

Ana Carolina Frozza,
Pedro Lopes Perozin e
Rafael Menezes Barboza

Atividade CCH

Projeto de infraestrutura de redes

Relatório técnico de atividade prática solicitado pelo professor Rodrigo Campiolo na disciplina de Redes de Computadores II do Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

Departamento Acadêmico de Computação – DACOM

Bacharelado em Ciência da Computação – BCC

Campo Mourão
Dezembro / 2018

Resumo

Este relatório baseia-se na descrição do desenvolvimento de um Projeto Lógico de um cenário de rede, como também de um Projeto Físico. O Projeto Lógico foi implementado com máquinas virtuais utilizando VM Virtual-Box e o Sistema Operacional Debian para simular as máquinas e roteadores da rede. Nesta, foram configuradas o SNMP, servidores DNS e DHCP e hosts, além de testes que validam o funcionamento de tais serviços. O Projeto Físico, por sua vez, abrangeu estimativas de custo, mão-de-obra e tempo de execução para a construção do cenário.

Palavras-chave: Infraestrutura de Redes.

Sumário

1	Introdução	4
2	Objetivos	4
3	Fundamentação	5
3.1	Domain Name System	5
3.2	Simple Network Management Protocol	5
3.3	Secure Shell	5
3.4	Network Address Translation	5
3.5	Network File System	5
3.6	Dynamic Host Configuration Protocol	6
3.7	Simple Network Management Protocol	6
3.8	MAC ADDRESS	6
3.9	Apache Tomcat	6
3.10	MySQL	6
3.11	Apache	6
4	Materiais	7
4.1	Projeto Lógico	7
4.2	Projeto Físico	7
5	Procedimentos - Projeto Lógico	8
5.1	Configurações Iniciais no VirtualBox	8
5.2	Configurações Essenciais	8
5.2.1	Habilitar o Encaminhamento de Pacotes	9
5.2.2	Conexão à Internet	10
5.3	Configuração do DHCP	10
5.4	Configurações das Rotas Estáticas	10
5.5	Configuração do DNS	12
5.6	Configuração do Servidor de Arquivos e SSH	12
5.7	Configuração do Servidor Web	13
6	Discussão dos Resultados	16
6.1	Discussão	16
6.2	Estimativa de Custo	16
6.2.1	Equipamentos:	16
7	Conclusões	19
8	Referências	19

1 Introdução

O trabalho propõe a implementação física e lógica de um esquema de rede para uma nova empresa de desenvolvimento a ser instalada na cidade de Campo Mourão. A empresa conta com 4 salas que são: sala reservada para o TI contendo todos os roteadores e servidores, sala para reuniões contendo um computador de sistema operacional Windows, lousa interativa e um projetor. A outra sala é um laboratório de Desenvolvimento de Software contendo de 10 a 30 computadores e uma sala de Testes de Software, possuindo no máximo 15 computadores.

Na implementação do projeto lógico foram criadas três computadores com o Sistema operacional Debian no VirtualBox, que funcionam como roteadores, sendo um responsável pela conexão com a internet e estabelecimento do protocolo NAT e o restante para interligar as subredes da empresa. Há quatro servidores, dois deles são Web, um para teste e outro para produção. Ambos servidores web contém os programas Tomcat, MySQL e Apache Web Server rodando nas suas respectivas portas de produção. Há também um servidor DNS para resolução de nome e um servidor de arquivos que possibilita acesso via SSH e NFS. Para avaliar tal cenário foram realizados testes de conexão e dos serviços. O projeto físico envolveu a definição de custos para os equipamentos e serviços previstos para a construção do cenário, além do tempo de execução para cada serviço e a listagem dos principais materiais utilizados.

2 Objetivos

Projetar e desenvolver uma infraestrutura de redes usando máquinas virtuais e sistemas operacionais Linux e Windows para atender a demanda da empresa TABAJARAS SOFTWARE SA que acaba de se instalar em Campo Mourão. A empresa está alocada em um ambiente com 4 salas. A sala de TI deve manter os servidores e roteadores da empresa. A empresa possui uma única conexão com a Internet e usa NAT para realizar acesso externo. As salas de Desenvolvimento e de Testes estão conectadas ao mesmo roteador. Esse roteador está conectado a um roteador dos servidores. Ambos possuem ligações com um terceiro roteador que provê o acesso à Internet. No servidor de produção, há uma plataforma de gerência de redes para monitorar via SNMP as interfaces de todos os roteadores, servidores e o tráfego da rede. Os endereços das máquinas nos laboratórios são obtidos via DHCP e são mapeados via MAC ADDRESS previamente cadastrados. No projeto lógico e físico da infraestrutura, considerar como pode ser provido acesso Wi-Fi para os dispositivos portáteis dos funcionários e visitantes. Deve ser usado software livre nos servidores e nas máquinas dos funcionários. O documento do projeto físico e lógico deve conter a descrição do custo para montar a infraestrutura física proposta. Para a descrição do custo, observem o valor dos equipamentos, cabeamento e material de suporte.

