

# Instituto Politécnico de Lisboa (IPL)

## Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL)

Área Departamental de Engenharia da  
Eletrónica e Telecomunicações e de Computadores(ADEETC)  
LEETC, LEIC, LEIM, LEIRT, MEIC

### Redes de Internet (RI) – Trabalho nº 2 (OSPF)

Inverno de 2020/2021 - Data limite de entrega: **Ver Moodle**

Este trabalho tem como objetivo o aprofundamento dos conhecimentos sobre o protocolo OSPF.

**O trabalho prático é de execução por grupos de até 3 alunos, podendo existir avaliação do grupo e/ou individual sobre a realização do mesmo e o tema que envolve. O docente decidirá conforme os relatórios entregues e as notas individuais se fará, e com que grupos fará, a discussão final dos trabalhos.**

Este trabalho, tal como os seguintes, é considerado pedagogicamente fundamental (“[NORMAS DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS](#)”, Conselho Pedagógico do ISEL, ponto 2.3.1).

É assumido que os alunos sabem utilizar convenientemente os comandos de configuração dos equipamentos, incluindo os de *show* e *debug*, para validar o seu trabalho e resolver os desafios que lhes vão aparecendo.

**Recomenda-se o uso do GNS3, pode no entanto ser usado outro simulador, o PT não inclui as capacidade suficientes.**

O relatório deve incluir na identificação, para além do número do grupo e dos alunos, os respetivos nomes e o curso. Deve incluir, em anexo, os ficheiros de configuração das várias fases do simulador e a justificação das escolhas efetuadas. Deve incluir um [link](#) para a exportação do projeto em GNS3 (“*Export Portable Project*”).

**Nota: Ler TODO o enunciado antes de se começar a configurar os equipamentos!**

## Introdução

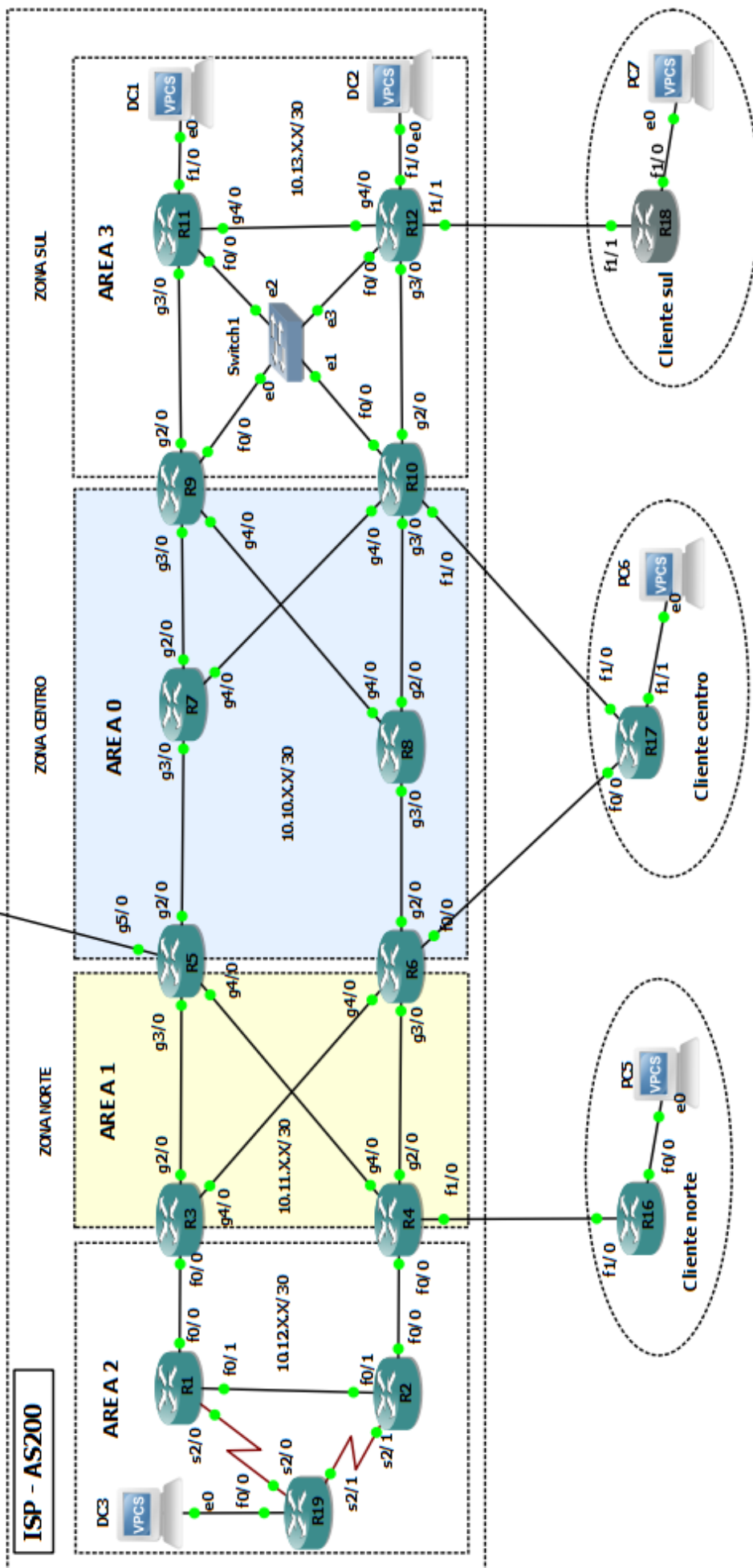
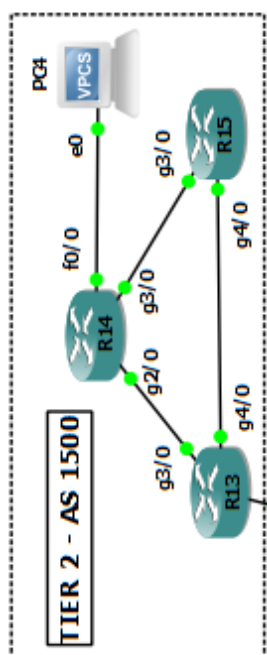
A topologia objeto de estudo, na figura abaixo, corresponde à rede de uma operadora com 12 POPs (Points-of-Presence) distribuídos por todo o território nacional. A rede é constituída por ligações dedicadas de alto débito, entre os *routers*, suportadas na sua infraestrutura ótica de transmissão DWDM. Na zona sul por razões de futuros Upgrading os *routers* estão adicionalmente interligados através de um LAN (*switch* 1). A operadora é um ISP que fornece conectividade a várias empresas e trânsito por um ISP maior de *Tier* 2. A empresa possui três DC (Data Centers 1 a 3) para prestar serviços de Web Hosting e Cloud Services. O DC3 instalado numa zona remota, por falta de rede DWDM está ligado diretamente aos POP da zona norte.

