



**UNIRIO**

**Bacharelado em Sistemas de Informação**  
**Disciplina: Redes de Computadores I**  
**2019.2 — Lista de exercícios 1**

Todas as questões abaixo foram retiradas do livro-texto desta disciplina: James F. Kurose, Keith W. Ross, “Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-Down”, 6ª edição.

Capítulo 1: Redes de Computadores e a Internet

**Questão 1**.....

[R3] Por que os padrões são importantes para os protocolos?

**Questão 2**.....

[R6] Cite as tecnologias de acesso residencial disponíveis em sua cidade. Para cada tipo de acesso, apresente a taxa *downstream*, a taxa *upstream* e o preço mensal anunciados.

**Questão 3**.....

[R10] Descreva as tecnologias de acesso sem fio mais populares atualmente. Faça uma comparação entre elas.

**Questão 4**.....

[R11] Suponha que exista exatamente um comutador de pacotes entre um computador de origem e um de destino. As taxas de transmissão entre a máquina de origem e o comutador e entre este e a máquina de destino são  $R_1$  e  $R_2$ , respectivamente. Admitindo que um roteador use comutação de pacotes do tipo armazena-e-reenvia, qual é o atraso total fim a fim para enviar um pacote de comprimento  $L$ ? (Desconsidere formação de fila, atraso de propagação e atraso de processamento.)

**Questão 5**.....

[R13] Suponha que usuários compartilhem um enlace de 2 Mbits/s e que cada usuário transmita continuamente a 1 Mbit/s, mas cada um deles transmite apenas 20% do tempo. (Veja a discussão sobre multiplexação estatística na Seção 1.3 do livro.)

- Quando a comutação de circuitos é utilizada, quantos usuários podem ser admitidos?
- Para o restante deste problema suponha que seja utilizada a comutação de pacotes. Por que não haverá atraso de fila antes de um enlace se dois ou menos usuários transmitirem ao mesmo tempo? Por que haverá atraso de fila se três usuários transmitirem ao mesmo tempo?
- Determine a probabilidade de um dado usuário estar transmitindo.
- Suponha agora que haja três usuários. Determine a probabilidade de, a qualquer momento, os três usuários transmitirem simultaneamente. Determine a fração de tempo durante o qual a fila cresce.

**Questão 6**.....

[R14] Por que dois ISPs no mesmo nível de hierarquia farão emparelhamento? Como um IXP consegue ter lucro?

**Questão 7**.....

[R16] Considere o envio de um pacote de uma máquina de origem a uma de destino por uma rota fixa. Relacione os componentes do atraso que formam o atraso fim a fim. Quais deles são constantes e quais são variáveis?

**Questão 8**.....

[R18] Quanto tempo um pacote de 1.000 bytes leva para se propagar através de um enlace de 2.500 km de distância, com uma velocidade de propagação de  $2,5 \cdot 10^8$  m/s e uma taxa de transmissão de 2 Mbits/s? Em geral, quanto tempo um pacote de comprimento  $L$  leva para se propagar através de um enlace de distância  $d$ , velocidade de propagação  $s$  e taxa de transmissão de  $R$  bits/s? Esse atraso depende do comprimento do pacote? Depende da taxa de transmissão?

**Questão 9**.....

[R19] Suponha que o hospedeiro A queira enviar um arquivo grande para o hospedeiro B. O percurso de A para B possui três enlaces, de taxas  $R_1 = 500$  kbits/s,  $R_2 = 2$  Mbits/s e  $R_3 = 1$  Mbit/s.

- Considerando que não haja nenhum outro tráfego na rede, qual é a vazão para a transferência de arquivo?
- Suponha que o arquivo tenha 4 milhões de bytes. Dividindo o tamanho do arquivo pela vazão, quanto tempo levará a transferência para o hospedeiro B?
- Repita os itens (a) e (b), mas agora com  $R_2$  reduzido a 100 kbits/s.

**Questão 10**.....

[R23] Quais são as cinco camadas da pilha de protocolo da Internet? Quais as responsabilidades de cada uma dessas camadas?

**Questão 11**.....

[R25] Que camadas da pilha do protocolo da Internet um roteador processa? Que camadas um comutador de camada de enlace processa? Que camadas um sistema final processa?

**Questão 12**.....

[P1] Projete e descreva um protocolo de nível de aplicação para ser usado entre um caixa eletrônico e o computador central de um banco. Esse protocolo deve permitir verificação do cartão e da senha de um usuário, consulta do saldo de sua conta (que é mantido no computador central) e saque de dinheiro (isto é, entrega de dinheiro ao usuário). As entidades do protocolo devem estar preparadas para resolver o caso comum em que não há dinheiro suficiente na conta para cobrir o saque. Especifique seu protocolo relacionando as mensagens trocadas e as ações realizadas pelo caixa automático ou pelo computador central do banco na transmissão e recepção de mensagens. Esquematize a operação de seu protocolo para o caso de um saque simples sem erros, usando um diagrama semelhante ao da Figura 1.2 (ver livro). Descreva explicitamente o que seu protocolo espera do serviço de transporte fim-a-fim.

