

**Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação**  
**Disciplina: Redes de Computadores II**  
**AD2 – 1º semestre de 2017 – GABARITO**

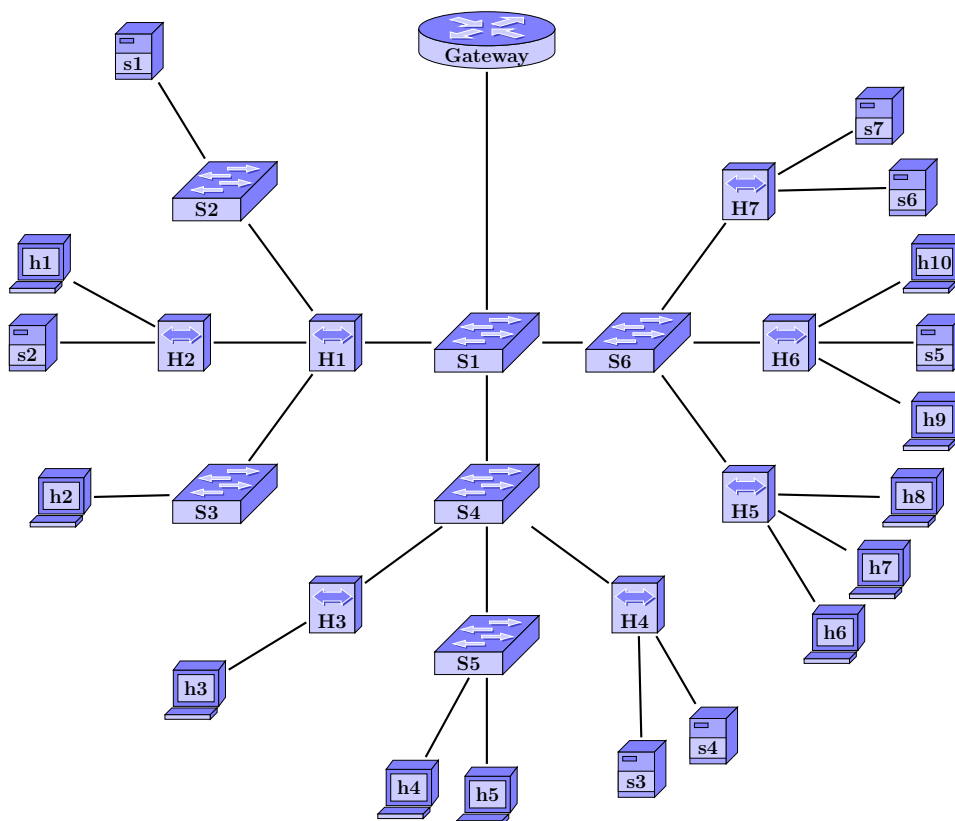
**IMPORTANTE:** O objetivo desta avaliação é consolidar seus conhecimentos em temas que são fundamentais para o entendimento desta disciplina. A avaliação é formada por diversos exercícios objetivos que irão contribuir para o melhor entendimento de conceitos fundamentais. O entendimento destes conceitos será medido nas APs. Desta forma, é importante você realizar e compreender todos os exercícios desta avaliação, mesmo aqueles que possuem pontuação zerada.

Esta avaliação possui 5 questões e soma 100 pontos.

**Questão 1** ..... 20 pontos

Apesar de ambos serem equipamentos que atuam na camada de enlace, uma das principais diferenças entre *hubs* e *switches* está na ocorrência de colisões. Neste exercício, iremos compreender melhor o que isto significa.

Considere a seguinte rede local, composta por equipamentos de quatro tipos: estações (*h*), servidores (*s*), hubs (*H*) e switches (*S*). A única saída desta rede local para a Internet é através do gateway apresentado na ilustração.



