UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
EMCT – ESCOLA DO MAR, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – REDES DE COMPUTADORES II
PROF. MSc. FELIPE VIEL

GUSTAVO HENRIQUE STAHL MÜLLER
PAULO HENRIQUE ROHLING

PROJETO DE REDE PARA UMA UNIVERSIDADE

ITAJAÍ
2022

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um projeto de rede que atenda às necessidades de uma universidade. Apresentaremos os equipamentos escolhidos, a forma como serão configurados e criaremos um orçamento para implementação da rede desenvolvida.

Esta universidade possui um departamento de Administração e outro de TI, que formam duas das sub-redes do projeto. Além destas, são necessárias outras duas sub-redes, uma para os visitantes e outra para os estudantes.

Toda a especificação da rede foi feita para comportar ao menos 100 computadores no total, sendo que 30 são destinados para a Administração e TI, 15 para visitantes e 55 para estudantes.

2. DESENVOLVIMENTO

Como foi pontuado na seção anterior, serão necessárias quatro sub-redes para este projeto de rede, logo, se faz necessária a definição das suas faixas de IP, bem como as máscaras utilizadas em cada uma delas. A Tabela 1 mostra as sub-redes criadas para cada departamento, bem como a definição de sua rede.

Tabela 1 – Definição das sub-redes

Departamento	Máscara de Sub-rede	Sub-rede	Default Gateway
Administração	255.255.255.0	192.168.0.X	192.168.0.1
TI	255.255.255.0	192.168.1.X	192.168.1.1
Visitantes	255.0.0.0	20.X.X.X	20.0.0.1
Estudantes	255.0.0.0	10.X.X.X	10.0.0.1

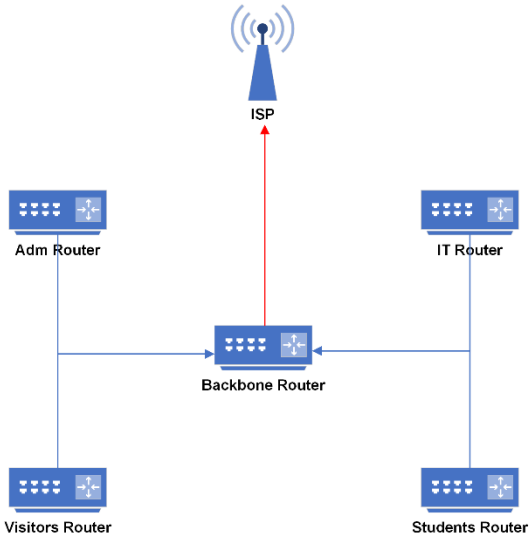
Fonte: Os autores.

2.1. CONFIGURAÇÃO DOS ROTEADORES

Para cada departamento descrito acima, foi destinado um roteador Cisco 2901, onde cada qual foi conectado à um roteador backbone através de cabos gigabit ethernet cat5e. No roteador central, foram adicionadas duas interfaces gigabit ethernet, pois o mesmo só possuía duas, além de uma interface óptica, responsável por receber uma fibra oriunda da ISP.

O diagrama da Figura 1 ilustra a organização destas conexões. Note que a estrutura da ISP não foi definida, uma vez que não faz parte da rede a ser projetada.

Figura 1 – Definição dos roteadores



Fonte: Os autores.

Para que os roteadores possam se comunicar, é necessária a implementação de um protocolo de roteamento. Além disso, a comunicação entre o roteador central e o roteador da ISP só pode ser efetuada após a configuração de um protocolo de roteamento de borda.

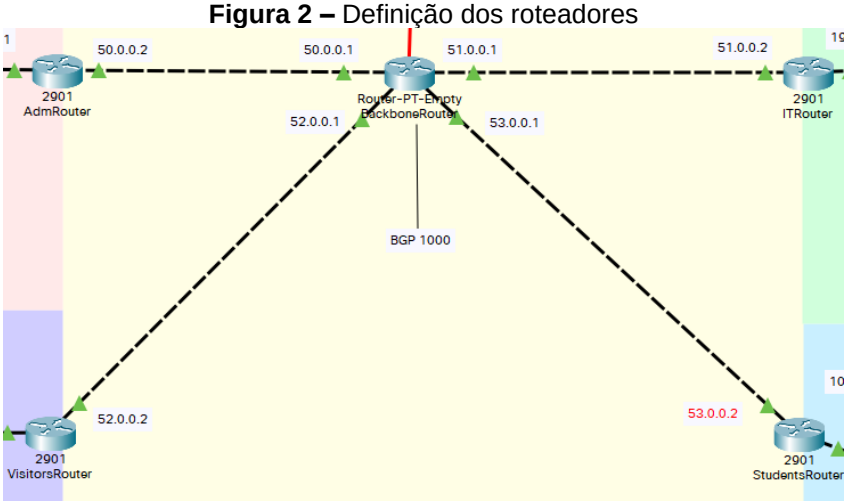
A seção a seguir explicará como foram feitas as implementações do OSPF e do BGP.

2.1.1. OSPF

O OSPF (Open Shortest Path First) é um protocolo de roteamento intra-domínio responsável por gerenciar os caminhos entre roteadores. Para realizar tal atividade, este protocolo utiliza o algoritmo de Dijkstra para construir e manter uma tabela de roteamento contendo as rotas mais curtas para cada link da rede (diferentemente do RIP, que mantém todas as rotas possíveis).

Para que isto seja possível, cada conexão com o roteador central forma uma sub-rede nova, de forma que utilizaremos quatro sub-redes adicionais para esta configuração. As sub-redes são 50.X.X.X, 51.X.X.X, 52.X.X.X e 53.X.X.X, assim como ilustra a Figura 2.

Figura 2 – Definição dos roteadores



Fonte: Os autores.

Como pode ser visto no Anexo A, a definição do OSPF na topologia final possui cinco áreas, uma para cada departamento mais a área interna dos roteadores, sendo

área 0 para interna, área 10 para administração, área 20 para TI, área 30 para visitantes e área 40 para estudantes.