**Questão 13**.....

[P3] Considere uma aplicação que transmita dados a uma taxa constante (por exemplo, a origem gera uma unidade de dados de  $N$  bits a cada  $k$  unidades de tempo, onde  $k$  é pequeno e fixo). Considere também que, quando essa aplicação começa, continuará em funcionamento por um período de tempo relativamente longo. Responda às seguintes perguntas, dando uma breve justificativa para suas respostas:

- O que seria mais apropriado para essa aplicação: uma rede de comutação de circuitos ou uma rede de comutação de pacotes? Por quê?

- (b) Suponha que seja usada uma rede de comutação de pacotes e que o único tráfego venha de aplicações como a descrita anteriormente. Além disso, imagine que a soma das velocidades de dados da aplicação seja menor do que a capacidade de cada enlace. Será necessário algum tipo de controle de congestionamento? Por quê?

**Questão 14** .....

[P6] Este problema elementar começa a explorar atrasos de propagação e de transmissão, dois conceitos centrais em redes de computadores. Considere dois hospedeiros, A e B, conectados por um único enlace de taxa  $R$  bits. Suponha que eles estejam separados por  $m$  metros e que a velocidade de propagação ao longo do enlace seja de  $s$  metros/segundo. O hospedeiro A tem de enviar um pacote de  $L$  bits ao hospedeiro B.

- (a) Expresse o atraso de propagação,  $d_{prop}$ , em termos de  $m$  e  $s$ .
- (b) Determine o tempo de transmissão do pacote,  $d_{trans}$ , em termos de  $L$  e  $R$ .
- (c) Ignorando os atrasos de processamento e de fila, obtenha uma expressão para o atraso fim a fim.
- (d) Suponha que o hospedeiro A comece a transmitir o pacote no instante  $t = 0$ . No instante  $t = d_{trans}$ , onde estará o último bit do pacote?
- (e) Imagine que  $d_{prop}$  seja maior do que  $d_{trans}$ . Onde estará o primeiro bit do pacote no instante  $t = d_{trans}$ ?
- (f) Considere que  $d_{prop}$  seja menor do que  $d_{trans}$ . Onde estará o primeiro bit do pacote no instante  $t = d_{trans}$ ?
- (g) Suponha que  $s = 2,5 \cdot 10^8$ ,  $L = 120$  bits e  $R = 56$  kbits/s. Encontre a distância  $m$  de modo que  $d_{prop}$  seja igual a  $d_{trans}$ .

**Questão 15** .....

[P7] Neste problema, consideramos o envio de voz em tempo real do hospedeiro A para o hospedeiro B por meio de uma rede de comutação de pacotes (VoIP). O hospedeiro A converte voz analógica para uma cadeia digital de bits de 64 kbits/s e, em seguida, agrupa do bits em pacotes de 56 bytes. Há apenas um enlace entre os hospedeiros A e B; sua taxa de transmissão é de 2 Mbits/s e seu atraso de propagação, de 10 ms. Assim que o hospedeiro A recolhe um pacote, ele o envia ao hospedeiro B. Quando recebe um pacote completo, o hospedeiro B converte os bits do pacote em um sinal analógico. Quanto tempo decorre entre o momento em que um bit é criado (a partir do sinal analógico no hospedeiro A) e o momento em que ele é decodificado (como parte do sinal analógico no hospedeiro B)?

**Questão 16** .....

[P12] Um comutador de pacotes recebe um pacote e determina o enlace de saída pelo qual deve ser enviado. Quando o pacote chega, outro já está sendo transmitido nesse enlace de saída e outros quatro já estão esperando para serem transmitidos. Os pacotes são transmitidos em ordem de chegada. Suponha que todos os pacotes tenham 1.500 bytes e que a taxa do enlace seja 2 Mbits/s. Qual é o atraso de fila para o pacote? De modo geral, qual é o atraso de fila quando todos os pacotes possuem comprimento  $L$ , a taxa de transmissão é  $R$ ,  $x$  bits do pacote sendo transmitido já foram transmitidos e  $N$  pacotes já estão na fila?

**Questão 17** .....

[P13]

- (a) Suponha que  $N$  pacotes cheguem simultaneamente ao enlace no qual não há pacotes sendo transmitidos e nem pacotes enfileirados. Cada pacote tem  $L$  de comprimento e é transmitido à taxa  $R$ . Qual é o atraso médio para os  $N$  pacotes?
- (b) Agora considere que  $N$  desses pacotes cheguem ao enlace a cada  $LN/R$  segundos. Qual é o atraso de fila médio de um pacote?

**Questão 18** .....

[P18] Execute o programa Traceroute para verificar a rota entre uma origem e um destino, no mesmo continente, para três horários diferentes do dia.