Também deve se dimensionar o valor da mão de obra e o tempo de execução.

3 Fundamentação

3.1 Domain Name System

O DNS é um serviço de nomes que possibilita a resolução de nomes permitindo a localização de servidores na Internet por meio destas, utilizando o mapeamento de nome para determinado endereço IP. É caracterizado pelo uso de nomes hierárquicos, permitindo a implementação de forma distribuída em diversos servidores, provendo maior desempenho.

3.2 Simple Network Management Protocol

O SNMP é um protocolo de gerenciamento de redes de nível de aplicação, onde estações/gerentes são responsáveis por monitorar, controlar um determinado conjunto de agentes. Como tal protocolo é projetado no nível de aplicação, é possível utilizá-lo para monitorar diferentes tipos de dispositivos, redes físicas, independentemente da tecnologia de rede subjacente.

3.3 Secure Shell

O SSH é um protocolo oferece um canal de comunicação seguro que permite a acessar virtualmente servidores ou máquinas e controlá-las através de comandos no terminal.

3.4 Network Address Translation

Em redes de computadores, NAT, também conhecido como masquerading é uma técnica que consiste em reescrever, utilizando-se de uma tabela hash, os endereços IP de origem de um pacote que passam por um router ou firewall de maneira que um computador de uma rede interna tenha acesso ao exterior ou seja a Internet.

3.5 Network File System

NFS é um sistema de arquivo distribuídos, a fim de compartilhar arquivos e diretórios entre computadores conectados em rede, formando assim um diretório virtual. O NFS tem por finalidade tornar o acesso remoto transparente para o usuário do computador. Ele utiliza protocolos Cliente-Servidor, ficando bem definido quando um usuário, ao chamar um arquivo ou diretório no servidor, lhe parecer estar acessando localmente, sendo que está trabalhando com arquivos remotamente.

3.6 Dynamic Host Configuration Protocol

O DHCP é responsável pela atribuição dinâmica de informações básicas de configuração do endereçamento, tal como o IP. Para isso, é necessário um servidor DHCP para a rede, a qual receberá as configurações e regras para os hosts de determinada rede. O host, dessa forma, envia um pacote DHCP DISCOVER por broadcast. Este deve alcançar o servidor DHCP, o qual irá alocar um IP disponível e enviar uma resposta ao host (pacote DHCP OFFER). ([TANENBAUM; WETHERALL, 2011](#))

3.7 Simple Network Management Protocol

O SNMP é um protocolo de gerenciamento de redes de nível de aplicação, onde estações são responsáveis por monitorar, controlar um determinado conjunto de agentes. Como tal protocolo é projetado no nível de aplicação, é possível utilizá-lo para monitorar diferentes tipos de dispositivos, redes físicas, independentemente da tecnologia de rede subjacente.

3.8 MAC ADDRESS

é um endereço físico associado à interface de comunicação, que conecta um dispositivo à rede. O MAC é um endereço único, não havendo duas portas com a mesma numeração, é usado para controle de acesso em redes de computadores. Sua identificação é gravada em hardware, isto é, na memória ROM da placa de rede de equipamentos como desktops, notebooks, roteadores, smartphones, tablets, impressoras de rede.

3.9 Apache Tomcat

O Tomcat é um servidor web Java, mais especificamente, um container de servlets. O Tomcat implementa, dentre outras de menor relevância, as tecnologias Java Servlet e JavaServer Pages (JSP). Apache Tomcat é um servidor bastante estável com todas as características que um container comercial de aplicações web possui.

3.10 MySQL

O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), que utiliza a linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada) como interface. É atualmente um dos sistemas de gerenciamento de bancos de dados mais populares da Oracle Corporation.

3.11 Apache

Apache, é o servidor web de software livre criado em 1995 por Rob McCool. É a principal tecnologia da Apache Software Foundation, responsável por mais de uma dezena

de projetos envolvendo tecnologias de transmissão via web, processamento de dados e execução de aplicativos distribuídos.

4 Materiais

4.1 Projeto Lógico

O experimento deste relatório foi realizado em uma máquina com um processador Intel core i5 2,50 GHz, 6gb de memória RAM, utilizando um sistema GNU Linux Ubuntu em sua versão 18.04. Para o auxilio deste experimento utilizaremos o simulador desenvolvido pela Cisco, uma das maiores fabricantes de roteadores e equipamentos de redes no mundo, Packet Tracer em sua versão 7.1.

