolo	Porta	Descrição
LinServer-G	SSH	TCP	22	Serviço de login remoto
LinServer-G	Postfix	TCP	25	Servidor de mensagens
LinServer-G	Apache	TCP	80	Servidor de páginas web
LinServer-G	Courier	TCP	110	Servidor POP3
LinServer-G	PostgreSQL	TCP	5432	Servidor de banco de dados
LinServer-G	Bind	UDP	53	Servidor DNS
LinServer-G	NTP	UDP	123	Servidor de hora
WinServer-G	FTP	TCP	21	Servidor de arquivos
WinServer-G	IIS	TCP	80	Servidor de páginas web
WinServer-G	IIS	TCP	443	Servidor de páginas web
WinServer-G	RDP	TCP	3389	Serviço de conexão remota
WinServer-G	NTP	UDP	123	Servidor de hora

A realização desta atividade é fundamental para a realização das demais atividades deste curso. A política de filtro de pacotes será a mais restritiva possível, permitindo somente as conexões previamente definidas no firewall. Dessa forma, a política padrão é negar todos os pacotes que chegarem, saírem e/ou atravessarem o firewall.

A cada item será necessário verificar a configuração corrente do firewall. Para listar as regras das tabelas *input* e *nat* do firewall, respectivamente, use os comandos:

```
# iptables -L -vn
# iptables -t nat -L -vn
```

Caso cometa um erro, você pode apagar todas as regras das tabelas *input* e *nat* do firewall, respectivamente, com os comandos:

```
# iptables -F
# iptables -t nat -F
```

Use o comando **tcpdump** para testar o funcionamento de suas regras.

1) Configuração preliminar

1. O primeiro passo, antes de mesmo começar a mexer no firewall, é ter uma maneira de gravar suas regras. Iremos instalar o pacote `iptables-persistent` para atingir esse objetivo; mas, antes de começar, garanta que seu firewall não possui regras e que as políticas de entrada/saída são permissivas:

```
# iptables -P INPUT ACCEPT
# iptables -P OUTPUT ACCEPT
# iptables -F
```

```
# iptables -L
Chain INPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination

Chain FORWARD (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination

Chain OUTPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination
```

2. Agora, instale o pacote `iptables-persistent` para tornar suas configurações de firewall permanentes mesmo após o `reboot` da máquina.

```
# apt-get install iptables-persistent
```

Na instalação do pacote, quando perguntado, responda:

Tabela 2. Configurações do `iptables-persistent`

Pergunta	Resposta
Salvar as regras IPv4 atuais?	Sim
Salvar as regras IPv6 atuais?	Sim

3. Isso feito, basta dar início ao processo de configuração do firewall. Ao inserir um conjunto de regras com as quais você esteja satisfeito, é possível gravá-las de forma fácil com o comando:

```
# iptables-save > /etc/iptables/rules.v4
```

4. Se cometer qualquer erro durante o processo de configuração, você pode recarregar o conjunto de regras salvo no arquivo `/etc/iptables/rules.v4` com o comando:

```
# systemctl restart netfilter-persistent.service
```

2) Configuração do acesso ao firewall

Vamos primeiramente permitir acesso administrativo ao firewall por SSH, bem como pacotes ICMP para testes de conectividades.

1. Primeiro, torne as políticas do firewall restritivas, ajustando a política das *chains* INPUT e FORWARD para DROP.

```
# iptables -P INPUT DROP
# iptables -P FORWARD DROP
```

2. Teste o funcionamento do firewall. Na máquina *LinServer*, por exemplo, tente enviar um pacote ICMP para a máquina *FWGW1-G*.

```
$ hostname
LinServer-A
```

```
$ ping -c1 172.16.1.1
PING 172.16.1.1 (172.16.1.1) 56(84) bytes of data.

--- 172.16.1.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 0ms
```