A configuração destas áreas deve ser feita em todos os roteadores. Em suma, nós precisamos criar um processo do OSPF (será utilizado o mesmo processo para toda a configuração) e cadastrar as redes de cada uma das interfaces do roteador.

Iniciando pelo roteador da administração, temos duas interfaces que se conectam com duas sub-redes, a sub-rede da administração (192.168.0.X) e a sub-rede interna dos roteadores (50.X.X.X). Para cadastrar as duas sub-redes, precisamos acessar a configuração do OSPF através do comando ***router ospf 1***, seguido dos comandos para criar as sub-redes na tabela de roteamento do OSPF, que são eles: ***network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 10*** e ***network 50.0.0.0 0.0.0.3 area 0.***

Para o roteador da TI, as duas interfaces se conectam com a sub-rede da TI (192.168.1.X) e a sub-rede interna dos roteadores (51.X.X.X). Novamente executa-se o comando ***router ospf 1***, seguido dos comandos ***network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 20*** e ***network 51.0.0.0 0.0.0.3 area 0***, para a criação da nova área.

Para o roteador dos Visitantes, as duas interfaces se conectam com a sub-rede dos Visitantes (10.X.X.X) e a sub-rede interna dos roteadores (52.X.X.X). Novamente executa-se o comando ***router ospf 1***, seguido dos comandos ***network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 30*** e ***network 52.0.0.0 0.0.0.3 area 0***, para a criação da nova área.

Para o roteador dos Estudantes, as duas interfaces se conectam com a sub-rede dos Estudantes (20.X.X.X) e a sub-rede interna dos roteadores (53.X.X.X). Novamente executa-se o comando ***router ospf 1***, seguido dos comandos ***network 20.0.0.0 0.0.0.255 area 40*** e ***network 53.0.0.0 0.0.0.3 area 0***, para a criação da nova área.

Com estas configurações feitas, podemos ver na Figura 3 que o roteador central já consegue enxergar as sub-redes. Na Figura 4, pode-se ver que o roteador da administração possui as sub-redes dos outros departamentos em sua tabela de roteamento, possibilitando a comunicação.

Figura 3 – Tabela de roteamento do roteador central

```
BackboneRouter>show ip route ospf
O IA 10.0.0.0 [110/2] via 53.0.0.2, 04:56:46, GigabitEthernet4/0
O IA 20.0.0.0 [110/2] via 52.0.0.2, 04:56:46, GigabitEthernet3/0
O IA 192.168.0.0 [110/2] via 50.0.0.2, 04:56:46, GigabitEthernet1/0
O IA 192.168.1.0 [110/2] via 51.0.0.2, 04:56:46, GigabitEthernet2/0
```

Fonte: Os autores.

Figura 4 – Tabela de roteamento do roteador da administração

```
AdmRouter>show ip route ospf
O IA 10.0.0.0 [110/3] via 50.0.0.1, 04:57:03, GigabitEthernet0/0
O IA 20.0.0.0 [110/3] via 50.0.0.1, 04:57:03, GigabitEthernet0/0
O    51.0.0.0 [110/2] via 50.0.0.1, 04:57:13, GigabitEthernet0/0
O    52.0.0.0 [110/2] via 50.0.0.1, 04:57:13, GigabitEthernet0/0
O    53.0.0.0 [110/2] via 50.0.0.1, 04:57:13, GigabitEthernet0/0
O E2 60.0.0.0 [110/20] via 50.0.0.1, 04:57:13, GigabitEthernet0/0
O IA 192.168.1.0 [110/3] via 50.0.0.1, 04:57:13, GigabitEthernet0/0
```

Fonte: Os autores.

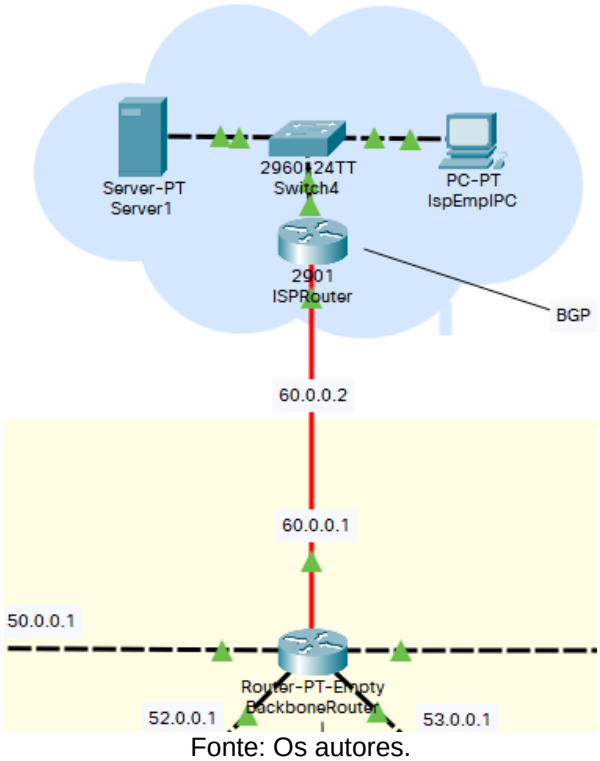
2.1.2. BGP

O BGP (Border Gateway Protocol) é um protocolo de roteamento inter-domínio utilizado em roteadores de borda para que se comuniquem com outros AS. Ele é utilizado principalmente para que a ISP possa gerenciar as redes dos seus contratantes.

Da mesma forma que o OSPF, o BGP necessita que a conexão entre os roteadores forme uma nova sub-rede. Para esta conexão, foi utilizada a 60.X.X.X. Além disso, como a distância entre o roteador central e o roteador da ISP é grande, faz-se necessária a utilização de fibra óptica.

Para realizar os testes desta implementação, foi criada uma sub-rede para simular a ISP, como pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 – Conexão do roteador central com a ISP



Fonte: Os autores.

