

# Experimento 05: Protocolo OSPF\*

\*RIP

1.º Fabrício de Oliveira Barcelos  
Dept. de Engenharia Elétrica (FT-ENE)  
Universidade de Brasília (UnB)  
Brasília, Brasil  
fabriciobarcellos01@gmail.com

2.º Pedro Henrique Dornelas Almeida  
Dept. de Engenharia Elétrica (FT-ENE)  
Universidade de Brasília (UnB)  
Brasília, Brasil  
phdornelas.almeida@gmail.com

**Resumo**—Neste relatório será abordado e estudado sobre a introdução e conceitos do protocolo OSPF, compreendendo melhor as configurações básicas e utilização deste protocolo.

**Index Terms**—OSPF, Protocolo HELLO, Virtual Link, roteamento

## I. OBJETIVOS

Este documento tem como objetivo principal o estudo e planejamento de uma rede utilizando o roteamento OSPF. Para aprofundar melhor sobre o funcionamento do protocolo OSPF, foi utilizado um cenário já disponibilizado para o *Packet Tracer*. Neste relatório será abordado pontos importantes como área *de backbone*, roteadores DR e BDR e seu processo de eleição, configurações de *Virtual Link*, protocolo *HELLO*.

## II. INTRODUÇÃO TEÓRICA

O protocolo OSPF foi projetado para utilização Intra-AS, que são sistemas autônomos, em redes isto significa um agrupamento de roteadores, e cada grupo denominado AS (*autonomous systems*), como já foi abordado em outro experimento.

Com as propriedades do protocolo OSPF, é possível dividir uma rede em várias áreas tornando possível o roteamento de cada área, e isto é feito utilizando roteadores de borda. É possível dividir o OSPF em três categorias: cálculo de rotas, vizinhos e troca de dados.

### A. Protocolo HELLO: vizinhança e adjacências

No OSPF a etapa da vizinhança, o protocolo forma uma relação entre os vizinhos através do envio de uma mensagem "Hello", por todas as interfaces ativas. Mas para compreender melhor esta parte, é necessário abordar o conceito de vizinho em uma rede, que é: os roteadores que tem interfaces num segmento de rede/sub-rede comum. Para que um roteador descubra quem são seus vizinhos ele inicia uma chamada com a mensagem *Hello* OSPF, esta mensagem irá apresentar aos roteadores da rede o seu *Router ID*, que é o ID do roteador, que é um identificador único para cada roteador. Com esta identificação, o roteador irá esperar receber a mesma mensagem dos outros roteadores conectados a uma de suas interfaces.

Para o funcionamento completo do protocolo a descoberta dos vizinhos é fundamental, pois, como nas redes OSPF é

feito a divisão em áreas e estas áreas são conectadas através de um *backbone* comum a elas, esta é uma etapa importante. Com isso cada roteador irá fazer a sincronização apenas com seus vizinhos, que é chamado de (*neighboring routers*).

Ao fazer a conexão com os vizinhos vai ser possível sincronizar a base de dados topológica, assim a adjacência é uma relação entre dois roteadores vizinhos com o objetivo de trocar informações. Em uma rede com vários roteadores, dentro de uma determinada área, com um grande número de adjacências, iria implicar em um grande volume de troca de dados, e para evitar que haja problemas nesta área é utilizado o conceito de *Designated Router* (Roteador designado).

### B. OSPF em redes multiacesso: DR e BDR

Para evitar que exista um excesso de informação trocadas em um segmento, o protocolo OSPF elege um roteador como *Designated Router* (DR) e um outro para assumir o papel de backup deste, o *Backup Designated Router* (BDR). Este roteador DR, far a determinação de quais roteadores devem se tornar adjacentes, e também realizando e recebendo a troca de informações sobre topologia com outro DR de diferentes sub-redes. E o BDR irá assumir este papel do DR caso o principal falhe.

