



**Instituto Superior  
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra

INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA E SISTEMAS

LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA  
RAMO DE REDES E ADMINISTRAÇÃO DE SISTEMAS

# **Relatório do projeto de Encaminhamento de Dados**

Rafael Filipe Rodrigues Pereira  
2022150534

Coimbra, Junho de 2025

# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Planeamento</b>	<b>3</b>
2.1	Cálculo do espaço de endereços públicos . . . . .	3
2.2	Distribuição dos endereços ( <i>VLSM</i> ) e justificação das máscaras . .	3
2.3	Endereçamento Privado Interno . . . . .	3
2.4	Plano de Endereçamento Público . . . . .	4
2.5	Primeira e Última Sub-rede de Cada Localização . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Topologia da Rede</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Configuração dos <i>Routers</i></b>	<b>7</b>
4.1	Configuração Base (comum a todos) . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Protocolos de Encaminhamento</b>	<b>9</b>
5.1	Oficina - <i>RIPv2</i> . . . . .	9
5.2	Qualidade - <i>EIGRP</i> . . . . .	9
5.3	Escritórios - <i>IPv6 com túneis dinâmicos + OSPF</i> . . . . .	10
5.4	Armazém - <i>EIGRP</i> . . . . .	10
5.5	Loja - <i>RIPv2</i> . . . . .	10
5.6	Fabricação - <i>OSPF</i> . . . . .	10
5.7	Sede - <i>OSPF</i> . . . . .	10
<b>6</b>	<b>Testes e análise</b>	<b>11</b>
6.1	Tabelas de encaminhamento . . . . .	11
6.2	Ligação com o exterior . . . . .	13
6.2.1	1º Cenário . . . . .	13
6.2.2	2º Cenário . . . . .	13
6.2.3	3º Cenário . . . . .	14
6.2.4	4º Cenário . . . . .	14
<b>7</b>	<b>Conclusão</b>	<b>15</b>

# 1 Introdução

Este projeto teve como principal objetivo a criação, planeamento e configuração de uma rede de dados alargada e distribuída de uma organização, com requisitos semelhantes aos encontrados em redes empresariais reais.

A rede foi projetada para simular a infraestrutura de uma organização com uma sede e várias filiais geograficamente distribuídas e ligadas entre si. O projeto exigiu a utilização de três protocolos de encaminhamento dinâmico (*OSPF*, *RIP*, *EIGRP*), alguns mecanismos de segurança e de acesso remoto, endereçamento *IPv4* e *IPv6*, além de ligação redundante à Internet com *fallback* (ligação secundária).

Para a implementação e simulação da rede, foi utilizado o *GNS3*, permitindo a simulação de dispositivos Cisco com o recurso à imagem *IOU* (*IOS on Unix*). Esta plataforma proporcionou um ambiente de teste realista, onde foi possível configurar e testar a rede.

Este relatório encontra-se organizado de forma a refletir todas as etapas do trabalho desenvolvido: desde a conceção da topologia e plano de endereçamento até à análise do funcionamento dos protocolos, passando pela configuração dos serviços e análise do desempenho da rede.



## 2 Planeamento

### 2.1 Cálculo do espaço de endereços públicos

Para realizar a planificação do projeto, foi calculado e distribuído pela empresa o espaço atribuído pelo ISP. Foi atribuído pelo ISP o espaço 194.65.AC.0/21, onde:

$$AC = 8 \times ("n^\circ \text{aluno}" \bmod 32)$$

Então:

$$AC = 8 \times (2022150534 \bmod 32) \quad (=) \quad AC = 48$$

Logo, o espaço que resulta da atribuição é 194.65.48.0/21. Dado que o número de bits utilizado na máscara é 21:

$$32 - 21 = 11 \quad \text{e} \quad 2^{11} = 2048$$

Sendo assim, temos um total de 2.048 endereços.

### 2.2 Distribuição dos endereços (VLSM) e justificação das máscaras

É pedido no enunciado um mínimo de 10 sub-redes por filial. Como não é especificado o número de sub-redes para a sede (Administração), esta adota o mesmo critério. Cada sub-rede terá 1 *host*, independentemente da sua localização (filial ou sede). O plano inicial era colocar 2 *hosts* por sub-rede, mas, devido a limitações do GNS3, tal não é possível.

A escolha das máscaras de cada sub-rede teve como base os dispositivos que cada localização pode ter e vir a ter. Essa escolha teve em atenção a utilização de VLSM, como pedido no enunciado. Em relação às máscaras utilizadas, localizações como a administração e escritórios provavelmente vão possuir um maior número de dispositivos ligados à rede do que a oficina e a fabricação, daí as máscaras utilizadas. Com este planeamento restam 528 endereços públicos (1.520 endereços usados - 2.048 totais), os quais ficarão de reserva para expansões futuras ou ajustes onde necessário (*Tabela 1*).

### 2.3 Endereçamento Privado Interno

Para a comunicação entre os equipamentos ativos (*routers*) dentro das filiais e sede, foi utilizado endereçamento *IPv4* privado 192.168.X.0/24 (X incrementa de filial em filial).

Para o endereçamento entre as filiais (*serial*) foi utilizada a gama 10.0.0.0/30.