Para dar início à configuração do BGP no roteador central, foi necessário definir um BGP ID para o roteador. Isto foi feito executando o comando ***router bgp 1000*** na CLI do roteador.

Em seguida, foi necessário cadastrar o roteador da ISP como um vizinho do roteador central através do comando ***neighbor 60.0.0.2 remote-as 1001***, seguido do comando ***redistribute connected***, utilizado para redistribuir as rotas recebidas.

Para fins de teste, estas configurações foram replicadas para o roteador da ISP, fazendo a atribuição de outro ID BGP para ele, bem como o cadastro do roteador central como vizinho do mesmo.

Feito isto, o último passo necessário para que os dispositivos das duas redes possam se comunicar é redistribuir as rotas do OSPF nos roteadores da ISP, que foi feito aplicando os comandos ***redistribute bgp 1001 subnets*** e ***redistribute ospf 1 match external*** nos dois roteadores.

Após a realização destes passos, o sumário de vizinhos e as tabelas de rotas foram geradas e são mostradas nas Figuras 6 e 7. Já é possível notar que a configuração do BGP foi bem-sucedida e o roteador da ISP já pode visualizar a rede interna.

Figura 6 – Sumário de vizinhos do roteador de borda da ISP

```
ISPRouter>show ip bgp
BGP table version is 13, local router ID is 172.16.0.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
              r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 50.0.0.0/8       60.0.0.1                 0      0      0 1000 ?
*> 51.0.0.0/8       60.0.0.1                 0      0      0 1000 ?
*> 52.0.0.0/8       60.0.0.1                 0      0      0 1000 ?
*> 53.0.0.0/8       60.0.0.1                 0      0      0 1000 ?
*> 60.0.0.0/8       0.0.0.0                  0      0 32768 i
*                   60.0.0.1                 0      0      0 1000 ?
*> 172.16.0.0/16    0.0.0.0                  0      0 32768 i
```

Fonte: Os autores.

Figura 7 – Rotas geradas no roteador de borda da ISP

```
ISPRouter>show ip bgp summary
BGP router identifier 172.16.0.1, local AS number 1001
BGP table version is 13, main routing table version 6
7 network entries using 924 bytes of memory
7 path entries using 364 bytes of memory
5/4 BGP path/bestpath attribute entries using 828 bytes of memory
2 BGP AS-PATH entries using 48 bytes of memory
0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory
0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory
Bitfield cache entries: current 1 (at peak 1) using 32 bytes of memory
BGP using 2196 total bytes of memory
BGP activity 6/0 prefixes, 7/0 paths, scan interval 60 secs

Neighbor        V    AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ OutQ Up/Down  State/PfxRcd
60.0.0.1        4  1000     302     287       13    0    0 03:41:17        4
```

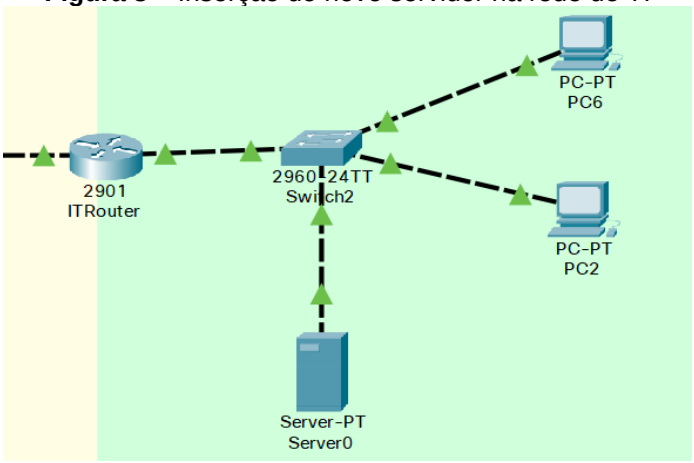
Fonte: Os autores.

2.2. SERVIÇO DE DHCP

Como é de conhecimento geral, a atribuição estática de endereços IP para os dispositivos da rede é completamente inviável. Logo, é necessário utilizar o DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) para fazer a atribuição dinamicamente assim que o dispositivo se conectar à uma das sub-redes pré-determinadas.

Para isso, foi inserido na rede um servidor próprio para a universidade, uma vez que poderemos reaproveitá-lo para a hospedagem do site institucional, que será feito na próxima seção. Na Figura 8, mostra-se a rede da TI com o servidor conectado à um switch, junto com outros dois computadores para testar.

Figura 8 – Inserção do novo servidor na rede de TI



Fonte: Os autores.

Quando um novo dispositivo se conecta à uma sub-rede e ainda não possui um endereço IP, não há como ele saber para onde enviar uma requisição DHCP. Por isso, por padrão, essa requisição é feita em broadcast, ou seja, o pacote é enviado para todos os dispositivos da rede e somente um link que provê o serviço de DHCP a aceita.

Com isso em mente, é necessário fazer com que o servidor possa fornecer endereços IP para todos os quatro departamentos, ou seja, ele deve ser capaz de atribuir endereços 192.168.0.X, 192.168.1.X, 10.X.X.X e 20.X.X.X. Para isso, é preciso cadastrar pools de endereços para cada sub-rede, que foi feito da forma como é mostrada na Figura 9.

Nota-se que o número máximo de usuários para todas as sub-redes é de 241, o valor padrão. Este valor não foi alterado pelo simples fato de que a rede não precisa suportar mais de 100 computadores.