A finalidade de escolher estes roteadores é criar um ponto central na rede multi-acesso para troca de informações. Com isto, cada roteador invés de trocar *updates* com seus vizinhos, ele irá trocar informação apenas com os elegidos DR e o BDR, e estes realizam a troca de informações para os demais roteadores do segmento.

Para fazer a escolha do roteador DR e do BDR, é feito através de datagramas *Hello*, que são enviados por cada roteador na rede. E por fim o roteador com maior valor da prioridade da interface OSPF (*OSPF Priority*) é eleito como DR e a segunda maior como BDR.

### C. Anúncios de estado de enlace e métricas de roteamento

1) *Anúncios de estado de enlace*: Como o protocolo OSPF também é baseado no algoritmo de Estado de Enlace (*Link-State*) em que há uma troca de *link-states* por meio de inundação, cada roteador que recebe uma atualização de *link-state*, fará um armazenamento de uma cópia em seu banco

de dados, e em seguida, propagar a atualização a outros roteadores.

Este estado do link nada mais é que uma descrição da interface do roteador e de seu relacionamento com os roteadores vizinhos. Os anúncios *Link-State* são divididos em cinco tipos: Links de Roteador (RL), Links de Rede (NL), Links de Resumo (SL), Links de Resumo ASBR e Links Externos (EL)

Estes links de roteador (TL) são gerados pelo roteador para cada área, e os links de rede (NL) são gerados por roteadores DR e fazem a descrição do conjunto de roteadores que estão vinculados a uma rede específica. Já os links resumos são gerados por roteadores de Borda de Área e descrevem rotas interárea (entre áreas). O tipo SL tem como função descrever as rotas para redes, utilizando também para agregar rotas. O tipo ASBR (*Autonomous System Border Router*) como o próprio nome induz, descreve rotas para o roteador de limite de sistema autônomo. E o EL são anúncios de enlace externo de AS (*autonomous systems*). Eles são originados por ASBR (*Autonomous System Border Router*) descrevem rotas para destinos externos ao AS

#### D. Áreas e roteadores de borda

O protocolo do OSPF pode ser descrito como uma área é um agrupamento lógico de roteadores e links, e com isso fazem a divisão de um domínio OSPF (*AS – Autonomous System*) em sub-domínios. Estas áreas são usadas para colocar um limite de atualizações de estado de enlace e com isso reduzir o tamanho da base de dados topológicos que cada roteador devera manter, com isso, permitindo uma hierarquização de uma rede.

Como os roteadores de uma área não tem conhecimento da topologia fora dela, é feito uma definição de área *backbone* ou área 0, que é feito para redes com mais de uma área, para que todas as outras áreas se conectem nessa área 0. Com a criação dessa área o esperado é que o OSPF encaminhe informações de roteamento para o *backbone*, e ele terá a função de distribuir a informação para outras áreas.

Já os roteadores de borda tem a função de conectar diversas áreas à área de *backbone*, fazendo parte da estrutura de *backbone* e mantendo as informações que descrevem tanto as áreas de *backbone* como as outras áreas associadas.

#### E. Resumo de rotas em uma área

Para o funcionamento do protocolo é relevante que se faça a consolidação de várias rotas em um único anúncio, com isso, o *backbone* receberá todos os endereços agregados e fará o repasse a de forma compactada às demais áreas. Existem duas formas de realizar esses resumos:

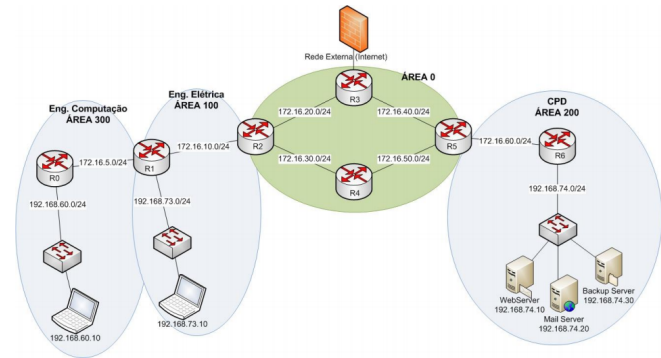
- Resumo de rota inter-área: Aqui os pacotes irão passar entre roteadores de diferentes áreas.
- Resumo de rota externa: Já nesta opção os pacotes irão passar de um roteador de dentro de um domínio OSPF e um roteador de um outro domínio OSPF.