## 2.4 Plano de Endereçamento Público

A Tabela 1 mostra o plano de endereçamento público utilizado para cada localização.

Localização	Hosts disponíveis	Máscara	Endereços (x10)
Administração	62 (64-2)	/26	640
Armazém	6 (8-2)	/29	80
Escritórios	30 (32-2)	/27	320
Fabricação	6 (8-2)	/29	80
Loja	14 (16-2)	/28	160
Oficina	6 (8-2)	/29	80
Qualidade	14 (16-2)	/28	160
Total			1.520

Tabela 1: Plano do Endereçamento Público

## 2.5 Primeira e Última Sub-rede de Cada Localização

A Tabela 2 mostra qual a primeira e última sub-rede de cada localização. Esta tabela foi uma grande ajuda na hora de atribuir os IP's pelos equipamentos durante a realização do projeto.

Localização	Máscara	Primeira Sub-rede	Última Sub-rede
Administração	/26 (255.255.255.192)	194.65.48.0/26	194.65.50.127/26
Escritórios	/27 (255.255.255.224)	194.65.50.128/27	194.65.51.191/27
Loja	/28 (255.255.255.240)	194.65.51.192/28	194.65.52.95/28
Qualidade	/28 (255.255.255.240)	194.65.52.96/28	194.65.52.255/28
Armazém	/29 (255.255.255.248)	194.65.53.0/29	194.65.53.79/29
Fabricação	/29 (255.255.255.248)	194.65.53.80/29	194.65.53.15/29
Oficina	/29 (255.255.255.248)	194.65.53.160/29	194.65.53.239/29

Tabela 2: Primeira e Última Sub-rede de Cada Localização

### 3 Topologia da Rede

A topologia utilizada (Figura 1) foi a seguinte:

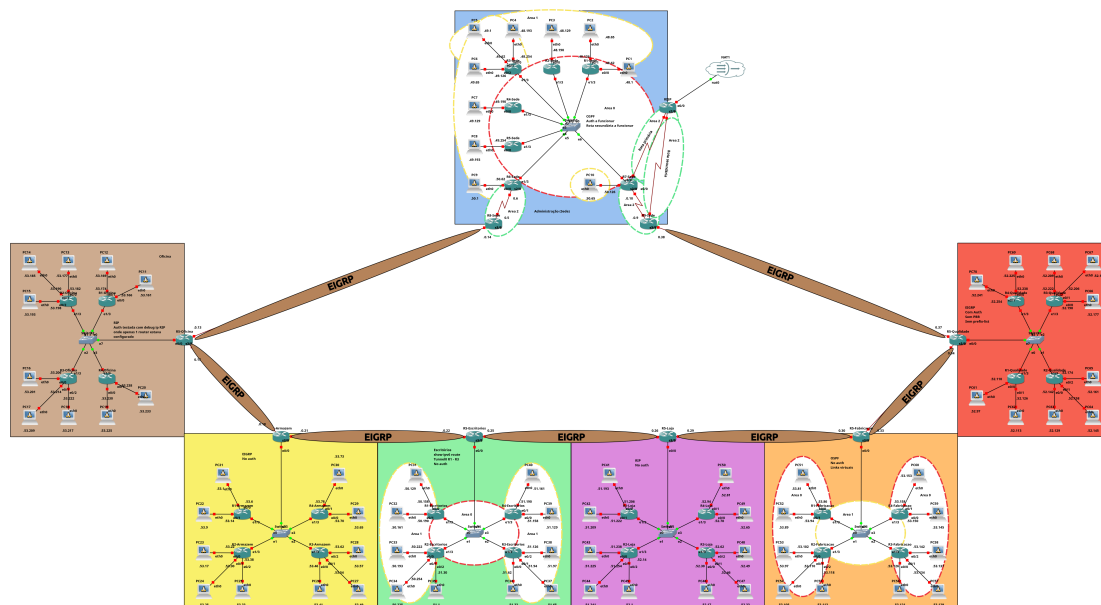


Figura 1: Topologia do projeto

A escolha desta topologia teve como principal objetivo garantir uma estrutura organizada, centralizada e segmentada por áreas. Esta abordagem facilitou (bastante) a configuração da rede, melhorou a sua manutenção quando apareceram problemas, permite uma monitorização mais eficiente e proporciona redundância.

As filiais e a sede encontram-se ligadas com auxílio ao protocolo *EIGRP* e todas comunicam tanto entre si, como com o exterior.

Todos os critérios do enunciado em relação à quantidade de redes e equipamentos ativos foram respeitados e cumpridos.

Foram implementadas duas rotas de acesso ao exterior, assegurando disponibilidade contínua mesmo em caso de falhas. A rota secundária foi posicionada na sede, e não numa das filiais, para manter o critério de centralização da rede, onde a sede atua como o ponto central de controlo e distribuição.





## 4 Configuração dos *Routers*

### 4.1 Configuração Base (comum a todos)

Todos os *routers* têm uma configuração base, isto é, comum a todos. A lista de comandos utilizada foi a seguinte:

```
enable
configure terminal

hostname <NOME_DO_ROUTER>

banner motd #Bem-vindo ao router <NOME_DO_ROUTER>#
service password-encryption

line vty 0 1
    password cisco
    login
    transport input telnet
    exec-timeout 10
exit

enable secret cisco
```

Comandos 1: Configuração Comum

Esta lista de comandos visa preencher os pedidos da alínea 21 do enunciado e está presente em todos os *routers* do projeto.