Figura 9 – Definição das pools de IP no serviço DHCP

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Subnet Mask	Max User
serverPool	192.168.1.1	192.168.1.2	192.168.1.0	255.255.255.0	241
ADMPool	192.168.0.1	192.168.1.2	192.168.0.3	255.255.255.0	241
VisitorsPool	20.0.0.1	192.168.1.2	20.0.0.3	255.0.0.0	241
StudentsPool	10.0.0.1	192.168.1.2	10.0.0.3	255.0.0.0	241

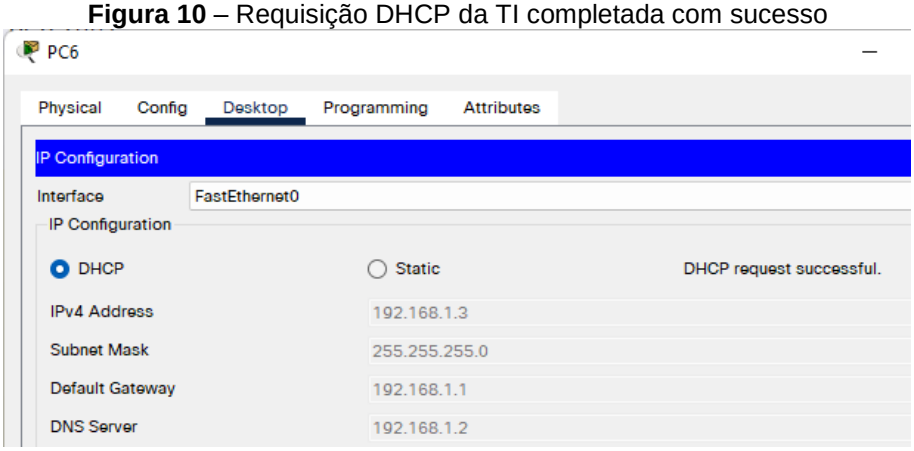
Fonte: Os autores.

Após configurar o serviço DHCP, os computadores conectados à sub-rede de TI já recebem um endereço IP dinamicamente, como mostra a Figura 10. No entanto, as outras sub-redes não conseguem alcançar o servidor, pois os roteadores de cada sub-rede, ao receber um pacote em broadcast, não o propagam externamente.

Para resolver este problema, é necessário que cada roteador cadastre um endereço de helper. Este é um endereço de um link da rede responsável por lidar com alguma requisição quando o roteador está prestes a descarta-la. Para criar este redirecionamento, basta executar o comando ***ip helper-address 192.168.1.2*** na CLI de cada roteador da rede (exceto o central). O endereço IP 192.168.1.2 pertence ao servidor previamente configurado.

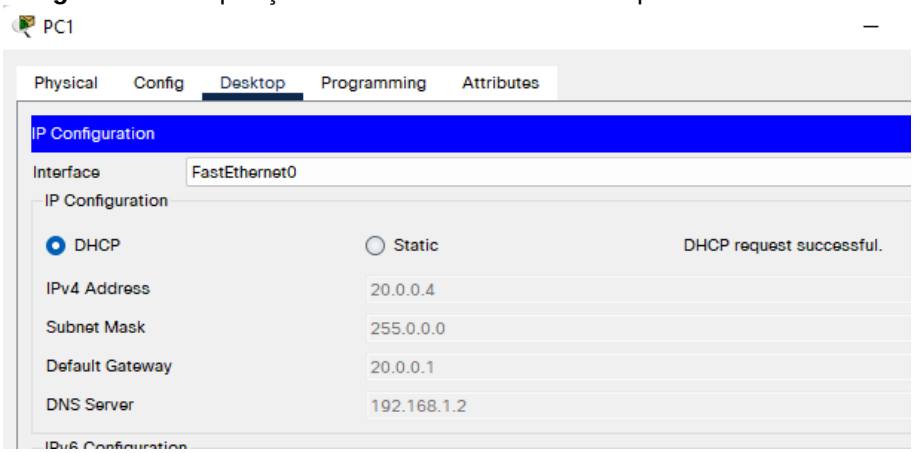
Depois de realizar esta última configuração, um dispositivo conectado à sub-rede de visitantes, por exemplo, já pôde receber um endereço IP dinamicamente, como é mostrado na Figura 11.

Figura 10 – Requisição DHCP da TI completada com sucesso



Fonte: Os autores.

Figura 11 – Requisição DHCP de um visitante completada com sucesso



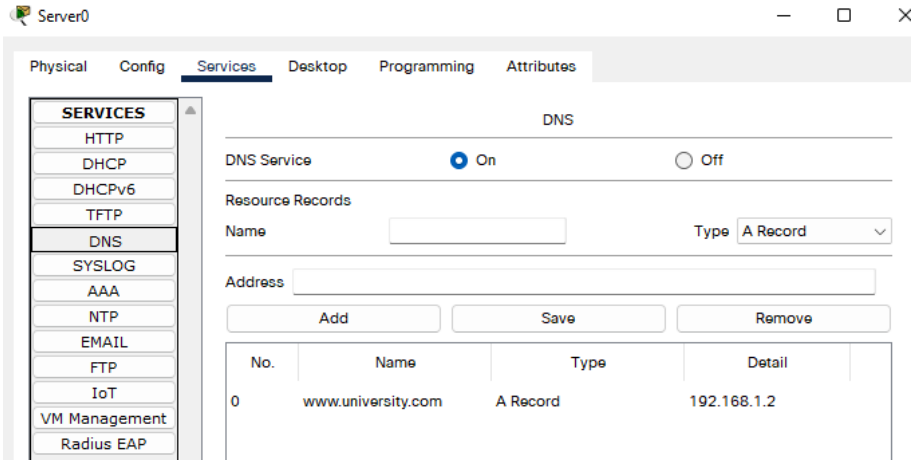
Fonte: Os autores.

2.3. SERVIÇO DE DNS

A universidade possui um site institucional hospedado neste mesmo servidor. Logo, para que os dispositivos conectados às sub-redes possam acessá-lo mais facilmente, faz-se necessária a implementação de um serviço de DNS também.

Como é mostrado na Figura 12, sua configuração é bem simples, basta definir um endereço para o website, que será o ***www.university.com***, e especificar o endereço IP para qual ele aponta, que é o próprio endereço do servidor.