4.2 Projeto Físico

A Figura 1 mostra a representação do cenário que foi simulado com as máquinas virtuais. Nesta, observa-se a existência dos seguintes dispositivos, tal como descrito na Tabela 1:

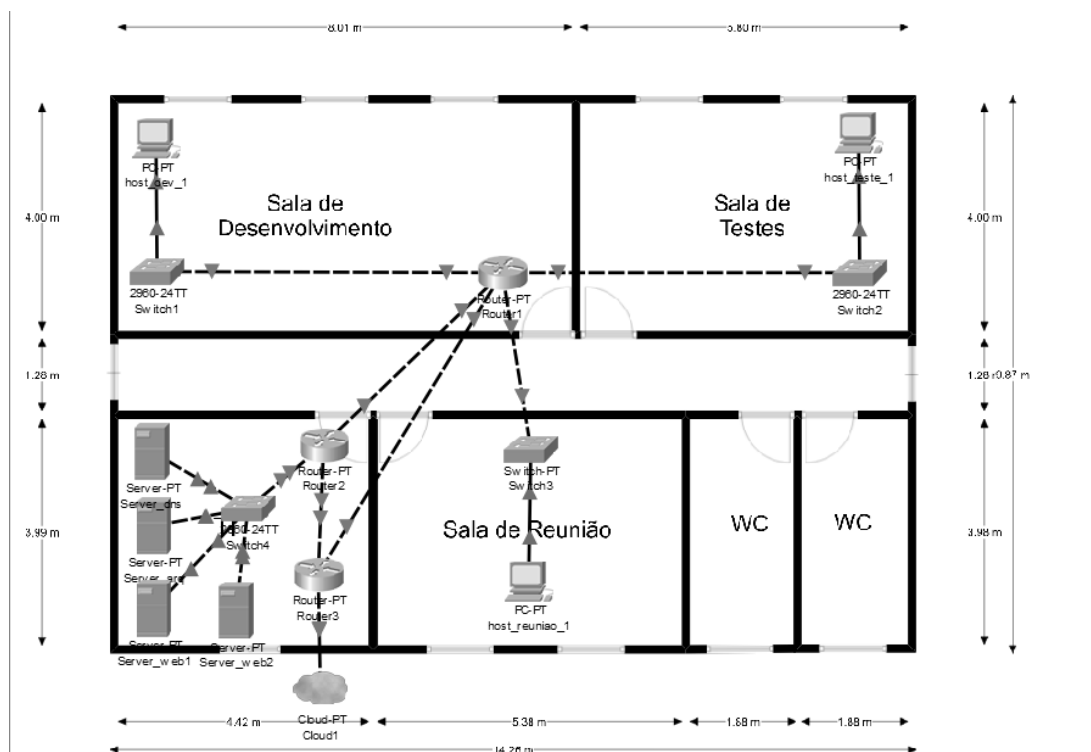


Figura 1: Topologia da empresa

Dispositivos	Descrição
Router 1	Roteador dos hosts desenvolvimento, teste e reunião
Router 2	Roteador dos hosts servidores
Router 3	Roteador NAT, conexão com a internet
Servidor DNS	Serviço DNS e DHCP
Servidor de Arquivo	Serviços de SSH e NFS
Servidor Web 1	Serviços de Tomcat, MySql e Apache
Servidor Web 2	Serviços de Tomcat, MySql, Apache e SNMP

Tabela 1: Tabela dos principais dispositivos

5 Procedimentos - Projeto Lógico

5.1 Configurações Iniciais no VirtualBox

Foram instalados nove máquinas virtuais com o Sistema Operacional Debian Stretch e uma com o sistema operacional windows, sendo estes os dispositivos utilizados para representar o cenário de rede. Veja a representação na Figura 2