3. Agora, adicione as seguintes regras ao firewall:

- Permita todo o tráfego na interface *loopback*, e rejeitar qualquer pacote vindo da rede 127.0.0.0/8 que não seja para a interface *lo* com *icmp-port-unreachable*
- Permita conexões destinadas ao firewall (*chain* INPUT) cujo estado seja relacionado ou estabelecido.
- Permita gerência via *ssh* do firewall *FWGW1-G* a partir de máquinas da Intranet.
- Permita que pacotes ICMP oriundos das redes DMZ/Intranet cheguem ao firewall *FWGW1-G*.

```
# iptables -A INPUT -i lo -j ACCEPT
# iptables -A INPUT -d 127.0.0.0/8 -i '!lo' -j REJECT --reject-with icmp-port-unreachable
# iptables -A INPUT -m state --state RELATED,ESTABLISHED -j ACCEPT
# iptables -A INPUT -s 10.1.1.0/24 -p tcp -m tcp --dport 22 -m state --state NEW,ESTABLISHED -j ACCEPT
# iptables -A INPUT -s 172.16.1.0/24 -p icmp -m icmp --icmp-type any -j ACCEPT
# iptables -A INPUT -s 10.1.1.0/24 -p icmp -m icmp --icmp-type any -j ACCEPT
```

4. Realize o teste de conexão do passo (2) novamente, e verifique que suas configurações funcionaram.

```
$ hostname  
LinServer-A
```

```
$ ping -c1 172.16.1.1  
PING 172.16.1.1 (172.16.1.1) 56(84) bytes of data.  
64 bytes from 172.16.1.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.235 ms  
  
--- 172.16.1.1 ping statistics ---  
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms  
rtt min/avg/max/mdev = 0.235/0.235/0.235/0.000 ms
```

5. Se quiser, use o PuTTY (<https://www.putty.org/>) ou Cygwin (<http://www.cygwin.com/>), nas máquinas *WinClient-G* ou sua máquina física, para conectar-se à máquina *FWGW1-G* e testar sua configuração.

Abaixo, temos um exemplo de conexão a partir da máquina física usando Cygwin/x64 para o *host FWGW1-G*, via SSH.

```
fbs@LOCAL-PC ~  
$ uname  
CYGWIN_NT-10.0
```

```
fbs@LOCAL-PC ~  
$ ssh aluno@10.1.1.1  
No mail.  
Last login: Sun Aug 19 22:30:33 2018 from 10.1.1.254
```

```
$ whoami  
aluno
```

```
$ hostname  
FWGW1-A
```

3) Configuração do acesso Intranet > DMZ

Agora, vamos configurar o firewall para permitir pacotes originados na Intranet que atravessem o firewall com destino aos serviços da DMZ. Verifique a lista de serviços a serem permitidos na tabela 7 — "Serviços de rede disponíveis na DMZ".

1. Adicione regras à *chain* FORWARD da tabela *filter* que permitam que o serviços da tabela referenciada acima possam ser acessados a partir da Intranet.


```
# hostname  
FWGW1-A
```

```
# iptables -A FORWARD -m state --state ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT
```

```
# iptables -A FORWARD -s 10.1.1.0/24 -d 172.16.1.10/32 -p tcp -m multiport --dports  
22,25,80,110,5432 -j ACCEPT  
# iptables -A FORWARD -s 10.1.1.0/24 -d 172.16.1.10/32 -p udp -m multiport --dports  
53,123 -j ACCEPT
```

```
# iptables -A FORWARD -s 10.1.1.0/24 -d 172.16.1.20/32 -p tcp -m multiport --dports  
21,80,443,3389 -j ACCEPT  
# iptables -A FORWARD -s 10.1.1.0/24 -d 172.16.1.20/32 -p udp -m multiport --dports  
123 -j ACCEPT
```

2. Teste sua configuração acessando o servidor web IIS instalado na máquina *WinServer-G*, e acessando-o a partir da máquina *WinClient-G*.



Figura 1. Acesso da Intranet para a DMZ

4) Configuração do acesso DMZ/Intranet > Internet

Agora, vamos configurar o acesso da DMZ e Intranet para a Internet. Para isso, teremos que permitir que pacotes originados nessas redes atravessem o firewall via interface de rede *outbound*.