Figura 12 – Definição do endereço DNS

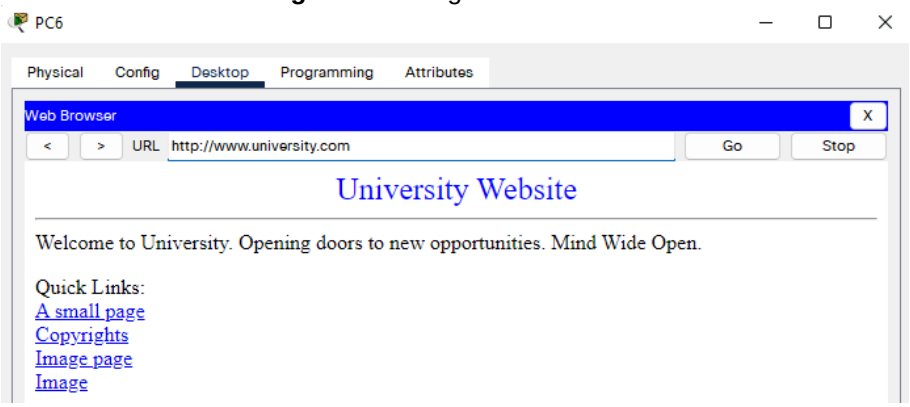


Fonte: Os autores.

Já que possuímos um serviço de DHCP ativo, podemos fazer com que todos os dispositivos que receberem um endereço IP também recebam um endereço de DNS. Isso já foi feito na seção anterior, como pode ser visto na Figura 9.

Feita esta configuração, qualquer dispositivo conectado a qualquer sub-rede pode acessar o website ilustrado na Figura 13 através de um navegador.

Figura 13 – Página institucional



Fonte: Os autores.

2.4. IMPLEMENTAÇÃO DO NAT

A configuração do NAT foi feita no roteador central para que os endereços IPs da parte interna da rede sejam mascarados durante a comunicação. Para isso, foi necessário criar uma pool de endereços para o NAT, que é feito através do comando ***ip nat pool natpool 172.16.0.1 172.16.0.254 netmask 255.255.0.0***, onde definimos a faixa de endereços IP públicos (aqui simulado com a rede da ISP).

Depois disso, precisamos criar uma access-list para permitir que os endereçamentos para as sub-redes sejam traduzidos. Isto é feito através dos comandos ***access-list 10 permit 192.168.0.0 0.0.0.255***, ***access-list 20 permit 192.168.1.0 0.0.0.255***, ***access-list 30 permit 10.0.0.0 0.0.0.255*** e ***access-list 40 permit 20.0.0.0 0.0.0.255***.

Agora, é preciso fazer com que o NAT utilize estas listas na pool de endereços através dos comandos ***ip nat inside source list X pool natpool***, onde X é o ID de cada uma das access-list.

Por fim, com os endereçamentos configurados, só é necessário definir no roteador central quais interfaces são internas e qual interface é externa. Para o nosso caso, utilizaremos o comando ***ip nat inside*** para todas as interfaces, exceto a que se conecta com o roteador da ISP, para a qual será utilizada o comando ***ip nat outside***.

Após todos estes passos e alguns *pings* entre os computadores da administração e da ISP, podemos ver na Figura 14 que o roteador já começa a popular a tabela de traduções.

Figura 14 – Tabela de traduções NAT

```
BackboneRouter#show ip nat translations
Pro  Inside global     Inside local       Outside local      Outside global
icmp 60.0.0.1:28       192.168.0.3:28     172.16.0.4:28      172.16.0.4:28
icmp 60.0.0.1:29       192.168.0.3:29     172.16.0.4:29      172.16.0.4:29
icmp 60.0.0.1:30       192.168.0.3:30     172.16.0.4:30      172.16.0.4:30
icmp 60.0.0.1:31       192.168.0.3:31     172.16.0.4:31      172.16.0.4:31
icmp 60.0.0.1:32       192.168.0.3:32     172.16.0.4:32      172.16.0.4:32
icmp 60.0.0.1:33       192.168.0.3:33     172.16.0.4:33      172.16.0.4:33
icmp 60.0.0.1:34       192.168.0.3:34     172.16.0.4:34      172.16.0.4:34
icmp 60.0.0.1:35       192.168.0.3:35     172.16.0.4:35      172.16.0.4:35
icmp 60.0.0.1:36       192.168.0.3:36     172.16.0.4:36      172.16.0.4:36
icmp 60.0.0.1:37       192.168.0.3:37     172.16.0.4:37      172.16.0.4:37
tcp 60.0.0.1:179       60.0.0.1:179       60.0.0.2:1025      60.0.0.2:1025
tcp 60.0.0.1:179       60.0.0.1:179       60.0.0.2:1026      60.0.0.2:1026
tcp 60.0.0.1:179       60.0.0.1:179       60.0.0.2:1027      60.0.0.2:1027
```

Fonte: Os autores.

2.5. DEFINIÇÃO DAS VLANS

No total foram criadas 4 VLANs, uma para cada departamento da universidade. Nenhuma porta *trunk* foi utilizada, apenas portas de acesso. A configuração foi realizada em todos os switches da rede de acordo com o departamento em que cada switch está localizado. Interfaces dos switches da administração, TI, visitantes e estudantes receberam, respectivamente, os IDs de VLAN 10, 20, 30 e 40.

Apesar desta separação, a definição destas VLANs ainda permite que computadores localizados em diferentes departamentos se comuniquem. A Figura 15 exemplifica a configuração da VLAN 10.

Figura 15 – Configuração da VLAN 10 no switch da Administração

```
AdminSwitch>enable
Password:
AdminSwitch#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
AdminSwitch(config)#interface range fa0/1-24
AdminSwitch(config-if-range)#switchport access vlan 10
AdminSwitch(config-if-range)#exit
AdminSwitch(config)#
```

Fonte: Os autores.

2.6. CONFIGURAÇÃO DO SNMP

Todas os roteadores e switches da rede podem ser gerenciados com o protocolo SNMP. A *string* de comunidade usada em todas as entidades é *admin*, porém, na vida real, é uma boa prática definir *strings* diferentes para os roteadores e switches.

Como a terceira versão do SNMP usa uma combinação de usuário e senha para autenticação, a nossa rede (como está) permite somente o uso da primeira ou segunda versão do SNMP. A Figura 16 exemplifica a configuração do SNMP no roteador da TI.