- (a) Para cada par de estações a seguir, determine se irá ocorrer uma colisão caso elas transmitam dados para a Internet simultaneamente, ou se as transmissões terão sucesso.
- i. h3 **não colide** com h5      ii. h8 **colide** com h7      iii. h9 **não colide** com h4
- (b) Um domínio de colisão é definido como sendo um segmento de rede (conjunto de enlaces) em que sempre ocorrerá colisão se houver duas transmissões simultâneas, mas que não causa colisão com nenhuma transmissão que ocorra fora do segmento. Equipamentos com apenas um enlace (como estações e servidores) fazem parte de apenas um domínio de colisão, enquanto equipamentos com mais de um enlace (como hubs e switches) podem fazer parte de mais de um domínio de colisão.

Identifique os domínios de colisão desta rede.

**Resposta:**

Domínio 1: h1 / H1 / H2 / s2 / S1 / S2 / S3

Domínio 2: S1 / S4

Domínio 3: S1 / S6

Domínio 4: h3 / H3 / S4

Domínio 5: S4 / S5

Domínio 6: H4 / s3 / s4 / S4

Domínio 7: h6 / h7 / h8 / H5 / S6

Domínio 8: h9 / h10 / H6 / s5 / S6

Domínio 9: H7 / s6 / s7 / S6

Domínio 10: s1 / S2

Domínio 11: h2 / S3

Domínio 12: h4 / S5

Domínio 13: h5 / S5

**Questão 2** ..... 20 pontos

A ocorrência de colisões também afeta a vazão da rede, isto é, a taxa com que a rede consegue transmitir dados, e neste exercício iremos explorar a relação entre estas duas características.

Considere a mesma rede local da questão anterior. Suponha que todos os enlaces da rede, exceto o enlace entre o switch S1 e o gateway, possuem a capacidade de 300 Mbps.

- (a) Em cada item a seguir, são apresentadas transmissões simultâneas de servidores para estações. Considere que, em caso de meio compartilhado entre transmissões, a banda disponível é dividida igualmente entre elas. Determine a vazão de cada transmissão (note que duas transmissões simultâneas podem apresentar vazões diferentes).
- i.  $s3 \rightarrow h1$  — **100 Mbps** ,  $s4 \rightarrow h8$  — **100 Mbps** ,  $s4 \rightarrow h6$  — **100 Mbps**
- ii.  $s1 \rightarrow h6$  — **100 Mbps** ,  $s2 \rightarrow h1$  — **100 Mbps** ,  $s1 \rightarrow h5$  — **100 Mbps**
- (b) Considere um cenário em que todas as estações e todos os servidores desejam trocar dados com a Internet simultaneamente. Suponha que a taxa máxima de cada uma destas comunicações seja de 110 Mbps. A capacidade máxima dos enlaces permanecem iguais a 300 Mbps.

Determine qual deve ser a capacidade mínima do enlace entre o switch S1 e o gateway para que ele não seja o gargalo desta rede.

