



UNIRIO

Bacharelado em Sistemas de Informação
Disciplina: Redes de Computadores I
2019.2 — Lista de exercícios 3

As questões com código entre colchetes foram retiradas do livro-texto: James F. Kurose, Keith W. Ross, “Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-Down”, 6ª edição.

Capítulo 4: A Camada de Rede

- Questão 1**.....
- [R1] Vamos receber um pouco da terminologia usada neste livro. Lembre-se de que o nome de um pacote na camada de transporte é *segmento* e que o nome de um pacote na camada de enlace é *quadro*. Qual é o nome de um pacote de camada de rede? Lembre-se de que roteadores e comutadores da camada de enlace são denominados *comutadores de pacotes*. Qual é a diferença fundamental entre um roteador e um comutador da camada de enlace? Lembre-se de que usamos o termo *roteadores* tanto para redes de datagramas quanto para redes de CVs.
- Questão 2**..... 1 ponto
- [R3] Qual é a diferença entre rotear e repassar?
- Questão 3**.....
- [R9] Descreva como pode ocorrer perda de pacotes em portas de entrada. Descreva como a perda de pacotes pode ser eliminada em portas de entrada (sem usar buffers infinitos).
- Questão 4**.....
- [R10] Descreva como pode ocorrer perda de pacotes em portas de saída. Essa perda poderia ser impedida aumentando a velocidade de fábrica do comutador?
- Questão 5**.....
- [R12] Roteadores têm endereços IP? Em caso positivo, quantos?
- Questão 6**.....
- [R14] Visite um hospedeiro que usa DHCP para obter seu endereço IP, máscara de rede, roteador *default* e endereço IP de seu servidor DNS local. Faça uma lista desses valores.
- Questão 7**.....
- [R15] Suponha que haja três roteadores entre os hospedeiros de origem e de destino. Ignorando a fragmentação, um datagrama IP enviado do hospedeiro de origem até o hospedeiro de destino transitará por quantas interfaces? Quantas tabelas de repasse serão indexadas para deslocar o datagrama desde a origem até o destino?
- Questão 8**.....
- [P19] Considere enviar um datagrama de 2400 bytes por um enlace que tem uma MTU de 700 bytes. Suponha que o datagrama original esteja marcado com o número de identificação 422. Quantos fragmentos são gerados? Quais são os valores em vários campos dos datagramas IP gerados em relação à fragmentação?

Questão 9.....

[P20] Suponha que entre o hospedeiro de origem A e o hospedeiro destinatário B os datagramas estejam limitados a 1.500 bytes (incluindo cabeçalho). Admitindo um cabeçalho IP de 20 bytes, quantos datagramas seriam necessários para enviar um arquivo MP3 de 5 milhões de bytes? Explique como você obteve a resposta.

Questão 10..... 1 ponto

Considere a rede abaixo, composta de estações (*h*), switches (*S*) e roteadores (*R*).

