

Projeto de rede empresarial

Allan de Lima
Ciências de computação
Universidade do Vale do Itajaí -
Univali
Itajaí, Brasil
allanlima@edu.univali.br

João Vitor Specht Kogut
Engenharia de computação
Universidade do Vale do Itajaí -
Univali
Itajaí, Brasil
Kogut@edu.univali.br

Nicole Migliorini Magagnin
Engenharia de computação
Universidade do Vale do Itajaí -
Univali
Itajaí, Brasil
Nicole.magagnin@edu.univali.br

Resumo— O presente relatório trata da implementação de um projeto de rede para a disciplina de Redes II, envolvendo as camadas físicas, de rede e de enlace para realizar uma implementação de rede no Software Packet Tracer atendendo aos principais protocolos estudados.

Palavras-chave—Redes de computador, redes, projeto de rede, protocolos de rede.

I. INTRODUÇÃO

Um projeto consiste em um trabalho temporário e quando aplicado a redes de computadores, tem-se um projeto de rede que consiste em uma documentação em forma de sequência lógica para garantir como produto uma rede de computadores com um objetivo específico, tendo ainda um planejamento técnico e estratégico, além do gerenciamento e controle dos resultados obtidos.

Para a disciplina de redes de computadores II foram estudadas as camadas físicas e de enlace, assim como o gerenciamento e segurança de rede, tópicos que possibilitam a elaboração de um projeto de rede. Sendo assim, neste trabalho serão explorados os principais protocolos da camada de rede, enlace e física, com a finalidade de projetar uma rede de computadores para uma empresa de três andares e consequentemente, três setores, sendo eles financeiro, administrativo e TI.

II. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi utilizado o Software de desenhos *Microsoft Visio* para a diagramação do projeto, criando uma rede com 100 computadores para posteriormente ser implementada de maneira reduzida. Todos os roteadores, switches e computadores foram configurados de acordo com os conhecimentos adquiridos na disciplina. A documentação de custos do projeto foi realizada com base em produtos existentes no mercado e de acesso aos acadêmicos.

Posteriormente a rede foi implementada utilizando o software *Packet Tracer*, de maneira reduzida e seguindo a ordem de implementação sugerida pelo professor, primeiramente o protocolo OSPF, seguido por DHCP, BGP, NAT e as implementações adicionais de servidores WEB, DNS, SNMP e firewall, para segurança de rede.

Todo o processo foi documentado neste relatório e os dados foram analisados quantitativamente para afirmar a funcionalidade de cada um dos protocolos.

III. PROPOSTA

Neste projeto, você deverá projetar uma rede de computadores completa, onde ela deve estar inserida

em um dos 3 contextos:

- Rede empresarial.
- Rede de uma universidade.
- Rede industrial.

O projeto deve contar com pelos menos:

• 4 roteadores para operação interna e 1 de backbone. Deve existir pelo menos 4 subredes e devem utilizar protocolo OSPF (pertencem a mesma AS) com divisão de área e para o de backbone deve-se dar suporte ao protocolo BGP. Além disso o roteador de borda deve oferecer operação com NAT para proteção. Como os usuários são dinâmicos, você deve implementar um servidor DHCP. Você pode trabalhar com AS diferentes, já que é comum empresas utilizarem de dois provedores de internet como redundância.

• 6 switches para interligação de redes e estes devem oferecer pelo menos 3 VLANs para os usuários. Diante das opções de aplicações de redes disponíveis, as possíveis 3 VLANs para cada uma são:

- Empresa: (1) Administrativo/financeiro, (2) operacionais e (3) TI
- Universidade: (1) Administrativo/TI, (2) Alunos e (3) Visitantes
- Indústria: (1) Administrativo, (2) Operação/Campo e (3) TI

• Para acesso dos usuários a rede, deve ser possível acesso a rede sem fio utilizado tecnologia Wi-Fi. A tecnologia de telefonia móvel ou outra qualquer de rádio frequência não faz parte do escopo do trabalho.

• Todas as três aplicações possuem um site institucional que deve ser gerenciado internamente.

Com isso, deve-se também implementar um servidor DNS para gerenciamento do site.

• Para fins de simulação, serão aceitos 10 computadores por departamento, independente da aplicação. Porém, para a especificação do projeto, deve-se especificar todos os itens necessários para que a rede completa comporte 100 computadores. A divisão das máquinas deve ser 30% para (1), 15% para (3) e 55% para (2), independente da área de aplicação.

Lembrando que não há meio computador, logo, caso a quantidade não de exata, deve-se alocar o “restante” para algum área.

Deverá ser gerado um projeto, fora a simulação, usando alguma ferramenta adequada para este contexto de forma a

deixar o projeto menos dependente da tecnologia do simulador. Para isso, usar softwares adequados como Microsoft Visio ou outro equivalente. Lembrando que você tem acesso a licença do Microsoft Visio pelo Software Legal.

- Deve ser fornecido uma tabela de custo de implantação, onde será necessário especificar todo o custo de equipamentos e tecnologias envolvidas. O uso de fibra ótica é opcional, porém vale ressaltar que você deve se preocupar com a largura de banda disponível. A tabela de custo deve incluir, obrigatoriamente:

- Custo dos roteadores, switches e PCs para empresa (assumindo que esses equipamentos devam ter especificações mínimas para operar na rede).
- Cabeamento e tecnologia de radiofrequência usada.
- Servidores necessários.
- Mão de obra para manutenção da rede (fazer uma pesquisa de mercado para saber valores de um profissional gerente de redes).
- Custo de implantação/NRE (quantidade de participantes do grupo * tempo para implantação * custo da mão de obra)
- A variável “tempo para implantação” pode ser assumida como 1 mês para fins de simplificação, mas pode ser aumentado ou diminuída.
- Custo do link de conexão de uma empresa fornecedora (por exemplo: 1 Gbps de link disponível – quanto custa?).
- Todos os ativos presentes na rede devem ser gerenciáveis. Para isso, você deve usar o protocolo SNMP.
- O uso de firewall no sistema é importante, portanto, deve ser ao menos especificado. Além disso, proteção a acesso a recursos deve ser utilizado implementado técnicas já vistas em aula (RC I e RC II) nas diferentes camadas, como acesso por MAC por exemplo.
- O uso de aplicações no PC é bem-vindo, porém não são requisitos de implementação.

Contudo, ajudam a medir e ter dimensão da demanda de conexão na rede.

Para o projeto físico, você deve elencar a disposição dos ativos e passivos da rede pela localização do local escolhido. Para a empresa, assuma que é um prédio de 3 andares, para a universidade, assuma um local com dois prédios (um para administrativo e outro para alunos/visitantes) e, por fim, a indústria deve ser um prédio de dois andares com o primeiro andar a operação e o segundo andar com administrativo e TI.

- Deve ser descrito a topologia lógica e física no projeto. Na simulação, é opcional porém visto com bons olhos.

IV. PROJETO

O projeto escolhido para ser feito foi o projeto empresarial, contando com três andares, sendo eles Administrativo, Operacional e TI e uma lanchonete no térreo do edifício empresarial.

Para projetar a rede, foram criados 5 diagramas, sendo o primeiro deles correspondente a rede externa, incluindo roteador de borda, backbone, servidor DHCP e a rede externa a empresa criada para representar o que acontece em redes fora desse edifício empresarial.

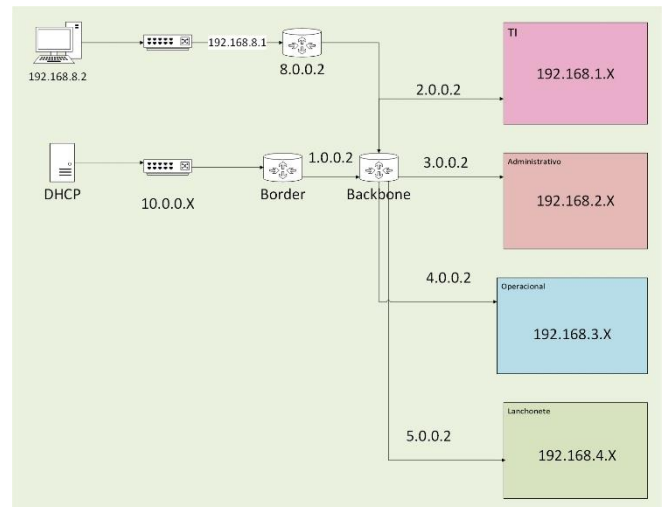


Figura 1 - Diagrama de rede externo

A lanchonete localizada no térreo do edifício conta com um computador para o caixa e dois notebooks, além do sinal wi-fi. A rede é ligada ao roteador backbone, sendo uma sub-rede da empresa.

