Mestrado Integrado em Engenharia de Telecomunicações e Informática

**UC de Redes de Computadores I**

Ano Letivo 2021/2022



**UNIVERSIDADE DO MINHO**

ESCOLA DE ENGENHARIA

Eva Castro, a93097

Filipe Peixoto, a93096

José Gomes, a

Índice

[1. Introdução 3](#_Toc91198465)

[*2.* Emulação de LANs (*Local Area Networks*) *Ethernet* 4](#_Toc91198466)

[3. Interligação de redes 7](#_Toc91198467)

[Figura 1 - Topologia em árvore 4](#_Toc91242981)

[Figura 2 - Wireshark n5 5](#_Toc91242982)

[Figura 3 - Wireshark n5 (segunda vez) 5](#_Toc91242983)

[Figura 4 - Wireshark n1 6](#_Toc91242984)

[Figura 5 - Interligação de redes 7](#_Toc91242985)

[Figura 6 - DefaultRoute n14 8](#_Toc91242986)

[Figura 7 - Interface eth2 configuration router1 (n1) 9](#_Toc91242987)

[Figura 8 - Ip route router7 (n7) 9](#_Toc91242988)

[Figura 9 - Ping e traceroute n14-n31 9](#_Toc91242989)

[Tabela 1 - Esquema de endereçamento 7](#_Toc91242990)

[Tabela 2 - Esquema de encaminhamento 8](#_Toc91242991)

# Introdução

No âmbito da unidade curricular de Redes de Computadores I, foi-nos proposta a realização de um trabalho prático cujo objetivo é emular vários tipos de redes locais e interligá-las entre si, utilizando a ferramenta CORE. Esta ferramenta disponibiliza meios para podermos desenhar as diferentes tipologias de rede, configurar as ligações entre os componentes da rede, endereços e serviços.

Utilizaremos ainda, a ferramenta *Wireshark* para efetuarmos diagnósticos de conetividade e capturas de tráfego, para melhor entendimento do funcionamento dos componentes de cada rede e também comparar o modo de funcionamento das redes. Utilizaremos comandos como *ping* e *traceroute* para podermos executar os testes experimentais.

# Emulação de LANs (*Local Area Networks*) *Ethernet*

Neste primeiro exercício, desenhamos uma rede com tipologia em árvore, que possui 2 HUBs e 1 SWITCH, como se pode observar na figura 1. O objetivo é efetuar capturas de tráfego utilizando o *Wireshark*, de forma a melhor compreender o funcionamento, na prática, dos HUBs e SWITCHs e também dos protocolos ARP e ICMP.



Figura 1 - Topologia em árvore

Deste modo, antes de resolvermos o exercício tivemos de entender o funcionamento destas tecnologias.

O HUB quando recebe informação por uma porta, ele transmite essa informação para todas as outras portas, este comportamento diminuiu a performance, pois qualquer outro sistema terminal, ao qual a informação não lhe é dirigida, pode ter acesso à mesma. Este tipo de equipamento não possui tecnologia que lhe permita armazenar informação sobre os sistemas terminais que se encontram conectados a ele.

O SWITCH possui um comportamento semelhante ao do HUB, no entanto possui tecnologia que lhe permite armazenar os endereços MAC (*Medium Access Control*) dos sistemas terminais a ele conectados (algo que ele vai “aprendendo” com o decorrer das ligações, na primeira ligação possui um comportamento igual ao do HUB). Esta funcionalidade dos SWITCHs permite-lhes comutar pacotes diretamente para a porta de destino.

O protocolo ARP (*Address Resolution Protocol*) faz a ponte de ligação entre a cama de rede e a camada de ligação de dados, portanto mapeia endereços IP (*Internet Protocol*) em endereços MAC. São enviados dois tipos de mensagens: ARP *request*, onde o dispositivo de origem pede a resolução de um endereço IP em endereço MAC e ARP *reply*, onde o dispositivo de destino envia o endereço físico resolvido. Para reduzir o fluxo e o número de solicitações de resolução de endereços, recorre-se ao uso de uma tabela, cache ARP, em cada *host* cuja funcionalidade é guardar os mapeamentos dos endereços por algum tempo.

O protocolo ICMP (*Internet Control Message Protocol*) é utilizado para enviar mensagens de diagnóstico e relatório de erros sobre a rede para a fonte do pacote. As mensagens podem ser *echo reply*, *echo request*, TTL (*Time To Live*) *expired*, etc. Qualquer dispositivo de rede IP pode enviar, gerar, receber e processar mensagens de erro ICMP. Este protocolo é utilizado por alguns diagnósticos de utilidade como o *ping* e o *traceroute*.

Agora estamos em condições de avaliar a conetividade entre os sistemas. Para tal, executamos, no PC n8, o comando *arp -a* para verificar as tabelas ARP dos sistemas terminais, de seguida executamos o comando *ping 10.0.0.25* e, num primeiro momento colocamos o sistema n5 à escuta e obtivemos os resultados que se encontram na figura 2. As capturas de tráfego foram efetuadas no *Wireshark*.