1. Adicione regras à *chain* FORWARD da tabela *filter* que permitam que as redes DMZ e Intranet possam acessar qualquer serviço na Internet, via quaisquer protocolos.

```
# hostname
FWGW1-A
```

```
# iptables -A FORWARD -s 172.16.1.0/24 -o enp0s3 -j ACCEPT
# iptables -A FORWARD -s 10.1.1.0/24 -o enp0s3 -j ACCEPT
```

2. Teste sua configuração acessando uma página da Internet a partir da máquina *LinServer-G*.

```
$ hostname
LinServer-A
```

```
$ nc -z -w5 -v obsd3.srv.ualberta.ca 80
obsd3.srv.ualberta.ca [129.128.5.194] 80 (http) open
```

5) Configuração do acesso Internet > DMZ

Finalmente, o último passo é permitir que requisições vindas da Internet possam acessar alguns serviços publicados pela DMZ.

Como dois serviços das máquinas *LinServer-G* e *WinServer-G* operam nas mesmas portas (80/TCP e 123/UDP), teremos que fazer uma técnica de PAT (*port address translation*) para que ambos possam ser atingidos. O primeiro passo será feito aqui, nas regras da *chain* FORWARD; na próxima atividade, em que configuraremos o DNAT, será realizada a parte de tradução de portas.

Tabela 3. Serviços publicados pela DMZ para a Internet

Servidor	Serviço	Protocolo	Porta do serviço	Porta Internet
LinServer-G	Postfix	TCP	25	25
LinServer-G	Apache	TCP	80	80
LinServer-G	Courier	TCP	110	110
LinServer-G	Bind	UDP	53	53
LinServer-G	NTP	UDP	123	123
WinServer-G	FTP	TCP	21	21
WinServer-G	IIS	TCP	80	8080
WinServer-G	IIS	TCP	443	443

Servidor	Serviço	Protocolo	Porta do serviço	Porta Internet
WinServer-G	NTP	UDP	123	8123

O teste deste configuração será feito na próxima atividade, em que configuraremos o NAT.



As regras de DNAT que inseriremos na atividade a seguir entrarão na *chain PREROUTING*, ou pré-roteamento. Isso significa dizer que os números de porta Internet mostrados acima serão traduzidos para os números das porta de serviço **ANTES** que as regras da *chain FORWARD* sejam processadas.

Tenha isso em mente ao decidir quais números de porta utilizar nas regras de repasse deste exercício.

1. Adicione regras à *chain FORWARD* da tabela *filter* que permitam que a Internet consiga acessar os serviços publicados pelas máquinas da DMZ, de acordo com as especificações acima.

```
# hostname
FWGW1-A
```

```
# iptables -A FORWARD -i enp0s3 -d 172.16.1.10/32 -p tcp -m multiport --dports
25,80,110 -j ACCEPT
# iptables -A FORWARD -i enp0s3 -d 172.16.1.10/32 -p udp -m multiport --dports
53,123 -j ACCEPT
# iptables -A FORWARD -i enp0s3 -d 172.16.1.20/32 -p tcp -m multiport --dports
21,80,443 -j ACCEPT
# iptables -A FORWARD -i enp0s3 -d 172.16.1.20/32 -p udp -m multiport --dports 123
-j ACCEPT
```

Como a tradução dos números de porta já terá sido realizado quando as regras acima forem processadas, devemos utilizar os número de porta internos (ou de serviço, de acordo com a tabela) na configuração das regras de *forward*.

4) Configurando o firewall *FWGW1-G*: tabela *nat*

O principal objetivo desta atividade é demonstrar o entendimento do funcionamento dos tipos de NAT e aplicá-los em uma simulação de caso real.

Utilizando os conceitos aprendidos, será necessário configurar o NAT no firewall *FWGW1-G* para permitir que as máquinas da rede local e da DMZ consigam acessar a Internet. Também será necessária a configuração do NAT para publicação dos serviços da DMZ para a Internet.

1) Configuração do SNAT: DMZ/Intranet > Internet

1. Antes de configurar o SNAT para acesso DMZ/Intranet > Internet, será necessário remover a configuração de *masquerading* preexistente, que fizemos na sessão 1. Edite o arquivo `/etc/rc.local` e remova ou comente a linha:

```
iptables -t nat -A POSTROUTING -o enp0s3 -j MASQUERADE
```

```
# sed -i 's/\\(iptables -t nat -A POSTROUTING -o enp0s3 -j MASQUERADE\\)/#\\1/'  
/etc/rc.local
```