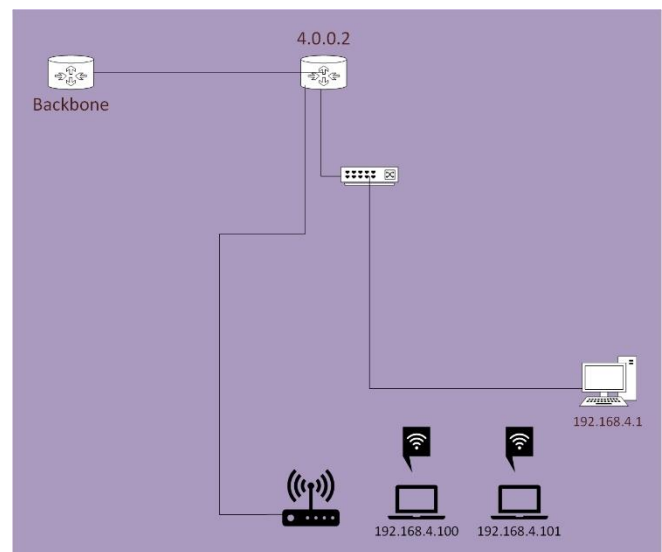


Figura 2 - Lanchonete (Térreo)

O andar administrativo conta com dois Switches de 24 portas, sendo um com 12 computadores e um com 9 computadores para esse projeto, deixando largura de banda e portas necessárias para a inclusão de mais computadores posteriormente.

A rede também conta com um roteador Wi-Fi e 9 notebooks, totalizando 30 computadores e 30% da rede empresarial de 100 computadores. Uma vez que cada roteador possui capacidade para até 254 computadores, foi

necessário apenas o uso de um roteador Wi-fi e um roteador cabeado.

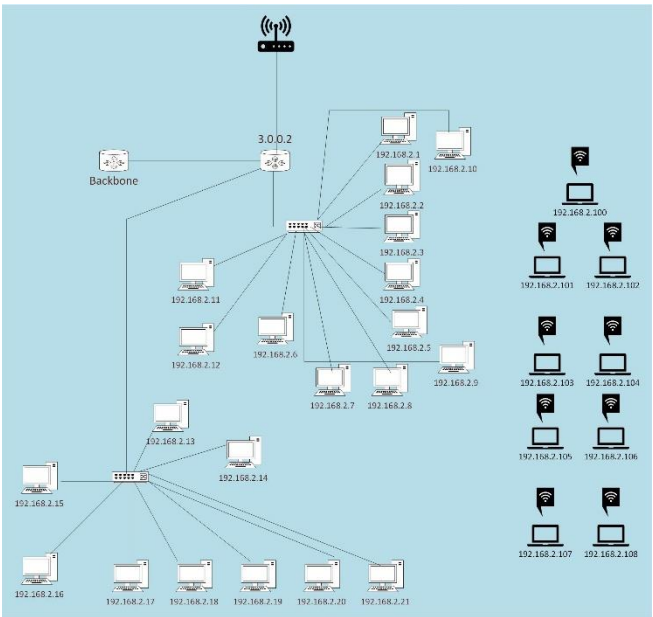


Figura 3 - Administrativo (1o andar)

O andar operacional conta com 4 Switches, sendo um deles com 11 computadores, outro com 10 e 2 com 12 computadores, possibilitando futuras expansões. Também conta com 10 notebooks, totalizando 50 computadores.

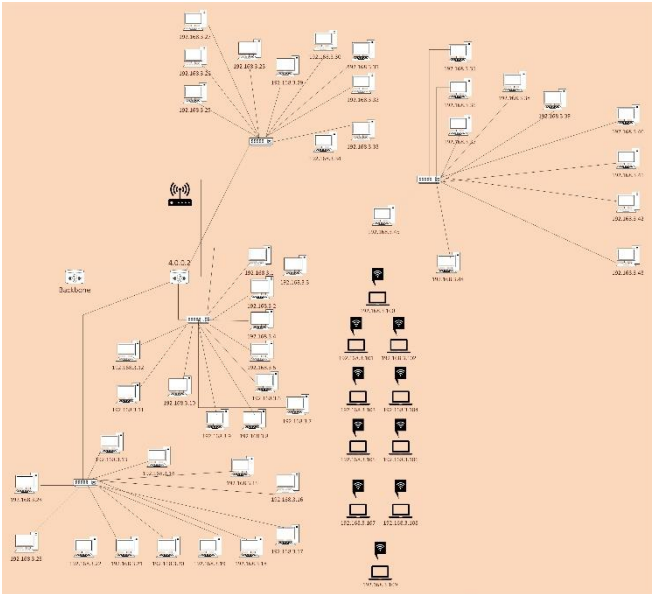


Figura 4 - Operacional (2o andar)

O andar de TI possui apenas 10 computadores e 5 notebooks, porém conta com o servidor WEB e o servidor

DNS, pois são responsáveis pelo site institucional da empresa.

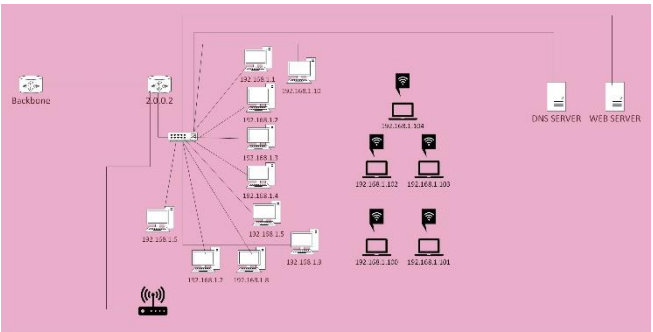


Figura 5 - TI (3o andar)

Tendo o projeto de rede para 100 computadores diagramado, foram realizadas buscas de preço para que fosse calculado o valor total da implementação, contando com computadores, roteadores e servidores. Na tabela a seguir podem ser vistos os preços e produtos utilizados na construção da rede, além da mão de obra.

Para os custos reais, foram selecionados Switches de 24 portas para a rede interna pensando em largura de banda e possibilidade de expansão e switches de 8 portas para as redes menores. Os computadores e notebooks foram escolhidos para melhor incorporar uma rede empresarial, sem excessos ou faltas, para os servidores foram colocados no projeto um no-break por servidor para que haja segurança em quedas de energia.