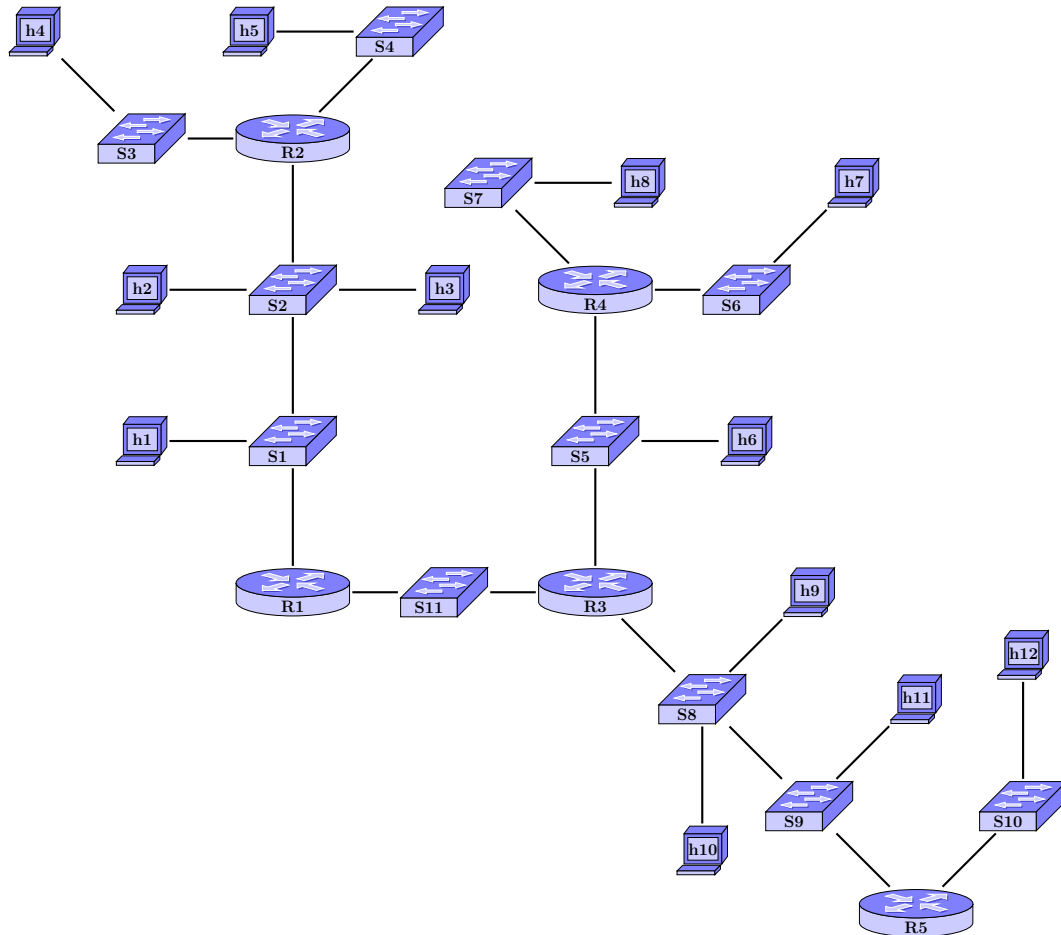


Figura 1: Rede para a questão 10.

Em cada um dos itens a seguir, são apresentadas duas estações entre as quais é enviado um datagrama. Este datagrama deve ser encapsulado em quadros na camada de enlace para que a transmissão seja realizada. Determine, para cada um destes datagramas:

- o caminho que ele irá percorrer na camada de rede;
- quantos quadros diferentes serão utilizados para encapsular este datagrama em seu percurso;
- o caminho que estes quadros irão percorrer na camada de enlace;

(a) $h_{12} \rightarrow h_2$ (b) $h_{12} \rightarrow h_7$ (c) $h_8 \rightarrow h_{10}$ (d) $h_2 \rightarrow h_1$ (e) $h_7 \rightarrow h_3$

Questão 11

Determine se os endereços IP a seguir pertencem ou não às redes correspondentes.

- (a) O endereço 171.87.22.154 pertence à rede 171.87.22.0/24?
- (b) O endereço 51.126.84.1354 pertence à rede 51.126.160.0/19?
- (c) O endereço 118.124.53.199 pertence à rede 119.0.0.0/9?
- (d) O endereço 57.219.44.141 pertence à rede 57.219.128.0/17?
- (e) O endereço 179.167.196.117 pertence à rede 179.166.0.0/15?
- (f) O endereço 209.20.220.99 pertence à rede 209.24.0.0/14?
- (g) O endereço 143.75.40.73 pertence à rede 140.0.0.0/6?
- (h) O endereço 26.95.243.107 pertence à rede 26.95.192.0/19?
- (i) O endereço 139.46.92.251 pertence à rede 136.0.0.0/6?
- (j) O endereço 168.217.206.187 pertence à rede 168.218.128.0/17?

Questão 12

Nos itens a seguir, serão apresentados dois endereços, correspondentes a duas redes distintas. Determine, em cada caso, se uma das redes é uma subrede da outra ou não. Em caso positivo, identifique a subrede maior e a subrede menor.