- (a) Determine a média e o desvio-padrão dos atrasos de ida e volta para cada um dos três horários.
- (b) Determine o número de roteadores no caminho para cada um dos três. Os caminhos mudaram em algum dos horários?
- (c) Tente identificar o número de redes de ISP pelas quais o pacote do Traceroute passa entre origem e destino. Roteadores com nomes semelhantes e/ou endereços IP semelhantes devem ser considerados part do mesmo ISP. Em suas respostas, os maiores atrasos ocorrem nas interfaces de formação de pares entre ISPs adjacentes?
- (d) Faça o mesmo para uma origem e um destino em continentes diferentes. Compare os resultados dentro do mesmo continente com os resultados entre continentes diferentes.

**Questão 19** .....

 [P25] Suponha que dois hospedeiros, A e B, estejam separados por uma distância de 20 mil quilômetros e conectados por um enlace direto de  $R = 2$  Mbits/s. Suponha que a velocidade de propagação pelo enlace seja de  $2.5 \cdot 10^8$  m/s.

- (a) Calcule o produto largura de banda-atraso  $R \cdot d_{\text{prop}}$ .
- (b) Considere o envio de um arquivo de 800 mil bits do hospedeiro A para o hospedeiro B. Suponha que o arquivo seja enviado continuamente, como se fosse uma única grande mensagem. Qual é o número máximo de bits que estará no enlace a qualquer dado instante?
- (c) Interprete o produto largura de banda  $\times$  atraso.
- (d) Qual é o comprimento (em metros) de um bit no enlace? É maior do que um campo de futebol?
- (e) Derive uma expressão geral para o comprimento de um bit em termos da velocidade de propagação  $s$ , da velocidade de transmissão  $R$  e do comprimento do enlace  $m$ .

**Questão 20** .....

 [P31] Em redes modernas de comutação de pacotes, inclusive a Internet, o hospedeiro de origem segmenta mensagens longas de camada de aplicação (por exemplo, uma imagem ou um arquivo de música) em pacotes menores e os envia pela rede. O destinatário, então, monta novamente os apcotes restaurando a mensagem original. Denominamos esse processo *segmentação de mensagem*. A Figura 1.27 ilustra o transporte fim a fim de uma mensagem com e sem segmentação. Considere que uma mensagem de  $8 \times 10^6$  bits de comprimento tenha de ser enviada da origem ao destino na Figura 1.27. Suponha que a velocidade de cada enlace da figura seja 2 Mbits/s. Ignore atrasos de propagação, de fila e de processamento.

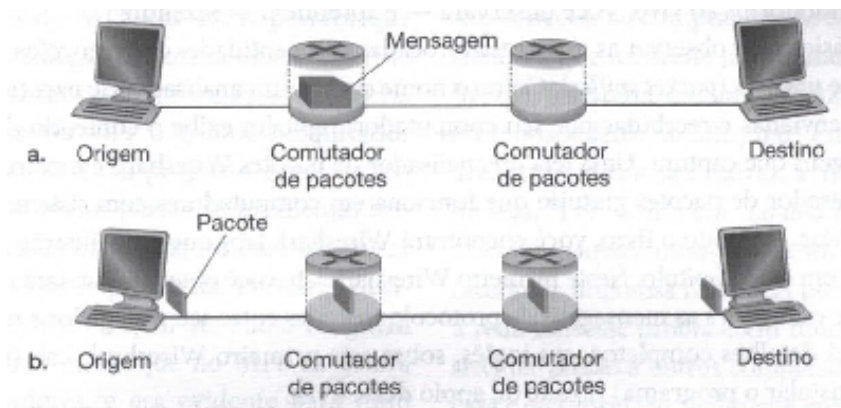


Figura 1.27: Transporte fim a fim de mensagem: (a) sem segmentação de mensagem; (b) com segmentação de mensagem

- (a) Considere o envio da mensagem da origem ao destino *sem* segmentação. Quanto tempo essa mensagem levará para ir do hospedeiro de origem até o primeiro comutador de pacotes? Tendo em mente que cada comutador usa comutação de pacotes do tipo armazena-e-reenvia, qual é o tempo total para levar a mensagem do hospedeiro de origem ao hospedeiro de destino?
- (b) Agora suponha que a mensagem seja segmentada em 800 pacotes, cada um com 10.000 bits de comprimento. Quanto tempo demorará para o primeiro pacote ir do hospedeiro de origem até o primeiro comutador? Quando o primeiro pacote está sendo enviado do primeiro ao segundo comutador, o segundo pacote está sendo enviado da máquina de origem ao primeiro comutador. Em que instante o segundo pacote terá sido completamente recebido no primeiro comutador?
- (c) Quanto tempo demorará para movimentar o arquivo do hospedeiro de origem até o hospedeiro de destino quando é usada segmentação de mensagem? Compare este resultado com sua resposta no item (a) e comente.
- (d) Além de reduzir o atraso, quais são as razões para usar a segmentação de mensagem?
- (e) Discuta as desvantagens da segmentação de mensagem.