Componentes	Preço unitário	Quantidade	Preço Final	Produto
Roteador Wi-fi	R\$ 142,56	4	R\$ 570,24	Roteador Wireless Intelbras Dual Band RF 1200 Preto - Amazon
Roteadores	R\$ 119,88	6	R\$ 719,28	Roteador A Cabo / Dsl De 8 Portas Tp-link Tl-r860 Ip Qos - Mercado Livre
Switches 24 Portas	R\$ 1.599,99	7	R\$ 11.200,00	TP-Link SWITCH GERENCIÁVEL L2+ C/ 24 PORTAS GIGABIT E 4 SLOTS SFP JETSTREAM TL-SG3428 SMB, Preto - Amazon
Switch 8 portas	R\$ 51,90	2	R\$ 103,80	Switch de Mesa Mercusys 8 Portas 10/100Mbps MS108 - Kabum
Computadores - Desktop	R\$ 1.999,00	77	R\$ 154.000,00	Mini Cpu Dell 3070 I3 8100t 8gb 128 Ssd M.2 Win 10 - Mercado Livre
Monitores	R\$ 787,51	77	R\$ 60.638,27	Monitor aoc LED 21,5 Polegadas hdmi vga vesa E2270SWHEN - Americanas
Periféricos	R\$ 139,81	77	R\$ 10.765,37	Kit Gamer Com Mouse E Teclado Iluminados Headset Mousepad - Mercado Livre

Figura 6 - Tabela de custos 1

Componentes	Preço unitário	Quantidade	Preço Final	Produto
NoBreak	R\$ 1.599	3	R\$ 4.797,00	Nobreak TS Shara UPS Rack 2U Profissional 1200VA, Semi Senoidal, 2 Baterias, 24V, 8 Tomadas, Bivolt - 6947 - Kabum
Notebooks	R\$ 2.393,00	26	R\$ 62.218,00	Notebook IdeaPad 3i (15" Intel) - Lenovo
Servidores	R\$ 12.900,00	3	R\$ 38.700,00	Servidor Rack PowerEdge R250 - Dell
Mão de obra e manutenção	R\$ 10.000,00	3	R\$ 30.000,00	
Custo de implantação	R\$ 30.000,00			
Custo do link de empresa externa	R\$ 100,00 mensais			Internet Vivo empresarial 200 Mb

Figura 7 - Tabela de custos 2

A tabela a seguir é responsável pelo preço de cabeamento da rede. O cabeamento foi calculado com base nas ligações de rede do projeto, tendo sobra de materiais para margem de erro. Considerando que para o uso dos 100 computadores, contando com dispositivos móveis, são utilizados cerca de 95 cabeamentos, as tomadas de rede foram colocadas neste número, enquanto os conectores que seriam o dobro do número de cabeamentos, uma vez que se encontram um em cada conexão, tiveram seu valor triplicado

para que fossem adquiridos três pacotes de 100 peças. Para o cabeamento externo foram adquiridos 600 metros de cabo para conexão em rede.

Componente	Preço unitário	Quantidade	Preço Final	Produto
Cabo externo	R\$ 1.002,00	2	2.004,00	Cabo Transmissão de Dados Sohplus, Dispositivos de Conexão em Rede, Azul Claro - Amazon
Tomada de rede	R\$ 19,90	95	R\$ 1.890,50	Tomada RJ45 2 x 4 com Placa Liz Tramontina - Amazon
Conectores	R\$ 44,00	3	R\$ R\$ 132,00	CONECTOR RJ45 (100 PCS), 1 - Amazon

Figura 8 - Custos de cabeamento

Para a mão de obra, foram considerados os três projetistas e um valor de cobrança de R\$10.000,00 reais para cada um deles. Sendo assim, o custo total da rede ficou em R\$ 336.550,66 para os materiais e R\$ 30.000,00 para a mão de obra, totalizando R\$ 366.550,66 reais. O custo mensal de internet ficou em R\$ 100,00, sendo a internet empresarial da operadora Vivo.

V. IMPLEMENTAÇÃO DE REDE

O projeto de rede a ser implementado foi construído utilizando o software *Packet Tracer* da Cisco, que conta com as ferramentas necessárias para a implementação de um projeto de rede completo e possui suporte para diversos protocolos. Para iniciar a implementação foram separadas 4 Lans utilizando os 4 roteadores de operação interna sugeridos, um roteador *backbone* e um roteador de borda. Um roteador *backbone* é responsável pela transmissão de dados do dispositivo a um servidor, servindo como a espinha dorsal de uma rede [1], assim como o roteador de borda é o roteador localizado próximo a borda entre um ou mais roteadores com protocolo OSPF, ele é responsável por oferecer conexão entre o *backbone* e as demais áreas [2].

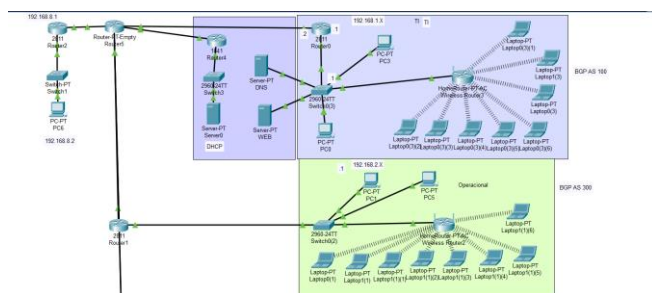


Figura 9 – andares TI e operacional implementado

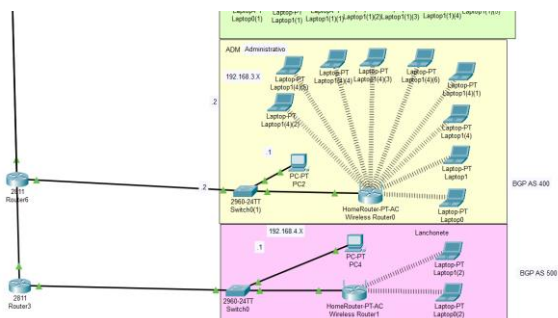


Figura 10 - Andares Administrativo e lanchonete implementado

Para cada um dos roteadores, foi configurado um IP, assim como para cada uma das sub-redes.

```

Device Name: Router4
Device Model: 1841
Hostname: Router

Port      Link      VLAN      IP Address      IPv6 Address      MAC Address
FastEthernet0/0  Up      --      10.0.0.2/8      <not set>         0002.178A.4B01
FastEthernet0/1  Up      --      1.0.0.1/8       <not set>         0002.178A.4B02
Serial10/1/0     Down   --      <not set>       <not set>         <not set>
Serial10/1/1     Down   --      <not set>       <not set>         <not set>
Vlan1         Down    1       <not set>       <not set>         0090.2B14.C530
  
```

Physical Location: Intercity > Home City > Corporate Office > Main Wiring Closet > Rack > Router4

Figura 11 - Roteador de borda

```

Device Name: Router5
Device Model: Router-PT-Empty
Hostname: Router

Port      Link      IP Address      IPv6 Address      MAC Address
GigabitEthernet0/0  Up      1.0.0.2/8      <not set>         0000.FF05.89C1
GigabitEthernet1/0  Up      2.0.0.1/8      <not set>         0001.9759.6679
GigabitEthernet2/0  Up      3.0.0.1/8      <not set>         0001.97A3.8085
GigabitEthernet3/0  Up      4.0.0.1/8      <not set>         0000.0C48.19CC
GigabitEthernet4/0  Up      5.0.0.1/8      <not set>         0000.0C0B.B6C5
  
```

Physical Location: Intercity > Home City > Corporate Office > Main Wiring Closet > Rack > Router5

Figura 12 - Roteador backbone

```

Device Name: Router0
Custom Device Model: 2811 IOS15
Hostname: Router

Port      Link      VLAN      IP Address      IPv6 Address      MAC Address
FastEthernet0/0  Up      --      2.0.0.2/8      <not set>         0001.64A9.9801
FastEthernet0/1  Up      --      192.168.1.1/24 <not set>         0001.64A9.9802
Ethernet0/1/0    Up      --      <not set>       <not set>         0060.3ED8.07EE
FastEthernet1/0  Up      --      <not set>       <not set>         0006.2ADE.6801
FastEthernet1/1  Up      --      <not set>       <not set>         0006.2ADE.6802
Vlan1         Down    1       <not set>       <not set>         0002.16AA.64E2
  
```

Physical Location: Intercity > Home City > Corporate Office > Main Wiring Closet > Rack > Router0

Figura 13 - Roteador interno 1

```

Device Name: Router1
Custom Device Model: 2811 IOS15
Hostname: Router

Port      Link      VLAN      IP Address      IPv6 Address      MAC Address
FastEthernet0/0  Up      --      3.0.0.2/8      <not set>         0000.BC34.4D01
FastEthernet0/1  Up      --      192.168.2.1/24 <not set>         0000.BC34.4D02
FastEthernet1/0  Up      --      <not set>       <not set>         00B0.8F00.D401
FastEthernet1/1  Up      --      <not set>       <not set>         00B0.8F00.D402
Vlan1         Down    1       <not set>       <not set>         0001.9A59.3691
  