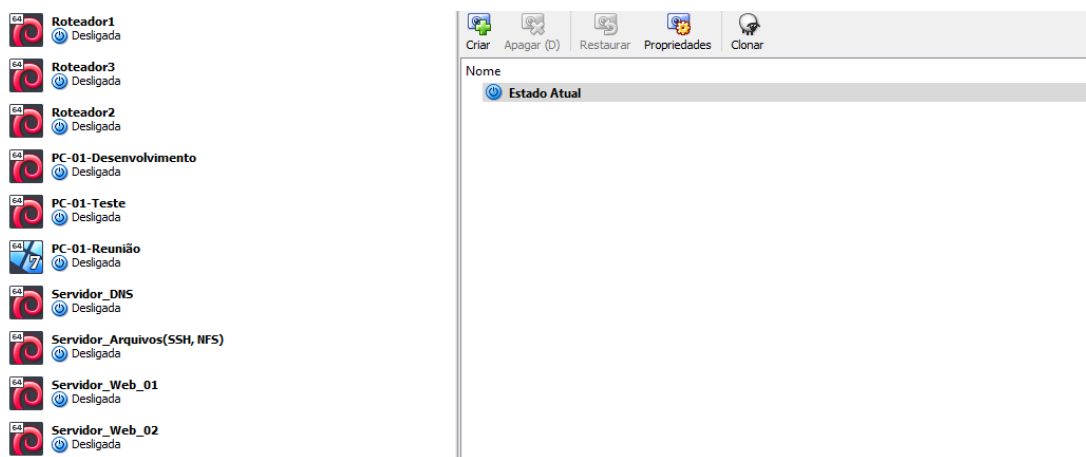


Figura 2: Maquinas emuladas no virtualbox

5.2 Configurações Essenciais

Para permitir que as máquinas criadas fiquem na mesma rede, assim simulando uma LAN foi utilizado a configuração "Rede Interna" nas interfaces de rede de cada máquina virtual com exceção do Roteador 3 onde foi configurado duas interfaces. A primeira com configuração "Placa em modo Bridge" que permite simular um ambiente real, onde esta interface recebe um IP válido e então realiza o protocolo NAT. A seguir será apresentado a Figura 3 e a Figura 8 que mostram a configuração.

