



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

Planeamento e Configuração de uma Rede de Dados

Rafael Filipe Rodrigues Pereira
2022150534

Conteúdo

1	Introdução	1
2	Planeamento	2
2.1	Cálculo do Espaço de Endereçamento IP	2
2.2	Distribuição do Endereçamento IP	2
2.2.1	Sub-redes Públicas no RSC	3
2.2.2	Sub-redes Privadas nos Polos Remotos	3
3	Topologia	4
3.1	Endereçamento IP por Polo	4
3.2	Ligações WAN	5
4	Tecnologias Utilizadas	6
4.1	OSPF	6
4.2	VLANs	6
4.3	HSRP	6
4.4	Frame Relay	7
4.5	Multilink PPP	7
4.6	Q-in-Q (VLAN Tunneling)	7
4.7	MPLS (Multiprotocol Label Switching)	8
4.8	Switches Layer 2 e Layer 3	8
5	Conclusão	9

1 Introdução

Este trabalho prático teve como objetivo principal o planeamento, conceção e configuração de uma rede de dados distribuída para o Instituto Tecnológico de Coimbra (ITC), simulando uma infraestrutura real com múltiplos campi e centros geograficamente dispersos.

A rede abrange a Rede de Serviços Centrais (RSC) como backbone, e os seguintes polos: Campus de Engenharia (CE), Campus de Ciências da Saúde (CCS), Escola de Ciências Matemática (ECMA), Centro de Investigação e Desenvolvimento (CID), Biblioteca Central (BCRD), Centro de Manutenção e Logística (CML) e Residência de Estudantes (RE).

O projeto envolveu a utilização do protocolo de encaminhamento dinâmico OSPF, com áreas stub para os polos remotos, mecanismos de segurança, acesso remoto, endereçamento IPv4, e ligação redundante à Internet com *fallback*. As ligações WAN foram implementadas utilizando as tecnologias aboradadas na unidade curricular, como Frame Relay, Multilink PPPoFR, Q-in-Q e MPLS.

Este relatório está organizado para refletir as etapas do trabalho realizado.

2 Planeamento

2.1 Cálculo do Espaço de Endereçamento IP

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.0/20, onde:

$$AC = 16 \times ("n^{\circ}aluno" \text{ mod } 16)$$

Então:

$$AC = 16 \times (2022150534 \text{ mod } 16) \quad (=) \quad AC = 96$$

Logo, o espaço que resulta da atribuição é 194.65.96.0/20. Dado que o número de bits utilizado na máscara é 20:

$$32 - 20 = 12 \quad \text{e} \quad 2^{12} = 4096$$

Sendo assim, temos um total de 4.096 endereços:

$$194.65.96.0/20 \quad (194.65.96.0 - 194.65.111.255)$$

Nota: Devido a um erro no cálculo do espaço de endereçamento, foi utilizado AC=32 em vez de AC=96, o que resultou na utilização incorreta da gama 194.65.32.0/20 em vez da correta 194.65.96.0/20. Este equívoco apenas foi percebido depois da conclusão do projeto. No entanto, o planeamento e a implementação foram realizados corretamente, respeitando os requisitos. Assim, o relatório reflete a utilização do espaço utilizado no projeto.

2.2 Distribuição do Endereçamento IP

A distribuição do endereçamento IP foi realizada utilizando o espaço 194.65.32.0/20 (194.65.32.0 - 194.65.47.255) para as redes públicas no RSC, e o espaço privado 172.16.0.0/16 para os polos remotos. Foi atribuído endereçamento IP consoante as necessidades de cada segmento de rede.

Nota: Inicialmente foi planeada a utilização de endereços privados nos polos em vez dos endereços da gama pública. Quando a conclusão do projeto e uma leitura mais atenta do enunciado, foi percebido que deveria ter sido utilizada a gama pública também nos polos. No entanto, devido à fase avançada do projeto, não foi possível proceder a essa correção.

2.2.1 Sub-redes Públcas no RSC

O espaço público 194.65.32.0/20 foi subdividido em sub-redes /24 para cada VLAN.