```

Physical Location: Intercity > Home City > Corporate Office > Main Wiring Closet > Rack > Router1

Figura 14 - Roteador interno 2

```

Device Name: Router6
Custom Device Model: 2811 IOS15
Hostname: Router

Port      Link      VLAN      IP Address      IPv6 Address      MAC Address
FastEthernet0/0  Up      --      4.0.0.2/8      <not set>         0060.7037.A501
FastEthernet0/1  Up      --      192.168.3.1/24 <not set>         0060.7037.A502
FastEthernet1/0  Up      --      <not set>       <not set>         0007.ECCC.5401
FastEthernet1/1  Up      --      <not set>       <not set>         0007.ECCC.5402
Vlan1         Down    1       <not set>       <not set>         0050.0F32.6A07
  
```

Physical Location: Intercity > Home City > Corporate Office > Main Wiring Closet > Rack > Router6

Figura 15 - Roteador interno 3

```

Device Name: Router3
Custom Device Model: 2811 IOS15
Hostname: Router

Port      Link      VLAN      IP Address      IPv6 Address      MAC Address
FastEthernet0/0  Up      --      5.0.0.2/8      <not set>         0064.9A9D.9601
FastEthernet0/1  Up      --      192.168.4.1/24 <not set>         0064.9A9D.9602
FastEthernet1/0  Up      --      <not set>       <not set>         0010.117E.4301
FastEthernet1/1  Up      --      <not set>       <not set>         0010.117E.4302
Vlan1         Down    1       <not set>       <not set>         0090.0C2B.476D
  
```

Physical Location: Intercity > Home City > Corporate Office > Main Wiring Closet > Rack > Router3

Figura 16 - Roteador interno 4

Com a rede gerenciada, foi possível iniciar a implementação de cada um dos protocolos necessários, a ordem dada inicialmente foram os protocolos OSPF, DHCP, BGP e por fim, o protocolo NAT responsável pela proteção do roteador de borda e por fim, um servidor DNS para gerenciamento de site institucional e a obediência ao protocolo SNMP.

A. OSPF

O protocolo OSPF corresponde a sigla *Open Shortest Path First*, é um protocolo de roteamento e de domínio interno, sendo aplicado dentro de uma área ou rede [3]. Esse protocolo é baseado em um algoritmo de roteamento link-state onde cada roteador tem informações de cada um dos domínios e sempre irá determinar o caminho mais curto, por

isso o nome do protocolo que significa “Abrir o menor caminho primeiro”.

O OSPF pode ser alcançado com o conhecimento de cada roteador de sub-rede, uma vez que cada roteador adquire as informações de rede enviando LSAs (Link State Advertisements), uma vez que cada um desses LSAs é enviado, o OSPF armazena as informações em um banco de dados de estado de link, o LSBD e o objetivo principal é possuir todas as informações sobre os roteadores da rede em um LSBD, assim tendo o conhecimento necessário para escolher o menor caminho.

Em um passo a passo, o protocolo funciona da seguinte maneira:

- Conexão de roteadores rodando OSPF no mesmo enlace, criando um relacionamento de vizinhos.
- Após virarem vizinhos, os roteadores trocam informações de LSBD.
- A última etapa é a escolha da melhor rota para ser adicionada a tabela de roteamento.

IMPLEMENTAÇÃO DO OSPF

Para cada um dos roteadores foi configurado o OSPF acessando sua configuração OSPF da seguinte maneira:

```
config terminal
router ospf 1
```

Posteriormente, são configuradas cada uma das interfaces utilizando o comando Network:

network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0

Tabela 1 – Exemplo de comunicação entre dois roteadores

network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0

Tabela 2 – Roteador de borda para o Switch

Para testes e comprovar o funcionamento do protocolo, foi utilizado o modo de simulação e selecionado para teste apenas o protocolo OSPF, assim possibilitando a validação da implementação.

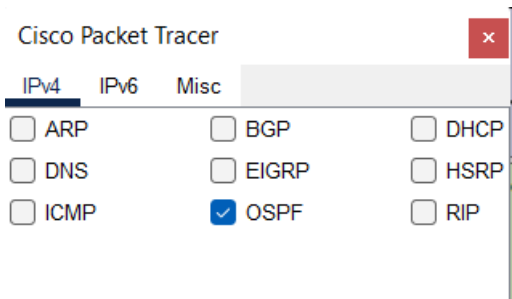


Figura 17 – Simulação

Para testar o protocolo OSPF foi inserido o comando `show ip ospf neighbor`, obtendo resultados positivos de estado “FULL/DR”.

```
Router>show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
10.0.0.2	1	FULL/DR	00:00:34	1.0.0.1	GigabitEthernet0/0
192.168.1.1	1	FULL/DR	00:00:34	2.0.0.2	GigabitEthernet1/0
192.168.2.1	1	FULL/DR	00:00:34	3.0.0.2	GigabitEthernet2/0
192.168.4.1	1	FULL/DR	00:00:34	5.0.0.2	GigabitEthernet4/0
192.168.8.1	1	FULL/DR	00:00:34	8.0.0.2	GigabitEthernet5/0
192.168.3.1	1	FULL/DR	00:00:34	4.0.0.2	GigabitEthernet3/0

Figura 18 - Teste OSPF

B. DHCP

O protocolo DHCP é um protocolo de cliente/servidor que fornece automaticamente um host IP com seu endereço IP e outras informações de configuração relacionadas ao host, como máscara de sub-rede e gateway padrão [4]. A sigla DHCP corresponde a Dynamic Host Configuration Protocol (Protocolo de configuração dinâmica de host) e realiza suas operações de fornecimento de dados de IP e rede sem que o usuário perceba, permitindo que ele consiga obter acesso aos recursos daquela rede de serviços, incluindo acesso a internet [5].

Para o uso do protocolo DHCP, o cliente irá transmitir mensagens na sub-rede para descobrir os servidores DHCP disponíveis, o chamado DHCP Discovery, esse cliente cria um pacote UDP (User Datagram Protocol) com o destino de 255.255.255.255 ou o endereço de broadcast da sub-rede específica e também pode solicitar o seu último endereço IP conhecido. Se o cliente permanecer conectado a uma rede IP para o qual este é válido, o servidor pode satisfazer o pedido [6].

Posteriormente, o servidor envia uma DHCP Offer, uma oferta de concessão de IP ao cliente, que acontece logo após o servidor receber a solicitação de IP. A mensagem contém o endereço MAC do cliente, o endereço IP que o servidor está oferecendo, a máscara de sub-rede, a duração da concessão e o endereço IP do servidor de DHCP que está fazendo a oferta [6]. Em resposta ao servidor, o cliente irá responder com um DHCP Request, ainda em broadcast, solicitando o endereço fornecido, sendo que um cliente pode receber diversas ofertas de diversos servidores DHCP, mas pode aceitar apenas uma. Por fim, quando o servidor recebe o DHCP Request do cliente, ele envia um DHCP ACK ao cliente, incluindo o tempo de concessão e outras informações solicitadas pelo cliente, essa é a última fase de configuração da conexão DHCP e o protocolo prevê que o cliente DHCP irá configurar sua interface de rede com os parâmetros negociados [6].

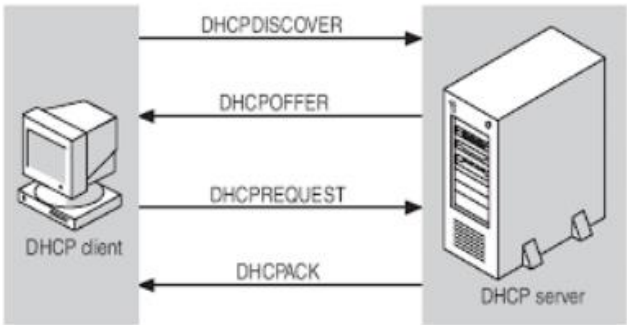


Figura 19 - Etapas da configuração DHCP[6]

IMPLEMENTAÇÃO DO DHCP

Para implementar o protocolo DHCP no presente projeto de rede foi configurado o servidor DHCP por meio da opção de servidor do Packet Tracer, da seguinte maneira.

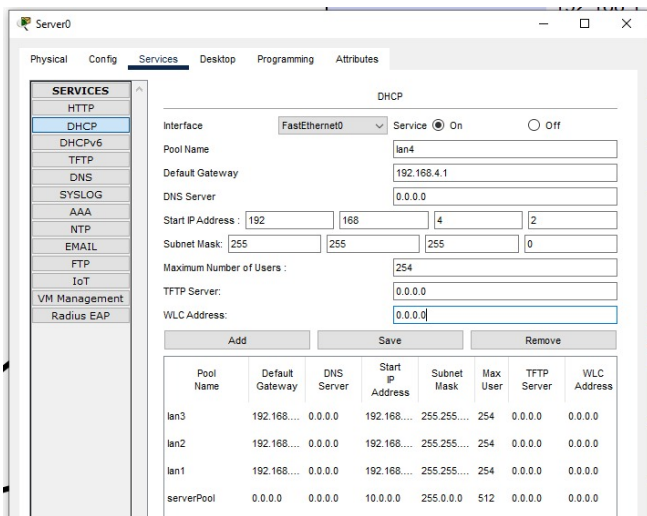


Figura 20 - Configuração DHCP

Posteriormente, cada um dos roteadores foi configurado utilizando a configuração via terminal.

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int fa0/1
Router(config-if)#ip help
Router(config-if)#ip helper-address 10.0.0.1
Router(config-if)#
```