- (a) 180.144.0.0/13 e 181.192.0.0/10
- (b) 182.53.199.16/28 e 182.53.206.0/23
- (c) 150.142.224.0/20 e 150.142.226.0/23
- (d) 208.6.0.0/16 e 208.1.192.0/18
- (e) 170.91.146.16/29 e 170.91.150.0/24
- (f) 63.168.156.128/25 e 63.168.156.0/22
- (g) 236.126.20.0/22 e 236.126.1.0/27
- (h) 158.47.0.0/17 e 158.40.0.0/14
- (i) 227.152.192.0/18 e 227.152.232.0/23
- (j) 88.0.0.0/6 e 90.96.0.0/11

Questão 13 2 pontos

Em cada um dos cenários a seguir, você é um administrador de rede, que possui uma faixa de endereços IP à sua disposição. Você precisa endereçar um certo número de subredes presentes na sua rede, e cada uma destas subredes possui uma quantidade fixa de estações presentes (já contando eventuais roteadores de borda). Forneça um endereço de subrede para cada uma delas, de forma que todas as estações possam obter seu próprio endereço IP, ou indique se isto não é possível com a faixa de endereços fornecida. Note que há múltiplas soluções possíveis.

- (a) Distribuir a faixa 76.169.176.0/25 para 3 subredes:

Subrede 1	Subrede 2	Subrede 3
22 estações	21 estações	3 estações

- (b) Distribuir a faixa 160.0.0.0/6 para 5 subredes:

Subrede 1	Subrede 2	Subrede 3	Subrede 4	Subrede 5
4M estações	6M estações	6M estações	15M estações	3M estações

- (c) Distribuir a faixa 137.27.128.0/17 para 5 subredes:

Subrede 1	Subrede 2	Subrede 3	Subrede 4	Subrede 5
7K estações	5K estações	8K estações	5K estações	7K estações

Questão 14..... 1 ponto
 Suponha que um roteador da Internet deva encaminhar seus pacotes de acordo com a tabela abaixo, cujas faixas de endereços IP está representada em binário.

Faixa de endereço destino	Interface
11011100 01000000 00000000 00000000 a	0
11011100 01111111 11111111 11111111 11011100 01000000 00000000 00000000 a	1
11011100 01001111 11111111 11111111 11011100 01000011 10000000 00000000 a	2
11011100 01000011 11111111 11111111 11011100 01111000 00000000 00000000 a	0
11011100 01111111 11111111 11111111 11011100 01010000 00000000 00000000 a	1
11011100 01011111 11111111 11111111 11011100 01111100 00000000 00000000 a	3
11011100 01111100 11111111 11111111 caso contrário	2

- (a) Construa a tabela de roteamento com base nas informações da tabela acima, isto é, determine o prefixo (em notação binária) correspondente a cada linha da tabela acima. Sua tabela deve indicar a interface de rede correspondente a cada prefixo.
- (b) Reescreva a tabela de roteamento encontrada acima utilizando a notação a.b.c.d/x.
- (c) Determine para qual interface de rede cada um dos pacotes abaixo, com os respectivos endereços de destino, será encaminhado.
- | | | |
|--------------------|----------------------|----------------------|
| i. 220.88.238.159 | v. 220.107.188.118 | ix. 220.138.216.229 |
| ii. 220.67.179.127 | vi. 220.87.1.14 | x. 220.104.238.191 |
| iii. 220.79.23.136 | vii. 220.124.43.224 | xi. 220.67.141.168 |
| iv. 220.176.75.212 | viii. 220.81.216.219 | xii. 220.126.161.225 |
- (d) Determine quais regras (ou seja, linhas) da tabela de roteamento acima podem ser removidas sem afetar o encaminhamento dos pacotes. Indique se isto não for o caso.¹

Questão 15.....
 [R18] Suponha que você compre um roteador sem fio e o conecte a seu modem a cabo. Suponha também que seu ISP designe dinamicamente um endereço IP a seu dispositivo conectado (isto é, seu roteador sem fio). Suponha ainda que você tenha cinco PCs em casa e que usa 802.11 para conectá-los sem fio ao roteador. Como são designados endereços IP aos cinco PCs? O roteador sem fio usa NAT? Por quê?

Questão 16..... 2 pontos
 Considere um NAT cujo endereço IP na rede pública é 93.248.179.173 e que gerencia as conexões da rede privada, que ocupa a faixa 10.0.0.0/8. Inicialmente o NAT em questão possui a seguinte tabela de tradução, onde cada regra é identificada por um número:

¹Dica: procure por faixas mais específicas.

