

Trabalho Prático Nº2 – Protocolo IPv4:: Endereçamento e Encaminhamento IP (2ª Parte)

Duração: 6h

Neste trabalho deve usar a máquina virtual XubunCORE_7_5 (TP0) para todas as questões.

Nota importante: O trabalho é para ser realizado nas aulas PL. Não serão aceites trabalhos "resolvidos em casa".

1. Objetivo

Neste trabalho continua-se o estudo do protocolo IPv4 com ênfase no endereçamento e encaminhamento IP. Serão estudadas algumas das técnicas mais relevantes que foram propostas para aumentar a escalabilidade do protocolo IP, mitigar a exaustão dos endereços IPv4 e também reduzir os recursos de memória necessários nos *routers* para manter as tabelas de encaminhamento.

Das técnicas mais comuns, destacam-se:

- 1) *Classless InterDomain Routing* (CIDR) - RFCs 1517, 1518, 1519, 1520
- 2) Subredes (*Subnetting*)
- 3) *Variable Length Subnet Masking* (VLSM) - RFC 1009
- 4) Sumarização de Rotas (*Supernetting*)
- 5) Atribuição dinâmica de endereços usando o DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*)
- 6) Utilização de endereços privados - RFC 1918

Relativamente à exaustão de endereços IP as técnicas acima referidas apenas solucionam o problema no curto/médio prazo. Uma solução para responder ao aumento significativo do número de endereços que se antevê necessário a longo prazo é o uso progressivo do Internet Protocol versão 6 (IPv6).

2. Endereçamento e Encaminhamento IP

Recorda-se que um endereço IP identifica a interface de rede de um *host* numa determinada rede IP.

Originalmente, os endereços IP foram organizados em classes. Nesse esquema, o identificador de *host* e de rede estão pré-definidos. A classe A foi definida para redes de grande dimensão, a classe B para redes de média dimensão e a C para redes de pequena dimensão. A classe D é usada para comunicação em grupo (*multicast*) e a classe E é reservada. Atualmente, é usada a notação CIDR que, com auxílio de uma máscara de rede (*netmask*), permite determinar a parte do endereço IP que identifica a rede e o *host*.

Tomando como exemplo um endereço classe A 10.10.10.10, a máscara de rede é sempre, por defeito, 255.0.0.0. Isto significa que o endereço de rede corresponde ao primeiro *byte* e o identificador de *host* aos três últimos *bytes* do endereço. Na notação CIDR especifica-se o número de bits (*/n*) usados para identificar o endereço de rede, e.g. 10.10.10.10/8, podendo o valor de */n* variar. Assim, no esquema de endereçamento sem classes (CIDR), a máscara de rede é variável e determinada de acordo com o valor */n*.

Caso de estudo:

Considere a topologia da Figura 1, disponível no formato .imn via plataforma de e-learning em Conteúdo -> Material de Apoio PL.