Figura 21 - Configuração de roteadores

Para testar o DHCP são utilizados os computadores e alterado o IP dos mesmos de estático para DHCP.

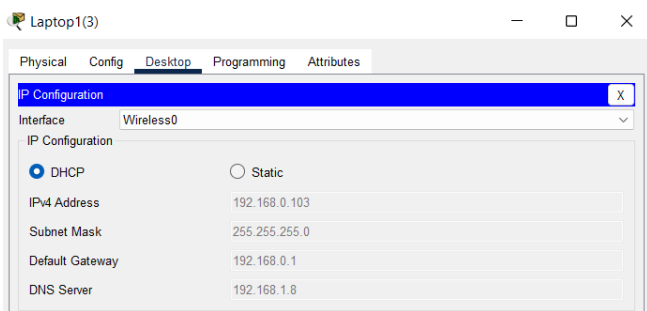


Figura 22 - DHCP funcional

C. BGP

O BGP ou border Gateway Protocol é um protocolo de gerenciamento de roteamento de rede para rede por meio de troca de informações e acessibilidade entre roteadores de borda. Esse protocolo direciona os pacotes entre sistemas autônomos, denominados de AS (autonomous systems), sendo essas redes gerenciadas por uma única empresa ou provedor de serviços.

O Border Gateway Protocol é responsável garantir que a rede possa se adaptar a falhas de rota, assim garantindo também estabilidade de rede. Em sua implementação cada roteador mantém uma tabela de roteamento que controla

como os pacotes são direcionados, essas informações são geradas pelo processo BGP com base nas informações de entrada de outros roteadores e nas informações na base de informações de roteamento BGP (RIB – routing information base) [7].

Para implementação do BGP foram ligadas as redes vizinhas a cada uma das áreas, começando com a conexão do roteador backbone com o roteador da primeira rede, o roteador backbone foi configurado como AS 200.

```
Router(config)#router bgp 200
Router(config-router)#network 1.0.0.1
Router(config-router)#network 192.168.1.1
Router(config-router)#neighbor 2.0.0.2 remote-as 100
```

Figura 23 - BGP entre backbone e router 1

Posteriormente, o roteador 1 foi configurado como BGP 100 e ele foi ligado em rede em retorno ao Backbone, na imagem abaixo é possível visualizar a comunicação como Up sendo ativada.

```
Router(config-if)#
Router(config-if)#router bgp 100
Router(config-router)#network 1.0.0.2
Router(config-router)#neighbor 1.0.0.2 remote-as 200
Router(config-router)#BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 1.0.0.2 Up
```

Figura 24 - BGP Roteador 2

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router bgp 300
Router(config-router)#network 1.0.0.2
Router(config-router)#neighbor 1.0.0.2 remote-as 200
```

Figura 25 - BGP roteador 3

Após a configuração do roteador 3 de BGP 300, foi retornado para o Backbone para finalização de suas configurações, o que já ativou o roteamento com o vizinho BGP 300 (Roteador 3).

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router bgp 300
Router(config-router)#network 1.0.0.2
Router(config-router)#neighbor 1.0.0.2 remote-as 200
```

Figura 26 - BGP roteador 3

```
Router(config)#router bgp 200
Router(config-router)#network 198.162.2.1
Router(config-router)#network 198.162.3.1
Router(config-router)#network 198.162.4.1
Router(config-router)#neighbor 3.0.0.2 remote-as 300
Router(config-router)#BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 3.0.0.2 Up
```

```
Router(config-router)#neighbor 4.0.0.2 remote-as 400
Router(config-router)#neighbor 5.0.0.2 remote-as 500
```

Figura 27 - Roteador Backbone ativando o BGP com os routers

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router bgp 400
Router(config-router)#network 1.0.0.2
Router(config-router)#neighbor 1.0.0.2 remote-as 200
Router(config-router)#BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 1.0.0.2 Up
```

Figura 28 - BGP Roteador AS 400

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router bgp 500
Router(config-router)#network 1.0.0.2
Router(config-router)#neighbor 1.0.0.2 remote-as 200
Router(config-router)#BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 1.0.0.2 Up
```

Figura 29 - BGP roteador AS 500

Para teste de funcionamento do BGP foi utilizado o comando `show ip bgp neighbor` no roteador backbone e o resultado obtido foi o seguinte.

```
Router>show ip bgp neighbor
BGP neighbor is 2.0.0.2, remote AS 100, external link
BGP version 4, remote router ID 192.168.1.1
BGP state = Established, up for 00:08:46
Last read 00:08:46, last write 00:08:46, hold time is 180, keepalive
interval is 60 seconds
Neighbor capabilities:
  Route refresh: advertised and received(new)
  Address family IPv4 Unicast: advertised and received
Message statistics:
  InQ depth is 0
  OutQ depth is 0

      Sent          Rcvd
Opens:           1           1
Notifications:   0           0
Updates:          5           1
Keepalives:       9           9
Route Refresh:    0           0
Total:           15          11
Default minimum time between advertisements runs is 30 seconds

For address family: IPv4 Unicast
BGP table version 7, neighbor version 6/0
--More--
```

Figura 30 – Resposta BGP

É possível observar a detecção do vizinho bgp como link externo pelo roteador backbone.

D. NAT

Network Address Translation é um protocolo necessário ao acesso de internet com vários dispositivos na mesma rede, uma vez que a função desse protocolo é exatamente essa. Para acessar uma rede pública é necessário que o endereço IP privado seja transformado em um endereço IP público, sendo assim, o NAT é o processo no qual um ou mais endereços de IP privados são traduzidos para um ou mais endereços de IP globais, fornecendo host de internet público [8], em seguida ele faz a entrada dos endereços IP e portas na tabela NAT, o NAT geralmente opera em um roteador Firewall.

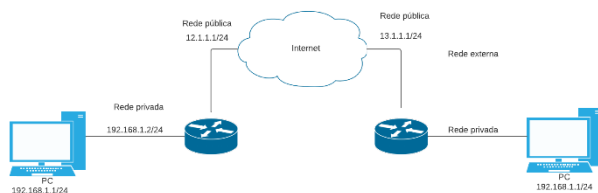


Figura 31 - Funcionamento NAT

Esse protocolo possui vantagens e desvantagens, dentre suas vantagens estão a conservação de endereços IP legalmente, privacidade ao endereço IP que ficará oculto e elimina a renumeração de endereços quando a rede evolui. Enquanto suas desvantagens estão ligadas ao fato que a tradução pode ter atrasos no caminho de comutação, certos aplicativos podem não funcionar enquanto o NAT estiver ativo, esse protocolo complica protocolos de encapsulamento e, por fim, em teoria um roteador não poderia alterar o número das portas uma vez que está na camada de rede, mas ele o faz devido ao protocolo NAT [8].