	(IP, porta) da estação local	(IP, porta) da estação remota	Porta pública no NAT
(1)	10.0.0.1, 28418	214.56.127.43, 3414	17655
(2)	10.0.0.1, 3099	146.120.38.247, 27245	1029
(3)	10.0.0.3, 2708	230.132.30.76, 15972	21138
(4)	10.0.0.3, 17735	161.23.35.16, 24917	24315
(5)	10.0.0.2, 12651	65.254.55.245, 11420	1026
(6)	10.0.0.4, 20211	251.76.63.142, 19162	31524
(7)	10.0.0.2, 6921	238.130.56.4, 25965	25344
(8)	10.0.0.3, 17157	191.213.39.232, 29643	1025
(9)	10.0.0.5, 8992	234.121.195.92, 3295	28584
(10)	10.0.0.1, 1828	138.170.123.187, 20642	11165

Suponha que todos os fluxos nesta questão são fluxos TCP, identificados unicamente pelos endereços e portas das duas estações envolvidas na conexão.

- (a) Considere que o NAT recebe uma sequência de pacotes vindos da rede pública (com estação de destino na rede privada), cujos endereços e portas, de origem e destino, ao serem enviados pela estação que os gerou, são identificados abaixo. Determine os endereços e portas, de origem e de destino, que serão colocados em cada pacote quando o NAT realizar a tradução de endereços e encaminhá-lo à rede privada. Se o NAT descartar o pacote em vez de encaminhá-lo, indique isto em sua resposta.

- i. Origem: 238.130.56.4, 25965; Destino: 93.248.179.173, 25344
- ii. Origem: 65.254.55.245, 11420; Destino: 93.248.179.173, 1026
- iii. Origem: 234.121.195.92, 3295; Destino: 93.248.179.173, 28584
- iv. Origem: 214.56.127.43, 3414; Destino: 93.248.179.173, 24315
- v. Origem: 191.213.39.232, 29643; Destino: 93.248.179.173, 11165
- vi. Origem: 251.76.63.142, 19162; Destino: 93.248.179.173, 17655
- vii. Origem: 251.76.63.142, 19162; Destino: 93.248.179.173, 31524
- viii. Origem: 238.130.56.4, 25965; Destino: 93.248.179.173, 1029
- ix. Origem: 161.23.35.16, 24917; Destino: 93.248.179.173, 24315
- x. Origem: 214.56.127.43, 3414; Destino: 93.248.179.173, 1026

- (b) Considere agora, que o NAT recebe uma sequência de pacotes vindos da rede privada (com estação de destino na rede pública). Os endereços e portas, de origem e destino, destes pacotes são identificados nos itens a seguir.

Para cada pacote, determine se o NAT irá ou não criar uma nova entrada na tabela de tradução ao encaminhá-lo para a rede pública. Se ele criar uma nova entrada, determine o seu conteúdo; se não, identifique a entrada que o NAT irá utilizar para encaminhar o pacote. Considere que somente portas a partir da 1024 estão disponíveis para o NAT. Note que há mais de uma solução correta.²

- i. Origem: 10.0.0.5, 8992; Destino: 234.121.195.92, 3295
- ii. Origem: 10.0.0.1, 28418; Destino: 214.56.127.43, 3414
- iii. Origem: 10.0.0.1, 1828; Destino: 138.170.123.187, 20642
- iv. Origem: 10.0.0.1, 28418; Destino: 214.56.127.43, 16833
- v. Origem: 10.0.0.2, 12651; Destino: 70.130.131.164, 19715

²Dicas: entradas criadas para um pacote podem ser utilizadas pelos seguintes; cuidado com portas já utilizadas.

- vi. Origem: 10.0.0.1, 1828; Destino: 138.170.123.187, 20642
- vii. Origem: 10.0.0.3, 27032; Destino: 161.23.35.16, 24917
- viii. Origem: 10.0.0.3, 27032; Destino: 161.23.35.16, 32649
- ix. Origem: 10.0.0.2, 12651; Destino: 70.130.131.164, 9391
- x. Origem: 10.0.0.2, 6921; Destino: 238.130.56.4, 25965

(c) Utilizando sua resposta para o item (b), determine os endereços e portas, de origem e destino, que o NAT irá colocar nestes pacotes ao encaminhá-los à rede pública.