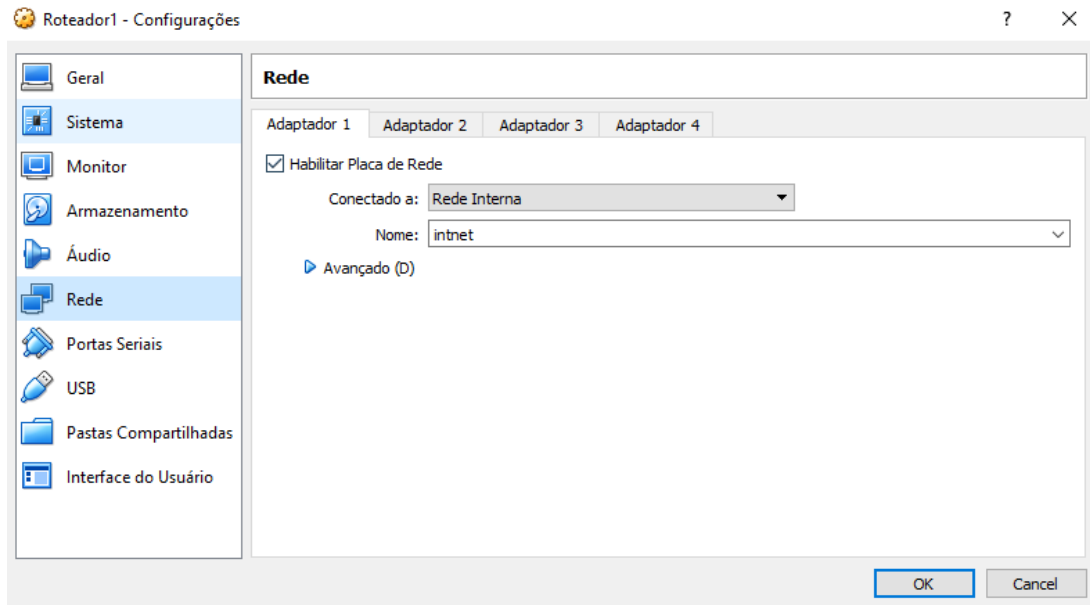


Figura 3: Configuração para placa de rede em modo Rede Interna

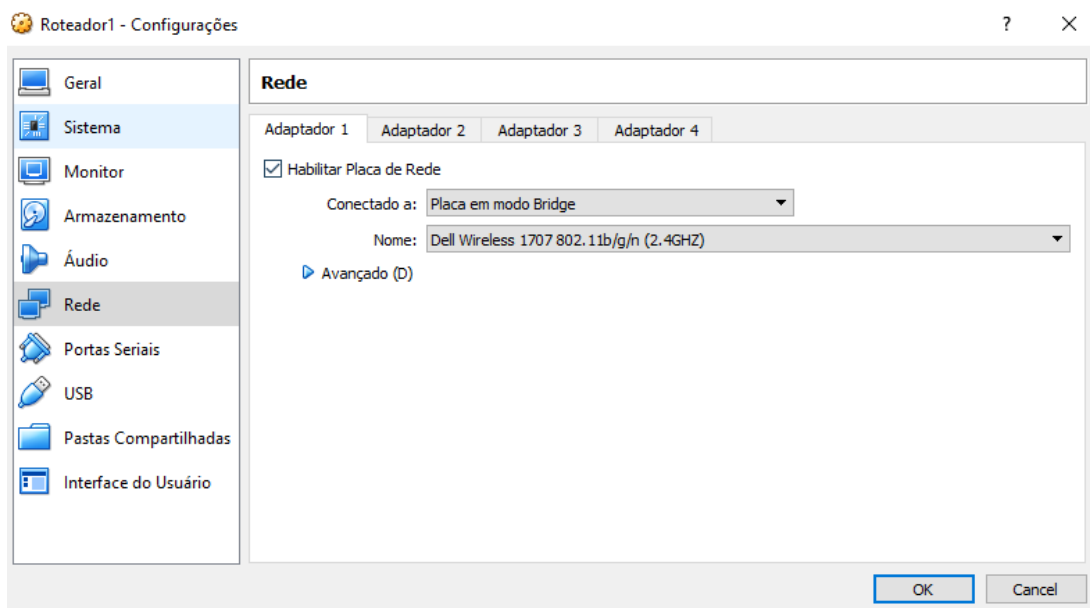


Figura 4: Configuração para placa de rede em modo Bridge

5.2.1 Habilitar o Encaminhamento de Pacotes

Para habilitar o encaminhamento de pacotes foi setado uma flag (1) `ip_forward` isso permite que a maquina Debian possa realizar o encaminhamento de pacotes atuando semelhante a um roteador. Esta configuração foi setada em todos as maquinas roteadores.

```
echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

5.2.2 Conexão à Internet

Para realizar a conexão entre as subredes e à Internet foi adicionado a seguinte regra com o comando *iptables* (na máquina Router3 ou seja, a que esta conectada a internet por cabo):

```
$ iptables t nat A POSTROUTING o enp0s8 j MASQUERADE
```

Onde a placa de rede de saída para a internet tem como nome "enp0s8".

5.3 Configuração do DHCP

O DHCP foi implementado no servidor DNS-Server. Para a implementação de um servidor DHCP foi utilizado o ISC DHCP. Para monitorar as requisições DHCP nas portas 67/68 foi utilizado o *tcpdump* e o encaminhamento das requisições e respostas DHCP, por sua vez, foi utilizado o ISC DHCP Relay. Instalação do ISC DHCP, *tcpdump* e ISC DHCP Relay:

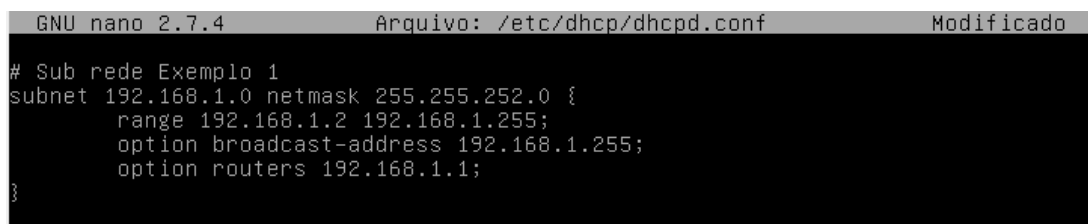
```
$ apt-get install isc-dhcp-server
```

```
$ apt-get install tcpdump
```

```
$ apt-get install isc-dhcp-relay
```

Apos tudo instalado é necessário configurar as sub-redes que irao receber o endereçamento DHCP. Foi definido que cada sala seria uma sub rede e que os dispositivos tanto wifi como os conectados por cabo receberiam seu IP via DHCP.

Para configurar as sub-redes basta editar o arquivo `/etc/dhcp/dhcpd.conf` e adicionar cada sub-rede como mostra um exemplo o baixo.



```
GNU nano 2.7.4      Arquivo: /etc/dhcp/dhcpd.conf      Modificado
# Sub rede Exemplo 1
subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.252.0 {
    range 192.168.1.2 192.168.1.255;
    option broadcast-address 192.168.1.255;
    option routers 192.168.1.1;
}
```

Figura 5: Exemplo de configuração de sub-rede para o DHCP

5.4 Configurações das Rotas Estáticas

Com intuito de simular as interfaces de rede que conectariam os roteadores a outros roteadores declaradas algumas placas virtuais como mostra o conjunto de figuras a seguir que representam como foi configurado cada interface de rede referente as ligações entre roteadores. Vale ressaltar que os IPs entre os roteadores estão com mascara de rede /30 e são IPs estáticos. Para realizar estas configurações basta alterar o arquivo

/etc/network/interfaces de cara roteador e definir as interfaces como mostrados nas figuras abaixo.