Os restantes comandos utilizados para configurar os protocolos não serão aqui mostrados de modo a manter o relatório objetivo. No entanto, nos 5 *routers* que cada filial possui, todos têm uma configuração semelhante entre si, no que toca ao protocolo utilizado naquela filial, com exceção do *router* que faz a comunicação com o exterior da filial (nas filiais o *router* 5), que contém alguns comandos extras devido à necessidade de fazer a sumarização das redes dentro da respetiva filial e comunicar com o resto da rede da organização através do protocolo *EIGRP*.

A sede segue um princípio semelhante, tendo apenas os *routers* R7, R8, R9 e RISP com alguns comandos mais específicos para manter a comunicação com o exterior em caso de falha da rota primária e ter a rota principal bem configurada.



## 5 Protocolos de Encaminhamento

Um dos requisitos do projeto é que cada filial sem um protocolo especificado no enunciado deve ter um dos protocolos de encaminhamento das filiais às quais foi especificado um protocolo. O protocolo utilizado nas filiais sem especificação deve ser distinto entre estas. Sendo assim, os protocolos utilizados em cada filial foram os seguintes:

Localização	Protocolo
Oficinas	RIPv2 (com autenticação)
Qualidade	EIGRP (com autenticação, sem <i>PBR</i> nem <i>prefix-list</i> )
Escritórios	OSPF com Ipv6 com túneis dinâmicos
Armazém	EIGRP (sem autenticação, feita na qualidade)
Loja	RIPv2 (sem autenticação, feita nas oficinas)
Fabricação	OSPF com <i>virtual-links</i> (sem autenticação, feita na sede)
Sede	OSPF (com autenticação)

Tabela 3: Protocolos Utilizados

Todas as filiais comunicam bem entre si, com a sede e com o exterior.

### 5.1 Oficina - RIPv2

Na oficina foi pedido para utilizar *RIPv2*. Este protocolo foi fácil de implementar e configurar, sendo apenas necessário colocar em cada *router* as redes das suas portas e o comando *no auto-summary* (causou alguns problemas antes de ser aplicado). A autenticação deste protocolo também foi fácil de implementar e foi testada com o comando *debug ip RIP*.

O *router* 5 (saída) desta filial faz a sumarização das redes nela presentes.

### 5.2 Qualidade - EIGRP

Na filial qualidade foi pedido para utilizar o protocolo *EIGRP* com *policy based routes* e *prefix-list*. Apenas foi implementado o protocolo *EIGRP* com autenticação, não tendo sido cumpridos os outros dois critérios. A autenticação mostrou-se em funcionamento assim que começou a ser configurada de *router* em *router*. À medida que era configurada, a comunicação era restabelecida com os *routers* que já a tinham.

Também nesta filial o *router* 5 faz sumarização das suas redes.

### 5.3 Escritórios - *IPv6 com túneis dinâmicos + OSPF*

Nos escritórios foi pedido para utilizar *OSPF* e *IPv6* com túneis dinâmicos. Ambos os critérios foram cumpridos. Para realizar a parte dos túneis dinâmicos, foi feito um túnel entre R1 e R3. Nesta filial, o protocolo não possui autenticação. A autenticação em *OSPF* foi feita na sede, não achando, então, necessário estar a repetir para esta filial.

Ao contrário de outras filiais, o *router* 5 desta filial não faz a sumarização das redes desta. No final do projeto, estava a ter problemas nas tabelas de encaminhamento, tendo assim a necessidade de remover a sumarização deste *router*, o que resolveu o problema. Como a sede e esta filial têm blocos .50, algumas redes estavam a ser incluídas na localização errada, causando conflito na propagação de rotas, o que se notava quando a rota primária e a ligação entre o *router* 7 e 9 da sede estavam indisponíveis.

### 5.4 Armazém - *EIGRP*

Nesta filial não há muito a dizer. Foi utilizado o protocolo *EIGRP* sem autenticação, sendo a justificação a mesma dada anteriormente. A autenticação em *EIGRP* foi feita na filial da qualidade, não achando necessário repetir o processo nesta filial.

Aqui o *router* 5 faz a sumarização das redes que se encontram nesta filial.

### 5.5 Loja - *RIPv2*

Na loja foi também aplicado o protocolo *RIPv2* sem autenticação.

O *router* 5 desta filial faz a sumarização das suas redes.

### 5.6 Fabricação - *OSPF*

Na fabricação foi implementado o protocolo *OSPF* com o objetivo de explorar *links* virtuais, algo que não foi possível na sede dado à sua topologia. Também não possui autenticação.

O *router* 5 desta filial faz sumarização das redes nela presentes.

### 5.7 Sede - *OSPF*

Na sede foi aplicado exclusivamente o protocolo *OSPF* com autenticação. Foi necessário projetar alguns caminhos em caso de falha da rota principal e configurar o *RISP* com *NAT* para comunicação com o exterior, o que foi um bom desafio.