É disponibilizado um projeto de GNS3 com o “esqueleto” da topologia representada. Pretende-se que sejam efetuadas as configurações necessárias, realizando as tarefas que constam nas várias alíneas, de forma a ficar uma rede funcional usando o protocolo OSPF como protocolo de encaminhamento dinâmico.

Se usar o GNS3 não se esqueça de ir salvando as configurações de cada um dos *routers* e de cada um dos PC (“*write*”/“*copy run start*” e “*save*” nos VPCS (PC) quando introduzir o IP, máscara e *gateway*).

## Topologia

A topologia entregue no projeto de GNS3 encontra-se na figura abaixo. Na simulação as ligações de alto débito estão representadas por ligações Fast, Gigabit Ethernet e ligações *Point-to-Point*, ao *router* R19, via portas série. Apesar do ISP ter 12 POP (*Points-of-Presence*) o trabalho será efetuado considerando apenas as ligações indicadas no projeto.



## Endereçamento

O ISP recorreu ao RIPE para conseguir as seguintes redes e AS -> ASN200 && 30."Nºgrupox4".0.0/14 && 40."Nºgrupo".0.0/20. Na rede interna (*loopbacks* e redes *point-to-point* (PTP)) utiliza endereços privados.

O ISP de *Tier 2* possui o seguinte endereçamento: 50.0.0.0/22

### a) Clientes

O ISP utiliza a 30."Nºgrupox4"x4.0.0/14 para delegar aos seus clientes e a 40."Nºgrupo".0.0/16 para redes de interligação com estes.

Desta forma, delega a primeira /16 da 30."Nºgrupo"x4.0.0/14 para os clientes do Centro, a segunda para os do Norte, a terceira para os clientes Sul e o quarto bloco /16 reservado ao ISP.