Uma imagem com mesa

Descrição gerada automaticamente

Figura 2 - Wireshark n5

Como podemos observar, antes de serem comutados pacotes entre os dois sistemas terminais, é enviado, em *broadcast*, um ARP *request* a perguntar qual o sistema terminal que possui o endereço IP 10.0.0.25, pois é a tentativa do protocolo ARP mapear o endereço IP no endereço MAC e vemos que depois é enviada um ARP *reply* com o endereço mapeado. Este sistema (n5) consegue captar todos os pacotes comutados entre o sistema n8 e n7 pois está ligado ao mesmo HUB que o sistema n7 (destino).

Voltamos a executar o comando *ping 10.0.0.25* no PC n8 e colocamos o PC n5 à escuta e o resultado obtido encontra-se na figura 3.

Uma imagem com mesa

Descrição gerada automaticamente

Figura 3 - Wireshark n5 (segunda vez)

Notamos que quando ocorre a primeira comutação de pacotes não é enviado um ARP *request*, isto porque o mapeamento dos endereços já se encontra em cache na ARP *table*.

De seguida, colocamos o PC n1 à escuta e podemos observar os resultados na figura 4.

Uma imagem com mesa

Descrição gerada automaticamente

Figura 4 - Wireshark n1

Como podemos ver, o sistema n1 apenas recebeu o ARP *request* e não voltou a receber mais nenhum pacote, isto porque o SWITCHarmazenou as informações deste sistema e percebeu que os pacotes não se dirigiam a ele.

Além disso, podemos observar mensagens do protocolo ICMP entre os dois sistemas terminais que comutam pacotes. As mensagens observadas (*Echo request* e *Echo Reply*) são mensagens características da execução do comando *ping*.

Assim, concluímos que o HUB comuta os pacotes para todos os sistemas a ele conectados, enquanto o SWITCH apenas faz isso a primeira vez, depois comuta os pacotes diretamente para a porta de saída correspondente. O protocolo ARP encarrega-se de mapear endereços IP em endereços MAC e que o protocolo ICMP preocupa-se em diagnosticar a rede.

# Interligação de redes

Para a resolução do segundo exercício é-nos pedido que construamos uma rede que permita interligar várias redes locais, utilizando routers com topologia de rede em malha. Os routers permitem que dispositivos de uma rede possam comunicar com dispositivos de outras redes.

Os routers deverão estar conectados por sub-redes com máscaras de 30 bits da rede 196.168.0.0/24. As redes locais devem estar na gama de endereços 10.0.0.0/23. A rede associada ao encaminhador R1 poderá conter até um máximo de 300 computadores, a rede associada ao encaminhador R2, conterá no máximo 100, e as redes associadas aos encaminhadores R3 e R4, 20 computadores. A tabela 1 possui a tabela de endereçamento para cada rede local.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **End de rede** | **Gama de endereços válidos** | **End de difusão** | **Máscara de Rede** |
| **R1.1 - 252 pc** | 10.0.0.0/24 | 10.0.0.1/24-10.0.0.254/24 | 10.0.0.255/24 | 255.255.255.0 |
| **R2 - 100 pc** | 10.0.1.0/25 | 10.0.1.1/25-10.0.1.126/25 | 10.0.1.127/25 | 255.255.255.128 |
| **R1.2 - 48 pc** | 10.0.1.128/26 | 10.0.1.129/26-10.0.1.190/26 | 10.0.1.191/26 | 255.255.255.192 |
| **R3- 20 pc** | 10.0.1.192/27 | 10.0.1.193/27-10.0.1.222/27 | 10.0.1.223/27 | 255.255.255.224 |
| **R4 -20 pc** | 10.0.1.224/27 | 10.0.1.225/27-10.0.1.254/27 | 10.0.1.255/27 | 255.255.255.224 |

Tabela - Esquema de endereçamento

Na figura 5 é possível observar a rede desenhada no CORE, bem como os endereços IP de cada elemento constituinte das redes.