VLAN	Sub-rede	Gateway
10	194.65.32.0/24	194.65.32.254
20	194.65.33.0/24	194.65.33.254
30	194.65.34.0/24	194.65.34.254
40	194.65.35.0/24	194.65.35.254
50	194.65.36.0/24	194.65.36.254
60	194.65.37.0/24	194.65.37.254

Tabela 1: VLANs e Sub-redes Públcas (RSC)

PVLAN	Descrição	Sub-rede	Gateway
100	Primary	194.65.38.0/24	194.65.38.254
101	Isolated	194.65.38.0/24	194.65.38.254
102	Community 1	194.65.39.0/24	194.65.39.254
103	Community 2	194.65.39.0/24	194.65.39.254

Tabela 2: PVLANS e Sub-redes Públcas (RSC)

2.2.2 Sub-redes Privadas nos Polos Remotos

O espaço privado 172.16.0.0/16 foi dividido em sub-redes /24 para cada VLAN em cada polo remoto.

Polo	VLANs	Sub-redes
CE	10-15	172.16.10.0/24 a 172.16.15.0/24
CCS	20-25	172.16.20.0/24 a 172.16.25.0/24
ECMA	30-35	172.16.30.0/24 a 172.16.35.0/24
CID	40-45	172.16.40.0/24 a 172.16.45.0/24
BCRD	50-55	172.16.50.0/24 a 172.16.55.0/24
CML	60-65	172.16.60.0/24 a 172.16.65.0/24
RE	70-75	172.16.70.0/24 a 172.16.75.0/24

Tabela 3: Sub-redes Privadas nos Polos Remotos

3 Topologia

A topologia implementada tem RSC como centro e vários polos remotos, conectados via as tecnologias WAN estudadas. O encaminhamento é baseado em OSPF puro, com área 0 como backbone e áreas stub para os polos remotos. O RISP origina a rota padrão para internet.