Figura 16 – Ativação do SNMP no roteador da TI

```
ITRouter>enable
Password:
ITRouter#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
ITRouter(config)#snmp-server community admin ro
ITRouter(config)#snmp-server community admin rw
ITRouter(config)#exit
ITRouter#
```

Fonte: Os autores.

Para que a configuração do SNMP funcionasse em switches, foi preciso criar uma interface virtual que possuísse um endereço IP. Essa interface recebe o seu endereço IP, a máscara e o gateway através do DHCP previamente configurado.

Além disso, a interface criada foi configurada para estar na mesma VLAN em que está o switch. Esse processo foi executado em cada um dos switches da rede, assim como pode ser visto na Figura 17.

Figura 17 – Configuração de IP no switch da Engenharia

```
EngineeringSwitch>enable
Password:
EngineeringSwitch#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
EngineeringSwitch(config)#interface vlan 40
EngineeringSwitch(config-if)#ip address dhcp
EngineeringSwitch(config-if)#exit
EngineeringSwitch(config)#
```

Fonte: Os autores.

2.7. CONFIGURAÇÃO DO FIREWALL

A primeira medida de proteção (e a mais simples) foi criar uma senha para executar o comando *enable* em switches e roteadores. A senha usada em todas as

entidades foi *pass*, mas diferentes senhas poderiam ser usadas para diferentes entidades, assim como exemplifica a Figura 18.

Figura 18 – Criação de senha no switch de Artes

```
ArtsSwitch>enable
ArtsSwitch#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
ArtsSwitch(config)#enable password pass
ArtsSwitch(config)#exit
ArtsSwitch#
```

Fonte: Os autores.

Uma senha foi criada em todas as linhas usadas para conexões Telnet em todos os roteadores e switches da rede. A senha usada foi *telnetpass*, como é mostrado na Figura 19.

Figura 19 – Criação de uma senha para todas as linhas usadas para conexões Telnet

```
ITRouter>enable
Password:
ITRouter#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
ITRouter(config)#line vty 0 15
ITRouter(config-line)#password telnetpass
ITRouter(config-line)#exit
ITRouter(config)#exit
ITRouter#
```

Fonte: Os autores.

Uma lista de acesso padrão de ID 10 foi criada em todos os roteadores e switches para aceitar somente requisições Telnet de endereços IPs que pertencem ao departamento de TI, ou seja, que possuem endereços IPs que são compatíveis com o padrão 192.168.1.0/24. A Figura 20 é um exemplo desta configuração.

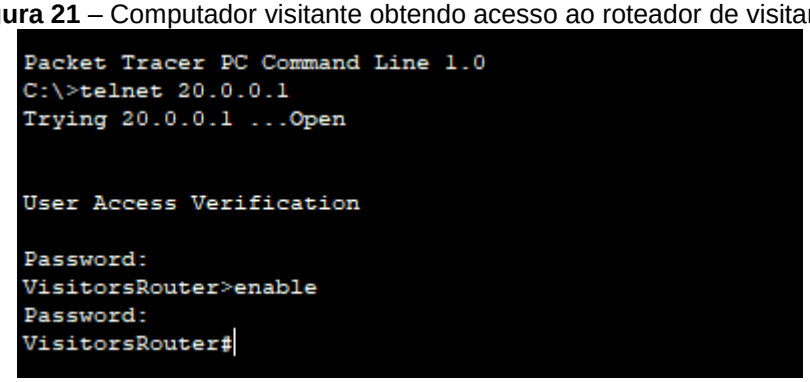
Figura 20 – Criação da lista de acesso para requisições Telnet no switch de Artes

```
ArtsSwitch>enable
Password:
ArtsSwitch#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
ArtsSwitch(config)#access-list 10 permit 192.168.1.0 0.0.0.255
ArtsSwitch(config)#line vty 0 15
ArtsSwitch(config-line)#access-class 10 in
ArtsSwitch(config-line)#exit
ArtsSwitch(config)#
```

Fonte: Os autores.

Antes da regra ser criada, qualquer computador poderia obter acesso remoto a qualquer roteador ou switch da rede, desde que soubesse a senha do comando *enable* e a senha Telnet, como mostra a Figura 21.

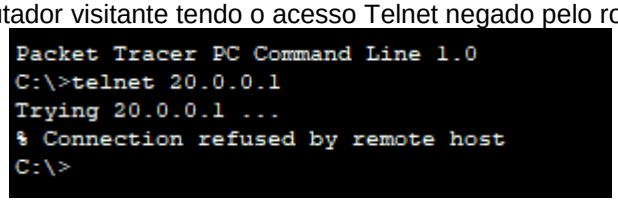
Figura 21 – Computador visitante obtendo acesso ao roteador de visitantes



Fonte: Os autores.

Após a lista de acesso ter sido criada e configurada, qualquer tentativa de conexão Telnet que não tenha o departamento de TI como origem é recusada pelo roteador, como é mostrado na Figura 22.

Figura 22 – Computador visitante tendo o acesso Telnet negado pelo roteador de visitantes



Fonte: Os autores.

Por último, também foi realizada uma tentativa de criar uma lista de acesso que proibisse as requisições SNMP que não vieram do departamento de TI. Usamos como referência uma documentação da Cisco que ensinava a aplicar estas listas com o SNMP, assim como é mostrado na Figura 23.

Figura 23 – Criação e configuração de uma lista de acesso para requisições SNMP.

```
access-list 1 permit 1.1.1.1

snmp-server community string1 ro 1
```

Fonte: CISCO (2022).

Entretanto, os comandos que foram documentados pela Cisco simplesmente não funcionam atualmente no Packet Tracer. Após pesquisar mais sobre, foi descoberto que vários outros usuários enfrentaram o mesmo problema. Supostamente, os comandos funcionam em roteadores e switches Cisco reais, mas não no Packet Tracer.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para concluir todo o planejamento e configuração do projeto de rede apresentado, são anexados a este documento a topologia final da rede, o diagrama de rede e a tabela de custos.