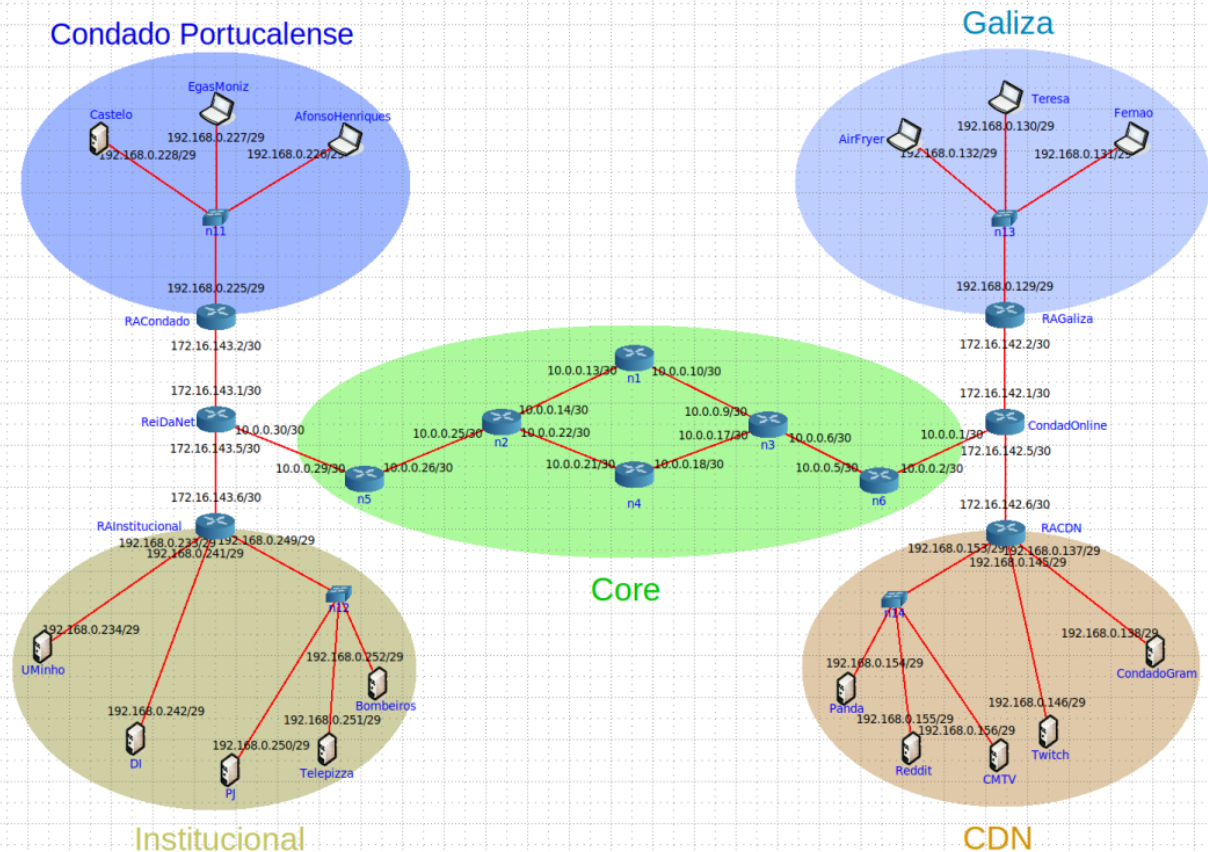


Figura 1 – Topologia da Rede

Ao longo do guião apenas irá fazer uso do endereçamento IPv4. Para facilitar a visualização, pode ocultar o endereçamento IPv6 em View -> Show -> IPv6 Addresses.

A topologia é constituída por quatro polos (Condado Portucalense, Galiza, Institucional e CDN (*Content Delivery Network*)).

Nos polos Condado e Galiza existe um *router* de acesso (que permite comunicação com o exterior) ligado a um comutador (*switch*), por modo a que todos os dispositivos partilhem a mesma rede local. Em cada um dos polos Institucional e CDN encontram-se três sub-redes distintas, criando-se uma segmentação dos dispositivos existentes.

Os polos Condado Portucalense e Institucional estão ligados ao *router* do ISP ReiDaNet, enquanto Galiza e CDN estão ligados ao ISP CondadOnline. Interligando os dois ISPs existe um ISP de trânsito cuja rede Core é constituída pelos dispositivos n1 a n6.

- 1) Com os avanços da Inteligência Artificial, D. Afonso Henriques termina todas as suas tarefas mais cedo e vê-se com algum tempo livre. Decide então fazer remodelações no reino:
 - a. De modo a garantir uma posição estrategicamente mais vantajosa e ter casa de férias para relaxar entre batalhas, ordena a construção de um segundo Castelo, em Braga. Não tendo qualquer queixa do serviço prestado, recorre aos serviços do ISP ReiDaNet, que já utiliza no condado, para ter acesso à rede no segundo Castelo. O ISP atribuiu-lhe o endereço de rede IP 172.68.XX.192/26 em que XX corresponde ao seu número de grupo (PLXX). Defina um esquema de endereçamento que permita o estabelecimento de pelo menos 6 redes e que garanta que cada uma destas possa ter 5 ou mais *hosts*. Assuma que todos os endereços de sub-redes são utilizáveis.
 - b. Ligue um novo *host* Castelo2 diretamente ao *router* ReiDaNet. Associe-lhe um endereço, à sua escolha, pertencente a uma sub-rede disponível das criadas na alínea anterior (garanta que a interface do *router* ReiDaNet utiliza o primeiro endereço válido da sub-rede escolhida). Verifique que tem conectividade com os dispositivos do Condado Portucalense.

- c. Não estando satisfeito com a decoração deste novo Castelo, opta por eliminar a sua rota *default*. Adicione as rotas necessárias para que o Castelo2 continue a ter acesso ao Condado Portucalense e à rede Institucional. Mostre que a conectividade é restabelecida, assim como a tabela de encaminhamento resultante. Explícite ainda a utilidade de uma rota *default*.
- 2) D.Afonso Henriques quer enviar fotos do novo Castelo à sua mãe, D.Teresa, mas está a ter alguns problemas de comunicação. Este alega que o problema deverá estar no dispositivo de D.Teresa, uma vez que no dia anterior conseguiu fazer stream de Fortnite para todos os seus subscritores da Twitch, e acabou de sair de uma discussão política no Reddit.