Como foi referido anteriormente, houve alguns problemas com a sumarização da rede .50 tendo sido necessário remover do *router* 8 o comando que o fazia. O *router* 9 faz sumarização do bloco .48 e .49.

## 6 Testes e análise

### 6.1 Tabelas de encaminhamento

**Nota:** Apenas foram colocadas as tabelas dos routers que mostraram problemas com a sumarização no decorrer do projeto, pois demonstraram-se os mais relevantes na propagação das rotas para o resto da organização.

```

File Edit View Search Terminal Tabs Help
R5-Escritorios
R5-Oficina
R5-Escritorios
R5-Liga
R5-Fabricacao
R5-Quiloteja
R5-Sede
R5-Sede
R5-Sede

Gateway of last resort is 10.0.0.21 to network 0.0.0.0
D*EX 0.0.0.0/0 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:02:41, Serial3/3
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 2 masks
D EX 10.0.0.4/30 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:02:48, Serial3/3
D EX 10.0.0.8/30 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:02:46, Serial3/3
D 10.0.0.12/30 [90/3705856] via 10.0.0.21, 00:03:19, Serial3/3
D 10.0.0.16/30 [90/3705856] via 10.0.0.21, 00:03:19, Serial3/3
C 10.0.0.20/30 is directly connected, Serial3/3
L 10.0.0.24/30 is directly connected, Serial3/3
C 10.0.0.28/30 is directly connected, Serial2/0
D 10.0.0.32/30 [90/3705856] via 10.0.0.26, 00:03:14, Serial2/0
D EX 10.0.0.36/30 [90/3705856] via 10.0.0.26, 00:03:11, Serial2/0
D 10.0.0.40/30 [90/3705856] via 10.0.0.26, 00:03:09, Serial2/0
D EX 10.0.0.44/30 [90/3705856] via 10.0.0.21, 00:02:46, Serial3/3
D EX 10.0.0.48/30 [90/3705856] via 10.0.0.21, 00:02:46, Serial3/3
D EX 192.168.1.0/24 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:03:19, Serial3/3
D EX 192.168.2.0/24 [90/2195456] via 10.0.0.21, 00:03:19, Serial3/3
192.168.3.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.3.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
L 192.168.3.32 is directly connected, Ethernet0/0
D EX 192.168.4.0/24 [170/3219456] via 10.0.0.26, 00:03:14, Serial2/0
D EX 192.168.5.0/24 [170/3219456] via 10.0.0.26, 00:03:11, Serial2/0
D 192.168.6.0/24 [90/3219456] via 10.0.0.26, 00:03:09, Serial2/0
194.65.48.0/26 is subnetted, 4 subnets
D EX 194.65.48.0 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:02:41, Serial3/3
D EX 194.65.48.64 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:02:41, Serial3/3
D EX 194.65.48.128 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:02:41, Serial3/3
D EX 194.65.48.192 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:02:41, Serial3/3
194.65.49.0/26 is subnetted, 3 subnets
D EX 194.65.49.0 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:02:41, Serial3/3
D EX 194.65.49.64 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:02:41, Serial3/3
D EX 194.65.49.128 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:02:41, Serial3/3
194.65.50.0/24 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D EX 194.65.50.0/24 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:02:48, Serial3/3
D EX 194.65.50.64/26 [170/3219456] via 10.0.0.21, 00:02:48, Serial3/3
D IA 194.65.50.128/27 [110/20] via 192.168.3.1, 00:02:35, Ethernet0/0
D IA 194.65.50.160/27 [110/20] via 192.168.3.1, 00:02:35, Ethernet0/0
D IA 194.65.50.192/27 [110/20] via 192.168.3.2, 00:02:35, Ethernet0/0
D IA 194.65.50.224/27 [110/20] via 192.168.3.2, 00:02:35, Ethernet0/0
194.65.51.0/24 is variably subnetted, 10 subnets, 2 masks
D IA 194.65.51.0/27 [110/20] via 192.168.3.2, 00:02:35, Ethernet0/0
D IA 194.65.51.32/27 [110/20] via 192.168.3.3, 00:02:35, Ethernet0/0
D IA 194.65.51.64/27 [110/20] via 192.168.3.3, 00:02:35, Ethernet0/0
D IA 194.65.51.96/27 [110/20] via 192.168.3.3, 00:02:35, Ethernet0/0
D IA 194.65.51.128/27 [110/20] via 192.168.3.4, 00:02:35, Ethernet0/0
D IA 194.65.51.160/27 [110/20] via 192.168.3.4, 00:02:35, Ethernet0/0
D EX 194.65.51.192/28 [170/2195456] via 10.0.0.26, 00:03:14, Serial2/0
D EX 194.65.51.208/28 [170/2195456] via 10.0.0.26, 00:03:14, Serial2/0