Questão 17

[P23] Neste problema estudaremos o impacto das NATs sobre aplicações P2P. Suponha que um parceiro com nome de usuário Arnold descubra, por meio de consulta, que um parceiro com nome de hospedeiro Bernard tem um arquivo que ele, Arnold, quer descarregar. Suponha também que Bernard e Arnold estejam por trás de uma NAT. Tente elaborar uma técnica que permita a Arnold estabelecer uma conexão TCP com Bernardo sem a configuração da NAT específica da aplicação. Se você tiver dificuldade na elaboração dessa técnica, discuta o motivo.

Questão 18

[R21] Compare e aponte as diferenças entre os algoritmos de roteamento de estado de enlace e por vetor de distâncias.

Questão 19 1 ponto

O algoritmo de Dijkstra — que leva o nome do professor holandês Edsger W. Dijkstra, que o desenvolveu em 1956 — é um dos algoritmos mais utilizados para encontrar os caminhos mais curtos em uma rede onde as arestas (enlaces) possuem pesos não negativos. Este algoritmo é utilizado, por exemplo, na Internet, para que roteadores possam calcular rotas ótimas e encaminhar pacotes segundo estas rotas. O objetivo desta questão é entender como funciona o algoritmo de Dijkstra.

Considere a rede ilustrada abaixo, onde os enlaces estão anotados com seus respectivos custos.

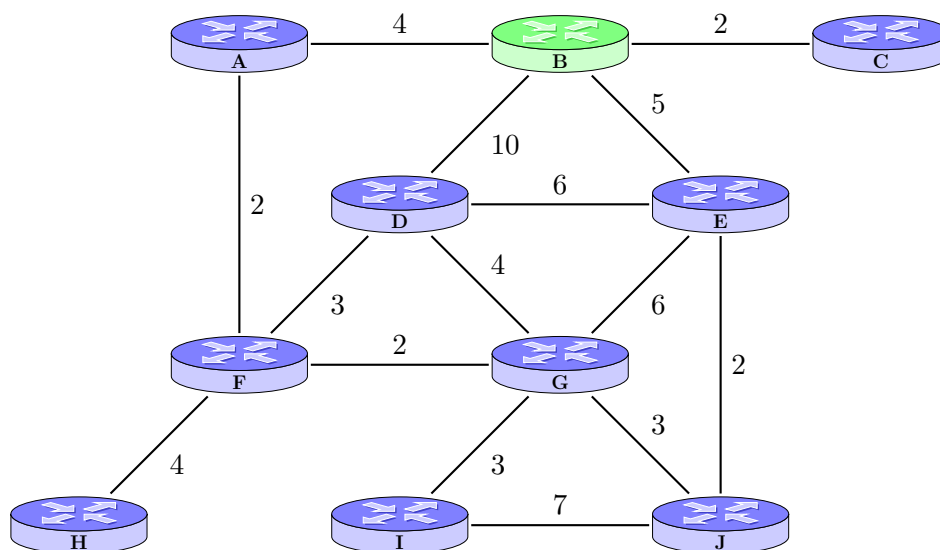


Figura 2: Rede para a questão 19.

- (a) Utilizando o algoritmo de Dijkstra, calcule os caminhos mais curtos a partir do nó B, destacado em verde, para todos os outros nós da rede. Construa uma tabela igual à mostrada em aula que mostra o funcionamento do algoritmo de forma iterativa.
- (b) A partir do resultado do item anterior, construa a árvore de caminhos mínimos a partir de B calculada pelo algoritmo. Construa também a tabela de roteamento de B.

Questão 20 1 ponto
Nesta questão, vamos compreender como funcionam algoritmos do tipo *vetor de distâncias*. Considere a rede ilustrada abaixo, onde os enlaces estão anotados com seus respectivos custos. Vamos assumir que os nós da rede executam uma versão síncrona do algoritmo de vetor de distâncias, de forma que cada passo do algoritmo é executado por todos os nós simultaneamente, antes de todos avançarem para o passo seguinte.