IMPLEMENTAÇÃO NAT

A implementação do protocolo NAT foi iniciada configurando quais seriam as interfaces internas e externas e determinando a lista de ips que usaram o NAT.

```
Router(config)#int gigabitEthernet 1/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#ip nat inside
Router(config-if)#exit
Router(config)#int gig2/0
Router(config-if)#ip nat inside
Router(config-if)#exit
Router(config)#int gig3/0
Router(config-if)#ip nat inside
Router(config-if)#exit
Router(config)#int gig4/0
Router(config-if)#ip nat inside
Router(config-if)#exit
Router(config)#int gig0/0
Router(config-if)#ip nat inside
Router(config-if)#exit
Router(config)#int gig5/0
Router(config-if)#ip nat outside
Router(config-if)#exit
```

Figura 32 - Configuração de interfaces internas e externas

```
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.1.0 0.0.0.255
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.2.0 0.0.0.255
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.3.0 0.0.0.255
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.4.0 0.0.0.255
```

Figura 33 - Permissão NAT

Então para possibilitar o acesso a rede externa, são criados pools de NAT para as redes externas.

```
Router(config)#ip nat pool mypool 150.20.20.1 150.20.20.250 netmask 255.255.0.0
```

E por fim, são atribuídos os IPS as listas de pool.

```
Router(config)#ip nat inside source list 1 pool mypool
```

Figura 34 - Inserindo IP à lista

O teste do protocolo NAT foi realizado com um ping do computador de rede externa colocado com a finalidade de testes para o computador interno de ip 192.168.1.3.

192.168.1.X		
Device Name: PC0		
Device Model: PC-PT		
Port	Link	IP Address
FastEthernet0	Up	192.168.1.3/24
Bluetooth	Down	<not set>