```

Figura 2: Tabela de encaminhamento do router 5 dos escritórios

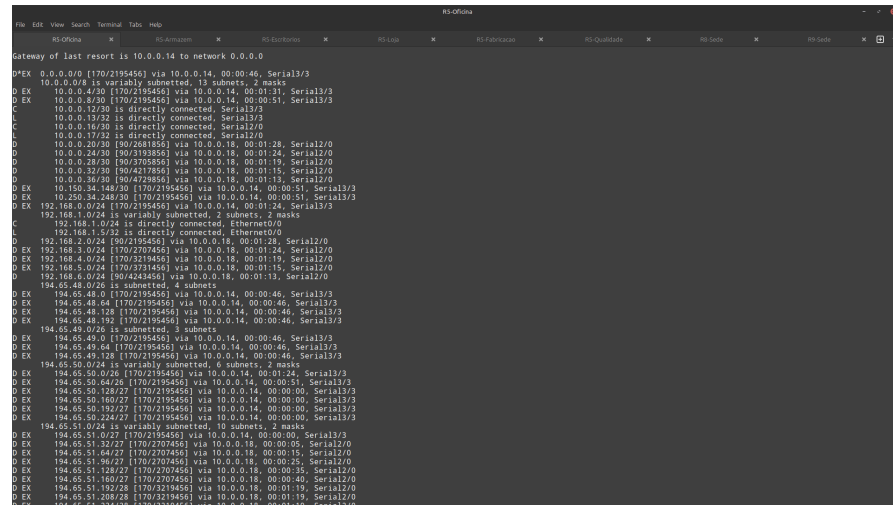
```

File Edit View Search Terminal Tabs Help
R5-Fabricacao
R5-Oficina
R5-Escritorios
R5-Liga
R5-Fabricacao
R5-Quiloteja
R5-Sede
R5-Sede
R5-Sede

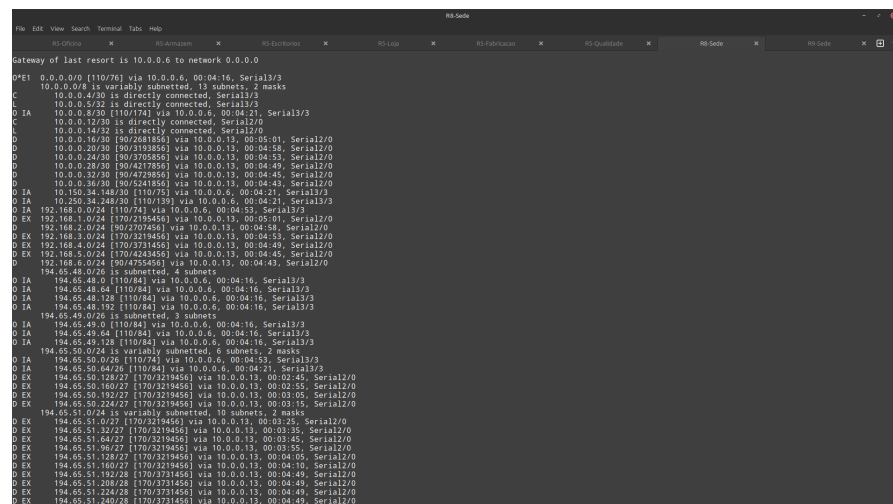
Gateway of last resort is 10.0.0.34 to network 0.0.0.0
D*EX 0.0.0.0/0 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:38, Serial2/0
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 2 masks
D EX 10.0.0.4/30 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:38, Serial2/0
D EX 10.0.0.8/30 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:59, Serial2/0
D 10.0.0.12/30 [90/4417856] via 10.0.0.29, 00:04:01, Serial3/3
D 10.0.0.16/30 [90/3705856] via 10.0.0.29, 00:04:01, Serial3/3
D 10.0.0.20/30 [90/3705856] via 10.0.0.29, 00:04:01, Serial3/3
D 10.0.0.24/30 [90/3705856] via 10.0.0.29, 00:04:01, Serial3/3
C 10.0.0.28/30 is directly connected, Serial3/3
L 10.0.0.32/30 is directly connected, Serial3/3
C 10.0.0.36/30 is directly connected, Serial2/0
D 10.0.0.40/30 [90/2881856] via 10.0.0.34, 00:03:59, Serial2/0
D EX 10.0.0.44/30 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:38, Serial2/0
D EX 10.0.0.48/30 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:43, Serial2/0
D EX 192.168.1.0/24 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:33, Serial2/0
D EX 192.168.2.0/24 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:04:01, Serial2/0
D EX 192.168.3.0/24 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:33, Serial2/0
D EX 192.168.4.0/24 [170/2707456] via 10.0.0.29, 00:03:33, Serial3/3
D EX 192.168.5.0/24 [170/2707456] via 10.0.0.29, 00:03:33, Serial3/3
192.168.6.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.6.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
L 192.168.6.32 is directly connected, Ethernet0/0
D 192.168.6.64 [90/2195456] via 10.0.0.34, 00:03:59, Serial2/0
194.65.48.0/26 is subnetted, 4 subnets
D EX 194.65.48.0 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:38, Serial2/0
D EX 194.65.48.64 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:38, Serial2/0
D EX 194.65.48.128 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:38, Serial2/0
D EX 194.65.48.192 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:38, Serial2/0
194.65.49.0/26 is subnetted, 3 subnets
D EX 194.65.49.0 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:38, Serial2/0
D EX 194.65.49.64 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:38, Serial2/0
D EX 194.65.49.128 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:38, Serial2/0
194.65.50.0/24 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D EX 194.65.50.0/24 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:38, Serial2/0
D EX 194.65.50.64/26 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:03:38, Serial2/0
D EX 194.65.50.128/27 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:01:55, Serial2/0
D EX 194.65.50.160/27 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:01:55, Serial2/0
D EX 194.65.50.192/27 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:02:05, Serial2/0
D EX 194.65.50.224/27 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:02:05, Serial2/0
194.65.51.0/24 is variably subnetted, 10 subnets, 2 masks
D EX 194.65.51.0/27 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:02:15, Serial2/0
D EX 194.65.51.32/27 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:02:25, Serial2/0
D EX 194.65.51.64/27 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:02:25, Serial2/0
D EX 194.65.51.96/27 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:02:25, Serial2/0
D EX 194.65.51.128/27 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:02:35, Serial2/0
D EX 194.65.51.160/27 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:02:35, Serial2/0
D EX 194.65.51.192/28 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:02:45, Serial2/0
D EX 194.65.51.208/28 [170/2707456] via 10.0.0.34, 00:02:45, Serial2/0