2. Da mesma forma, remova essa regra do firewall, já que configuraremos outras regras, mais específicas, em seu lugar a seguir.

```
# iptables -t nat -L POSTROUTING -vn --line-number  
Chain POSTROUTING (policy ACCEPT 2 packets, 104 bytes)  
num  pkts bytes target    prot opt in     out     source  
destination  
1      70  5922 MASQUERADE  all  --  *      enp0s3  0.0.0.0/0  
0.0.0.0/0
```

```
# iptables -t nat -D POSTROUTING 1
```

3. Agora sim, tudo pronto. Insira uma regra no firewall que faça tradução dos endereços das redes DMZ/Intranet via *masquerading*, permitindo assim seu acesso à Internet.

```
# iptables -t nat -A POSTROUTING -s 172.16.1.0/24 -o enp0s3 -j MASQUERADE  
# iptables -t nat -A POSTROUTING -s 10.1.1.0/24 -o enp0s3 -j MASQUERADE
```

4. Teste sua configuração. Acesse, por exemplo, a máquina *LinServer-G* e tente acessar um site na Internet.

```
# hostname  
LinServer-A  
  
# nc -z -w5 -v obsd3.srv.ualberta.ca 80  
obsd3.srv.ualberta.ca [129.128.5.194] 80 (http) open
```

2) Configuração do DNAT: Internet > DMZ

1. Agora, vamos configurar o DNAT, que irá permitir acesso pela Internet aos serviços publicados pela DMZ. Comece fazendo as regras para a máquina *LinServer-G*, que não exige PAT.

```
# iptables -t nat -A PREROUTING -i enp0s3 -p tcp -m multiport --dports 25,80,110 -j  
DNAT --to-destination 172.16.1.10  
# iptables -t nat -A PREROUTING -i enp0s3 -p udp -m multiport --dports 53,123 -j  
DNAT --to-destination 172.16.1.10
```

2. Agora, teste sua configuração. Primeiro, instale o servidor web Apache na máquina *LinServer-G*; a seguir, em sua máquina física, acesse o IP público da máquina *FWGW1-G* na porta 80/TCP e verifique que de fato é exibida no navegador a página web instalada no *LinServer-G*.

Primeiro, vamos instalar o servidor web Apache na máquina *LinServer-G*:

```
# hostname  
LinServer-A  
  
# apt-get install --no-install-recommends apache2
```

Em seguida, vamos monitorar o log de acesso do Apache, aguardando por conexões:

```
# tail -f -n0 /var/log/apache2/access.log
```

Agora, temos que descobrir o IP público da máquina *FWGW1-G*:

```
# hostname  
FWGW1-A
```

```
# ip a s enp0s3 | grep '^ *inet '  
    inet 192.168.29.103/24 brd 192.168.29.255 scope global enp0s3
```

Finalmente, vamos acessar esse IP na porta 80 a partir da máquina física:



Figura 2. Teste DNAT do acesso Internet > LinServer

Voltando ao monitoramento do log de acessos do Apache na máquina *LinServer-G*, vemos que o acesso de fato se concretizou:

```
# hostname
LinServer-A

# tail -f -n0 /var/log/apache2/access.log
192.168.29.102 - - [25/Aug/2018:15:19:57 -0400] "GET / HTTP/1.1" 200 3380 "-"
"Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko)
Chrome/68.0.3440.106 Safari/537.36"
192.168.29.102 - - [25/Aug/2018:15:19:57 -0400] "GET /icons/openlogo-75.png
HTTP/1.1" 200 6040 "http://192.168.29.103/" "Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64;
x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/68.0.3440.106 Safari/537.36"
```

3. Faça o mesmo processo para a configuração do DNAT da máquina *WinServer-G*. Atente-se para o fato de que duas portas internat, 80/TCP e 123/UDP, serão acessadas através das portas externas 8080/TCP e 8123/UDP respectivamente. Configure o PAT de acordo.

```
# iptables -t nat -A PREROUTING -i enp0s3 -p tcp -m multiport --dports 21,443 -j  
DNAT --to-destination 172.16.1.20  
# iptables -t nat -A PREROUTING -i enp0s3 -p tcp --dport 8080 -j DNAT --to  
-destination 172.16.1.20:80  
# iptables -t nat -A PREROUTING -i enp0s3 -p udp --dport 8123 -j DNAT --to  
-destination 172.16.1.20:123
```

4. Teste sua configuração. Em sua máquina física, acesso o IP público da máquina *FWGW1-G* na porta 8080/TCP e verifique que de fato é exibida no navegador a página web do servidor IIS instalada na máquina *WinServer-G*.