É importante pontuar que os intervalos de endereços que estão sendo resumidos devem ser adjacentes para que o roteamento funcione de maneira eficaz.

### III. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

#### A. Ambiente

No experimento foi utilizado a seguinte topologia lógica de rede:



```

Router#
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int g0/0
Router(config-if)#ip address 172.16.5.10 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to down
Router(config-if)#int fa2/0
Router(config-if)#ip address 192.168.60.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

```

Figura 3. Interfaces Roteador R0

```

Router#
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int g0/0
Router(config-if)#ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to down
Router(config-if)#int g1/0
Router(config-if)#ip address 172.16.5.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0, changed state to up

Router(config-if)#int fa2/0
Router(config-if)#ip address 192.168.73.2 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet2/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet2/0, changed state to up

```

Figura 4. Interfaces Roteador R1

```

Router#
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int g0/0
Router(config-if)#ip address 172.16.20.2 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

Router(config-if)#int g1/0
Router(config-if)#ip address 172.16.30.2 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0, changed state to up

Router(config-if)#int g2/0
Router(config-if)#ip address 172.16.10.2 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet2/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet2/0, changed state to up

```

Figura 5. Interfaces Roteador R2

```

Router#
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int g0/0
Router(config-if)#ip address 172.16.40.3 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

Router(config-if)#int g1/0
Router(config-if)#ip address 172.16.20.3 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0, changed state to up

```

Figura 6. Interfaces Roteador R3

```

Router#
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int g0/0
Router(config-if)#ip address 172.16.50.4 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

Router(config-if)#int g1/0
Router(config-if)#ip address 172.16.30.4 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0, changed state to up

```

Figura 7. Interfaces Roteador R4

```

Router#
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int g0/0
Router(config-if)#ip address 172.16.60.5 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

Router(config-if)#int g1/0
Router(config-if)#ip address 172.16.40.5 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0, changed state to up

Router(config-if)#int g2/0
Router(config-if)#ip address 172.16.50.5 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet2/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet2/0, changed state to up

```

Figura 8. Interfaces Roteador R5

```

Router#
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int g1/0
Router(config-if)#ip address 172.16.60.6 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0, changed state to down
Router(config-if)#int fa0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.74.6 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up

```

Figura 9. Interfaces Roteador R6

Após configurar devidamente as interfaces, lembrando de que as configurações dos computadores e servidores também tem de ser feitas de acordo com os IPs da figura 2. Assim, pode-se ir para o passo seguinte.

2) *Habilitar OSPF nos roteadores*: Aqui é necessário configurar o OSPF nos roteadores, afim de que todos estejam conversando na mesma lingua por assim dizer, logo, será mostrado abaixo como realizar a configuração. Uma observação é que as áreas mostradas na topologia lógica sejam devidamente implementadas aqui, afim de configurar uma rede completa.

```

Router#
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 192.168.60.0 255.255.255.0 area 300
Router(config-router)#network 172.16.5.0 255.255.255.0 area 300
Router(config-router)#exit
Router(config)#

```

Figura 10. OSPF Roteador R0

```

Router>
Router>enable
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 192.168.73.0 255.255.255.0 area 100
Router(config-router)#network 172.16.10.0 255.255.255.0 area 100
Router(config-router)#network 172.16.5.0 255.255.255.0 area 300
Router(config-router)#exit
Router(config)#

```

Figura 11. OSPF Roteador R1

```

Router>
Router>enable
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 172.16.20.0 255.255.255.0 area 0
Router(config-router)#network 172.16.30.0 255.255.255.0 area 0
Router(config-router)#network 172.16.10.0 255.255.255.0 area 100
Router(config-router)#exit
Router(config)#