```
# conexão com a internet
auto enp0s3
allow-hotplug enp0s3
iface enp0s3 inet dhcp

# interface R3->R2
auto enp0s8
allow-hotplug enp0s8
iface enp0s8 inet static
address 11.0.0.1
netmask 255.255.255.252
network 11.0.0.0

# interface R3->R1
auto enp0s8:1
allow-hotplug enp0s8:1
iface enp0s8:1 inet static
```

Figura 6: Configuração das interfaces no Roteador 3

```
# interface de R2 -> R3
auto enp0s3
allow-hotplug enp0s3
iface enp0s3 inet static
address 11.0.0.2
netmask 255.255.255.252
network 11.0.0.0
gateway 11.0.0.1

# interface de R2 -> R1
auto enp0s3:0
allow-hotplug enp0s3:0
iface enp0s3:0 inet static
address 11.0.4.1
netmask 255.255.255.252
network 11.0.4.0
```

Figura 7: Configuração das interfaces no Roteador 2

```
# interface R1 -> R3
auto enp0s3
allow-hotplug enp0s3
iface enp0s3 inet static
address 11.0.3.2
netmask 255.255.255.252
network 11.0.3.0
gateway 11.0.3.1

# interface R1 -> R2
auto enp0s3:0
allow-hotplug enp0s3:0
iface enp0s3:0 inet static
address 11.0.4.2
netmask 255.255.255.252
network 11.0.4.0
```

Figura 8: Configuração das interfaces no Roteador 1

5.5 Configuração do DNS

Para a configuração do DNS foram utilizados o Bind9 e o *dnsutils* (é de valia lembrar que o *dnsutils* foi instalado em todas as máquinas virtuais para testes). Instalação do Bind9 e *dnsutils*:

```
$ aptget install bind9
```

```
$ aptget install dnsutils
```

Após a instalação, foi modificado o arquivo */etc/dhcp/dhcpd.conf* para refletir o endereçamento do servidor DNS.

5.6 Configuração do Servidor de Arquivos e SSH

Este servidor deve prover acesso ao serviço de SSH e compartilhamento de arquivos via NFS para toda rede.

NFS Server

```
$ sudo apt-get install portmap rpcbind nfs-kernel-server
```

```
$ systemctl enable rpcbind
```

```
$ systemctl enable portmap
```

```
$ systemctl enable nfs-kernel-server
```

```
$ systemctl start rpcbind
```

```
$ systemctl start portmap
```

```
$ systemctl start nfs-kernel-server
```

```
$ systemctl enable rpcbind
```

```
$ systemctl enable portmap
```

```
$ systemctl enable nfs-kernel-server
```

Terminado a instalação é necessário criar um diretório de pasta para ser compartilhado pelo nfs e em seguida especificar este diretório ao arquivo */etc/exports*.

Criando um diretório compartilhado:

```
$ sudo mkdir -p /home/debian/compartilhamento
```

Especificando diretório para o nfs:

```
$ sudo mkdir -p /home/debian/compartilhamento/files
```

```
$ sudo echo /home/debian/compartilhamento/files 192.168.0.0/255.255.252.0(rw, sync, no_subtree_check, no_root_squash) > /etc/exports
```

```
$ sudo exportfs -ra
```

```
$ systemctl restart nfs-server
$ systemctl restart nfs-kernel-server
$ systemctl status nfs-kernel-server
```

```
root@debian:/home/debian# exportfs -ra
exportfs: /etc/exports:2: syntax error: bad option list
root@debian:/home/debian# systemctl status nfs-kernel-server
• nfs-server.service - NFS server and services
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/nfs-server.service; enabled; vendor p
   Active: active (exited) since Mon 2018-12-10 11:44:29 -02; 20min ago
   Main PID: 1688 (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Tasks: 0 (limit: 4915)
   CGroup: /system.slice/nfs-server.service

dez 10 11:44:29 debian systemd[1]: Starting NFS server and services...
dez 10 11:44:29 debian systemd[1]: Started NFS server and services.
lines 1-9/9 (END)
```

Figura 9: NFS funcionando

SSH

Por padrão todas as máquinas Linux veem com o serviço de SSH instalado e já ativo e pronto para uso porem a fim de entender como funciona a instalação e configuração desse serviço foi realizado a re instalação e configuração com os seguintes comandos.

```
$ sudo apt update
$ sudo apt install openssh-server
$ sudo systemctl status ssh
```

O ultimo comando acima tem como objetivo apresentar o status do servidor SSH, a figura 10 mostra que o mesmo esta ativo.