A topologia final da rede foi desenvolvida utilizando Packet Tracer 8.0.1 respeitando o mínimo de dispositivos solicitados em cada departamento. A rede toda deve suportar 100 computadores, porém, para fins de simulação, foram utilizados somente 10 dispositivos em cada sub-rede.

Já no diagrama de rede, que foi feito utilizando o Microsoft Visio, foram colocados os 100 dispositivos, divididos da seguinte forma: 55 dispositivos para estudantes (computadores de mesa); 16 dispositivos para a administração (14 computadores de mesa e 2 impressoras); 14 dispositivos para a TI (13 computadores de mesa e 1 servidor); e 15 dispositivos na rede dos visitantes (5 computadores e 10 smartphones).

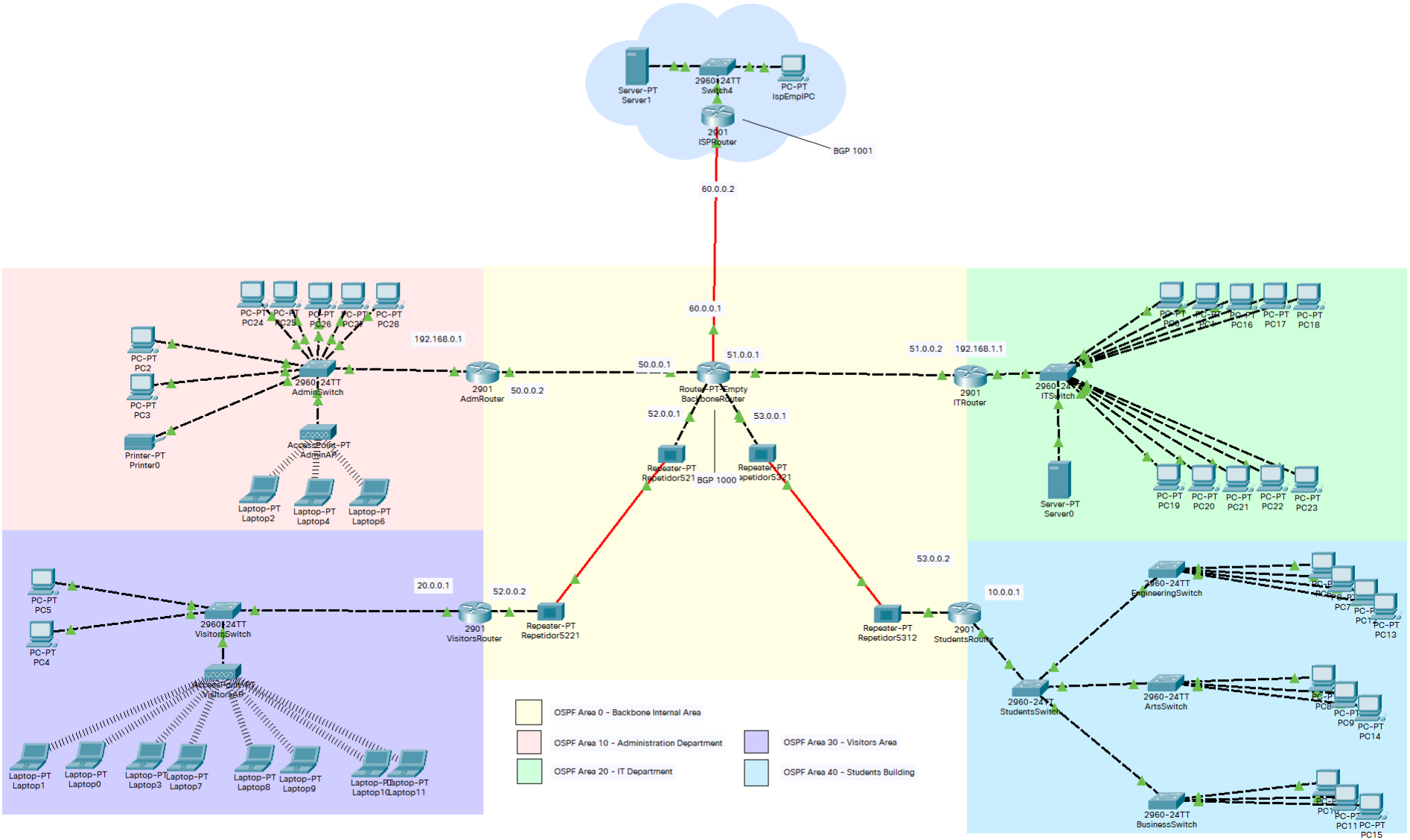
Por último, apresentamos a tabela de custos da rede, incluindo não só o preço dos dispositivos que pertencerão a universidade (roteadores, switches, amplificadores de sinal, computadores, impressoras, cabos, etc), mas também o valor do serviço de instalação da rede, o salário mensal de um analista de suporte de rede e o custo de uma banda larga empresarial de 1Gbps da Unifique.

Para o orçamento, no entanto, os dispositivos de rede dos visitantes não foram contabilizados, pois não são propriedade da universidade.