```

Figura 12. OSPF Roteador R2

```

Router>enable
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 172.16.40.0 255.255.255.0 area 0
Router(config-router)#network 172.16.20.0 255.255.255.0 area 0
Router(config-router)#exit
Router(config)#

```

Figura 13. OSPF Roteador R3

```

Router>enable
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 172.16.50.0 255.255.255.0 area 0
Router(config-router)#network 172.16.30.0 255.255.255.0 area 0
Router(config-router)#exit
Router(config)#

```

Figura 14. OSPF Roteador R4

```

Router>enable
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 172.16.60.0 255.255.255.0 area 200
Router(config-router)#network 172.16.40.0 255.255.255.0 area 0
Router(config-router)#network 172.16.50.0 255.255.255.0 area 0
Router(config-router)#exit
Router(config)#

```

Figura 15. OSPF Roteador R5

```

Router>enable
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 192.168.74.0 255.255.255.0 area 200
Router(config-router)#network 172.16.60.0 255.255.255.0 area 200
Router(config-router)#exit

```

Figura 16. OSPF Roteador R6

3) *Tabelas de Roteamento*: Neste momento é necessário olhar para as tabelas de roteamento e ver se o correto funcionamento está ocorrendo, para isso em seguida estão as tabelas de roteamento:

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	172.16.5.0/24	GigabitEthernet0/0	---	0/0
C	192.168.60.0/24	FastEthernet2/0	---	0/0

Figura 17. Tabela Roteador R0

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	172.16.5.0/24	GigabitEthernet1/0	---	0/0
C	172.16.10.0/24	GigabitEthernet0/0	---	0/0
O	172.16.20.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.10.2	110/2
O	172.16.30.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.10.2	110/2
O	172.16.40.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.10.2	110/3
O	172.16.50.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.10.2	110/3
O	172.16.60.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.10.2	110/4
O	192.168.60.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.5.10	110/2
C	192.168.73.0/24	FastEthernet2/0	---	0/0
O	192.168.74.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.10.2	110/5

Figura 18. Tabela Roteador R1

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
O	172.16.10.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.20.2	110/2
C	172.16.20.0/24	GigabitEthernet1/0	---	0/0
O	172.16.30.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.20.2	110/2
C	172.16.40.0/24	GigabitEthernet0/0	---	0/0
O	172.16.50.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.40.5	110/2
O	172.16.60.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.40.5	110/2
O	192.168.73.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.20.2	110/3
O	192.168.74.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.40.5	110/3

Figura 20. Tabela Roteador R3

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	172.16.10.0/24	GigabitEthernet2/0	---	0/0
C	172.16.20.0/24	GigabitEthernet0/0	---	0/0
C	172.16.30.0/24	GigabitEthernet1/0	---	0/0
O	172.16.40.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.20.3	110/2
O	172.16.50.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.30.4	110/2
O	172.16.60.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.20.3	110/3
O	172.16.60.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.30.4	110/3
O	192.168.73.0/24	GigabitEthernet2/0	172.16.10.1	110/2
O	192.168.74.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.20.3	110/4
O	192.168.74.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.30.4	110/4

Figura 19. Tabela Roteador R2

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
O	172.16.10.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.30.2	110/2
O	172.16.20.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.30.2	110/2
C	172.16.30.0/24	GigabitEthernet1/0	---	0/0
O	172.16.40.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.50.5	110/2
C	172.16.50.0/24	GigabitEthernet0/0	---	0/0
O	172.16.60.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.50.5	110/2
O	192.168.73.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.30.2	110/3
O	192.168.74.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.50.5	110/3