Relativamente às redes de interligação, utiliza a primeira /24 da 40."Nºgrupo".0.0/20 para os clientes do Norte, a segunda /24 para os do Centro e a terceira/24 para os clientes do Sul .

i) Cliente centro: Atribuído o endereçamento 30."Nºgrupo"x4.0.0/22 (4 redes /24, 1 rede ligada e 3 redes simuladas por interfaces *loopbacks*)

ii) Cliente\_norte: 30."Nºgrupo"x4+1.0.0/24

iii) Cliente\_sul: 30."Nºgrupo"x4+2.0.0/24 (4 redes /26, 1 rede ligada e 3 redes simuladas por interfaces *loopbacks*)

iv) DC1: 30."Nºgrupo"x4+3.1.0/24; DC2: 30."Nºgrupo"x4+3.2.0/24; DC3:30."Nºgrupo"x4+3.3.0/24

v) Nas ligações /30 entre *routers* o primeiro endereço da rede é atribuído ao *router* com o número mais baixo.

vi) Nas redes com DC ou PC, os *routers* possuem o último endereço IP e os DC ou PC o primeiro.

### b) Rede core OSPF do ISP

#### i) Loopbacks

*Routers*: 10.255."nºRouter"."nºRouter"

#### ii) PTP

Regra geral: 10."area"."nºRouter+baixo""nºRouter+alto".X/30

Exceto nas seguintes ligações em que **terão** o terceiro byte do endereço IP será:

- R9-R11: 119;
- R10-R11: 110;
- R10-R12:120;
- R11-R12:121.

Rede do *switch* 1: 10.13.74.0/27 (R9=.1,R10=.2, R11=.3 e R12=.4)

#### iii) Redes Interligação

ISP - Cliente norte: 1ª /30 da primeira /24 pertencente à 40."Nºgrupo".0.0/20

ISP - Cliente centro: 4ª e 5ª/30 da segunda /24 pertencente à 40."Nºgrupo".0.0/20

ISP - Cliente sul: 5ª /30 da terceira /24 pertencente à 40."Nºgrupo".0.0/20

### c) ISP Tier 2 (ASN1500)

- PTP no core OSPF: 1ª, 2ª e 3ª/30 do endereçamento do ISP *TIER 2* .

- Resto do Mundo é simulado no PC4 com a rede 8.8.0.0/16, possuindo o PC4 o primeiro endereço.

- R13-R5: penúltima /30 da 1ª /24 do endereçamento do ISP *Tier 2*

## Tarefas

No projeto GNS3 disponibilizado estão configuradas todas as interfaces dos *routers* do ISP à exceção das ligações aos clientes, *Data Centers* e *Tier* de nível superior. Os endereçamentos IP em falta deverão ser realizados de acordo com as regras de mapeamento indicadas anteriormente. O ISP presta serviço apenas a três clientes, um por cada zona de implantação. Por inexistência de circuitos da rede ótica DWDM, a área 2 viola a regra geral OSPF de ligação direta ao *backbone*. A otimização das configurações, solicitada na realização do trabalho, será efetuada considerando ser esta a configuração final da rede.

Responda então às questões e execute as seguintes tarefas:

### 1) Configuração dos *routers* e DC (PC) do ISP.

O objetivo dos *routers* P nesta arquitetura é constituírem um “fabric” ip, para desta forma fornecerem escalabilidade de *routers* PE (porque na realidade um ISP possuiria mais *routers* PE) sem aumentar exponencialmente o número de links e o respetivo custo económico.

- a) Nesta fase não configure as interfaces dos *routers* destinadas às redes de interligação aos clientes e *Tier* de nível 2.
- b) A configuração OSPF da rede do ISP deverá ter em atenção os seguintes pontos:
  - Processo OSPF identificado com o número 1
  - O *router* ID deve ser configurado manualmente e poder vir a ser injetado em todo o OSPF do ISP. Não faça, no entanto, a injeção dos respetivos *Loopback* para não sobrecarregar as tabelas de encaminhamento dos *routers*;
  - Nos *links* onde não é expectável vizinhos OSPF, não devem ser enviados *Hellos*;
  - O custo OSPF deve ter em conta o facto de existirem interfaces Gigabit;
  - Os *routers* dos *Data Centers* são *routers* interiores das respetivas áreas;
  - As áreas 2 e 3 estão ligadas à área de *backbone*, nesta fase, sem qualquer filtragem dos LSA.
- c) Configure os endereços IP da rede dos *Data Centers*.
- d) Configure apenas os *routers* do *backbone* e não injete no OSPF as redes de interligação.
- e) Interprete o conteúdo da tabela de *routing* do R7 e a sua base de dados OSPF.
- f) Faça um *traceroute* do R5 para o IP da interface g3/0 de R8. O OSPF efetua balanceamento de carga?
- g) Na configuração por *default* qual a métrica de uma interface de 1Gbps e de 10Gbps?
- h) Configure os *routers* da área 1 e não injete no OSPF a rede de interligação ao cliente norte.
- i) Quais as alterações na tabela de *routing* do R7 e a sua base de dados OSPF obtida no ponto d).
- j) Configure os *routers* das áreas 2 e 3 e redes dos respetivos *Data Centers*. Para verifique o resultado das configurações efetuadas analise a nova tabela de *routing* do R7 e respetiva base de dados OSPF.
- k) Apresente o resultado de um *ping* múltiplo (comando *Tclsh*) no R7 que inclua o endereço IP de uma interface de todos os *routers* e *Data Centers*.
- l) Quantos ABR existem na rede do ISP? Confirme a partir da base de dados OSPF de R7.
- m) Na rede do *Switch* 1 qual o *router* DR e BDR? Faça as alterações necessárias para alterar o *router* DR (um à sua escolha).