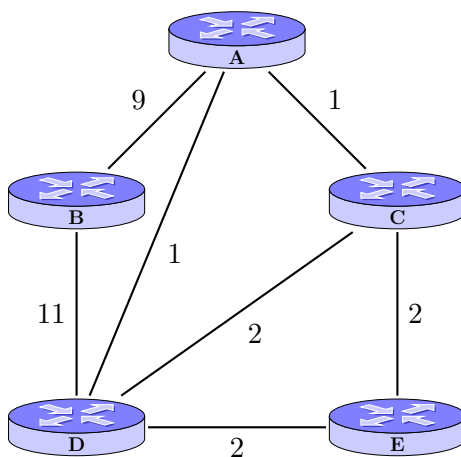


Figura 3: Rede para a questão 20.

- (a) Antes da execução do algoritmo, todos os nós sabem apenas o custo dos enlaces que os liga a seus vizinhos. Suas *tabelas de distância* contêm o custo para alcançar cada um dos outros nós da rede, em função dos enlaces de saída utilizados nestas rotas.

Determine as tabelas de distância iniciais de cada nó. A partir destas tabelas de distância, determine também os vetores de distância iniciais de cada nó. Este é o “passo 0” do algoritmo.
- (b) Na primeira iteração do algoritmo, todos os nós enviam aos seus vizinhos os vetores de distância calculados no passo 0. Cada nó utiliza os vetores recebidos para compor uma nova tabela de distâncias, e utiliza esta nova tabela para atualizar o seu próprio vetor de distâncias. Determine as novas tabelas de distância de cada nó e, a partir delas, calcule os novos vetores de distância de cada nó. Isto conclui o passo 1 do algoritmo.
- (c) As iterações seguintes do algoritmo procedem da mesma forma que a primeira, mas utilizando os vetores de distância calculados no passo anterior. Esta dinâmica irá continuar até a *convergência* do algoritmo, isto é, até que chegue um passo em que o vetor de distâncias de todos os nós não se modifique. Repita o item anterior — isto é, determine as novas tabelas de distância e recalcule os vetores de distância de todos os nós — até que ocorra a convergência do algoritmo. Em quantos passos ocorreu esta convergência?

Questão 21
[R22] Discuta como a organização hierárquica da Internet possibilitou estender seu alcance para milhões de usuários.

Questão 22
 [R23] É necessário que todo sistema autônomo use o mesmo algoritmo de roteamento intra-AS? Justifique sua resposta.

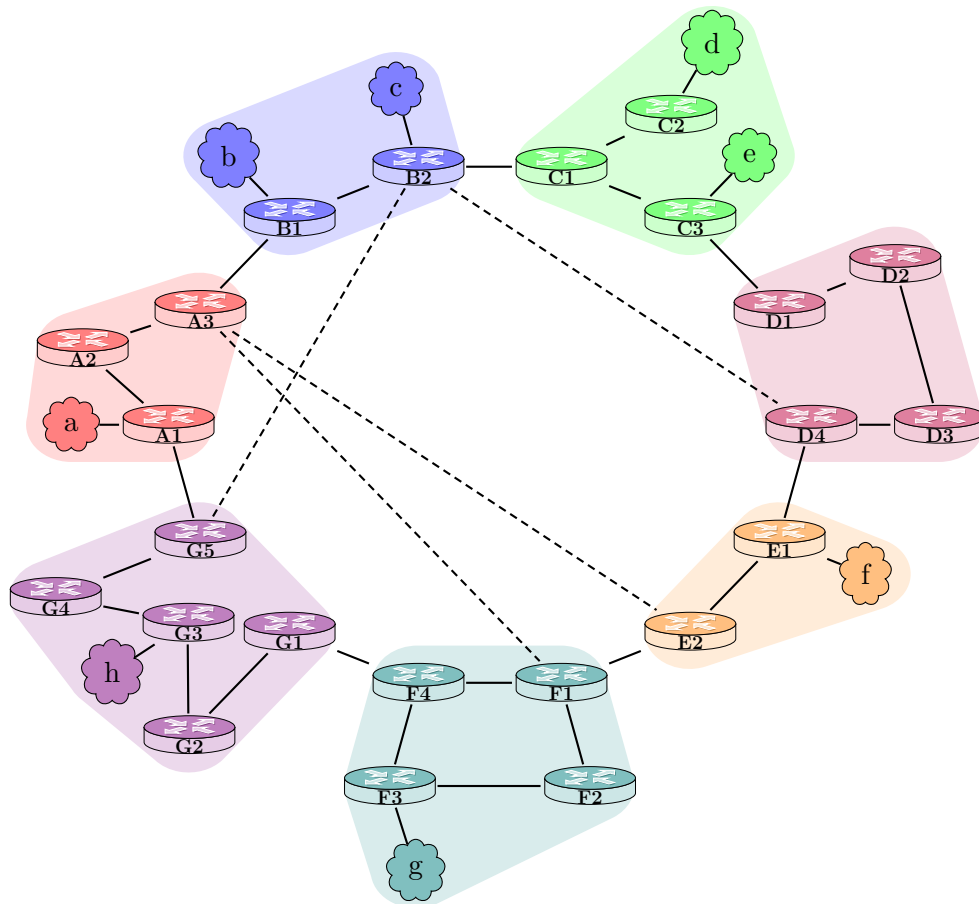
Questão 23
 [R29] Defina e aponte as diferenças entre os seguintes termos: *sub-rede*, *prefixo* e *rota BGP*.