Figura 21. Tabela Roteador R4

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
O	172.16.10.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.40.3	110/3
O	172.16.10.0/24	GigabitEthernet2/0	172.16.50.4	110/3
O	172.16.20.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.40.3	110/2
O	172.16.30.0/24	GigabitEthernet2/0	172.16.50.4	110/2
C	172.16.40.0/24	GigabitEthernet1/0	---	0/0
C	172.16.50.0/24	GigabitEthernet2/0	---	0/0
C	172.16.60.0/24	GigabitEthernet0/0	---	0/0
O	192.168.73.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.40.3	110/4
O	192.168.73.0/24	GigabitEthernet2/0	172.16.50.4	110/4
O	192.168.74.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.60.6	110/2

Figura 22. Tabela Roteador R5

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
O	172.16.10.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.60.5	110/4
O	172.16.20.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.60.5	110/3
O	172.16.30.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.60.5	110/3
O	172.16.40.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.60.5	110/2
O	172.16.50.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.60.5	110/2
C	172.16.60.0/24	GigabitEthernet1/0	---	0/0
O	192.168.73.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.60.5	110/5
C	192.168.74.0/24	FastEthernet0/0	---	0/0

Figura 23. Tabela Roteador R6

Uma análise a se fazer aqui é a de que o Roteador R0 não consegue enxergar as outras redes presentes na topologia, e nem as outras redes conseguem identificar que existe uma rede local em R0, este fato se deve ao fato de que ele não está conectado de fato a área 0, e esta será uma configuração necessária a realizar mais a frente.

4) *Vizinhança e eleição DR e BDR*: Aqui é necessário também visualizar a vizinhança identificada pelo protocolo ativos nos roteadores, o comando para visualizar esta informação é dado por `>show ip ospf neighbor` e o visualizado nos roteadores está registrado abaixo:

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

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
192.168.73.2	1	FULL/BDR	00:00:30	172.16.5.1	GigabitEthernet0/0

Figura 24. Vizinhança Roteador R0

Pode-se ver que pela figura anterior que para o roteador R0 o único vizinho conhecido é o roteador R1, este então, é responsável pelo backup caso a sua rede interna falhe provavelmente.

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

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
172.16.30.2	1	FULL/BDR	00:00:31	172.16.10.2	GigabitEthernet0/0
192.168.60.1	1	FULL/DR	00:00:32	172.16.5.10	GigabitEthernet1/0

Figura 25. Vizinhança Roteador R1

Para o roteador R1 por sua vez ele considera o roteador R0 como DR para enviar as atualizações multicast somente a ele, e caso esta conexão falhe ele irá usar o R2 como backup para assumir caso a conexão com R0 falhe.

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

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
172.16.40.3	1	FULL/BDR	00:00:30	172.16.20.3	GigabitEthernet0/0
172.16.50.4	1	FULL/BDR	00:00:37	172.16.30.4	GigabitEthernet1/0
192.168.73.2	1	FULL/DR	00:00:33	172.16.10.1	GigabitEthernet2/0

Figura 26. Vizinhança Roteador R2

Para o roteador R2, ele é considerou o roteador R1 para ser o DR, pois a rede local de R1 precisa de atualizações dele para que possam ter acesso a rede, assim foi escolhido o DR. E caso a conexão com R1 falhe ele precisa enviar as informações ao R3 e R4.

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

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
172.16.60.5	1	FULL/BDR	00:00:35	172.16.40.5	GigabitEthernet0/0
172.16.30.2	1	FULL/DR	00:00:39	172.16.20.2	GigabitEthernet1/0

Figura 27. Vizinhança Roteador R3

Para o roteador R3 ele considerou o roteador R2 como DR e caso esta conexão falhe, o seu BDR será dado pelo roteador R5, para que então os pacotes possam ser enviados para ele e tentem procurar um caminho para seguir, o que faz sentido.



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

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
172.16.60.5	1	FULL/BDR	00:00:34	172.16.50.5	GigabitEthernet0/0
172.16.30.2	1	FULL/DR	00:00:39	172.16.30.2	GigabitEthernet1/0

```
Router>
```

Figura 28. Vizinhança Roteador R4

Para o roteador R4 o processo foi semelhante ao roteador R3, ele considerou o roteador R2 como DR somente pela ordem de prioridade levando em conta o ID, e caso este link caia, ele envia os pacotes a R5 para então achar algum caminho para que os pacotes cheguem ao destino corretamente.