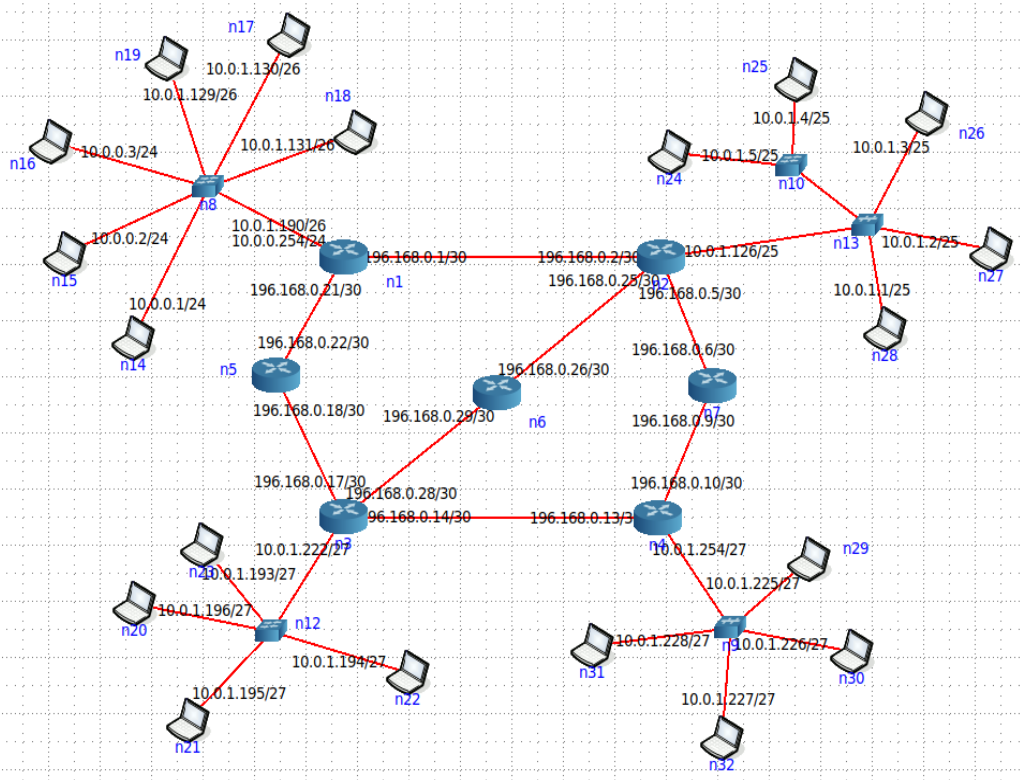


Figura - Interligação de redes

Também nos é pedido para estabelecermos um esquema de encaminhamento, demonstrado na tabela 2, e configurar esse mesmo esquema no CORE.

Tabela - Esquema de encaminhamento

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Router | Rede de destino | Nó seguinte |
| N1 | R2 | N2 |
| R3, R4 | N5 |
| N2 | R1.1/1.2 | N1 |
| R3 | N6 |
| R4 | N7 |
| N3 | R1.1/1.2 | N5 |
| R2 | N6 |
| R4 | N4 |
| N4 | R1.1/1.2, R3 | N3 |
| R2 | N7 |
| N5 | R1.1/1.2, R2 | N1 |
| R3, R4 | N3 |
| N6 | R1.1/1.2, R2 | N2 |
| R3, R4 | N3 |
| N7 | R1.1/1.2, R2 | N2 |
| R3, R4 | N4 |

Para configurar o esquema concebido anteriormente no CORE, desativamos o encaminhamento dinâmico nos routers (desativar protocolo OSPF) e adicionamos, manualmente, as rotas estabelecidas no nosso esquema de encaminhamento (encaminhamento estático). Para tal, começamos por desativar o parâmetro *DefaultRoute*, acedido em *Services*, em cada router. Nos sistemas terminais, alteramos o script desse parâmetro e colocamos o *ip default* correspondente à interface do router associada à rede em que se encontra o sistema terminal em questão, como exemplificado na figura 6.

Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente

Figura - DefaultRoute n14

Uma vez que o router 1 (n1), tem associado a ele duas subredes na mesma interface, tivemos de configurar no CORE essa mesma interface. Para isso, utilizamos o software Quagga, que nos permite configurar os routers. Uma alternativa seria, em modo execução acedemos ao terminal vtysh do router em questão e corremos os comandos *configure terminal* > *interface eth2* > *ip add [ip da subrede]*, para verificar as alterações, utilizávamos o comando *show running-config*. Tais passos podem ser confirmados na figura 7. No entanto, nós optamos por aceder a *Services* > *Zebra* e alterar diretamente o script e adicionar mais um *ip adress* na interface eth2, como se pode observar também na figura 7.

*Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente*Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente

Figura - Interface eth2 configuration router1 (n1)

Neste ponto estamos em condições de configurar os encaminhamentos estáticos no CORE. Para os configurarmos, em modo execução acedemos ao terminal vtysh do router em questão e corremos os comandos *configure terminal* > *ip route [rede destino] [próximo nó]*, como exemplificado na figura 8 para o router n7. Repetimos o processo para todos os routers, de acordo com o nosso esquema de encaminhamento.

Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente

Figura - Ip route router7 (n7)

Finalmente, podemos executar os comandos *ping* e *traceroute.* Fizemos os testes do sistema terminal n14, pertencente à rede 1.2, para o sistema terminal n31, pertencente à rede 4, e como é possível verificar na figura 9, a rota entre os dois sistemas é a rota que estabelecemos anteriormente.

Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente

Figura - Ping e traceroute n14-n31