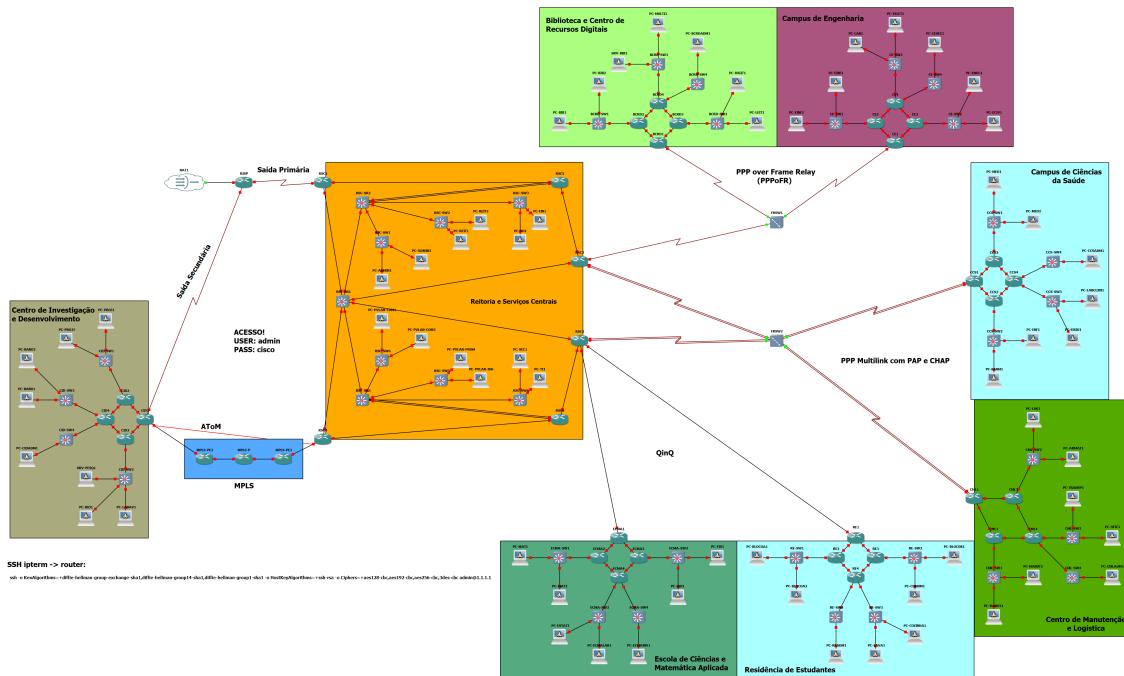


Figura 1: Diagrama da Topologia de Rede

3.1 Endereçamento IP por Polo

A tabela abaixo apresenta as gamas de IP, VLANs e áreas OSPF atribuídas a cada polo.

Polo	Gama Interna	VLANs	Área OSPF
RSC	10.0.0.0/16	10-60,100-103 (194.65.32-39.x)	0 (Backbone)
CE	10.1.0.0/16	10-15 (172.16.10-15.x)	1
CCS	10.2.0.0/16	20-25 (172.16.20-25.x)	2
ECMA	10.5.0.0/16	30-35 (172.16.30-35.x)	5
CID	10.4.0.0/16	40-45 (172.16.40-45.x)	4
BCRD	10.6.0.0/16	50-55 (172.16.50-55.x)	6
CML	10.7.0.0/16	60-65 (172.16.60-65.x)	7
RE	10.8.0.0/16	70-75 (172.16.70-75.x)	8

Tabela 4: Gamas de IP por Polo

3.2 Ligações WAN

As ligações WAN entre o RSC e os polos, bem como com o ISP, utilizam endereços privados /30 e as diferentes tecnologias estudadas.

Tecnologia	Polo	Rede	Conexão
Internet Primária	RSC	10.20.34.236/30	RISP ↔ RSC-R1
Internet Secundária	CID	10.30.34.240/30	RISP ↔ CID-R1
Frame Relay	CE	10.10.1.0/30	CE-R1 ↔ RSC-R2
Frame Relay	BCRD	10.10.2.0/30	BCRD-R1 ↔ RSC-R2
Multilink PPPoFR	CCS	10.10.10.0/30	CCS-R1 ↔ RSC-R2
Multilink PPPoFR	CML	10.10.20.0/30	CML-R1 ↔ RSC-R3
Q-in-Q	ECMA	10.20.1.0/30	ECMA-R1 ↔ RSC-R3
Q-in-Q	RE	10.30.1.0/30	RE-R1 ↔ RSC-R3
MPLS AToM	CID	Várias (10.6.x.x)	CID-R1 ↔ RSC-R4

Tabela 5: Ligações WAN por Tecnologia

4 Tecnologias Utilizadas

4.1 OSPF

Área	Polo	Descrição
0	RSC	Backbone principal
1	CE	Campus de Engenharia
2	CCS	Campus Ciências da Saúde
4	CID	Centro Investigação e Desenvolvimento
5	ECMA	Escola de Ciências Matemática
6	BCRD	Biblioteca Central
7	CML	Centro de Manutenção e Logística
8	RE	Residência de Estudantes

Tabela 6: Áreas OSPF por Polo

Nota: O protocolo OSPF tem autenticação configurada em todas as ligações.

4.2 VLANs

Utilizadas para segmentação de rede em cada campus e no RSC.

Polo	VLANs
RSC	10, 20, 30, 40, 50, 60
CE	10, 11, 12, 13, 14, 15
CCS	20, 21, 22, 23, 24, 25
ECMA	30, 31, 32, 33, 34, 35
CID	40, 41, 42, 43, 44, 45
BCRD	50, 51, 52, 53, 54, 55
CML	60, 61, 62, 63, 64, 65
RE	70, 71, 72, 73, 74, 75

Tabela 7: VLANs por Polo

4.3 HSRP

No projeto, o HSRP foi implementado para redundância dos gateways nas VLANs públicas do RSC, evitando falhas únicas entre os *routers* RSC-R5 e RSC-R6. Configurado com prioridades 110 e 100, garante failover automático com autenticação MD5 e tracking de interfaces.