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

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
192.168.74.6	1	FULL/BDR	00:00:36	172.16.60.6	GigabitEthernet0/0
172.16.40.3	1	FULL/DR	00:00:34	172.16.40.3	GigabitEthernet1/0
172.16.50.4	1	FULL/DR	00:00:39	172.16.50.4	GigabitEthernet2/0

```
Router>
```

Figura 29. Vizinhança Roteador R5

Com o roteador R5 o processo foi semelhante ao roteador R2, porém, aqui o roteador priorizou enviar os pacotes multicast aos roteadores R3 e R4 somente pela ordem de prioridade de inserção provavelmente, e o seu BDR ficou sendo o roteador R6.

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

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
172.16.60.5	1	FULL/DR	00:00:37	172.16.60.5	GigabitEthernet1/0

```
Router>
```

Figura 30. Vizinhança Roteador R6

Para o roteador R6 seu enlace com o roteador R5 foi considerado DR, e como este é seu único vizinho, somente esta conexão foi feita.

Bom, uma análise que aqui cabe é que os campos de prioridade para a escolha dos links DR e BDR tem de ser setados no protocolo, eles não são definidos automaticamente. Outro fato que provavelmente ocorreu é o de que as prioridades foram sendo formadas conforme a ordem das conexões foi feita, então provavelmente no nosso cenário os dispositivos DR foram escolhidos primeiro por conta que a conexão foi feita primeira, e não porque realmente existe uma prioridade ali.

### C. Parte 2

Como foi possível observar na parte anterior do experimento, as redes não conseguem enxergar a rede local R0 e ela também não consegue identificar outras redes. Isso se deve ao fato de não estar conectada diretamente ao BGP. Para que isso seja possível, é necessário conectar virtualmente o R0 ao BGP, este é o objetivo desta parte do experimento.

1) *Configurar enlaces virtuais:* O primeiro passo é configurar os enlaces virtuais. É necessário realizar esta configuração nos roteadores R0 e no roteador R2 para que estes consigam, identificar um ao outro. A seguir pode-se ver como o roteador R0 será configurado:

Abaixo pode-se observar as configurações feitas no roteador R0 e em R2 para que o virtual-link pudesse funcionar:

```
Router#
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface loopback 0
Router(config-if)#ip address 3.3.3.3 255.255.255.0
Router(config-if)#
Router(config-if)#router ospf 1
Router(config-router)#router-id 3.3.3.3
Router(config-router)#area 100 virtual-link 1.1.1.1
Router(config-router)#^Z
Router#
```

Figura 31. Virtual-link R0

```
Router#
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface loopback 0
Router(config-if)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)#
Router(config-if)#router ospf 1
Router(config-router)#router-id 1.1.1.1
Router(config-router)#area 100 virtual-link 3.3.3.3
Router(config-router)#^Z
Router#
```

Figura 32. Virtual-link R02

Porém, somente com esses comandos não foi possível realizar a configuração completa, pois R0 não conhece o link virtual para o BGP (área 0). Este é o grande problema de configurar links virtuais, fazer com que os roteadores identifiquem esses links.

Na tentativa de solucionar o problema, tentou-se configurar uma rota estática de R0 para R1, e então de R1 a R2 somente os pacotes que vierem da interface que liga R1 a R0, porém, não foi possível obter êxito fazendo estas configurações.

### D. Parte 3

Aqui o objetivo é explorar qual o comportamento da rede quando algum dos links cai, e ver como as tabelas de roteamento se comportam meio a uma situação assim.

Para realizar o experimento, vamos derrubar o link entre R2 e R3 e analisar o comportamento das tabelas de roteamento de R2 e R3.

Como pode-se ver na figura a seguir, é possível ver que a rede 20 não existe mais na tabela de roteamento, e a rede se encaminha de organizar as rotas para os demais pontos da rede.

