

**Universidade de Aveiro**  
**Mestrado em Engenharia de Computadores e Telemática**  
Exame Teórico de Arquiteturas de Comunicação  
24 de Janeiro de 2023

Duração: 2h00m. Sem consulta. Justifique cuidadosamente todas as respostas.

1. Numa rede empresarial com múltiplas VLAN pretende-se que nas ligações Layer3 10 Mbps de largura de banda esteja reservada para tráfego VoIP e de Vídeo Conferência (protocolo SIP) de modo a este ter o menor atraso possível. Proponha uma solução integrada que permita implementar este requisito de funcionamento. (2.0 valores)

*R: Arquitetura **DiffServ**, marcação de pacotes SIP (por porto ou IP de origem) nos routers leaf (distribuição de cada VLAN) como sendo **classe EF** e **PHB nos leaf/core com 10Mbps reservados** para pacotes marcados como EF.*

*Nota: Arquitetura IntServ com túneis RSVP implica criar uma malha de túneis entre os múltiplas origens/destinos. Se criarem uma malha de túneis onde cada um tem uma reserva de 10Mbps, em cada link a reserva não será só 10Mbps (será  $N \times 10\text{Mbps}$ , onde  $N$  é o número de túneis RSVP que passam nesse link).*

2. Num sistema autónomo como devem ser definidas as políticas de anúncio de rotas por MP-BGP de modo que o sistema autónomo seja de não-trânsito. (2.0 valores)

*R: Os routers ASBR anunciam para os outros AS **apenas as suas redes internas** (AS\_PATH vazio).*

3. Um operador português recebeu por MP-BGP anúncios de uma rede no EUA de dois AS vizinhos europeus. Cada um dos vizinhos usa potencialmente duas ligações transatlânticas, para o mesmo AS remoto, para aceder à rede dos EUA. No entanto, uma das ligações (via satélite) introduz um atraso maior ao tráfego. Caso um dos vizinhos esteja a usar a ligação de pior qualidade, o encaminhamento deverá ser feito preferencialmente pelo outro vizinho caso este use a ligação de melhor qualidade. Com base na análise, introdução e/ou manipulação de atributos de rotas MP-BGP, explique como pode garantir este requisito de encaminhamento. (2.5 valores)

*R: O operador português pede aos AS vizinhos europeus para marcarem as rotas com o um atributo **community/comunidade** de acordo com a ligação usada até ao destino. Localmente ajusta-se a **preferência local** da rota de acordo com a comunidade recebida (**menor** para a comunidade associada à ligação de satélite).*

4. Num sistema autónomo de grandes dimensões, com dois routers ASBR com MP-BGP e OSPF, não diretamente ligados, e onde o encaminhamento no core da rede é obtido por OSPF. Explique como pode garantir que não existem decisões de encaminhamento contraditórias nos routers ASBR e nos routers apenas com rotas obtidas por OSPF. (2.5 valores)

*R: Estabelecer a vizinhança BGP através de um **túnel IP-IP** entre os ASBR. Assim, para um pacote encaminhado entre os ASBR (Next-Hop via BGP), os routers internos verão sempre o endereço IP do outro router ASBR como destino dos pacotes e não o original que provocaria o conflito.*

5. Explique o porquê de em *datacenters* modernos a arquitetura de rede ter evoluído para uma arquitetura CLOS, em detrimento das arquiteturas hierárquicas (3-tier) tradicionais de redes empresariais. (2.0 valores)

*R: A arquitetura CLOS elimina a redundância em Layer2 e a necessidade de ter Spanning-Tree (access layer), o que aumenta a estabilidade e escalabilidade.*

6. Um cliente empresarial, com quatro polos, pediu ao seu ISP uma VPN Layer3 onde seja garantido 1 Gbps entre todos os polos. Proponha uma solução arquitetural, indicando todos os protocolos que deverão ser ativados para conseguir implementar essa solução. (3.0 valores)

**R1: Mesh de túneis MPLS com reserva de largura de banda (MPLS, RSVP-TE e OSPF-TE).**

**R2: Layer3 MPLS VPN (MPLS, MP-BGP para família Labeled VPN unicast, RSVP-TE e OSPF-TE).**

*Notas: Se há 4 polos não basta um túnel! LDP não permite reservas de largura de banda. LDP não é necessário quando se usa RSVP-TE!*

7. Uma empresa com dois polos (interligados via Internet) pretende criar uma ligação Layer2 (Ethernet) entre os polos. Proponha uma solução, indicando todos os protocolos/mecanismos que deverão ser usados para conseguir implementar essa solução. (3.0 valores)

**R: Túnel VXLAN entre os dois polos. Mapear cada VLAN numa VXLAN VNI distinto.**

8. Um fornecedor de serviços Web possui múltiplos *datacenters* espalhados pelo mundo, onde pode ativar/desativar múltiplos servidores virtuais de suporte ao serviço web.

- a. Proponha uma solução de monitorização em cada *datacenter* que permita determinar a necessidade de ativar ou desativar servidores de suporte ao serviço Web. (1.5 valores)

**R: Usar SNMP para aceder aos servidores e obter a carga (CPU, MEM, tráfego, etc...) dos mesmos.**

- b. Proponha uma solução de encaminhamento condicional dos clientes do serviço Web para o datacenter/servidor que fornece o serviço com o menor atraso na comunicação. (1.5 valores)

**R: DNS condicional com base na localização geográfica do cliente.**

*Nota: Teoricamente é possível fazer o DNS condicional com base no RTT. Mas na prática não é fácil, teria de se fazer pings de todos os servidores/DC para o cliente e dinamicamente responder com o IP do servidor/DC que desse menor RTT. Pode-se fazer offline e atualizar uma base de dados, mas tem de ser constantemente atualizada.*