- a. Confirme, através do comando ping, que AfonsoHenriques tem efetivamente conectividade com os servidores Reddit e Twitch.
- b. Recorrendo ao comando netstat -rn, analise as tabelas de encaminhamento dos dispositivos AfonsoHenriques e Teresa. Existe algum problema com as suas entradas? Identifique e descreva a utilidade de cada uma das entradas destes dois hosts.
- c. Analise o comportamento dos routers do core da rede (n1 a n6) quando tenta estabelecer comunicação entre os hosts AfonsoHenriques e Teresa. Indique que dispositivo(s) não permite(m) o encaminhamento correto dos pacotes. Seguidamente, avalie e explique a(s) causa(s) do funcionamento incorreto do dispositivo.

Utilize o comando `ip route add/del` para adicionar as rotas necessárias ou remover rotas incorretas. Verifique a sintaxe completa do comando a usar com `man ip-route` ou `man route`. Poderá também utilizar o comando `traceroute` para se certificar do caminho nó a nó. Considere a alínea resolvida assim que houver tráfego a chegar ao ISP CondadOnline.

- d. Uma vez que o core da rede esteja a encaminhar corretamente os pacotes enviados por AfonsoHenriques, confira com o Wireshark se estes são recebidos por Teresa.
- i) Em caso afirmativo, porque é que continua a não existir conectividade entre D.Teresa e D.Afonso Henriques? Efetue as alterações necessárias para garantir que a conectividade é restabelecida e o confronto entre os dois é evitado.
- ii) As rotas dos pacotes ICMP echo reply são as mesmas, mas em sentido inverso, que as rotas dos pacotes ICMP echo request enviados entre AfonsoHenriques e Teresa? (Sugestão: analise as rotas nos dois sentidos com o `traceroute`). Mostre graficamente a rota seguida nos dois sentidos por esses pacotes ICMP.

- e. Estando restabelecida a conectividade entre os dois hosts, obtenha a tabela de encaminhamento de n5 e foque-se na seguinte entrada:

```
ip route 192.168.0.0 255.255.255.0 10.0.0.30
```

Existe uma correspondência (*match*) nesta entrada para pacotes enviados para o polo Galiza? E para CDN? Caso seja essa a entrada utilizada para o encaminhamento, permitirá o funcionamento esperado do dispositivo? Ofereça uma explicação pela qual essa entrada é ou não utilizada.

- f. Os endereços utilizados pelos quatro polos são endereços públicos ou privados? E os utilizados no core da rede/ISPs? Justifique convenientemente.
- g. Os *switches* localizados em cada um dos polos têm um endereço IP atribuído? Porquê?

- 3) Ao ver as fotos no CondadoGram, D. Teresa não ficou convencida com as novas alterações e ordena que Afonso Henriques vá arrumar o castelo. Inconformado, este decide planejar um novo ataque, mas constata que o seu exército não só perde bastante tempo a decidir que direção tomar a cada salto como, por vezes, inclusivamente se perde.
- De modo a facilitar a travessia, elimine as rotas referentes a Galiza e CDN no dispositivo n6 e defina um esquema de sumarização de rotas (*Supernetting*) que permita o uso de apenas uma rota para ambos os polos. Confirme que a conectividade é mantida.
 - Repita o processo descrito na alínea anterior para CondadoPortucalense e Institucional, também no dispositivo n6.
 - Comente os aspetos positivos e negativos do uso do *Supernetting*.

Bibliografia

Internetworking - Protocolo IP (Notas de Apoio das Aulas Teóricas)

Internet Protocol (IP): <http://tools.ietf.org/html/rfc791>

Relatório do trabalho realizado

O relatório final do TP2 (1ª+2ª Partes) deve incluir as perguntas e respostas relativas ao enunciado acima, incluindo para cada questão: a questão, a resposta e a prova da realização da mesma (se aplicável);

O relatório pode seguir um formato livre ou o formato LNCS e deve ser submetido na plataforma de ensino com o nome:

RC-TP2-PL<TurnoGrupo>.pdf

(por exemplo, RC-TP2-PL11.pdf para o grupo PL11) até final do dia da aula prevista para a conclusão do trabalho.