- n) Interprete o conteúdo do LSA tipo 1 do R1 (R1#*sh ip ospf database router adv-router "router ID"*) e justifique o custo do interface série s2/0.
- o) Altere a ligação R5-R7 de tipo de rede BMA para PTP através do comando "*ip ospf network point to point*" nas 2 interfaces deste *link*. Faça o comando *Show neighbor* de R7 antes e após a execução do comando. Indique as conclusões a que chegou. Este comando deveria estar sempre introduzido em *links* PTP? Justifique

## 2) Configuração da rede do Cliente norte e ligação ao ISP

A rede interna do cliente norte e respetiva interligação ao ISP usa *routing* RIP. O *router* do ISP (R4) gera uma rota *default* para o domínio RIP e faz a injeção das rotas RIP no OSPF com métrica 400. Responda às questões e execute as seguintes tarefas:

Ao redistribuí-la, passa a ser uma externa ao processo. LSA type5. E2

- a) Configure a rede do cliente norte e sua ligação ao ISP.
- b) Qual a diferença entre redistribuir uma rede no OSPF e introduzi-la através do comando "*network*"?
- c) As rotas externas injetadas devem ser tipo 1 ou tipos 2? Justifique.
- d) Verifique na tabela de encaminhamento de qualquer *router* do ISP as novas rotas externas.
- e) Teste a conectividade ao ISP através de um *ping* múltiplo no R16 que inclua os *Data Centers* e pelo menos uma interface de um *router* de cada área.

## 3) Configuração da rede do Cliente Sul e ligação ao ISP

A rede interna do cliente sul e respetiva interligação ao ISP usa também *routing* RIP. A rede cliente inclui 4 sub-redes: a rede do PC7 e 3 redes simuladas pelas 3 interfaces, *Loopback* 1 a 3. No ASBR (R12) as rotas são injetadas por redistribuição mútua.

- a) Configure a rede do cliente sul e sua ligação ao ISP com métricas iniciais (*seed metric*) iguais a 1200 e 12
- b) Verifique tabela de *routing* de R18.
- c) Verifique na tabela de encaminhamento de qualquer *router* do ISP as novas rotas externas.
- d) Teste a conectividade ao ISP através de um *ping* múltiplo no R18 que inclua os *Data Centres* e o pelo menos uma interface de um *router* de cada área.
- e) Faça *trace* do PC7 para os 3 *Data Centers*. (O *traceroute* pode ser interrompido com ctrl+shift+6)
- f) [Opcional] Filtre a injeção de rotas OSPF no domínio RIP através de "*route-map*" para apenas ter conectividade aos *Data Centers*.

Nota: Ver filtragem em docs\_OSPF\Chapter 4.pdf e CCNP-I-BSCI\_Module\_5\_Route\_Optimization.pwp

- g) [Opcional] Verifique a nova tabela de *routing* de R18 e repita o teste realizado em d) e e) para a verificar o sucesso da filtragem efetuada.

## 4) Configuração da rede do Tier 2 e ligação ao ISP

O ISP *Tier 2* possui OSPF no seu *core*. O acesso à Internet é simulado pela conectividade ao PC4 com o endereço IP 8.8.0.1/16.

- a) Configure a rede Core e a rede do PC4.
- b) A ligação entre ISP é realizada através de *routing* estático com a possibilidade de conectividades às respetivas redes internas. Configure.

- c) Teste a conectividade entre ISP através de um *ping* múltiplo a partir de R14 que inclua os *Data Centers*, clientes norte e sul e pelo menos um *router* de cada área.
- d) Faça um *trace* a partir do PC4 para os *Data Centers*.