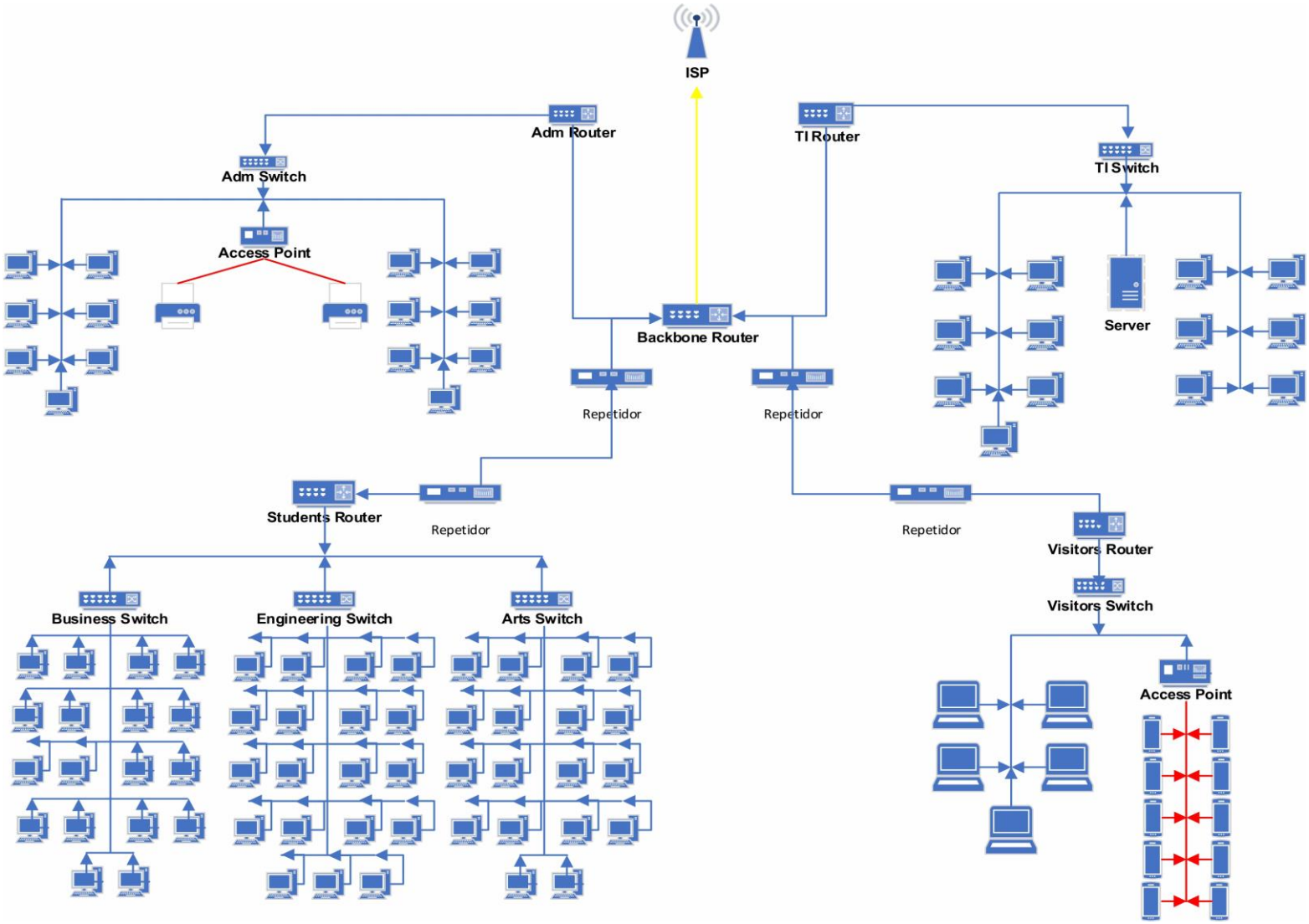
REFERÊNCIAS

CISCO. **Protegendo o Protocolo de Gerenciamento de Rede Simples**. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/ip/simple-network-management-protocol-snmp/20370-snmpsecurity-20370.html/>. Acesso em 4 jul. 2022.

ANEXO A – TOPOLOGIA FINAL DA REDE



ANEXO B – DIAGRAMA DE REDE



Disponível em: <https://univali-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/rohling_edu_univali_br/EY_tf6wTtOlMtg_DWKFIweMBlN97IcjNEkXq3LcLTQisxQ>

ANEXO C – TABELAS DE CUSTOS

Serviços	Referência	Custo
Custo de implementação (por hora) (*)	Definida pelos autores	R$ 60,00 por hora (para cada integrante) R$ 120,00 * 160 horas **R$ 19.200,00**
Funcionário: Analista de Suporte de Rede	https://www.vagas.com.br/cargo/analista-de-suporte-de-rede	**R$ 3.136,00 / mês**
Internet (1Gbps)	https://unifique.com.br/para-empresas/internet-fibra-optica-empresarial	**R$ 399,90 / mês**

Dispositivos	Referência	Quantidade	Preço Unitário	Total Parcial
Roteador Cisco 2901	https://bit.ly/3RqcFeL	5	R$ 7.155,81	R$ 35.779,05
Módulo 1GE-SFP-CU (Gigabit Ethernet e Fiber)	https://ebay.to/3utDWCV	2	R$ 692,50	R$ 1.385,00
Cabo de Rede Cat5e (vendido por metro) (**)	https://bit.ly/3yKhp7p	*Indefinida*	R$ 2,65	*Indefinido*
Cabo Fibra Óptica 1000 metros	https://bit.ly/3NJUihK	1	R$ 939,00	R$ 939,00
Servidor HP ML30 16GB | 1TB	https://bit.ly/303rZTp	1	R$ 8.040,00	R$ 8.040,00
Switch Cisco 2960-24TT-L Catalyst	https://bit.ly/3aiy20w	7	R$ 722,90	R$ 5.060,30
Access Point Cisco | Business CBW140ac | Indoor | Wireless 802.11ac Wave 2	https://bit.ly/3aiipGw	2	R$ 879,16	R$ 1.758,32
Computador All In One Intel Core i5 19" 4GB SSD 128GB Teclado e Mouse	https://amzn.to/3yj33cS	82	R$ 2.949,00	R$ 241.818,00
Impressora Multifuncional HP 416 Wi-Fi	https://bit.ly/3OKDGYk	2	R$ 917,99	R$ 1.835,98
Conversor de mídia Gigabit para Fibra	https://bit.ly/3ymjrJF	4	R$ 299,99	R$ 1.199,96

TOTAL	**R$ 317.015,61 + R$ 3.535,90 / mês**

(*) Considerou-se uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, 5 dias por semana, durante 4 semanas.

(**) O preço dos cabos de rede não foram considerados no total, visto que em uma situação real seria comprado conforme a necessidade.