```
root@debian:/home/debian# service ssh status
• ssh.service - OpenBSD Secure Shell server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/ssh.service; enabled; vendor preset: enab
   Active: active (running) since Mon 2018-12-10 13:32:25 -02; 1h 15min left
   Main PID: 502 (sshd)
   Tasks: 1 (limit: 4915)
   CGroup: /system.slice/ssh.service
           └─502 /usr/sbin/sshd -D

dez 10 13:32:19 debian systemd[1]: Starting OpenBSD Secure Shell server...
dez 10 13:32:25 debian systemd[1]: Started OpenBSD Secure Shell server.
dez 10 13:32:25 debian sshd[502]: Server listening on 0.0.0.0 port 22.
dez 10 13:32:25 debian sshd[502]: Server listening on :: port 22.
lines 1-12/12 (END)
```

Figura 10: SSH funcionando

5.7 Configuração do Servidor Web

Os servidores Web foram configuradas nas máquinas Servidor_Web_01 e Servidor_Web_02. Foram utilizados os seguintes comandos para a instalação do Tomcat8, MySql e Apache Web Server:

Tomcat8

```
$ sudo apt-get update apt-get upgrade
```

```
$ sudo apt-get install tomcat8
```

```
$ sudo apt-get install tomcat8-docs tomcat8-examples tomcat8-admin
```

Para iniciar, parar ou reiniciar o Tomcat, use os comandos:

```
$ systemctl start tomcat8
```

```
$ systemctl stop tomcat8
```

```
$ systemctl restart tomcat8
```

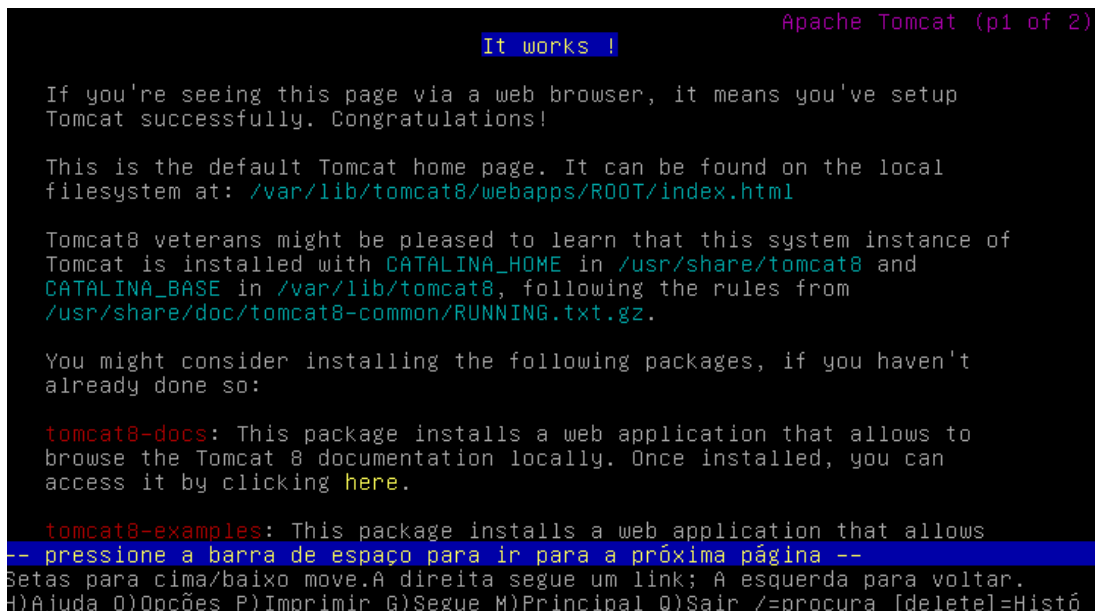


Figura 11: Tomcat funcionando

MySQL

```
$ sudo apt-get update
```

```
$ sudo apt install mysql-server
```

```
$ mysql_secure_installation
```

Para mudar iniciar o MySQL basta usar o comando:

```
$ mysql
```

```

root@debian:/home/debian# mysql
Welcome to the MariaDB monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MariaDB connection id is 2
Server version: 10.1.37-MariaDB-0+deb9u1 Debian 9.6

Copyright (c) 2000, 2018, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

MariaDB [(none)]> _

```

Figura 12: MySql instalando e funcionando

Apache2

```
$ apt-get install apache2
```

Para iniciar, parar ou reiniciar o Apache2, use os comandos:

```
$ /etc/init.d/apache2 start
```

```
$ /etc/init.d/apache2 restart
```

```
$ /etc/init.d/apache2 stop
```

```

                                     Apache2 Debian Default Page: It works (p1 of 4)
Debian Logo Apache2 Debian Default Page
It works!

This is the default welcome page used to test the correct operation of
the Apache2 server after installation on Debian systems. If you can
read this page, it means that the Apache HTTP server installed at this
site is working properly. You should replace this file (located at
/var/www/html/index.html) before continuing to operate your HTTP
server.