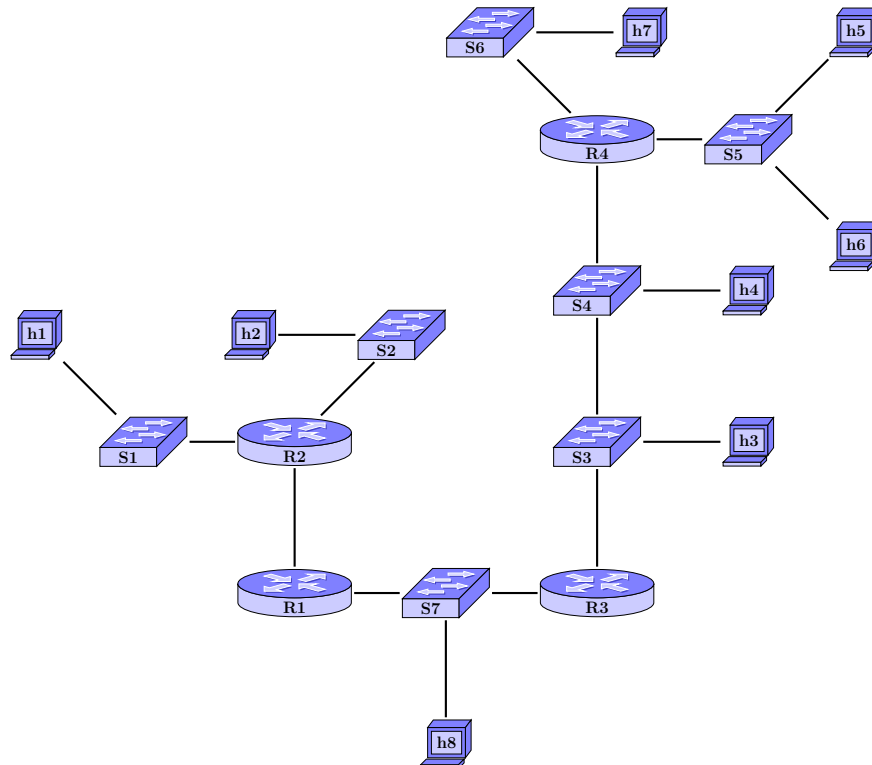
**Resposta:**

A capacidade mínima desse enlace deve ser igual a vazão máxima entre a Internet e o conjunto de servidores e estações desta rede. Essa vazão é igual a 710 Mbps.

**Questão 3** ..... 20 pontos

O objetivo deste exercício é compreender melhor o que significam as camadas de rede e de enlace na Internet.

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



Em cada um dos itens abaixo, são apresentadas duas estações entre as quais existe um fluxo de dados UDP na camada de rede. Os datagramas deste fluxo devem ser encapsulados em quadros na camada de enlace para que a transmissão seja realizada. Para cada um destes fluxos:

- determine o caminho que os datagramas irão percorrer na camada de rede;
  - determine quantos quadros diferentes serão utilizados para encapsular cada datagrama em seu percurso;
  - determine o caminho que estes quadros irão percorrer na camada de enlace;
- $h4 \rightarrow h8$

**Caminho na camada de rede:**  $h4 \rightarrow R3 \rightarrow h8$ ;

**Encapsulado em 2 quadros;**

**Caminho (total) na camada de enlace:**  $h4 \rightarrow S4 \rightarrow S3 \rightarrow R3 \rightarrow S7 \rightarrow h8$ .

- $h2 \rightarrow h6$

**Caminho na camada de rede:**  $h2 \rightarrow R2 \rightarrow R1 \rightarrow R3 \rightarrow R4 \rightarrow h6$ ;

**Encapsulado em 5 quadros;**

**Caminho (total) na camada de enlace:**  $h2 \rightarrow S2 \rightarrow R2 \rightarrow R1 \rightarrow S7 \rightarrow R3 \rightarrow S3 \rightarrow S4 \rightarrow R4 \rightarrow S5 \rightarrow h6$ .

iii.  $h5 \rightarrow h3$

**Caminho na camada de rede:**  $h5 \rightarrow R4 \rightarrow h3$ ;

**Encapsulado em 2 quadros;**

**Caminho (total) na camada de enlace:**  $h5 \rightarrow S5 \rightarrow R4 \rightarrow S4 \rightarrow S3 \rightarrow h3$ .

**Questão 4**..... 20 pontos

O objetivo deste exercício é compreender melhor a ocorrência de colisões entre estações compartilhando acesso sem fio ao meio.

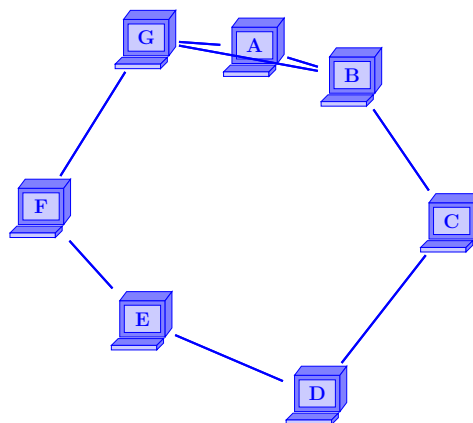
Considere uma rede sem fio não estruturada (*ad hoc*), na qual diversas estações tentam transmitir dados umas para as outras. As distâncias entre elas são dadas na tabela abaixo:

	A	B	C	D	E	F	G
A		2.7 m	7.0 m	9.4 m	7.8 m	7.1 m	2.9 m
B	2.7 m		4.7 m	8.5 m	8.5 m	8.9 m	5.5 m
C	7.0 m	4.7 m		5.8 m	8.6 m	10.9 m	9.4 m
D	9.4 m	8.5 m	5.8 m		5.0 m	8.8 m	10.4 m
E	7.8 m	8.5 m	8.6 m	5.0 m		4.0 m	7.4 m
F	7.1 m	8.9 m	10.9 m	8.8 m	4.0 m		5.3 m
G	2.9 m	5.5 m	9.4 m	10.4 m	7.4 m	5.3 m	

Suponha que uma estação consegue ouvir a transmissão de outra se elas se encontram a uma distância de 6.9 m ou menos. Caso contrário, devido ao desvanecimento do sinal, uma estação estará oculta para a outra.

- (a) Construa o grafo de conectividade desta rede. Neste grafo, vértices são estações, e uma aresta entre duas estações indica que elas ouvem a transmissão uma da outra.

**Resposta:**



- (b) Suponha que duas transmissões ocorrem simultaneamente. Diremos que ocorre colisão sempre que alguma estação desta rede escutar ambas as transmissões.

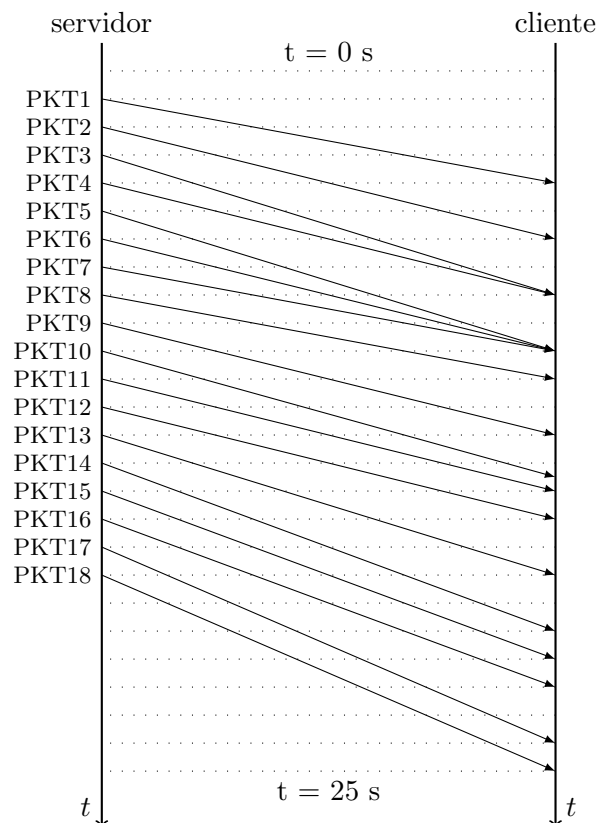
Para cada par de transmissões a seguir, determine se irá ocorrer uma colisão ou não.

- i.  $A \rightarrow B / F \rightarrow G$  — **Há colisão**      iii.  $D \rightarrow C / G \rightarrow F$  — **Não há colisão**  
 ii.  $E \rightarrow F / D \rightarrow C$  — **Há colisão**

**Questão 5** ..... 20 pontos

Para compensar pelo *jitter* observado na Internet como consequência do seu modelo “*best effort*” de serviço, aplicações de transmissão de vídeo por *streaming* utilizam técnicas de bufferização no cliente. Nestas técnicas, o cliente irá armazenar os dados da mídia a ser reproduzida em um *buffer* antes da reprodução, com o objetivo de atrasá-la e, com isso, melhor a qualidade da reprodução. O objetivo desta questão é compreender o funcionamento destes mecanismos de bufferização de cliente.

Considere o seguinte cenário, em que um servidor transmite pacotes por *streaming* uma sequência de pacotes de um vídeo para um cliente. O diagrama a seguir ilustra esta transmissão. Note que o pacote PKT1 foi transmitido no instante de tempo  $t = 1$  s, o pacote PKT2, no instante  $t = 2$  s, e assim por diante.



- (a) Determine o instante de recepção de cada pacote e calcule seu atraso de propagação.