Questão 24
 [R30] Como o BGP usa o atributo NEXT-HOP? Como ele usa o atributo AS-PATH?

Questão 25
 [R31] Descreva como um administrador de rede de um ISP de nível superior pode executar uma política ao configurar o BGP.

Questão 26
 [P36] Um roteador BGP sempre escolherá uma rota sem laços com o menor comprimento de AS-PATH? Justifique sua resposta.

Questão 27 1 ponto
 Considere a rede a seguir, onde as cores distintas identificam diferentes sistemas autônomos (AS). Nesta rede, há dois tipos de enlaces entre ASs: os enlaces denotados por linhas contínuas, que formam um ciclo entre todos os ASs, compõem o *backbone* da rede, e podem ser utilizados por todo tipo de tráfego. Além disso, alguns ASs negociam *peering links*, “atalhos” diretos entre eles, denotados por linhas tracejadas. Cada um destes enlaces somente pode ser utilizado para comunicações entre estações destes ASs, não sendo permitido tráfego de terceiros. As nuvens, identificadas por letras minúsculas, representam subredes.



- (a) Determine se, entre cada um dos seguintes pares de roteadores, existe comunicação iBGP ou eBGP (ou indique se não houver comunicação BGP entre eles).
- | | | | |
|--------------|-------------|---------------|--------------|
| i. D1 e G5 | iv. A3 e D3 | vii. E2 e A3 | x. F1 e C2 |
| ii. A3 e A1 | v. D1 e A2 | viii. D3 e D4 | xi. D4 e B2 |
| iii. D4 e E1 | vi. A1 e A2 | ix. A1 e A3 | xii. G1 e G4 |
- (b) Considere, agora, o envio de pacotes através destas redes. Cada item abaixo contém as subredes de origem e destino de um pacote. Determine quais ASs eles irão atravessar e, a partir desta informação, determine os roteadores que eles irão atravessar.
- | | | | | |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| i. $g \rightarrow e$ | iii. $h \rightarrow g$ | v. $h \rightarrow c$ | vii. $b \rightarrow h$ | ix. $b \rightarrow e$ |
| ii. $d \rightarrow g$ | iv. $a \rightarrow f$ | vi. $f \rightarrow d$ | viii. $a \rightarrow b$ | x. $c \rightarrow d$ |
- (c) Em cada item a seguir, os ASs apresentados devem tomar a decisão de anunciar ou não uma rota até uma subrede para um AS vizinho. Com base nas políticas descritas, determine se os ASs realizarão tais anúncios. Considere que a rota em questão é a rota que o AS anunciante utiliza para enviar pacotes para a subrede destino.
- | | |
|--|---|
| i. AS G anuncia rota até f para AS A ? | v. AS B anuncia rota até c para AS G ? |
| ii. AS G anuncia rota até h para AS A ? | vi. AS G anuncia rota até h para AS F ? |
| iii. AS D anuncia rota até c para AS C ? | vii. AS C anuncia rota até a para AS D ? |
| iv. AS G anuncia rota até c para AS F ? | viii. AS F anuncia rota até d para AS G ? |