```

Figura 3: Tabela de encaminhamento do router 5 da fabricação



```
File Edit View Search Terminal Tabs Help
R5-Oficina x R5-Armazem x R5-Estoque x R5-Liga x R5-Fabricacao x R5-Qualidade x R5-Sede x R5-Socis x
Gateway of last resort is 10.0.0.14 to network 0.0.0.0
PFEI 0.0.0.0/0 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:46, Serial3/3
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 2 masks
D EX 10.0.0.4/30 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:01:31, Serial3/3
D EX 10.0.0.8/30 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:51, Serial3/3
C 10.0.0.12/30 is directly connected, Serial3/3
L 10.0.0.16/30 is directly connected, Serial3/3
C 10.0.0.16/30 is directly connected, Serial2/0
L 10.0.0.16/30 is directly connected, Serial2/0
D 10.0.0.20/30 [90/2681856] via 10.0.0.18, 00:01:28, Serial2/0
D 10.0.0.24/30 [90/2193856] via 10.0.0.18, 00:01:24, Serial2/0
D 10.0.0.28/30 [90/3705856] via 10.0.0.18, 00:01:19, Serial2/0
D 10.0.0.32/30 [90/4217856] via 10.0.0.18, 00:01:15, Serial2/0
D 10.0.0.36/30 [90/4729856] via 10.0.0.18, 00:01:13, Serial2/0
D EX 10.150.34.148/30 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:51, Serial3/3
D EX 10.250.34.248/30 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:51, Serial3/3
D EX 192.168.0.0/24 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:01:24, Serial3/3
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
L 192.168.1.5/32 is directly connected, Ethernet0/0
D 192.168.2.0/24 [90/2195456] via 10.0.0.18, 00:01:28, Serial2/0
D EX 192.168.3.0/24 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:46, Serial3/3
D EX 192.168.4.0/24 [170/3219456] via 10.0.0.18, 00:01:19, Serial2/0
D EX 192.168.5.0/24 [170/3731456] via 10.0.0.18, 00:01:15, Serial2/0
D 192.168.6.0/24 [90/4243456] via 10.0.0.18, 00:01:13, Serial2/0
194.05.48.0/26 is subnetted, 4 subnets
D EX 194.05.48.0 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:46, Serial3/3
D EX 194.05.48.64 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:46, Serial3/3
D EX 194.05.48.128 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:46, Serial3/3
D EX 194.05.48.192 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:46, Serial3/3
194.05.49.0/26 is subnetted, 3 subnets
D EX 194.05.49.0 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:46, Serial3/3
D EX 194.05.49.64 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:46, Serial3/3
D EX 194.05.49.128 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:46, Serial3/3
194.05.50.0/24 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D EX 194.05.50.0/26 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:01:24, Serial3/3
D EX 194.05.50.64/26 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:51, Serial3/3
D EX 194.05.50.128/27 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:06, Serial3/3
D EX 194.05.50.160/27 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:00, Serial3/3
D EX 194.05.50.192/27 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:00, Serial3/3
D EX 194.05.50.224/27 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:00, Serial3/3
194.05.51.0/24 is variably subnetted, 10 subnets, 2 masks
D EX 194.05.51.0/27 [170/2195456] via 10.0.0.14, 00:00:00, Serial3/3
D EX 194.05.51.32/27 [170/2707456] via 10.0.0.18, 00:00:00, Serial2/0
D EX 194.05.51.64/27 [170/2707456] via 10.0.0.18, 00:00:15, Serial2/0
D EX 194.05.51.96/27 [170/2707456] via 10.0.0.18, 00:00:25, Serial2/0
D EX 194.05.51.128/27 [170/2707456] via 10.0.0.18, 00:00:35, Serial2/0
D EX 194.05.51.160/27 [170/2707456] via 10.0.0.18, 00:00:40, Serial2/0
D EX 194.05.51.192/27 [170/2707456] via 10.0.0.18, 00:01:19, Serial2/0
D EX 194.05.51.208/28 [170/3219456] via 10.0.0.18, 00:01:19, Serial2/0
D EX 194.05.51.224/28 [170/3219456] via 10.0.0.18, 00:01:19, Serial2/0
D EX 194.05.51.240/28 [170/3219456] via 10.0.0.18, 00:01:19, Serial2/0
```