## 5) Configuração da rede do Cliente centro e ligação ao ISP

A rede interna do cliente centro e respetivas interligação ao ISP usam igualmente *routing* RIP. A rede cliente inclui 4 sub-redes, a rede do PC6 e mais 3 redes simuladas através das interfaces *loopback* 1 a 3. De acordo o contrato estabelecido (SLA - *Service Level Agreement*) existem 2 ligações ativas do *router* cliente a 2 POP distintos. As rotas da rede do *routing core* e *edge* são também anunciadas através de redistribuição mútua em ambos os POP.

Execute as seguintes tarefas:

- a) Configure a rede do cliente centro e suas ligações ao ISP. (Use métricas iniciais (*seed metric*) de 6000 e 6 no R6 e 10000 e 10 no R10)
- b) Faça a captura através do Wireshark na ligação R6-R17.
- c) Qual a razão do R6 enviar 2 mensagens RIP em cada ciclo e o R17 apenas 1?
- d) Evidencie a ocorrência indesejada de *loops* nos anúncios enviados pelo R6.
- e) Faça o *shutdown* do interface f0/0 de R6 e verifique com *traceroute* que a comunicação se faz via R10. (Tenha em atenção que o temporizador de rota inválida por falta de *updates* é de 180 s).
- f) Para eliminar os *loops* faça o *shutdown* do interface f1/0 de R10 ou em alternativa execute a tarefa opcional da alínea f).
- g) [Opcional] Elimine os *loops* com filtros configurados nos 2 ASBR através de *distribute-list* ou *route-map*. Os filtros devem também limitar o acesso deste cliente apenas aos *Data Centers*, Internet e cliente norte. (ver exemplos em docs\_OSPF\Chapter 4.pdf e CCNP-I-BSCI\_Module\_5\_Route\_Optimization.pwp).
- h) [Opcional] Para verificar a filtragem efetuada analise a tabela de *routing* de R17.

## 6) Otimização das tabelas de encaminhamento.

Pretende-se nesta tarefa alterar as configurações dos *routers* do ISP (ASN200) para reduzir a dimensão das suas tabelas de encaminhamento. Colocar as áreas com filtragem e sumarizar as rotas internas e externas injetadas. A conectividade dos clientes pode ser afetada, mas não tenha isso em consideração na execução nas tarefas a) a e).

Execute então as seguintes tarefas:

- a) Escolha a opção correta *Stub*, *Totally Stub*, *Not so Stub* ou *Not so Stub Totally Stub* e configure a área 2. Apresente a tabela de *routing* de R1 e rotas IA de R7 (R7#sh ip route | i O IA).
- b) Escolha a opção correta *Stub*, *Totally Stub*, *Not so Stub* ou *Not so Stub Totally Stub* e configure a área 3. Apresente a tabela de *routing* de R11 e rotas IA de R7.
- c) **Não** Sumarize a injeção das redes da área 1 e 3 no *backbone* (não é possível sumarizar as redes da área 2 através do *link virtual*). Apresente a tabela de *routing* de R7 (rotas IA).
- d) [Opcional] Sumarize a injeção das redes da área 2 configurando um túnel GRE entre R3 e R5. Apresente a tabela de *routing* de R7 (rotas IA)
- e) Sumarize a injeção das rotas externas do cliente centro e sul. Apresente a tabela de *routing* de R7 antes e após a configuração incluindo apenas as rotas externas (R7#sh ip route | i O E).
- f) [Opcional] Reconfigure R12 e R18 para que este cliente tenha apenas conectividade com os DC.

## Bibliografia

Documentos de apoio da Disciplina e material fornecido pelo seu docente

## Exemplos de Configurações

OSPF:

```
RouterN(config)#router ospf n
```

```
RouterN(config-router)#network xxx.yyy.zzz.www <máscara inversa> area k
```

```
RouterN(config-router)#passive-interface XY/Y
```

Ou suprima o envio de pacotes hello de todas as interfaces e ative apenas nas necessárias

```
RouterN(config-router)#passive-interface default
```

```
RouterN(config-router)#no passive-interface XY/Y
```

Configure os routers para registarem alterações de adjacência:

```
RouterN(config)#router ospf k
```

```
RouterN(config-router)# log-adjacency-changes
```

Áreas Virtuais

```
router ospf k
```

```
link virtual do Router 3 para o 5
```

```
area N virtual-link <router 5>
```

```
140.100.203.0 10.255.255.7 679 0x80000002 0x002964 0
```