Figura 35 - IP interno a ser pingado

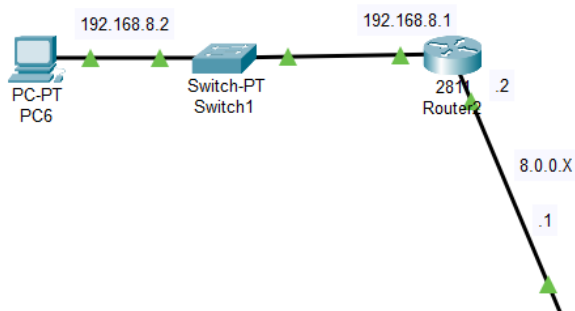


Figura 36 - Rede externa que realizará o ping

```
C:\>ping 192.168.1.3

Pinging 192.168.1.3 with 32 bytes of data:

Reply from 150.20.20.1: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 150.20.20.1: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 150.20.20.1: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 150.20.20.1: bytes=32 time=1ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.1.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

Figura 37 - Ping realizado com o valor NAT da máscara retornado

O valor mascarado da tabela NAT foi retornado, confirmando o funcionamento do protocolo.

E. SERVIDOR DNS

Um servidor DNS é um servidor que contém um banco de dados com endereços IP, esses servidores realizam a ligação de um domínio e do protocolo IP, para indicação do servidor de apontamento do domínio.

IMPLEMENTAÇÃO DO SERVIDOR DNS

Para a implementação do servidor DNS, foi primeiramente implementado um servidor WEB sendo ambos os servidores ligados ao andar de TI, uma vez que o servidor DNS estará presente para gerenciamento do site institucional.

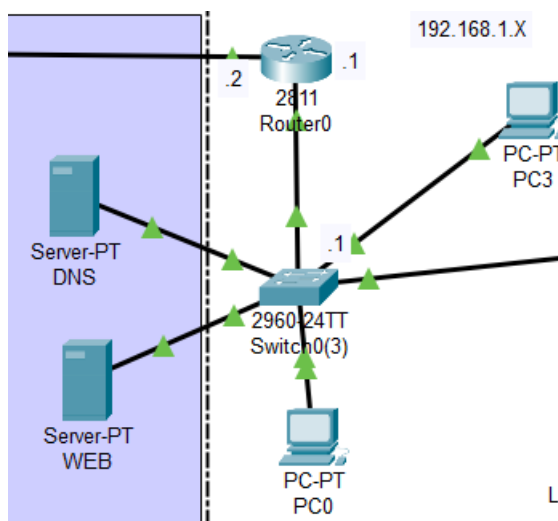


Figura 38 - Adição do servidor WEB e DNS em simulação

Para o servidor WEB, é necessário ligar a função HTTP e HTTPS e configurar seu IP e máscara, então são liberados arquivos editáveis para o site.

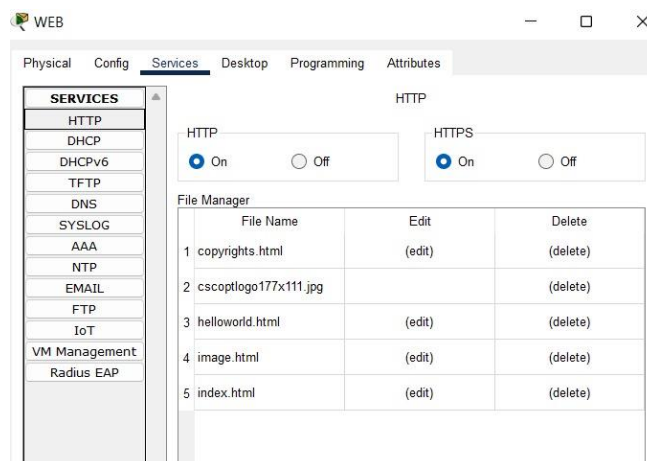


Figura 39 - Configuração servidor WEB

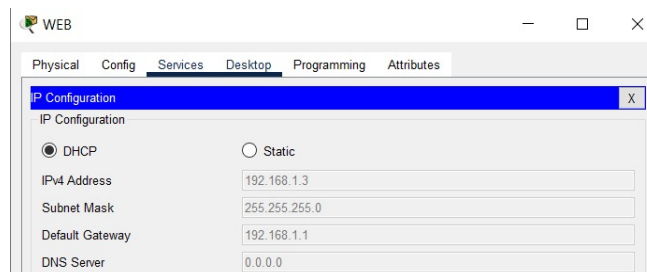


Figura 40 - Configuração servidor WEB

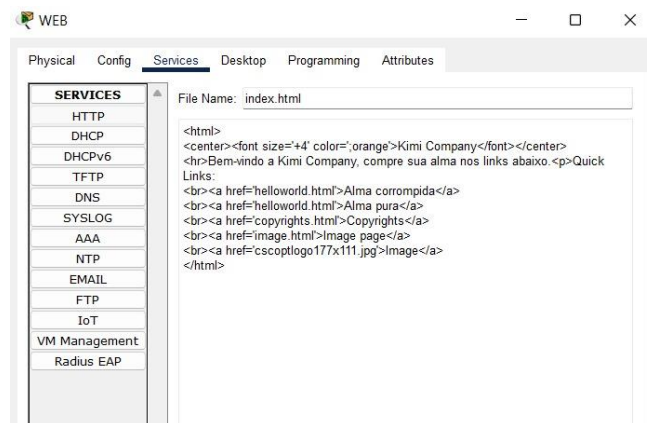


Figura 41 - Criação do site

Utilizando o HTML básico para criação de sites do Packet Tracer, foi alterado o código para que o site institucional da empresa fosse criado.



Figura 42 - Site institucional

O site pode ser acessado pelo seu endereço de IP de qualquer dispositivo, uma vez que esse endereço é público e para isso será usado o servidor DNS, para linkar o domínio do site da empresa no IP do servidor WEB.

No servidor DNS é colocado o site e o endereço IP do servidor WEB, assim como a configuração do IP do servidor DNS.

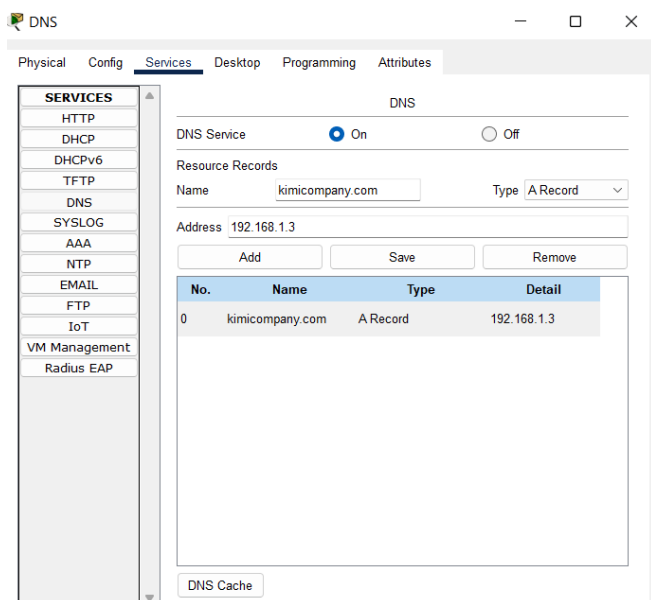


Figura 43 – Configuração servidor DNS

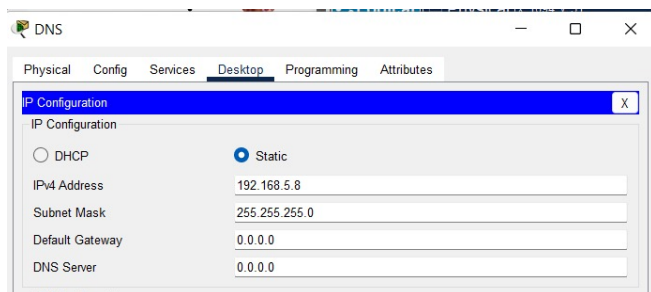


Figura 44 - Configuração servidor DNS

E por fim, no servidor DHCP é ligado o endereço IP do servidor DNS.

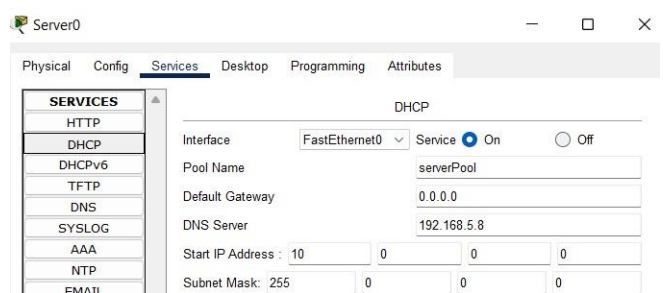


Figura 45 - DHCP ligado ao endereço DNS

Para cada um dos computadores é desligado o IP estático e iniciado o DHCP, para que o IP do servidor DNS seja atualizado.

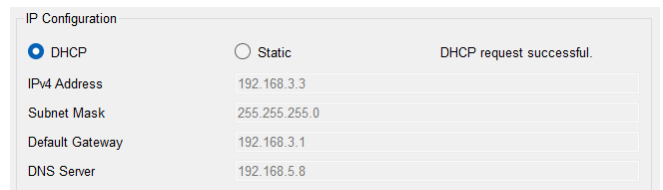


Figura 46 - Configuração IP dos computadores com DNS

Por fim, para teste foi realizado o ping do site kimicompany.com em um dos laptops conectados via wi-fi.

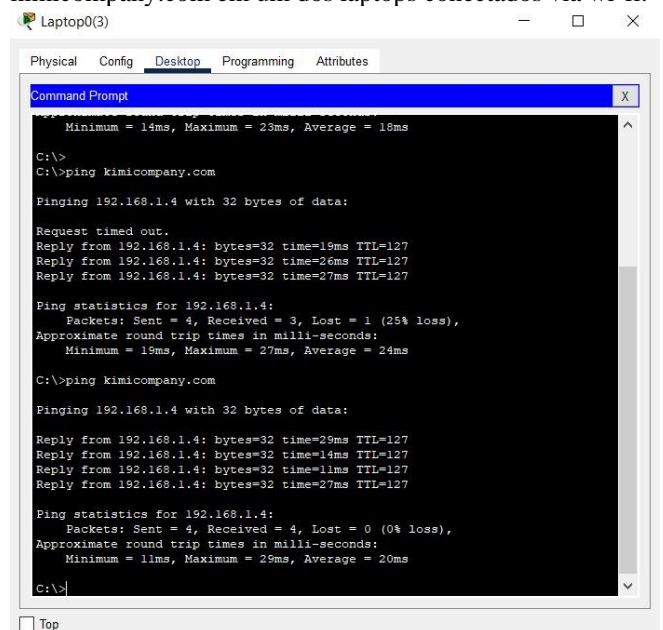


Figura 47 – Ping

F. PROTOCOLO SNMP

O SNMP é um protocolo criado para o gerenciamento de redes e é um dos mais usados do mundo para esse propósito, uma vez que permite trabalhar com produtos de diversos fabricantes. Seu nome é referente ao seu uso Simple Network Management Protocol e esse protocolo não pode ser instalado, apenas habilitado, uma vez que ele já vem do fabricante, entretanto ele pode ser distribuído na rede.

Seu funcionamento acontece a partir de uma mudança de configuração de status ou uma solicitação e em ferramentas mais avançadas pode possuir até interfaces visuais. O protocolo pertence a camada de aplicação e sua

função básica é a troca de informações entre os dispositivos da rede e para isso, o protocolo fornece dados de status dos elementos ativos da rede e estatísticas importantes para seu funcionamento, nessas inclusos, taxa de erros, vazão e nível de colisão [9].

IMPLEMENTAÇÃO DO SNMP

Para implementar o SNMP foi necessário utilizar os comandos abaixo no terminal de cada um dos roteadores, assim habilitando leitura e escrita SNMP.

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#snmp-server community ?
WORD SNMP community string
Router(config)#snmp-server community read
%SNMP-5-WARMSTART: SNMP agent on host Router is undergoing a warm start
Router(config)#snmp-server community read ro
Router(config)#snmp-server community write rw
Router(config)#exit
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

Figura 48 - Comandos no terminal

Em cada um dos computadores, foi ativado o MIB Browser com o IP do roteador correspondente, para possibilitar os computadores daquela sub-rede a realizarem o que for solicitado para a rede.

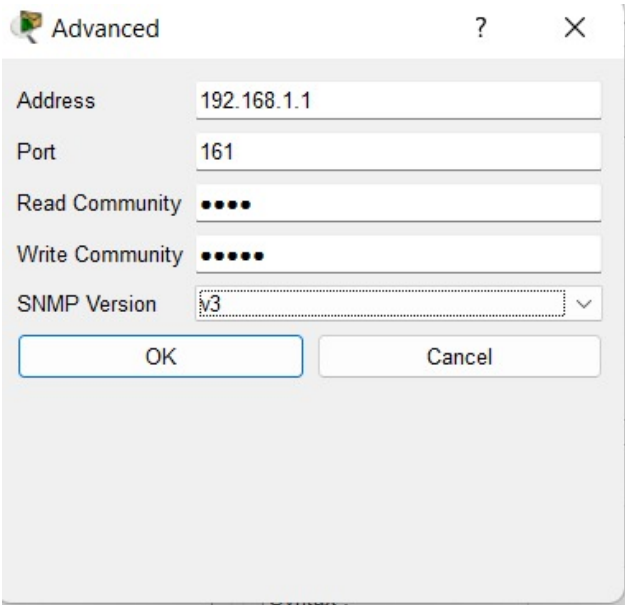


Figura 49 - Configuração avançada MIB Browser

Ainda no MIB Browser, foi selecionado para alteração o nome do sistema e cada um dos roteadores teve seu nome alterado, comprovando o funcionamento do protocolo de gerenciamento SNMP.

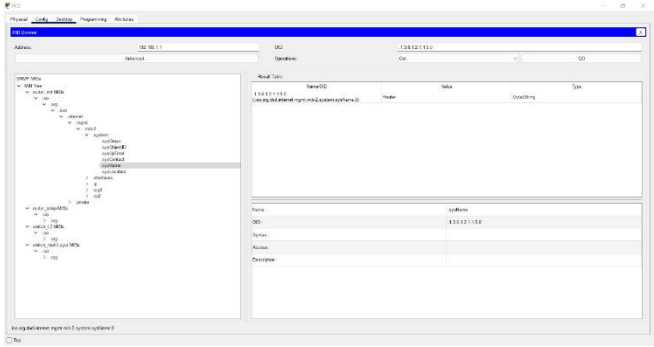


Figura 50 - Alteração de nome de roteador usando SNMP

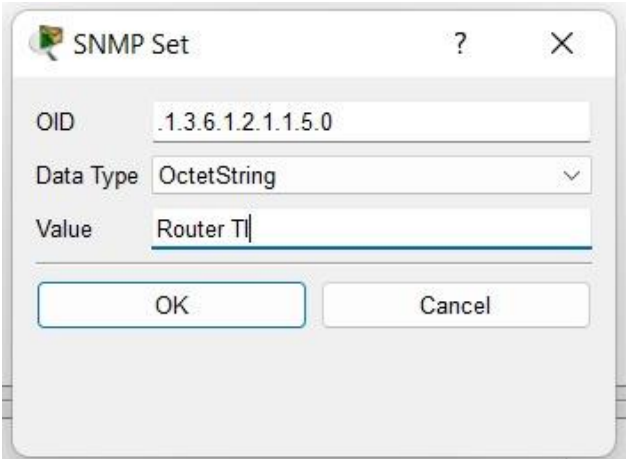


Figura 51 - Alteração usando SNMP



Figura 52 - Roteador com nome alterado

Com o atendimento dos comandos de gerenciamento, podemos confirmar o funcionamento do protocolo SNMP.



Figura 53 - CLI do roteador alterado

G. FIREWALL

A última implementação para o projeto de rede foi o firewall, um dispositivo capaz de controlar o tráfego de entrada e saída da rede, como forma de segurança e tendo suas próprias regras definidas [10].

Para essa implementação foi implementada uma lista de negação no roteador backbone com a finalidade de negar a entrada de determinado IP externo na rede da empresa.

IMPLEMENTAÇÃO DO FIREWALL

Para a implementação do firewall na rede projetada, foi utilizado um bloqueio do andar operacional para o andar de TI. O primeiro comando digitado no cliente do roteador backbone teve o objetivo de editar a access list do roteador

para negar o IP da sub-rede operacional de acessar o IP da sub-rede de TI.