Routing Table for R2					Routing Table for R3				
Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric	Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	1.1.1.0/24	Loopback0	---	0/0	O	172.16.10.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.40.5	110/4
C	172.16.10.0/24	GigabitEthernet2/0	---	0/0	O	172.16.30.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.40.5	110/3
C	172.16.30.0/24	GigabitEthernet1/0	---	0/0	C	172.16.40.0/24	GigabitEthernet0/0	---	0/0
O	172.16.40.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.30.4	110/3	O	172.16.50.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.40.5	110/2
O	172.16.50.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.30.4	110/2	O	172.16.60.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.40.5	110/2
O	172.16.60.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.30.4	110/3	O	192.168.74.0/24	GigabitEthernet0/0	172.16.40.5	110/3
O	192.168.74.0/24	GigabitEthernet1/0	172.16.30.4	110/4					

Figura 33. Tabelas de Roteamento R2 e R3

E assim como as figuras acima, para os demais roteadores também acontece o mesmo processo, a rede se encarrega de recalcular as rotas, encontrar novas rotas para os roteadores, assim, a rede 20 não poderá ser vista.

#### IV. ANÁLISE

Aqui é importante analisar o que aconteceu no experimento como um todo. Começando revisitando a parte 1 do experimento em que o protocolo OSPF foi configurado em todos os roteadores, separando por áreas e implementando devidamente os IPs e redes como na topologia lógica(1) do experimento. Pode-se dizer que a primeira parte foi devidamente configurada e implementada segundo a topologia pelo fato de que nas tabelas de roteamento é possível identificar todas as redes, tanto do BGP quando das áreas 100 e 200.

Neste momento também pôde-se ver que era necessário a configuração de um link virtual da área 300 até o BGP para que a rede fosse identificada e a topologia fosse implementada devidamente. Porém, neste momento surgiram problemas para configurar o link virtual, este foi tentado por diversas maneiras, utilizando de rota estática para ensinar o caminho do link virtual de R0 até R2, porém, não houve um êxito nesta segunda parte, pois em cada um dos roteadores R0 e R2 foram feitas as configurações indicadas para a interface de *loopback* e do *router-id*.

Por último, foi possível analisar como a rede se altera quando um dos links caem, de forma a se organizar para que nenhum dos roteadores fique sem rota, o que pôde ser devidamente observado retirando o link entre R2 e R3, e observando as tabelas de todos os roteadores foi semelhante ao que aconteceu as tabelas de R2 e R3, como mostrado.

#### V. CONCLUSÃO

Após feito as etapas e com a pratica do foi possível realizar o planejamento de uma rede via roteamento OSPF e por meio do *Packet Tracer* realizar as simulações. Ademais, o experimento trouxe o entendimento e estudo a cerca de temas relevantes como área de *backbone*, as configurações de *Virtual-Link* os roteadores DR e BDR com seus respectivos processos.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Flavio Elias de Deus. Universidade de Brasília. (Brasil) [Laboratório de arquitetura e protocolos de redes]. *Roteiro do Experimento 5 - OSPF*, [https://aprender3.unb.br/pluginfile.php/730236/mod\\_resource/content/2/Roteiro%20Exp05%20-%20OSPF.pdf](https://aprender3.unb.br/pluginfile.php/730236/mod_resource/content/2/Roteiro%20Exp05%20-%20OSPF.pdf)
- [2] J. F. Kurose e K. W. Ross, *Computer Networks: A Top-Down Approach*. (5th ed.). Pearson Addison-Wesley, 2009.

- [3] Apresentação "Aula 05". Disponível em: [https://aprender3.unb.br/pluginfile.php/730285/mod\\_resource/content/1/Aula\\_05\\_-\\_OSPF\\_parte2\\_-\\_experimento\\_.pdf](https://aprender3.unb.br/pluginfile.php/730285/mod_resource/content/1/Aula_05_-_OSPF_parte2_-_experimento_.pdf)