If you are a normal user of this web site and don't know what this page
is about, this probably means that the site is currently unavailable
due to maintenance. If the problem persists, please contact the site's
administrator.
Configuration Overview

Debian's Apache2 default configuration is different from the upstream
default configuration, and split into several files optimized for
interaction with Debian tools. The configuration system is fully
documented in /usr/share/doc/apache2/README.Debian.gz. Refer to this
for the full documentation. Documentation for the web server itself can
-- pressione a barra de espaço para ir para a próxima página --
Setas para cima/baixo move.A direita segue um link; A esquerda para voltar.
H)Ajuda O)Opções P)Imprimir G)Segue M)Principal Q)Sair /=procura [delete]=Histó

```

Figura 13: Iniciando o Apache2

6 Discussão dos Resultados

Nesta seção, serão apresentados os resultados dos testes usados para avaliação do funcionamento de determinado serviço, comunicação entre máquinas.

Nesta seção também, serão apresentado uma estimativa de custo referente a implementação da rede e também uma breve discussão com relação ao projeto no geral.

6.1 Discussão

As implementações e testes foram realizadas em um ambiente virtual porem mesmo assim foi possível entender a complexidade da implementação e gerenciamento de uma rede corporativa. Neste projeto além da implementação logica foi realizado a contabilização de custos apresentados na seção a seguir.

6.2 Estimativa de Custo

A estimativa de custo tem base em pesquisas com profissionais relacionados à área e pesquisa em sites de compra. A mão de obra foi estipulada um valor aproximado de 70 reais por máquina configurada.

6.2.1 Equipamentos:

Os equipamentos necessários para a instalação foram:

- Roteadores:

Modelo : Roteador Cisco Gigabit Dual WAN - RV340-K9-BR

Fornecedor : Kabum

Quantidade : 3 unidades.

Preço : R\$ 910.90

Total : R\$ 2,732.70

- Switches:

Modelo : Switch Cisco Sg110d-08 8 portas Gigabit 10/100/1000

Fornecedor : Mercado Livre

Quantidade : 1 unidade.

Preço : R\$ 284.00

Modelo : Switch 24 portas Gigabit 10/100/1000 Tp-link TI-sg1024d

Fornecedor : Mercado Livre

Quantidade : 1 unidade.

Preço : R\$ 445.00

Modelo : Switch HP 1820-48G - J9981A 48 portas

Fornecedor : Kabum

Quantidade : 1 unidade.

Preço : R\$ 1,615.90

Total : R\$ 2,344.90

- Servidores:

Modelo : Servidor Torre LENOVO TS150 E3-1225v6 /8GB / 1TB PN 70UBA008BN

Fornecedor : Mercado Livre

Quantidade : 4 unidades.

Preço : R\$ 2,620.00

Total : R\$ 10,480.00

- Maquinas:

Modelo : Computador completo com monitor LED 15"3green Intel Dual Core
2.58Ghz 2GB HD 320GB

Fornecedor : Submarino

Quantidade : 46 unidades.

Preço : R\$ 995.00

Total : R\$ 45.770.00

- Conectores RJ45:

Modelo : RJ45 (150 unidades)

Fornecedor : Kabum

Quantidade : 1 unidade.

Preço : R\$ 30.40

Total : R\$ 30.40

- Cabos:

Modelo : Cabo Para Cftv 24 Awg 4 Pares Trançados 305 Metros Azul

Fornecedor : Mercado Livre

Quantidade : 2 unidades.

Preço : R\$ 371.90

Total : R\$ 743.80

- Eletrocalhas:

Modelo : Eletrocalha 50x 50.

Fornecedor : Mercado Livre

Quantidade : 20 unidades.

Preço : R\$ 49.63

Total : R\$ 992.60

- Lousa Interativa:

Modelo : Lousa Digital Promethean 78.

Fornecedor : Mercado Livre

Quantidade : 1 unidade.

Preço : R\$ 1,650.00

Total : R\$ 1,650.00

- Projetor:

Modelo : Projetor BenQ MS531 3300 Lumens - 800x600 USB HDMI.

Fornecedor : Magazine Luiza

Quantidade : 1 unidade.

Preço : R\$ 1,519.05

Total : R\$ 1,519.05

- Totais: 66,263.45

O preço total de todos os equipamentos foi de R\$ 66,263.45 sem a mão de obra. O valor com a mão de obra, estipulando sempre o teto, daria em torno de R\$ 3.710.00. Então, o valor total com a mão de obra, ficaria em torno de R\$ 69,973.00

7 Conclusões

A partir da realização das configurações das máquinas virtuais com o VirtualBox do Projeto Lógico, concluimos que levantar informações, orçar, montar e configuração uma rede não é tão simples quanto parece, e que é necessário uma noção básica sobre a teoria da configuração destes em função de serviços e protocolos tais como o DNS, SNMP e DHCP, para que a prática flua de forma esperada. Um erro, seja ele uma máquina sem configuração de endereço ou até mesmo um equipamento todo sem configuração pode acarretar no mal funcionamento da rede.

8 Referências

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. J. *Computer networks*. [S.l.]: Pearson, 2011. Citado na página [6](#).