Utilizando o mesmo IP público descoberto anteriormente, basta acessá-lo na porta 8080 como solicitado:

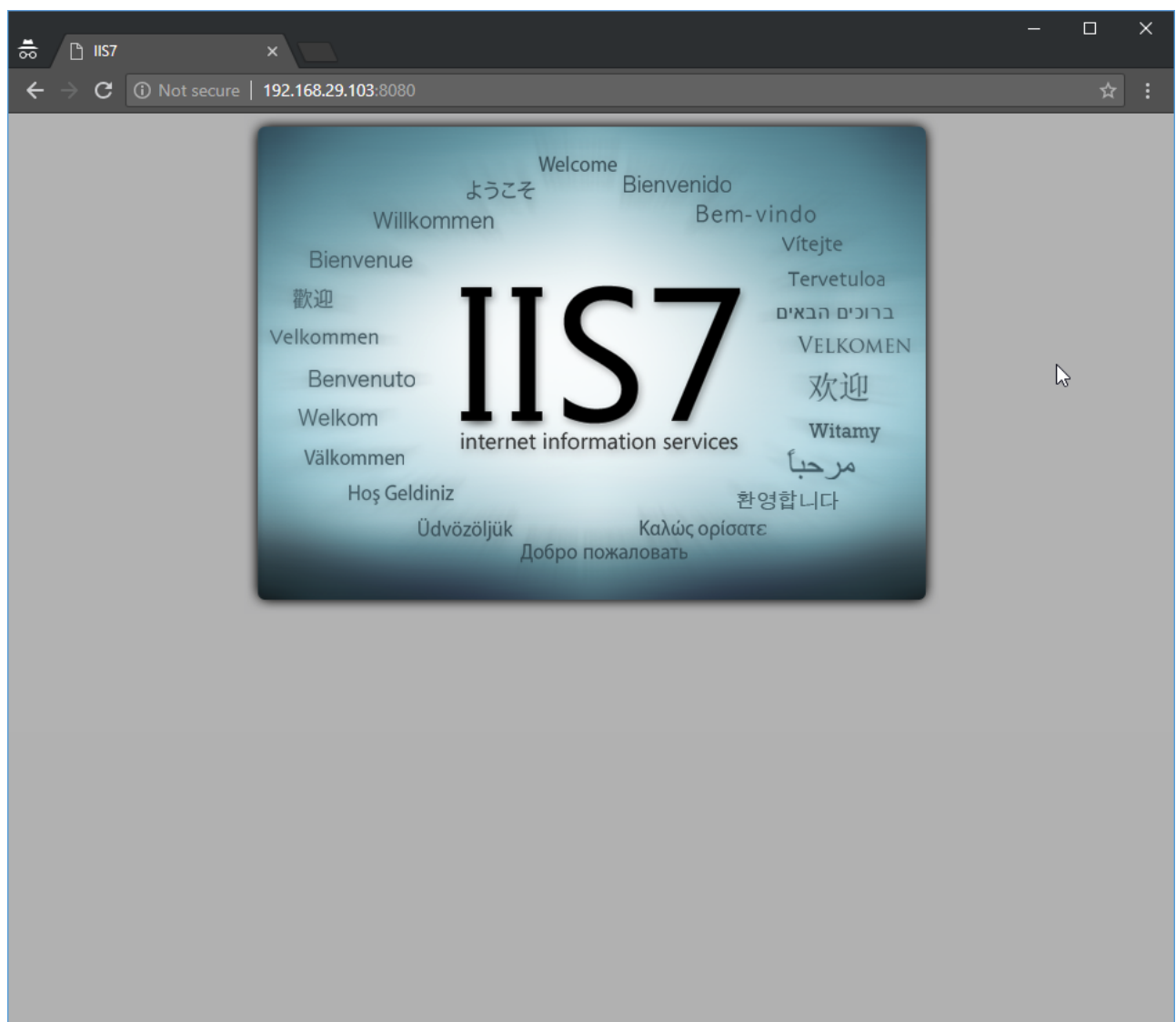


Figura 3. Teste DNAT do acesso Internet > WinServer

6) Revisão final da configuração do firewall *FWGW1-G*

Salve a configuração feita até aqui e reinicie o firewall com os comandos:

```
# hostname  
FWGW1-A  
  
# iptables-save > /etc/iptables/rules.v4  
# systemctl restart netfilter-persistent.service
```

Revise se todos os pontos abordados até aqui foram contemplados. Que outras regras interessantes poderiam ser incluídas na configuração desse firewall?