```
Router Operacional(config)#access-list 101 deny icmp 192.168.2.0 0.0.0.255 192.168.1.0 0.0.0.255
Router Operacional(config)#
```

Figura 54 - Comando de deny

Os outros computadores e sub-redes foram permitidos e foi checada a regra aplicada.

```
Router Operacional(config)#access-list 101 permit ip any any
Router Operacional(config)#do sh
Router Operacional(config)#do sh i
Router Operacional(config)#do sh ip acce
Router Operacional(config)#do sh ip acce
Router Operacional(config)#do sh ip acce
Router Operacional(config)#do sh ip acce
Router Operacional(config)#do sh ip acce
Extended IP access list 101
 10 deny icmp 192.168.2.0 0.0.0.255 192.168.1.0 0.0.0.255
 20 permit ip any any
```

Figura 55 - Access list

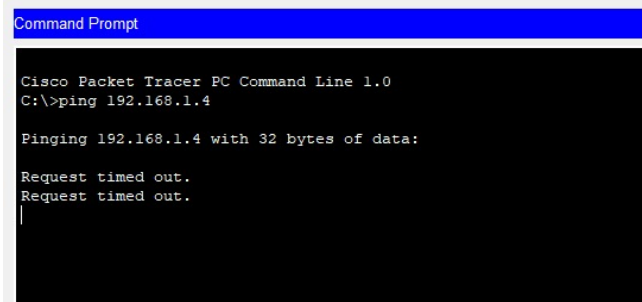
Por fim, foi configurado no *FastEthernet* o *access group* a ser usado.

```
Router Operacional(config)#do sh ip acce
Extended IP access list 101
 10 deny icmp 192.168.2.0 0.0.0.255 192.168.1.0 0.0.0.255
 20 permit ip any any

Router Operacional(config)#in fastEthernet 0/0
Router Operacional(config-if)#ip access-group 101 in
Router Operacional(config-if)#
```

Figura 56 - Configuração de access group

Para testar o funcionamento do firewall, foi realizado um ping do andar operacional para o andar de TI, o qual foi devidamente negado.



```
Command Prompt
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.1.4

Pinging 192.168.1.4 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
|
```

Figura 57 - Request negado

Para comparação, foi realizado o envio de mensagem de um computador operacional para um computador de TI e a operação também falhou, como esperado.



```
Failed PC5 PC3 ICMP 0.000 N 1 (edit)
```

Figura 58 - Request falhado

VI. CONCLUSÃO

Os objetivos de implementação deste trabalho foram atendidos a partir da bem-sucedida implementação dos protocolos solicitados. Foi projetada uma rede para 100 computadores com folga para possíveis expansões, tendo os gastos calculados incluindo o acesso a rede de internet posterior a implementação para a empresa.

Durante a implementação foram adquiridos novos conhecimentos nos diversos protocolos de rede, além de conhecimentos em implementação de projetos de redes e no

software da Cisco, *Packet Tracer*. Assim, é possível concluir que na execução do presente trabalho foram consolidados os conhecimentos em redes de computadores oferecidos pela disciplina de Redes de computadores II.

VII. REFERÊNCIAS

[1] "Backbone e sua importância para a conexão da internet". Minha Conexão. <https://www.minhaconexao.com.br/blog/internet/backbone> (consult. 2022-06-30).

[2] Techopedia. "What is Area Border Router (ABR)? - Definition from Techopedia". Techopedia.com. <https://www.techopedia.com/definition/24860/area-border-router-abr> (consult. 2022-06-30).

[3] "OSPF Protocol | Open Shortest Path First Protocol - javatpoint". www.javatpoint.com. <https://www.javatpoint.com/ospf-protocol> (consult. 2022-06-30).

[4] Microsoft. "Protocolo DHCP". Developer tools, technical documentation and coding examples | Microsoft Docs. <https://docs.microsoft.com/pt-br/windows-server/networking/technologies/dhcp/dhcp-top> (consult. 2022-06-30).

[5] "O que é DHCP? Entenda tudo sobre o protocolo". TechTudo. <https://www.techtudo.com.br/noticias/2014/10/o-que-e-dhcp-entenda-tudo-sobre-o-protocolo.ghml> (consult. 2022-06-30).

[6] "DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) - Compartilhando". Compartilhando. <http://jkolb.com.br/dhcp-dynamic-host-configuration-protocol/> (consult. 2022-06-30).

[7] "O que é BGP? Border Gateway Protocol - GoCache". GoCache. <https://www.gocache.com.br/cdn/o-que-e-bgp-border-gateway-protocol/> (consult. 2022-06-30).

[8] "Network Address Translation (NAT) - GeeksforGeeks". GeeksforGeeks. <https://www.geeksforgeeks.org/network-address-translation-nat/> (consult. 2022-06-30).

[9] "SNMP | O que é SNMP? Protocolo padrão para monitoramento". OpServices | Gerenciamento de TI & Dashboards em tempo real. <https://www.opservices.com.br/snmp/> (consult. 2022-06-30).

[10] "O que é um firewall?". Cisco. https://www.cisco.com/c/pt_br/products/security/firewalls/what-is-a-firewall.html

VIII. APÊNDICE

A implementação do projeto no software *Packet Tracer* pode ser acessada a partir do link: https://github.com/magagninicole/Projeto_RedeEmpresarial.