Figura 4: Tabela de encaminhamento do *router* 5 da oficina

```
File Edit View Search Terminal Tabs Help
R8-Sede x R5-Oficina x R5-Armazem x R5-Estoque x R5-Liga x R5-Fabricacao x R5-Qualidade x R8-Sede x R8-Socis x
Gateway of last resort is 10.0.0.6 to network 0.0.0.0
PFEI 0.0.0.0/0 [110/76] via 10.0.0.6, 00:04:16, Serial3/3
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 2 masks
D EX 10.0.0.4/30 is directly connected, Serial3/3
L 10.0.0.5/32 is directly connected, Serial3/3
D IA 10.0.0.8/30 [110/174] via 10.0.0.6, 00:04:21, Serial3/3
C 10.0.0.12/30 is directly connected, Serial2/0
L 10.0.0.14/32 is directly connected, Serial2/0
D 10.0.0.16/30 [90/2681856] via 10.0.0.13, 00:05:01, Serial2/0
D 10.0.0.20/30 [90/3193856] via 10.0.0.13, 00:04:58, Serial2/0
D 10.0.0.24/30 [90/3705856] via 10.0.0.13, 00:04:53, Serial2/0
D 10.0.0.28/30 [90/4217856] via 10.0.0.13, 00:04:49, Serial2/0
D 10.0.0.32/30 [90/4729856] via 10.0.0.13, 00:04:45, Serial2/0
D 10.0.0.36/30 [90/5241856] via 10.0.0.13, 00:04:43, Serial2/0
D IA 10.150.34.148/30 [110/174] via 10.0.0.6, 00:04:21, Serial3/3
D IA 10.250.34.248/30 [110/139] via 10.0.0.6, 00:04:21, Serial3/3
D IA 192.168.0.0/24 [110/74] via 10.0.0.6, 00:04:53, Serial3/3
D EX 192.168.1.0/24 [170/2195456] via 10.0.0.13, 00:05:01, Serial2/0
D 192.168.2.0/24 [90/2707456] via 10.0.0.13, 00:04:58, Serial2/0
D EX 192.168.3.0/24 [170/3219456] via 10.0.0.13, 00:04:53, Serial2/0
D EX 192.168.4.0/24 [170/3731456] via 10.0.0.13, 00:04:49, Serial2/0
D EX 192.168.5.0/24 [170/4243456] via 10.0.0.13, 00:04:45, Serial2/0
D 192.168.6.0/24 [90/4755456] via 10.0.0.13, 00:04:43, Serial2/0
194.05.48.0/26 is subnetted, 4 subnets
D IA 194.05.48.0 [110/84] via 10.0.0.6, 00:04:16, Serial3/3
D IA 194.05.48.64 [110/84] via 10.0.0.6, 00:04:16, Serial3/3
D IA 194.05.48.128 [110/84] via 10.0.0.6, 00:04:16, Serial3/3
D IA 194.05.48.192 [110/84] via 10.0.0.6, 00:04:16, Serial3/3
194.05.49.0/26 is subnetted, 3 subnets
D IA 194.05.49.0 [110/84] via 10.0.0.6, 00:04:16, Serial3/3
D IA 194.05.49.64 [110/84] via 10.0.0.6, 00:04:16, Serial3/3
D IA 194.05.49.128 [110/84] via 10.0.0.6, 00:04:16, Serial3/3
194.05.50.0/24 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D IA 194.05.50.0/26 [110/74] via 10.0.0.6, 00:04:53, Serial3/3
D IA 194.05.50.64/26 [110/84] via 10.0.0.6, 00:04:21, Serial3/3
D EX 194.05.50.128/27 [170/3219456] via 10.0.0.13, 00:02:45, Serial2/0
D EX 194.05.50.160/27 [170/3219456] via 10.0.0.13, 00:02:15, Serial2/0
D EX 194.05.50.192/27 [170/3219456] via 10.0.0.13, 00:03:05, Serial2/0
D EX 194.05.50.224/27 [170/3219456] via 10.0.0.13, 00:03:15, Serial2/0
194.05.51.0/24 is variably subnetted, 10 subnets, 2 masks
D EX 194.05.51.0/27 [170/3219456] via 10.0.0.13, 00:03:25, Serial2/0
D EX 194.05.51.32/27 [170/3219456] via 10.0.0.13, 00:03:10, Serial2/0
D EX 194.05.51.64/27 [170/3219456] via 10.0.0.13, 00:03:45, Serial2/0
D EX 194.05.51.96/27 [170/3219456] via 10.0.0.13, 00:03:50, Serial2/0
D EX 194.05.51.128/27 [170/3219456] via 10.0.0.13, 00:04:05, Serial2/0
D EX 194.05.51.160/27 [170/3219456] via 10.0.0.13, 00:04:10, Serial2/0
D EX 194.05.51.192/28 [170/3731456] via 10.0.0.13, 00:04:49, Serial2/0
D EX 194.05.51.208/28 [170/3731456] via 10.0.0.13, 00:04:49, Serial2/0
D EX 194.05.51.224/28 [170/3731456] via 10.0.0.13, 00:04:49, Serial2/0
D EX 194.05.51.240/28 [170/3731456] via 10.0.0.13, 00:04:49, Serial2/0
```