**Resposta:**

**PKT1** Transmissão em  $t = 1.0$  s, recepção em  $t = 4.0$  s: atraso de 3.0 s  
**PKT2** Transmissão em  $t = 2.0$  s, recepção em  $t = 6.0$  s: atraso de 4.0 s  
**PKT3** Transmissão em  $t = 3.0$  s, recepção em  $t = 8.0$  s: atraso de 5.0 s  
**PKT4** Transmissão em  $t = 4.0$  s, recepção em  $t = 8.0$  s: atraso de 4.0 s  
**PKT5** Transmissão em  $t = 5.0$  s, recepção em  $t = 10.0$  s: atraso de 5.0 s  
**PKT6** Transmissão em  $t = 6.0$  s, recepção em  $t = 10.0$  s: atraso de 4.0 s  
**PKT7** Transmissão em  $t = 7.0$  s, recepção em  $t = 10.0$  s: atraso de 3.0 s  
**PKT8** Transmissão em  $t = 8.0$  s, recepção em  $t = 11.0$  s: atraso de 3.0 s  
**PKT9** Transmissão em  $t = 9.0$  s, recepção em  $t = 13.0$  s: atraso de 4.0 s  
**PKT10** Transmissão em  $t = 10.0$  s, recepção em  $t = 14.5$  s: atraso de 4.5 s  
**PKT11** Transmissão em  $t = 11.0$  s, recepção em  $t = 15.0$  s: atraso de 4.0 s  
**PKT12** Transmissão em  $t = 12.0$  s, recepção em  $t = 16.0$  s: atraso de 4.0 s  
**PKT13** Transmissão em  $t = 13.0$  s, recepção em  $t = 18.0$  s: atraso de 5.0 s  
**PKT14** Transmissão em  $t = 14.0$  s, recepção em  $t = 20.0$  s: atraso de 6.0 s  
**PKT15** Transmissão em  $t = 15.0$  s, recepção em  $t = 21.0$  s: atraso de 6.0 s  
**PKT16** Transmissão em  $t = 16.0$  s, recepção em  $t = 22.0$  s: atraso de 6.0 s  
**PKT17** Transmissão em  $t = 17.0$  s, recepção em  $t = 24.0$  s: atraso de 7.0 s  
**PKT18** Transmissão em  $t = 18.0$  s, recepção em  $t = 25.0$  s: atraso de 7.0 s

- (b) Considere o seguinte mecanismo de bufferização no cliente: o cliente possui um buffer de capacidade infinita, no qual armazena todos os pacotes assim que chegam, e o vídeo começará a ser reproduzido somente após um atraso pré-determinado (a ser escolhido), que conta a partir da chegada do primeiro pacote. Qualquer pacote que chegue após o instante em que deveria ser reproduzido é considerado perdido.

Suponha que você pode escolher entre as opções de atraso de reprodução a seguir. Qual será a porcentagem de pacotes perdidos nesta transmissão, para cada opção?

- i. 2.5 s : **27.8%**                      ii. 3.5 s : **11.1%**                      iii. 4.0 s : **0.0%**

- (c) Para este mecanismo, qual deve ser o atraso de reprodução mínimo para que nenhum pacote desta transmissão seja perdido?

**Resposta:**

Todos os pacotes serão reproduzidos se o atraso for de 4.0 s ou maior.

- (d) Considere agora este segundo mecanismo de bufferização: novamente o cliente possui um buffer infinito, mas agora ele começará a reproduzir o vídeo após um certo número de pacotes (a ser definido) ter chegado. Pacotes que chegarem após o instante em que deveriam ser reproduzidos são considerados perdidos.

Em cada item a seguir, será apresentada uma opção de atraso de reprodução. Qual será a porcentagem de pacotes perdidos para cada opção, para a transmissão apresentada?

- i. 1 pacotes : **83.3%**                      ii. 2 pacotes : **27.8%**                      iii. 3 pacotes : **0.0%**

- (e) Para este segundo mecanismo, quantos pacotes, no mínimo, o cliente deve esperar chegar para começar a reprodução, se não quiser perdas nesta transmissão?

**Resposta:**

Basta aguardar a chegada de 3 pacotes, para que todos sejam reproduzidos.