Abaixo, temos a configuração final sugerida para o firewall:


```
# Generated by iptables-save v1.6.0 on Thu Oct 11 10:17:13 2018
*filter
:INPUT DROP [57:15290]
:FORWARD DROP [0:0]
:OUTPUT ACCEPT [75:8092]
-A INPUT -i lo -j ACCEPT
-A INPUT -d 127.0.0.0/8 -i !lo -j REJECT --reject-with icmp-port-unreachable
-A INPUT -m state --state RELATED,ESTABLISHED -j ACCEPT
-A INPUT -s 10.1.1.0/24 -p tcp -m tcp --dport 22 -m state --state NEW,ESTABLISHED -j
ACCEPT
-A INPUT -s 172.16.1.0/24 -p icmp -m icmp --icmp-type any -j ACCEPT
-A INPUT -s 10.1.1.0/24 -p icmp -m icmp --icmp-type any -j ACCEPT
-A FORWARD -m state --state RELATED,ESTABLISHED -j ACCEPT
-A FORWARD -s 10.1.1.0/24 -d 172.16.1.10/32 -p tcp -m multiport --dports
22,25,80,110,5432 -j ACCEPT
-A FORWARD -s 10.1.1.0/24 -d 172.16.1.10/32 -p udp -m multiport --dports 53,123 -j
ACCEPT
-A FORWARD -s 10.1.1.0/24 -d 172.16.1.20/32 -p tcp -m multiport --dports
21,80,443,3389 -j ACCEPT
-A FORWARD -s 10.1.1.0/24 -d 172.16.1.20/32 -p udp -m multiport --dports 123 -j ACCEPT
-A FORWARD -s 172.16.1.0/24 -o enp0s3 -j ACCEPT
-A FORWARD -s 10.1.1.0/24 -o enp0s3 -j ACCEPT
-A FORWARD -d 172.16.1.10/32 -i enp0s3 -p tcp -m multiport --dports 25,80,110 -j
ACCEPT
-A FORWARD -d 172.16.1.10/32 -i enp0s3 -p udp -m multiport --dports 53,123 -j ACCEPT
-A FORWARD -d 172.16.1.20/32 -i enp0s3 -p tcp -m multiport --dports 21,443,80 -j
ACCEPT
-A FORWARD -d 172.16.1.20/32 -i enp0s3 -p udp -m multiport --dports 123 -j ACCEPT
COMMIT
# Completed on Thu Oct 11 10:17:13 2018
# Generated by iptables-save v1.6.0 on Thu Oct 11 10:17:13 2018
*nat
:PREROUTING ACCEPT [2:84]
:INPUT ACCEPT [0:0]
:OUTPUT ACCEPT [0:0]
:POSTROUTING ACCEPT [0:0]
-A PREROUTING -i enp0s3 -p tcp -m multiport --dports 25,80,110 -j DNAT --to
-destination 172.16.1.10
-A PREROUTING -i enp0s3 -p udp -m multiport --dports 53,123 -j DNAT --to-destination
172.16.1.10
-A PREROUTING -i enp0s3 -p tcp -m multiport --dports 21,443 -j DNAT --to-destination
172.16.1.20
-A PREROUTING -i enp0s3 -p tcp -m tcp --dport 8080 -j DNAT --to-destination
172.16.1.20:80
-A PREROUTING -i enp0s3 -p udp -m udp --dport 8123 -j DNAT --to-destination
172.16.1.20:123
-A POSTROUTING -s 10.1.1.0/24 -o enp0s3 -j MASQUERADE
-A POSTROUTING -s 172.16.1.0/24 -o enp0s3 -j MASQUERADE
COMMIT
# Completed on Thu Oct 11 10:17:13 2018
```