4.4 Frame Relay

Utilizado para conectar os polos CE e BCRD ao RSC em topologia *hub-and-spoke*. Configurado com DLCI 101 para CE e 102 para BCRD no switch Frame Relay ligado ao RSC-R2, utilizando sub-interfaces ponto-a-ponto com autenticação OSPF.

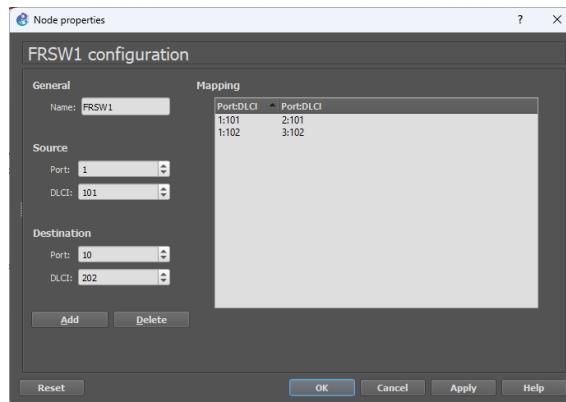


Figura 2: FRSW1

4.5 Multilink PPP

Aplicado para agregar duas ligações *serial* e aumentar largura de banda e redundância nas conexões de CCS e CML ao RSC. Configurado com DLCI 200 para CCS (RSC-R2) e 300 para CML (RSC-R3), via Virtual-Template para PPP *multilink* com autenticação CHAP/PAP.

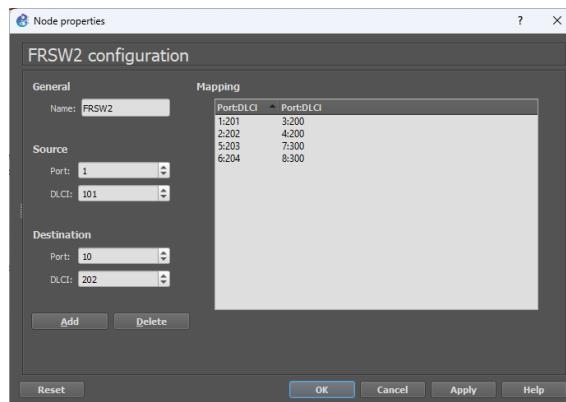


Figura 3: FRSW2

4.6 Q-in-Q (VLAN Tunneling)

Empregado para transportar VLANs dos polos ECMA e RE ao RSC sem conflitos de IDs, isolando as redes remotas. Configurado com VLAN 999 como tag externa nos *routers* ECMA-R1 e RE-R1 conectados ao RSC-R3, utilizando encapsulamento *dot1Q 999* para *double tagging*.

4.7 MPLS (Multiprotocol Label Switching)

Backbone WAN para a ligação MPLS AToM do CID ao RSC, com redundância via ISP backup. Implementado com core 10.40.0.0/16 e *routers* MPLS-PE1, MPLS-P, MPLS-PE2, utilizando pseudowire Layer 2 com VLAN 200 para conectar CID-R1 a RSC-R4 via labels MPLS.

4.8 Switches Layer 2 e Layer 3

Os switches Layer 3 (RSC-SR1, RSC-SR2, RSC-SR3) foram utilizados para core routing no RSC com *trunking 802.1Q*, enquanto os Layer 2 em cada polo gerem acesso a VLANs. Configurados com portas *access* para PCs, *trunk* para *routers* e *spanning-tree* para prevenir *loops*.

5 Conclusão

A realização deste projeto permitiu aplicar e consolidar os conceitos abordados na unidade curricular.

Depois de concluir o projeto e efetuar uma revisão final, foi identificado um erro relacionado com a utilização e cálculo da gama pública: em alguns polos foram utilizados endereços privados em vez dos endereços da gama pública apropriada, e a gama pública foi calculada incorretamente. Este lapso não comprometeu a funcionalidade geral nem a implementação do projeto, mas afeta a conformidade com o enunciado.

Apesar desta questão, os objetivos do trabalho foram cumpridos, pelo que o relatório e a topologia final refletem os resultados esperados.