Figura 5: Tabela de encaminhamento do *router* 8 da sede

## 6.2 Ligação com o exterior

A sede comunica com as filiais através de R8 e R9. Apesar disso, todo o tráfego tem de passar por R7 quando é para comunicar com o exterior, pois a rota primária encontra-se em R7. R8 está ligado a R7 através do *router* 6 e R9 tem uma ligação direta a R7 para aceder à rota primária. A rota secundária sai de R9. Sendo assim, para efeitos de teste, foram escolhidos 3 cenários:

- 1º Rota primária disponível.
- 2º Falha a rota primária.
- 3º Falha na rota primária e na ligação R7-R9.
- 4º Falha na ligação R7-R9

### 6.2.1 1º Cenário

```
R8-Sede#traceroute 2.2.2.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 2.2.2.2
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 10.0.0.6 8 msec 9 msec 8 msec
 2 192.168.0.7 8 msec 8 msec 8 msec
 3 10.150.34.150 17 msec 17 msec 17 msec
```

Figura 6: *Traceroute* de R8 para 2.2.2.2

Como é possível ver na Figura 6, a rota utilizada é R8-R6-R7-RISP. Está a utilizar a rota primária.

### 6.2.2 2º Cenário

```
R8-Sede#traceroute 2.2.2.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 2.2.2.2
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 10.0.0.6 5 msec 8 msec 8 msec
 2 192.168.0.7 9 msec 8 msec 9 msec
 3 10.0.0.9 17 msec 16 msec 17 msec
 4 10.250.34.250 25 msec 25 msec 25 msec
```

Figura 7: *Traceroute* de R8 para 2.2.2.2

Está a utilizar a rota R8-R6-R7-R9-RISP. Está a utilizar a rota secundária.

### 6.2.3 3º Cenário

```
R8-Sede#traceroute 2.2.2.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 2.2.2.2
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 10.0.0.13 8 msec 6 msec 8 msec
 2 10.0.0.18 17 msec 17 msec 16 msec
 3 10.0.0.22 25 msec 25 msec 25 msec
 4 10.0.0.26 33 msec 33 msec 33 msec
 5 10.0.0.30 38 msec 41 msec 42 msec
 6 10.0.0.34 50 msec 48 msec 50 msec
 7 10.0.0.38 58 msec 58 msec 53 msec
 8 10.250.34.250 63 msec 66 msec 67 msec
```

Figura 8: *Traceroute* de R8 para 2.2.2.2

Está a utilizar a rota R8-[R5-Oficina]-[R5-Armazém]-[R5-Escritórios]-[R5-Loja]-[R5-Fabricação]-[R5-Qualidade]-R9-RISP. Dá a volta à organização para chegar à rota secundária e comunicar com o RISP. Os restantes *routers* da sede, incluindo o *router* 7, fazem o mesmo.

### 6.2.4 4º Cenário

```
R5-Escritorios#traceroute 2.2.2.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 2.2.2.2
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 10.0.0.21 8 msec 9 msec 8 msec
 2 10.0.0.17 17 msec 16 msec 17 msec
 3 10.0.0.14 25 msec 25 msec 25 msec
 4 10.0.0.6 33 msec 31 msec 33 msec
 5 192.168.0.7 42 msec 42 msec 41 msec
 6 10.150.34.150 36 msec 41 msec 42 msec
```

Figura 9: *Traceroute* de R5-Escritórios para 2.2.2.2

```
R5-Loja#traceroute 2.2.2.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 2.2.2.2
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 10.0.0.30 8 msec 7 msec 8 msec
 2 10.0.0.34 17 msec 16 msec 17 msec
 3 10.0.0.38 24 msec 23 msec 24 msec
 4 10.250.34.250 34 msec 33 msec 32 msec
```

Figura 10: *Traceroute* de R5-Loja para 2.2.2.2

Neste cenário acontece a R8 o mesmo que no primeiro cenário. No entanto R5-Escritórios utiliza a rota primária através de R8 e R5-Loja a rota secundária através de R9. Caso a rota secundária não esteja em funcionamento, todos os *routers* (incluindo R9) utilizam a rota primária através de R8.



## 7 Conclusão

A realização deste projeto permitiu aplicar os conceitos abordados na unidade curricular. Os desafios e erros que apareceram ao longo do projeto e a forma como foram resolvidos ajudaram a consolidar a matéria abordada no decorrer do semestre.

O resultado final foi de encontro com o esperado, tendo todos os requisitos do projeto sido preenchidos, com exceção das alíneas 12 e 14 do enunciado e algumas localizações não terem sumarização devido a conflitos nas tabelas de encaminhamento. A autenticação dos protocolos foi explorada nos três protocolos utilizados (*OSPF*, *EIGRP* e *RIPv2*), excluindo assim a necessidade de a repetir em todas as localizações. Em todo o projeto não foram configuradas quaisquer rotas estáticas, tendo sido utilizados unicamente os protocolos de encaminhamento dinâmico.

Foi bastante interessante resolver determinados problemas, como o porquê de não ser possível fazer *ping* a determinadas localizações e ser necessário analisar o *traceroute* e as tabelas de encaminhamento dos *routers* de forma a resolver o problema corretamente (eram algumas sumarizações mal feitas).